INDICE DEGLI AUTORI

Alippi T. (*t. a.*), 21, 42, 43, 69, 70, 93, 94, 115, 116, 117, 139, 140, 165, 214, 236, 261, 278, 279.
Angelitti F. †, 2.
Ballarin S. (*s. b.*), 16, 44, 187.
Bernasconi A. e G. 67, 272.
Bianchi E. 169, 193.
Bonacini C. (*c. b.*) 49, 82, 155.
Caldo L. (*l. c.*) 48.
Dallaporta N., 90.
Del Rocca S., 247.
Dominco F. (*f. d.*). 17, 41, 93, 96, 144. 208, 212.
Favaro G. A., 90.
Ferrari C. 247.
Ferrero M. A. (*m. f.*). 96, 119, 143, 168, 191, 216, 240, 264, 283.
Gratton L., 265.
Henderson W. P. (*w. p. h.*), 143, 168, 191, 216, 240, 264, 283.
Horn-d'Arturo G. (*g. h-d'a.*). 1, 132, 188, 273, 274, 279, 280.
Jacchia L. (*l. j.*), 9, 13, 22, 35, 37, 41, 45, 60, 68, 70, 73, 87, 88, 89, 92, 95, 107, 114, 115, 117, 134, 141, 145, 164, 165, 166, 177, 181, 183, 185, 188, 198, 203, 204, 206, 214, 225, 232, 234, 237, 245, 246, 249, 251, 255, 257, 260 262, 274, 275, 276, 277, 280.
Lacchini G. B., 246.
Mackowitz G., 115, 272.
Maggini M. (*m. m.*), 14.
Mazzucco R. (*r. m.*), 48.
Micheli A. 247.
Serafini D., 90.
Silva G., 25.
Sormano I, 217,241.
Taffara L. (*l. t.*), 89, 90, 117.
Taffara S., 90.
Volta L., 97, 121.

ERRATA CORRIGE

pag. 24 riga 2 dall'alto: in luogo di *cong.* 0° 57′ *S.*, leggi *cong.* 0° 3′ *N.*
» 36 » 2 » : » » » *rivoluzione* » *rotazione.*
» 44 » 18 » : » » » *eddotto* » *dedotto.*
» 70 sottotitolo: Il cielo nel mese di *marzo* 1931, leggi *aprile* 1931.
» 149 riga 6 dal basso: in luogo di *salvo due,* leggi *salvo tre.*
» 167: Configurazioni planetarie nel mese di agosto 1931. – Nella riga corrispondente al 15 agosto deve essere raddrizzato il segno ☿ di Mercurio.
» 167: nella terza colonna dell'effemeride dei passaggi del Sole, in luogo di *Luglio* 1931, leggi *Agosto* 1931.
» 177 riga 11 dal basso: in luogo di *massimo* leggi *minimo.*
» 207 » 7 » » : » » » *un mezza dozzina,* leggi *una mezza dozzina.*
» Titolo: in luogo di *L. Sormano,* leggi *I. Sormano.*
» 254 riga 3 dal basso: in luogo di *parallassi spettroscopiche* leggi *parallassi non spettroscopiche.*
» 258 riga 3 dall'alto: in luogo di *proporzionale* leggi *inversamente proporzionale*
» » » 5 » : » » » $v^2 = 2k$ » $v^2 = \frac{2k}{m}$.
» » » 10 » : » » » *moledole* » *molecole.*

Volume ed Anno I — Gennaio 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

PREAMBOLO DELLA REDAZIONE

La breve vita delle Riviste astronomiche italiane di meno ardua lettura, pubblicate negli ultimi trent'anni, è imputabile a vicende di uomini piuttosto che a noncuranza del pubblico, il quale anzi le seguiva con avidità e ne deplorò l'immatura fine. Nessuna scienza annovera tanti cultori dilettanti come la nostra e tuttavia l'Italia, unica tra le nazioni colte, non ha ancora un organo consacrato interamente alla divulgazione dell'Astronomia; già la Società Astronomica Italiana aveva contemplato nel suo recente statuto la pubblicazione di un *Bollettino popolare,* ma intanto un gruppo di astrofili, uniti nel nome di Bononia, incominciò a diramare le sue *Circolari* volanti, l'ultima delle quali è uscita in questi giorni per prendere commiato dai lettori. Esse devono considerarsi il germe della presente Rivista che, redatta all'Osservatorio di Bologna, si pubblicherà mensilmente col titolo di *COELVM* a partire dal corrente mese di gennaio. Non mancarono fra quegli astrofili alcuni benemeriti, che mostrarono il loro attaccamento all'Astronomia aiutando con sacrificio personale i primi passi della Rivista, ma questa, perpetuamente grata agli oblatori, si propone di continuare la sua via senz'altro soccorso che l'obolo annuale dei lettori. Con l'assistenza degli uomini insigni che hanno scritto in questo primo fascicolo, e degli altri che già hanno promesso la loro collaborazione, e col favore del pubblico di cui rispetteremo sempre il severo ma sereno giudizio, affrontiamo senza timore la nostra impresa, contenti se il lettore italiano, per elevarsi alle cose celesti, non dovrà più ricorrere alla stampa straniera.

F. ANGELITTI

PROBABILE CRONOLOGIA DANTESCA FONDATA SU DATI RELATIVI ALLA VITA DI GESÙ CRISTO E ALLA VITA DI ADAMO

Presentandosi al pubblico questa Rivista di carattere divulgativo, è piaciuto al suo direttore che cominciasse con un articolo di astronomia dantesca, ritenendo di buon augurio il nome di Dante. Ed io, a più saldo augurio, ho pensato di esporre la maniera più ovvia e spontanea di stabilire il sistema cronologico dantesco, basato su cenni relativi alla vita di Gesù Cristo, il cui nome fu tanto venerabile a Dante, e alla vita di Adamo, il primo uomo, che nell'antichità e nel medio evo, per varie analogie e contrapposti, fu messo a raffronto con Gesù Cristo. Principale analogia, che l'uno e l'altro furono creati direttamente da Dio, il quale infuse in essi tutto lo scibile di cui è capace la natura umana. Questa credenza religiosa fu rammentata da Dante in Paradiso (XIII, 37-45), dove si fa dire da S. Tommaso:

Tu credi che nel petto onde la costa
si trasse per formar la bella guancia
il cui palato a tutto il mondo costa,
ed in quel che, forato da la lancia,
e poscia e prima tanto satisfece,
che d'ogni colpa vince la bilancia,
quantunque a la natura umana lece
aver di lume, tutto fosse infuso
da quel Valor che l'uno e l'altro fece.

E qui c'è anche il principale contrapposto del petto di Adamo da cui Dio trasse la costa per formare Eva, origine del peccato, e del petto di Gesù Cristo che, trafitto dalla lancia del soldato, espiò il peccato di Adamo.

Importante per il nostro argomento è l'analogia cronologica, che l'uno e l'altro furono creati quando il Sole era nel primo punto d'Ariete e in giorno di venerdì; e forse Dante meditò anche l'altra analogia, che l'uno e l'altro morirono quando il Sole era pure nel primo punto d'Ariete e pure in giorno di venerdì. Che il mondo, e con esso Adamo, fosse stato creato col Sole nel principio dell'Ariete (s'intenda del segno e non della costellazione) era un'opinione accolta

con grande prevalenza. Dante lo asserisce dove dice (*Inf.* I, 38-40) che quando egli si ritrovò nella selva, ed era al principio della dolce stagione,

il sol montava 'n su con quelle stelle
ch'eran con lui quando l'amor divino
mosse da prima quelle cose belle;

e qui è da avvertire che per le *stesse stelle* bisogna intendere lo stesso segno. Che Gesù Cristo s'incarnasse quando il Sole era nel primo punto d'Ariete, risulta dalla data stessa del 25 marzo sancita dalla Chiesa per l'incarnazione, e Dante aggiunge (*Conv.* IV, v. 7) incidentalmente che « poichè il cielo cominciò a girare, in migliore disposizione non fu che allora quando di là su discese Colui che l'ha fatto e che 'l governa ». Che Adamo fosse stato creato di venerdì risulta dal principio del Genesi. Che Gesù Cristo s'incarnasse di venerdì si deduce dalla tradizione quasi universalmente accolta, che Egli nascesse di Domenica, e si sa che quando il 25 dicembre cade di Domenica, il 25 marzo cade di venerdì. Il Riccioli nella sua *Chronologia Reformata* (tomo I, lib. VIII, cap. II) riporta un manipolo di citazioni di Padri e Dottori della Chiesa, tra i quali S. Agostino, che affermano Cristo essersi incarnato di venerdì ed essere nato di Domenica, e dà questa opinione come la più divulgata. Che Gesù Cristo nascesse e risuscitasse di Domenica, Dante lo ricorda nella chiusa della *Quaestio de Aqua et Terra*, dove dice che la disputa fu tenuta « in die Solis, quem ... noster Salvator per gloriosam suam nativitatem et per admirabilem suam resurrectionem nobis innuit venerandum ». Veramente questa dissertazione dantesca fu da alcuni critici rifiutata come apocrifa; ma ora i dubbi sulla sua autenticità sono molto attenuati, se non accennano a dileguarsi, specialmente per l'autorità di dantisti stranieri, come il Moore e i suoi scolari.

Allorchè Dante, in paradiso, si trovò al cospetto di Adamo, concepì tre desideri: il primo, di sapere quando Adamo fu creato e posto nel paradiso terrestre, questione cronologica; il secondo, quale fosse stata la « propria cagion del gran disdegno », questione teologica; il terzo, qual idioma avesse usato e fatto, questione glottologica. Alla questione cronologica, che è quella più interessante per noi, Adamo risponde che egli rimase nel Limbo, aspettando di essere portato da Gesù Cristo in paradiso, per la durata di 4302 rivoluzioni di Sole, e che mentre fu in terra vide 930 volte ritornare il Sole a tutti i lumi della sua strada. Ecco le parole (*Par.* XXVI, 118-123):

Quindi onde mosse tua donna Virgilio,
quattromila trecento e due volumi
di sol desiderai questo concilio;
e vidi lui tornare a tutti i lumi
de la sua strada novecento trenta
fiate, mentre ch'io in terra fu' mi.

Per completare le notizie cronologiche della sua vita, Adamo aggiunge che rimase nel paradiso terrestre con vita innocente soltanto sei ore, dal mattino al

mezzodì, e che alla settima ora, per il suo fallo, ne fu discacciato. Egli dice (*Par.* XXVI, 139-142):

Nel monte che si leva più da l'onda
fu' io, con vita pura e disonesta,
da la prim'ora a quella che seconda,
come 'l sol muta quadra, l'ora sesta.

Adamo, dunque, fin dal primo giorno della sua vita, cominciò a misurare il tempo per mezzo dei movimenti del Sole. Quando fu sulla terra, adottò come unità di tempo il ritorno del Sole ai lumi della sua strada, cioè dell'eclittica, e si potrebbe intendere in due modi, cioè, o come il ritorno del Sole a una medesima stella, o come il ritorno al primo punto d'Ariete: nel primo caso si avrebbe l'anno sidereo, nel secondo si avrebbe l'anno tropico. Queste due unità di misura sono leggermente diverse per effetto della precessione degli equinozi. L'anno sidereo si presentò all'uomo più spontaneo, perchè afferrabile con l'osservazione immediata, per mezzo degli orti e dei tramonti eliaci delle stelle. L'anno tropico doveva essere dedotto dal confronto di lunghe serie di osservazioni. Or, poteva Adamo scegliere tra queste due unità di misura, o, in altri termini, conosceva Adamo, fin dal primo giorno della sua vita, la precessione degli equinozi? Parrebbe di sì, se, come abbiamo detto in principio, egli aveva avuto infuso da Dio tutto lo scibile di cui è capace la natura umana.

Sennonchè, lo stesso San Tommaso, da cui molto probabilmente Dante aveva conchiuso quell'opinione, aveva spiegato (*Summa theol.* p. I, qu. XCIV, art. 3, e *Compend. theol.*, p. I, c. 216) che in Adamo e in Gesù Cristo era stato infuso da Dio tutto lo scibile che la natura umana può conseguire con la speculazione astratta, ma non quello che si acquista con l'esperienza, nel quale l'uno e l'altro dovettero successivamente acquistare e progredire. In maniera più concreta per la presente quistione, possiamo ritenere che Adamo ricevette infusa da Dio tutta la scienza matematica astratta che si deduce da ragionamenti, ma non la fisica, nè quella parte dell'astronomia che si fonda sull'osservazione. Così, dovette da sè formarsi la nozione dell'anno sidereo, nè poteva avere fin dal primo momento la conoscenza dell'anno tropico. Se mai, solo alla fine della sua lunga vita poteva accorgersi del piccolo divario tra le due specie di anni, che, accumulato, portava nelle stagioni lo spostamento di circa tredici giorni, ammesso che fosse riuscito a costruirsi degli apparecchi di misura di una certa precisione. Del resto, anche ammessa in Adamo la conoscenza della precessione degli equinozi, egli dice esplicitamente che *vide* il Sole ritornare a tutti i lumi della sua strada, e se per lumi s'intendono le stelle, il *vide* si attaglia, mentre il ritorno al primo punto d'Ariete non si vede, ma si deduce dal calcolo. Sembra quindi conveniente ritenere che, per la misura del tempo, Adamo qui abbia adottato l'anno sidereo, e che dalla di lui creazione alla morte di Gesù Cristo si debbano intendere trascorsi 5232 anni siderei, quanti ne vengono da 4302 e 930 presi insieme.

La precessione degli equinozi fu scoperta da Ipparco, il quale pare che la concepisse alla stessa maniera come viene considerata la precessione luni-solare dagli

astronomi moderni, cioè come una rotazione del piano dell'equatore attorno all'asse dell'eclittica in senso contrario all'ordine dei segni: con questo movimento la linea degli equinozi ruota nel piano dell'eclittica e vengono aumentate le longitudini delle stelle, rimanendo immutate le latitudini. Ipparco dedusse che la quantità di cui si aumenterebbero le longitudini fosse non minore di un grado ogni cento anni, ossia non minore di 36″ all'anno; sicchè l'intero giro si compirebbe in un tempo non maggiore di 36 mila anni. Tolomeo spiegava l'aumento delle longitudini delle stelle attribuendo alla sfera stellata un doppio movimento: uno, celere, intorno all'asse del mondo, da oriente in occidente, che si compie in un giorno sidereo; l'altro, lentissimo, attorno all'asse dell'eclittica, da occidente in oriente, cioè secondo l'ordine dei segni, ed assegnò a questo definitivamente la misura di un grado ogni cento anni. Delambre (*Astronomie théorique et pratique*, vol. I, chap. XVII, n. 3) dichiara che questo moto di una stessa sfera attorno a due assi differenti non si comprende. Ma Dante, parafrasando un passo di Alfergano, lo spiega molto chiaramente con la composizione di due movimenti, uno, assoluto, di trascinamento e l'altro relativo.

Secondo Dante i cieli sono dieci: i primi sette, a partire dalla Terra, appartengono, rispettivamente, alla Luna, a Mercurio, a Venere, al Sole, a Marte, a Giove e a Saturno; l'ottavo contiene le stelle fisse, il nono, detto primo mobile, è introdotto per ottenere il moto diurno di tutti i cieli sottostanti, e il decimo, detto Empireo, o Cristallino, sede della Divina Mente, è, al pari della Terra, in quiete assoluta. Ciascun cielo, al disotto del Cristallino, ha due poli « fermi quanto a sè », cioè relativamente a sè stesso, e il nono cielo, o primo mobile, li ha « fermi e fissi e non mutabili secondo alcuno respetto » (*Conv.* II, III, 13), cioè fissi assolutamente, o fissi rispetto alla Terra, o possiamo anche dire fissi nel meridiano di un luogo qualsivoglia della Terra. Il circolo massimo relativo ai poli del primo mobile è l'equatore. Fissi nel primo mobile, in due punti diametralmente opposti, e distanti dai suoi poli per 23 gradi e mezzo, sono i poli del cielo stellato, ai quali, nel cielo stellato medesimo, corrisponde come circolo massimo l'eclittica, il cui piano sega il piano dell'equatore secondo la linea degli equinozi. Il circolo massimo che nel primo mobile passa per i poli di esso e per i poli del cielo stellato, si dice circolo traspolare, o coluro dei solstizi, ed il circolo massimo passante per i poli del primo mobile e perpendicolare al coluro dei solstizi, contiene nel suo piano la linea degli equinozi e si dice coluro degli equinozi. I poli dei cieli sottostanti sono alla loro volta legati al cielo stellato.

Ora, il primo mobile gira intorno ai suoi poli da oriente in occidente, compiendo la sua rivoluzione in un giorno sidereo, ossia in 23 ore e 56 minuti circa di tempo solare medio, o, come dice Dante, « in ventitrè ore e quattordici parti delle quindici di un'altra, grossamente assegnando ». La durata attribuita da Dante al giorno sidereo è, come si vede, in difetto per soli 4 secondi: se egli avesse voluto più sottilmente assegnare, avrebbe dovuto aggiungere ancora una delle novecento parti di un'ora.

La rivoluzione del primo mobile intorno ai propri poli, da oriente in occidente, è un moto assoluto: essa trascina con sè tutte le sfere sottostanti, le quali

tuttavia hanno ciascuna un moto relativo in senso contrario. Parlando del primo mobile, Dante dice (*Par.* XXVIII, 70-71):

costui ... tutto quanto rape
l'altro universo seco,

traducendo una frase di Sacrobosco (*Sphaera*, cap. I) che dice: « primus (il primo mobile) omnes alias sphaeras secum impetu suo rapit intra diem et noctem circa terram semel ». In particolare, il primo mobile trascina nella sua rapina il cielo stellato, il quale poi ruota intorno ai propri poli, rispetto al primo mobile, o rispetto al circolo traspolare, da occidente in oriente, lentissimamente, di un grado ogni cento anni. A questo movimento del cielo stellato Dante accenna in vari luoghi del *Convivio*, vi accenna nella *Commedia*, vi accenna anche nella *Vita Nova*. Per questo movimento, se in un certo istante il Sole e una stella si trovano insieme nel punto equinoziale, quando il Sole ritornerà a coincidere con la stella, questa si sarà allontanata dall'equinozio verso oriente di 36″; e Sole e stella ritorneranno insieme a coincidere col punto equinoziale, quando il Sole avrà raggiunta la stella 36 mila volte, nel qual tempo il Sole sarà ritornato una volta di più al punto equinoziale. Pertanto la relazione tra la lunghezza dell'anno sidereo e quella dell'anno tropico è data dall'equazione

36000 anni siderei = 36001 anno tropico,

e se l'anno tropico si fa, come Dante ritiene, di giorni solari medi 365,24, risulta per l'anno sidereo la lunghezza di giorni 365,25015, ossia risulta di poco superiore all'anno giuliano.

Con questo rapporto, i 5232 anni siderei di cui parla Adamo, equivalgono ad anni tropici 5232,1453, ossia a 5232 anni tropici e 53 giorni; e poichè dalla creazione di Adamo alla morte di Gesù Cristo deve decorrere un numero intero di anni tropici, bisognerà adottare o l'uno o l'altro dei due numeri 5232 e 5233, tra i quali è compreso l'intervallo che noi abbiamo dedotto. Ritenendo dalla creazione di Adamo alla morte di Gesù Cristo 5233 anni tropici esatti, ed assegnando, come fa Dante, 34 anni tropici dall'incarnazione alla morte di Gesù Cristo, risultano dalla creazione di Adamo all'incarnazione di Gesù Cristo 5199 anni tropici esatti; e quindi il primo anno della vita di Gesù Cristo sarebbe denotato col numero 5200 a partire dalla creazione del mondo, e sarebbe un anno centesimo. E poichè dal 25 marzo dell'anno della morte di Gesù Cristo al 13 marzo dell'anno della visione dantesca decorrono 1266 anni tropici (*Inf.* XXI, 112-114), con quest'ultima data si compiono 6499 anni tropici e comincia l'anno 6500 dalla creazione, che è pure un anno centesimo.

Veniamo ora a fissare nel calendario giuliano le date e i giorni della settimana relativi alla creazione e alla morte di Adamo, all'incarnazione e alla morte di Gesù Cristo. Il calendario giuliano, consistente in cicli formati da un anno bisestile di 366 giorni seguito da tre anni comuni di 365 giorni, dal tempo in cui rimase adottato per il computo degli anni dell'êra volgare, viene dai cronologisti e dagli astronomi indefinitamente prolungato nell'avvenire e nel passato

in maniera regolare e uniforme. Gli anni anteriori all'anno 1 dell'êra volgare si sogliono contare in due modi, o storicamente, o astronomicamente: storicamente, denotandoli coi numeri della serie naturale a partire da 1 e distinguendoli con la notazione *a. Chr.* (ante Christum); astronomicamente, denotando con zero l'anno precedente all'anno 1 dell'êra volgare, e poi gli altri con numeri negativi crescenti in valore assoluto. Tra le due maniere di numerare esiste la relazione

anno n *a. Chr.* = anno $-n+1$ astronomico.

Secondo la maniera astronomica, sono bisestili tutti gli anni denotati da un numero divisibile per 4. In questo calendario giuliano teorico si prolunga pure indefinitamente il ciclo settimanale, e dai cronologisti antichi e moderni sono state fornite varie regole per trovare il giorno della settimana corrispondente a una data assegnata, tutte basate sul dato iniziale che il 1° gennaio dell'anno 1 cadde di sabato. Contando alla maniera astronomica, si ha la seguente regola. Sia

n il numero che denota l'anno,

a il massimo numero intero non maggiore del quoziente di $n-1$ diviso per 4,

b il numero dei giorni decorsi dal principio dell'anno,

il resto positivo della divisione di $n+a+b+5$ per 7 indica il giorno della settimana, corrispondendo 1 a Domenica, 2 a lunedì, e così via, fino a 7 che corrisponde a sabato. Ai numeri n, a, b si possono sostituire altri numeri congrui secondo il modulo 7.

Applicando questa regola al 25 marzo dell'anno 1, si ha $n=1$, $a=0$, $b=84\equiv 0$ (mod. 7), $n+a+b+5=6=$ venerdì. Quindi il 25 marzo dell'anno 1 cadde di venerdì; e si trova pure che in tutto il periodo che va dall'anno -9 all'anno 6, entrambi questi estremi compresi, solo nell'anno 1 il 25 marzo cadde di venerdì. Quindi se l'incarnazione di Gesù Cristo si pone di venerdì, si deve porre nell'anno 1.

Per il 25 marzo dell'anno 35 si ha $n=35\equiv 0$ (mod. 7), $a=8\equiv 1$, $b=84\equiv 0$, $n+a+b+5=6=$ venerdì. E si trova pure che nell'intervallo dall'anno 30 all'anno 39, l'uno e l'altro compresi, in nessun altro anno il 25 marzo cadde di venerdì. Quindi la morte di Gesù Cristo si deve porre nell'anno 35, risultando anche confermata la durata di 34 anni, voluta da Dante, tra l'incarnazione e la morte.

La lunghezza dell'anno giuliano di giorni 365,25 supera per una centesima di giorno la lunghezza dell'anno tropico ritenuta da Dante, e pertanto ogni cento anni la data dell'equinozio primaverile anticipa di un giorno nel calendario giuliano. Nei 52 secoli e poco più, decorsi dalla creazione di Adamo alla morte di Gesù Cristo, l'equinozio avrebbe anticipato di 52 giorni; quindi per avere nel calendario giuliano la data della creazione di Adamo, conviene prima togliere 5233 anni giuliani dal 25 marzo dell'anno 35, il che ci porta al 25 marzo dell'anno -5198, e poi aggiungere 52 giorni, il che porta al 16 maggio dell'anno medesimo.

Ora, per il 16 maggio dell'anno -5198 la regola precedente dà $n=-5198\equiv 3$

(mod. 7), $a = -1300 \equiv 2$, $b = 136 \equiv 3$, $n + a + b + 5 = 13 \equiv 6 =$ venerdì. E si trova anche che in nessun altro anno dell'intervallo dall'anno — 5203 all'anno — 5188, l'uno e l'altro compresi, il 16 maggio cadde di venerdì. Dunque la cronologia dedotta per la data della creazione di Adamo concorda anche nel giorno della settimana tramandato dal Genesi.

Pare dalla frase dantesca che Adamo fosse vissuto 930 anni siderei, o giuliani, esattamente compiuti. In questa supposizione Adamo sarebbe morto il 15 maggio dell'anno giuliano — 4268. Per questa data la regola dà $n = -4268 \equiv 2$ (mod. 7), $a = -1068 \equiv 3$, $b = 136 \equiv 3$, $n + a + b + 5 = 13 \equiv 6 =$ venerdì. Si ha quindi tra Adamo e Gesù Cristo quest'altra analogia che entrambi sarebbero morti in giorno di venerdì.

Abbiamo dunque con calcoli semplicissimi potuto mettere d'accordo i diversi dati cronologici forniti più o meno esplicitamente da Dante.

Molto prima dell'anno sidereo si dovette spontaneamente presentare all'uomo il giorno solare come unità di misura del tempo, e il mutare delle ombre dei corpi come mezzo per suddividere questa unità. Dalle ultime parole di Adamo si ha che egli nella stessa sua brevissima dimora nel paradiso terrestre adottò il giorno come unità di misura del tempo e lo suddivise in quadranti (*quadre*) e in ore. In che modo potè egli conseguire questo intento con la propria esperienza? Creato da Dio nell'istante in cui il Sole, congiunto col primo punto d'Ariete, sorgeva all'orizzonte dal punto Est, potè giovarsi come gnomone di un albero alto e snello, il quale gettò la *prim'ombra* verso il punto West, nella stessa direzione verso cui l'*aura dolce e senza mutamento*, dovuta all'aria parzialmente trascinata dal moto diurno dei cieli, faceva *piegare tremolando le fronde della divina foresta*. Poi dovette osservare che l'ombra della sommità del suo gnomone percorreva sul piano del paradiso terrestre un cammino rettilineo e parallelo alla direzione di quella *prim'ombra*. Da ciò potè dedurre che il Sole si moveva in un piano passante per la sommità dello gnomone, e che sarebbe andato a tramontare nel punto diametralmente opposto a quello dal quale era sorto, descrivendo sulla volta celeste un semicircolo massimo, l'equatore. La perpendicolare dal piede dello gnomone sul cammino prolungato dell'ombra della sommità, gli dava la linea meridiana, e il piano passante per questa linea e per lo gnomone segava l'equatore nel mezzo-cielo e la volta celeste secondo un semicircolo massimo, il meridiano, dividendola in due quadre o quadranti. L'arco di equatore tra il punto Est e il mezzo-cielo, diviso in sei parti eguali, gli dava l'ora. Il punto del meridiano a 90° dal mezzo-cielo gl'indicava il polo australe. Adamo potè compiere tutte queste operazioni nelle prime due ore del giorno. Alla fine della sesta ora osservò che il Sole *mutava quadra*; ma nell'ora che seguì a sesta per sua *diffalta* fu da Dio discacciato dal paradiso terrestre, e non potè vedere il tramonto del primo giorno (*Purg.* XXVIII).

Palermo, 16 dicembre 1930.

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

LA PRESENTE OPPOSIZIONE DI EROS

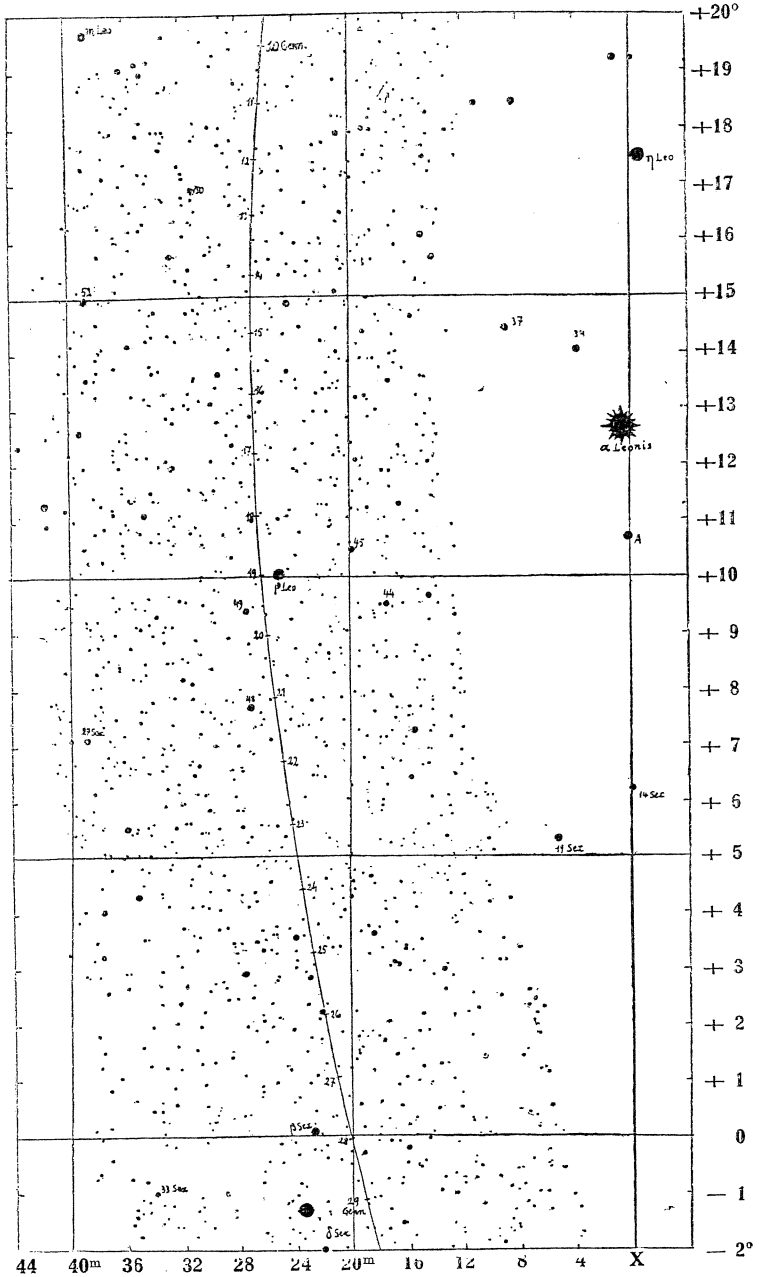
L'attenzione degli astronomi è rivolta ora principalmente al planetoide 433 Eros che nei prossimi mesi di gennaio e febbraio si avvicinerà alla Terra più di quanto può farlo ogni altro pianeta.

La scoperta di Eros risale al 1898. Il 13 agosto di quell'anno G. WITT a Berlino notava sopra una fotografia celeste un tracciato rettilineo simile a quelli che gli asteroidi sogliono lasciare sulle lastre. L'unica differenza era la lunghezza eccezionale del tracciato: segno che l'oggetto si moveva con rapidità molto grande.

Numerose osservazioni eseguite nei mesi seguenti permisero di stabilire con certezza l'orbita del nuovo corpo celeste che si rivelò essere un asteroide con qualità assai particolari. La sua distanza *media* dal Sole risultò di 1.46 unità astronomiche (1 = distanza Terra-Sole), vale a dire minore di quella di Marte (1.52). L'eccentricità notevole (0.22) dell'orbita fa però sì che la distanza del pianeta dal Sole varî grandemente nei singoli punti del suo percorso intorno ad esso: da una distanza di 1.78 all'afelio esso passa a quella di appena 1.13 al perielio. Tenendo conto dell'inclinazione dell'orbita del pianeta (11°) rispetto a quella della Terra, risulta dai dati precedenti che il pianeta può avvicinarsi al nostro globo fino alla distanza di 0.17 u. a., ossia — come già si disse — maggiormente di ogni altro pianeta.

Questi raccostamenti alla Terra sono però piuttosto rari. È vero che un'opposizione abbastanza favorevole ha luogo ogni 7 anni, ma fra due opposizioni veramente *perieliche* (ossia in cui le date dell'opposizione e del perielio di Eros non distino più di un mese) trascorre un tempo ben maggiore. L'ultima opposizione favorevolissima fu quella del 1901 che fu bene osservata. Quella di quest'anno cadrà esattamente un mese dopo il perielio e sarà perciò una delle migliori. L'opposizione avrà luogo il 17 febbraio, ma la distanza minima dalla Terra si avrà il 30 gennaio, a 26 milioni di chilometri.

Questo eccezionale raccostamento di un pianeta alla nostra Terra può essere sfruttato molto bene per determinare in modo più preciso la distanza Terra–Sole che — come tutti sanno — costituisce la base di misura di tutte le distanze planetarie e siderali. Il procedimento è abbastanza semplice. Dapprima si determina la parallasse di Eros sia osservandolo a ore differenti da un medesimo osservatorio (allo scopo di permettere alla base di osservazione trascinata dal moto di rotazione della Terra di spostarsi rispetto al pianeta), sia determinando la sua posizione simul-



Traiettoria di Eros fra le stelle dal 10 al 30 gennaio 1931

Posizioni a 0^h T. U. di ciascun giorno. Le stelle più deboli segnate sulla carta sono di 10^a grandezza circa. A più di 5° di distanza dalla traiettoria di Eros non sono segnate che le stelle più lucide di $7.^m5$.

taneamente in molti osservatorî sparsi nelle più differenti posizioni del globo. Dalla parallasse si deduce la distanza di Eros dalla Terra; determinata questa, la terza legge di Keplero ci dà immediatamente la distanza della Terra dal Sole in funzione dei tempi di rivoluzione. Naturalmente il calcolo non è tanto semplice quanto il procedimento ora descritto perchè bisogna tener conto di un'infinità di piccoli e grandi fattori secondarî, quali le perturbazioni planetarie, i moti propri delle stelle di paragone spesso non conosciuti abbastanza, ecc.

Eros si presta singolarmente bene a questo genere di determinazioni perchè, essendo la sua immagine perfettamente *stellare* anche nei maggiori strumenti, la sua posizione può essere determinata rapidamente e con tutta la precisione raggiungibile mediante l'attuale tecnica astronomica.

Dalle osservazioni eseguite durante l'opposizione del 1901 il valore della parallasse solare fu determinata da HINKS in $8''.804 \pm 0''.004$ e dall'ANTONIAZZI in $8''.795 \pm 0''.024$. Dalla presente opposizione si spera di poter ottenere un grado di incertezza ancor minore, forse di $0''.002$. In tal caso l'errore nella determinazione della distanza che ci separa dal Sole rientrerebbe entro 34 000 km. Aggiungeremo che quasi tutti gli osservatorî italiani sono attualmente impegnati nella « campagna » per Eros e che tutto il materiale di osservazione italiano verrà quanto prima raccolto in un'unica pubblicazione che uscirà a cura del Comitato Astronomico Nazionale.

Ma Eros presenta un'altra particolarità che lo rende specialmente interessante fra gli altri numerosi asteroidi: la sua luce è soggetta a variazioni di forte ampiezza e di carattere spiccatamente periodico. La prima notizia della variabilità di Eros fu data nel 1901 dal giovane OPPOLZER ed essa venne subito confermata da numerosi osservatori. OPPOLZER vi trovò un periodo di poche ore, CERULLI uno di circa 5 ore e DEICHMUELLER uno di due ore e mezzo. ANDRÉ in base a osservazioni di GUILLAUME, LUIZET e LE CADET determinò meglio il periodo assegnandogli il valore di $2^h38^m7^s$.

L'ampiezza della variazione che raggiungeva ben 2^m5 nel febbraio 1901, andò poi gradatamente scemando. Secondo osservazioni di WENDELL il 12 marzo essa era di 1^m13, il 12 aprile di 0^m4, il 6 maggio minore di 0^m1. Da quest'epoca in poi, fino alla sua congiunzione col Sole, Eros fu trovato assolutamente invariabile. Riprese le osservazioni nel 1903, il pianeta si mostrò nuovamente variabile, con un'ampiezza poco minore di una grandezza e con un periodo che venne determinato da BAILEY in $2^h38^m9^s$, identico a quello mostrato nel 1901. Nel 1908 non fu possibile riscontrare alcuna variazione, ma nel 1910, dal marzo all'agosto, venne osservata una fluttuazione con ampiezza da 0^m5 a 0^m8 e con un periodo di 2^h38^m. Nel 1919 l'ampiezza non fu molto grande, ma la variazione presentò la curiosità di un periodo raddoppiato: 5^h16^m. In tutte le opposizioni la caratteristica principale della curva di luce era quella di avere i massimi generalmente di lunga durata e i minimi molto più brevi.

Per spiegare queste curiose variazioni ANDRÉ presentò l'ipotesi che esse fossero dovute a eclissi vicendevoli fra due corpi di dimensioni pressochè uguali, come avviene nelle variabili a eclisse del tipo W UMa. In base a tale supposizione egli aveva preso come periodo il doppio dell'intervallo fra due massimi o due minimi successivi, ossia $5^h16^m9^s$. Così venivano anche ad essere spiegate la variabilità dell'ampiezza e la temporanea costanza della luce di Eros: infatti il piano della rivoluzione intorno al comune centro di gravità dei due corpi costituenti il sistema, rotando per effetto di prospettiva a seconda delle posizioni reciproche della Terra e di Eros, avrebbe portato i due corpi a produrre talvolta delle eclissi totali, talvolta delle eclissi parziali e infine talvolta a non eclissarsi più. Per spiegare la grande ampiezza, che tal-

volta si verifica nella variazione (massimi 10 volte più luminosi dei minimi) non bastava ricorrere a delle eclissi, sia pure totali. Era necessario che i due corpi fossero degli ellissoidi allungati verso il comune centro di gravità. Lo schiacciamento richiesto a questo scopo è di ben 0.66, corrispondente a un asse maggiore tre volte più lungo dell'asse minore. Un eclisse totale fra corpi sferici non avrebbe potuto produrre una variazione maggiore di 0^m75. All'ipotesi di ANDRÉ si oppone — oltre l'inverosimiglianza di corpi talmente allungati — anche il fatto che talvolta il periodo raddoppia di lunghezza, oltre a ciò vi sono ancora delle ragioni di indole meccanica che rendono l'ipotesi poco probabile.

Più fortunata è oggi la teoria emessa per primo da SEELIGER, secondo la quale la variazione è prodotta dalla rotazione di un corpo che possiede poteri riflettenti molto diversi nei singoli punti della sua superficie. Il periodo di rotazione sarebbe un multiplo (probabilmente il doppio) del periodo semplice della variazione luminosa. Non è esclusa nemmeno l'ipotesi che si tratti di un corpo di dimensioni irregolari, di uno scoglio rotante nello spazio. Date le dimensioni estremamente piccole del pianeta (il suo diametro dovrebbe essere di una trentina di chilometri e forse meno), ciò non riesce affatto impossibile. Comunque sia, tanto con l'una che con l'altra di queste due ultime teorie riesce ancora sempre difficile spiegare l'enorme ampiezza della fluttuazione luminosa e la continuità regolare della curva di luce. Aggiungiamo che anche in altri piccoli pianeti è stata riscontrata una lieve variazione a breve periodo della luminosità. I pianeti variabili finora conosciuti sono: 15 Eunomia, 39 Laetitia, 44 Nysa, 129 Antigone e 345 Tercidina. In nessun caso l'ampiezza supera 0^m5.

Durante il presente periodo di osservazione (ottobre-dicembre 1930) Eros ha presentato una variazione che è andata dapprima scemando, poi aumentando di ampiezza. Da 1^m4 il 17 ottobre, è passata a 1^m1 il 23 ottobre, e a 1^mo il 13 novembre. Di qui è aumentata nuovamente, tanto che il 12 dicembre aveva raggiunto ben 2^m2. Il periodo è attualmente di $2^h38^m3^s.3$; sembra però che esso abbia subìto un brusco salto verso la fine di ottobre.

Le osservazioni della luminosità di Eros possono essere eseguite anche senza fotometro, col metodo di ARGELANDER. È per questo che ogni astrofilo, munito di un modesto cannocchiale che mostri le stelle di 11ª grandezza, può recare un grande servigio alla Scienza con osservazioni del genere. Le stime vanno fatte come per le stelle variabili, prendendo almeno due stelle di paragone e senza alcuna conoscenza dello splendore di queste, al fine di non influenzare le osservazioni qualora i valori dati nel catalogo fossero errati. Allo scopo di permettere all'osservatore di identificare rapidamente e in modo sicuro il pianeta nel prossimo mese di gennaio, diamo in questo numero una carta che dà il suo percorso fra le stelle più deboli, fino alla 10ª grandezza. Ai margini della carta, a più di 5° di distanza dalla traiettoria di Eros, non furono segnate che le stelle più lucide, maggiori di 7^m5. Le posizioni segnate sono quelle che il pianeta occupa a 0^h T.U. vale a dire a 1^h T.M. civile dell'Etna. Le coordinate valgono per il 1855.0 e sono quelle della « Bonner Durchmusterung ».

Secondo le effemeridi il pianeta dovrebbe raggiungere nel gennaio la 7ª grandezza; dato però che durante i mesi scorsi il suo splendore rimase nei *massimi* oltre una grandezza sotto il valore calcolato, è probabile che esso non superi di molto la grandezza 8.0, scendendo fino a 10^mo circa ai minimi.

l. j.

UNA NUOVA COMETA (1930 g)

Il 13 novembre veniva scoperta fotograficamente da K. NAKAMURA all'Osservatorio di Kyoto una nuova cometa di splendore estremamente debole (13^m5). La posizione indicata nel telegramma pervenuto il giorno 20 alla centrale astronomica di Copenaghen è la seguente:

Nov. 13 13^h50^m0 T. U. $\alpha = 3^h40^m41^s.47$ $\delta = +18^\circ53'25''$ (1930.0)

unitamente alla notizia della scoperta venivano comunicati gli elementi orbitali parabolici calcolati da SIBATA:

$$\left.\begin{array}{ll} T = & 1930\ \text{Ago. } 21,370\ \text{T. U.} \\ \omega = & 40^\circ 19' \\ \Omega = & 231^\circ 36' \\ i = & 8^\circ 7' \end{array}\right\} \ 1930{,}0$$

$$q = 0{,}2028$$

Da questi dati si rileva che attualmente la cometa va allontanandosi tanto dalla Terra che dal Sole e quindi diminuisce di splendore. Un'effemeride calcolata da I. YAMAMOTO non corrisponde rigorosamente — come fa notare J. P. Moeller in B Z 45 — agli elementi suddetti.

La sera del 20 novembre la cometa venne cercata sia visualmente che fotograficamente da G. VAN BIESBROECK col grande rifrattore di 40 pollici dell'Osservatorio di Yerkes. I risultati della ricerca furono assolutamente negativi: nella regione ove la cometa avrebbe dovuto trovarsi secondo l'effemeride non era visibile alcun oggetto estraneo maggiore di $16^m.0$.

IL PIANETINO PALLADE

L'opposizione di Pallade avverrà il 23 febbraio e verso quell'epoca il pianetino raggiungerà la grandezza 6^m6 circa. Per chi volesse seguire il suo corso intorno all'epoca della sua migliore visibilità, diamo qui un'effemeride delle sue posizioni estratta dalle « Oppositionsephemeriden kleiner Planeten für 1931 » edite dal Rechen-Institut di Berlino.

1931	α 1930.0	δ 1930.0
Genn. 27	$11^h\ 4^m1$	$+1^\circ47'$
Febbr. 4	10 59.0	+2 4
12	10 52.5	+2 31
20	10 45.2	+3 5
28	10 37.4	+3 44
Marzo 8	10 29.6	+4 26
16	10 22.3	+5 6

ASTROFISICA

SULLE VARIE APPLICAZIONI DELL' *INTERFEROMETRO*

In un interessante articolo nelle « Publications of the Astronomical Society of the Pacific » (vol. 42, pag. 253, aug. 1930) F. G. PEASE annunzia che l'interferometro di 50 piedi, progettato a Monte Wilson circa 8 anni fa, è ormai ultimato. La separazione dei fasci interferenti ottenuta con un sistema di specchi simile a quello applicato nel 1919 sul 100 pollici, ma con montatura speciale, può variarsi in questo interferometro da un metro e mezzo a quindici metri circa; i due fasci poi sono fatti convergere da uno specchio parabolico di un metro di apertura e cinque metri e mezzo di fuoco. Applicando la solita formula che dà il diametro di un disco, si vede che « teoricamente » potranno misurarsi diametri fino a un centesimo di secondo d'arco; diciamo teoricamente perchè non sappiamo ancora quale e quanta influenza possa avere l'agitazione dell'immagine su frange di una tal sottigliezza.

Con la messa in opera di uno strumento speciale verranno riprese a Monte Wilson le misure interferometriche che la necessità di non immobilizzare il grande telescopio di 100 pollici, aveva costretto ad interrompere dopo i primi brillanti risultati; ed invero il problema è così seducente ed il metodo così preciso, da giustificare la somma di danaro e di studii spesa attorno al nuovo interferometro.

Non è detto però che in questo genere di ricerche la mancanza di quei mezzi ottici di cui dispongono i colleghi di oltre Oceano debba forzatamente condannarci al ruolo passivo di spettatori: i metodi interferometrici sono appena nati ed abbisognano ancora di molti studii e ricerche complementari, studii e ricerche che possono effettuarsi benissimo coi rifrattori di cui disponiamo noi, perchè quanto meno grande è la separazione dei fasci interferenti tanto più facile è mettere in evidenza i varii fattori che contribuiscono alla precisione delle misure. E neppure è detto che l'interferometro debba servire solo a misurare diametri stellari, come sembra debba servire il nuovo di Monte Wilson, che anzi un campo più vasto e non meno interessante è offerto all'interferometro a reticolo proposto dal RONCHI, strumenti adatti soprattutto alla misura delle stelle doppie.

Le ricerche di Catania e di Collurania hanno dimostrato come l'interferometro non sia soltanto un buon sostituto del micrometro, ma permetta anche la misura della lunghezza d'onda effettiva e dell'indice di colore degli astri, sostituendo così anche il reticolo di diffrazione ed il fotometro proprio in quei casi in cui questi strumenti sarebbero inutilizzabili. Per le misure di distanza ed angolo di posizione può dirsi con sicurezza come sia possibile con i rifrattori di m. 0.33 e m. 0.40 di apertura misurare una gran parte dei sistemi stretti che misurano Aitken e Van Biesbroeck con rifrattori di m. 0.91 e m. 1.04; diciamo una gran parte, perchè è una limitazione imposta dalla differenza di splendore delle componenti. Il numero dei sistemi stretti misurati a Collurania dal 1927 al 1929 è di 402, dei quali 200 erano già stati misurati a Catania nel 1922-23.

Il vantaggio della maggior apertura di un rifrattore si fa sentire, più che in un guadagno nella misura di sistemi poco splendenti, nella facilità con cui possono misurarsi sistemi stretti; questa dipende dalla separazione delle aperture interferometriche, quella dalla loro lunghezza: e non è possibile, nella larghezza, andare oltre un certo limite. A parità di area, quando è possibile ottenere la separazione necessaria, è

sempre preferibile applicare l'interferometro ad un piccolo rifrattore anzichè ad un grande, perchè l'obiettivo del grande avrà anche un grande spessore e la massa di vetro eserciterà un assorbimento maggiore; così per poter misurare a Collurania alcuni sistemi deboli già misurati a Catania abbiamo dovuto aumentare l'area delle aperture. Per questa stessa ragione il VAN BIESBROECK si meravigliò che il nostro strumento permettesse di vedere le frange su stelle di 7ª grand. quando lui, con fessure eguali, non superava la 6ª; gli è che lo spessore della massa di vetro del 40 pollici di Yerkes è talmente grande in confronto di quella del nostro obiettivo da esercitare, a parità di area, un assorbimento apprezzabile.

Abbiamo voluto accennare a questi fatti per ricordare il vantaggio che si ha dagli obiettivi non troppo grandi; se poi ci facciamo a studiare l'influenza che può avere l'atmosfera sulle frange date dalle grandi separazioni e dalle grandi aree, quei vantaggi sono ancora più numerosi.

Fin qui per l'interferometro come micrometro; ma, come si è detto, esso può usarsi anche per la determinazione della lunghezza d'onda effettiva, nel qual caso viene a rivolgersi a vantaggio dell'astronomo quello che sembrava un punto debole dell'interferometro a fessure, cioè la dipendenza delle misure dal valore di λ. Ricordiamo che la lunghezza d'onda effettiva « interferometrica » è quel particolare valore della lunghezza d'onda « monocromatica » che sostituito alla luce complessiva di un astro, per la quale l'interferometro mostra un dato aspetto delle frange, riproduce questo medesimo aspetto quando si lasci invariato lo strumento; l'attuazione pratica di questo principio presenta difficoltà di varia specie: tuttavia sono degni di essere ricordati i metodi di ANDERSON e di ALLISON, come pure i tentativi fatti in questi ultimi anni a Collurania. In questo Osservatorio, studiando un metodo per determinare la lunghezza d'onda effettiva di stelle doppie, si è potuto applicare l'interferometro anche alla misura dell'assorbimento selettivo della nostra atmosfera, traducendo la misura fotometrica in misura interferometrica.

Da questo primo passo dell'interferometro usato come fotometro, si giunge alla determinazione della differenza di grandezza delle componenti una doppia stretta; qui entra in giuoco quella che, seguendo MICHELSON, chiamasi la « visibilità » di un sistema di frange. Per mezzo di un opportuno dispositivo, è possibile determinare anche questa terza coordinata di un sistema binario; il metodo è sopratutto utile in quei casi in cui non è possibile misurare le variazioni di splendore di una componente un sistema stretto.

Quando poi tali determinazioni di differenza di splendore si eseguiscano in radiazioni diverse (per mezzo di opportuni filtri od altro) è facile intuire come si possa giungere alla conoscenza dell'indice di colore di ambedue le componenti una doppia e quindi del loro tipo spettrale.

In quanto abbiamo esposto si riassumono i tentativi fatti a Collurania durante questi ultimi quattro anni; i sistemi doppi a cui i metodi ideati vennero applicati sono tutti assai stretti, con separazioni inferiori a 1", ma trasportando l'interferometro dal rifrattore di m. 0.40 ad un piccolo rifrattore di m. 0.118, fu possibile adoperare il metodo interferometrico anche su sistemi di 2" e più di separazione per i quali si possedevano già i valori di λ eff., indice di colore e spettro di ambedue le componenti, ottenuti coi metodi ordinari: ed il confronto fu soddisfacente. Questi stessi metodi potranno applicarsi a strumenti di dimensioni maggiori delle nostre, ottenendo così, anche per quei sistemi inaccessibili alle misure ordinarie, quelle caratteristiche fisiche che sono indispensabili per la conoscenza dell'Universo stellare.

m. m.

GEODESIA

DETERMINAZIONI DI GRAVITÀ RELATIVA ESEGUITE SULL'APPENNINO TOSCO-EMILIANO

Nell'estate del 1928 l'« Azienda Generale Italiana Petroli » incaricava il chiarissimo prof. F. GUARDUCCI, della R. Università di Bologna, di dirigere la esecuzione di una serie di misure gravimetriche pendolari nella regione Tosco-Emiliana. L'interesse dei risultati di un tale lavoro non poteva rimanere limitato ad uno scopo puramente industriale tanto che la « R. Commissione Geodetica Italiana » fece voto a che venisse autorizzata la pubblicazione dei risultati. Tale autorizzazione fu cortesemente e volonterosamente concessa e due primi gruppi di stazioni gravimetriche furono già pubblicate: l'una per cura del chiarissimo prof. P. DORE (*Misure di gravità relativa sull'Appennino Tosco-Emiliano.* « Pubblicazioni dell'Istituto di Geodesia della R. Università di Bologna ») e l'altro per cura dello scrivente (S. BALLARIN: *Determinazioni di gravità relativa eseguite nel 1928 a Padova, Montese, Vignola, Pracchia.* « Rendiconti del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere »). Di un terzo gruppo di 10 stazioni da me eseguite a: Padova, Bagni di Lucca, Borgo a Mozzano, Lucca, Boscolungo, Pievepelago, Barigazzo, Montefiorino, Castellarano, Scandiano, Prignano sulla Secchia, diamo in questa nota un breve sunto.

STAZIONE	COORDINATE φ +	COORDINATE λ —	COORDINATE H +	Gravità osservata	Riduzione al livello del mare	Correzione di Bouguer	Correzione topografica	Gravità ridotta g''	Gravità normale γ_0	Anomalia della gravità $g'' - \gamma_0$
			m	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
Lucca	43°50'.5	10°29'.8	13.5	980.545	+0.004	—0.002	+0.001	980.548	980.511	+0.037
Borgo a Mozzano	43 58.7	10 32.8	104.1	.504	+0.032	—0.012	+0.006	.530	.523	+0.007
Bagni di Lucca	44 00.8	10 35.7	146.1	486	+0.045	—0.017	+0.012	.526	.527	—0.001
Boscolungo (Abetone)	44 08.4	10 40.2	1327.5	.223	+0.408	—0.150	+0.004	.485	.538	—0.053
Pievepelago	44 12.5	10 37.0	718.5	.316	+0.221	—0.081	+0.010	.466	.544	—0.078
Barigazzo	44 16.0	10 39.3	1227.5	.212	+0.378	—0.139	+0.004	.455	.550	—0.095
Montefiorino	44 21.4	10 37.5	785.9	.280	+0.242	—0.089	+0.006	.439	.558	—0.119
Prignano sulla Secchia	44 25.9	10 40.9	556.3	.309	+0.171	—0.063	+0.003	.420	.564	—0.144
Castellarano	44 30.6	10 43.7	146.9	.393	+0.045	—0.017	+0.001	.422	.572	—0.150
Scandiano	44 35.9	10 40.8	95.4	.414	+0.029	—0.011	+0.001	.430	.580	—0.150

Gli strumenti adoperati furono gli stessi di quelli usati nelle stazioni precedenti e descritti nei resoconti relativi, perciò non è il caso di indugiarsi a descriverli; ricordiamo solo che venne anche qui adoperato il quadripendolo « Bamberg » a campana pneumatica, l'orologio Hawelk a pendolo d'invar come regolatore delle coincidenze e l'apparecchio radiotelegrafico « Ducati » per la registrazione automatica dei segnali ritmici internazionali. Anche i metodi tenuti e il programma di osservazione furono all'incirca gli stessi di quelli adottati nelle precedenti stazioni; solo in queste ultime i pendoli oscillarono successivamente e continuatamente per 24 ore comprendendo tre determinazioni dello stato dell'orologio con l'emissione dei segnali ritmici di Bordeaux. Nella notte l'intervallo compreso fra la prima e la seconda serie di coincidenze era di 400 coincidenze, nella giornata il suddetto intervallo era di 180 coincidenze, di modo che in ogni stazione vennero eseguite tre serie di osservazioni per ogni pendolo.

La riduzione a supporto rigido venne calcolata con la formola « Lorenzoni-Silva » e il coefficiente di flessione con il metodo « Borrass ».

L'errore medio $\pm 0^{cm}0024$ risultato nelle differenze di gravità colla stazione fondamentale (Padova) di apertura e di chiusura, è stato calcolato con il procedimento proposto dal BORRASS tenendo conto anche della parte dovuta alla riduzione delle durate d'oscillazione osservate.

È stato calcolato anche l'error medio ds commesso nell'osservazione delle coincidenze per avere un'idea del suo ammontare. Si trovò in unità della settima decimale del secondo:

per l'intervallo di 120 coincidenze $ds = \pm 0^{s}.62$
» » di 180 » $ds = \pm 0.41$
» » di 400 » $ds = \pm 0.18$

Nel seguente quadro si hanno oltre che le posizioni delle stazioni, ordinate secondo le latitudini crescenti, i valori delle anomalie della gravità rispetto alla gravità normale calcolata con la formola di HELMERT (1901) ed estendendo i calcoli per la correzione topografica fino a 20 km. dal punto di stazione.

Non è ancora tempo di istituire una vera e propria discussione su questi risultati ma è già di notevole interesse il fatto che nella regione appenninica compresa presso a poco fra i meridiani di Lucca e di Bologna il sistema sufficientemente determinato di curve isoanomale — che presentano una notevole successione progressiva — ha un andamento presso a poco parallelo al crinale appenninico, e che i più cospicui difetti di gravità si trovano sulla zona marginale che raccorda la collina, del versante settentrionale, alla pianura. È degna pure di rilievo la forte differenza di anomalia gravimetrica fra Lucca e Castellarano (vedi tabella) che sopra un arco di meridiano di circa 80 km. presenta una diversità di $0^{cm}187$.

s. b.

STRUMENTI

Nel fasc. 6, vol. II delle « Pubbl. del R. Oss. di Bologna » il prof. G. HORN D'ARTURO tratta il problema della sincronizzazione di pendoli oscillanti secondo tempi diversi e il congegno da lui ideato è in attività ininterrotta dal 12 novembre 1930 negli orologi della Specola di Bologna. D'ora in poi negli osservatorî sarebbe

dunque sufficiente un solo orologio di precisione — cioè di andamento convenientemente costante — che segni p. es. il tempo medio, poichè un altro orologio sincronizzato con quello ci darà il tempo siderale colla stessa precisione, avendo un andamento relativo assolutamente costante e noto. Si intuisce subito il vantaggio del sistema.

Esporrò brevemente i ragionamenti dell'A.

È noto che

366.2422 giorni sid = 365.2422 giorni medi.

Quindi un orologio medio batte all'unisono con un orologio siderale dopo ogni intervallo di tempo

$$\Delta = 366.2422 \text{ sec. sid.}$$
$$= 365.2422 \text{ sec. medi.}$$

Però, mentre nella sincronizzazione ordinaria l'elettrocalamita collocata presso il pendolo sincronizzato è attiva ogni due secondi *perpetuamente*, qui occorrerà applicare all'orologio sincronizzante un congegno tale che faccia scattare il comando di sincronizzazione ordinaria *intermittentemente*, cioè al compiersi dell'intervallo Δ e per breve tempo (circa 20 secondi).

Senonchè si presenta subito una prima difficoltà. Prendiamo due orologi, che battono il secondo intero. Se in un dato momento battono all'unisono coi pendoli nella medesima elongazione, nell'accordo immediatamente successivo pur battendo all'unisono i due pendoli si troveranno in elongazioni opposte. Da ciò la necessità di avere due elettrocalamite in posizione simmetrica rispetto al pendolo. Una dovrebbe funzionare p. es. negli intervalli pari, l'altra in quelli dispari. È ovvio però che in questo modo aumentano le difficoltà dovendosi disporre anche di un congegno commutatore che renda attivo ora l'uno ora l'altro dei due circuiti. Ma tutte queste complicazioni vanno a scapito della semplicità e della sicurezza di funzionamento.

Restano aperte due vie.

Si può fare in modo, che la corrente di sincronizzazione agisca ogni doppio intervallo ($= 2\,\Delta$), (se i due pendoli battono il secondo), oppure l'orologio sincronizzato deve battere il mezzo secondo e allora la sincronizzazione elettrica può avvenire ogni intervallo semplice ($= \Delta$). In tutti e due i casi è sufficiente una sola elettrocalamita.

L'A. fa i calcoli relativi ad entrambe le soluzioni e precisamente tratta il caso di un orologio siderale comandato da uno di tempo medio. Il congegno ausiliario di sincronizzazione applicabile a qualunque meccanismo di orologeria (regolato nel caso trattato dall'A. da un pendolo battente il tempo medio) consiste di due ruote dentate ed ingrananti.

Primo caso. – Se l'orologio sincronizzato batte il mezzo secondo, una delle due ruote ausiliarie dovrebbe compiere un giro in sec. 365.2422 ($= \Delta$). Per ottenere questo periodo di rotazione l'A. ha imperniato la minore delle due ruote (munita di a denti) sull'asse che porta l'indice dei secondi, mentre la maggiore, ingranante in essa (e munita di b denti), determina con apposito braccio la chiusura del circuito: poichè la ruota minore compie un giro in 60 sec. il rapporto dei denti $\frac{b}{a}$ deve essere quanto più sia possibile uguale a

$$\frac{365.2422}{60} = 6.08737.$$

Ora la frazione equivalente al numero 0.08737 si può considerare come la generatrice di una frazione continua e se ne calcolano le frazioni ridotte che dànno le varie soluzioni del problema. Fra queste si sceglie quella che soddisfa meglio contemporaneamente le esigenze teoriche e pratiche. Di fatti se da un lato conviene aumentare tanto a che b, affinchè il loro rapporto si avvicini al valore teorico, d'altro canto l'angusto spazio disponibile impone un determinato limite alle dimensioni delle ruote e quindi al numero dei denti.

L'A. assume i valori

$$a = 23 \qquad b = 140$$

L'orologio siderale così sincronizzato ha un andamento giornaliero di

$$-0.01607 \text{ sec.}$$

cioè avanza di circa mezzo secondo al mese rispetto al sincronizzante.

Il congegno ausiliario costruito secondo i dati qui indicati ha confermato pienamente le previsioni del calcolo e difatti l'andamento dell'orologio di tempo siderale così sincronizzato entro il periodo di tempo, che va dal 23 novembre al 5 gennaio è stato di 0.01611 sec. giornalieri.

Secondo caso. – Se, pur trattandosi sempre di un orologio a tempo medio che domina il siderale, quest'ultimo (il sincronizzato) batte il secondo intero, il ragionamento differisce solo in un punto. Di fatti, siccome la sincronizzazione può avvenire solo dopo $2\,\Delta$ secondi, la ruota maggiore del congegno ausiliario dovrà compiere un giro in

$$2 \times 365.2422, \text{ secondi.}$$

Bisognerà quindi studiare il rapporto

$$\frac{730.4844}{60} = 12.17474.$$

La frazione equivalente al numero 0.17474 si considera poi come generatrice, di cui, come prima, si calcolano le ridotte.

L'A. assume

$$a = 17 \qquad b = 207$$

L'andamento risulta allora di

$$+0.03362 \text{ sec.}$$

Per ulteriori dettagli rimando il lettore all'articolo originale.

Poichè l'esperimento ha confermato la bontà dell'idea, ho voluto fare i calcoli relativi al caso di un orologio medio comandato da uno di tempo siderale, determinandone i dati più convenienti e l'andamento che ne consegue.

Considero il *primo caso*: il medio sincronizzato batte il mezzo secondo; il comando avviene quindi ogni intervallo semplice

$$\Delta = 366.2422 \text{ sec. sid.}$$

La frazione continua del rapporto $\frac{\Delta}{60}$ è

$$\frac{\Delta}{60} = 6.104036 = 6 + \cfrac{1}{9 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \ldots}}}}}}$$

Le sue ridotte sono:

$$6 + \frac{1}{9},\ \frac{1}{10},\ \frac{2}{19},\ \frac{3}{29},\ \frac{5}{48} \ldots .$$

Assumo la quarta ridotta

$$6 + \frac{3}{29}$$

quindi

$$a = 29 \qquad b = 177.$$

Per vedere quale è il grado di esattezza ottenuto coi valori adottati calcolo l'andamento dell'orologio medio.

Un giro completo della ruota maggiore dura un certo tempo Δ' dato dalla proporzione

$$29 : 60 = 177 : \Delta'$$

$$\Delta' = 366.20689655 \text{ sec. sid.}$$

mentre dovrebbe durare un tempo

$$\Delta = 366.2422 \text{ sec. sid.}$$

La loro differenza è

$$\Delta - \Delta' = 0.03530445 \text{ sec. sid.}$$

Ciò significa che il circuito viene chiuso con un anticipo di $\Delta - \Delta'$ secondi. Se questo anticipo fosse di $\Delta = 366.2422$ l'errore dell'orologio medio sarebbe di un secondo intero. Vale quindi la proporzione

$$\Delta : 1 = (\Delta - \Delta') : x$$

dove x rappresenta l'errore fatto dal medio nell'intervallo di tempo Δ'. Si ha precisamente:

$$x = 0.000096396 \text{ sec. sid.}$$

In un giorno siderale ci sono n intervalli Δ', con

$$n = \frac{86400}{\Delta'} = 235.93220322.$$

L'andamento è quindi

$$nx = +0.022743 \text{ secondi}$$

cioè il medio ritarda rispetto al siderale, come si ricava dal seguente ragionamento: Il medio nell'intervallo Δ dovrebbe perdere un secondo siderale mentre in realtà lo perde già in un intervallo di tempo Δ' minore di Δ, quindi il medio ritarda più del necessario.

f. d. (continua)

METEOROLOGIA

RADIAZIONE SOLARE E PREVISIONE DEL TEMPO

Il dott. C. G. Abbott, segretario dello Smithsonian Institute, crede di aver trovato dopo un trentennio di osservazioni eseguite all'Osservatorio situato sul Montezuma nel Cile a m. 2700 sul mare, una relazione tra la quantità delle radiazioni solari e la temperatura in un determinato luogo della Terra. A datare dal gennaio 1923, il dott. Abbott rilevò 98 casi d'improvviso aumento della radiazione solare e 91 di improvvisa diminuzione, aumento e diminuzione che durarono tra i 4 e i 5 giorni.

In relazione con queste variazioni il dott. Abbott ha trovato che mutava anche, almeno per Washington, la temperatura, in confronto a quella dei giorni immediatamente precedenti. Ad uno scarto dell'intensità dell'irradiazione pari a 0,2 % corrispondeva una differenza di temperatura di 5° centigradi circa. Il senso è concordante — sempre per Washington — da metà novembre a marzo; in senso opposto da giugno a metà novembre e durante l'aprile.

L'Abbott conclude che l'influenza del calore solare sulla Terra potrebbe essere indiretta, cioè esplicarsi attraverso qualche meccanismo atmosferico, ancora non definito.

Per altri luoghi della Terra, per cui l'Abbott compì la ricerca (Yuma nell'Arizona, Williston nel Dakota settentrionale), i risultati furono per lo più gli stessi che a Washington, ma i mesi, in cui l'influsso della radiazione solare è positivo, e quelli in cui è negativo, non sono gli stessi. L'Abbott ritiene che lo sviluppo di queste indagini potrà permettere di fare previsioni del tempo discretamente sicure per un periodo di tempo esteso anche ad intere stagioni.

t. a.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI GENNAIO 1931

I Pianeti

Mercurio: in congiunzione inferiore col Sole il 6 gennaio. Riappare al mattino verso il 14, sorgendo $1^h\ 30^m$ prima del Sole. Stazionario il 17, raggiunge il 28 la sua massima elongazione mattutina, a 24° 53′ W dal Sole, sorgendo $1^h\ 28^m$ prima di esso. In larga congiunzione con la Luna il 17.

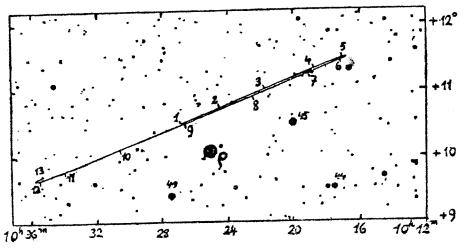
Venere: astro fulgidissimo del mattino, sorge $3^h\ 30^m$ prima del Sole. Nella Libra il 1° gennaio, percorre poi con moto diretto l'estrema parte boreale dello Scorpione e parte di Ofiuco. Il 15 passa 8° a nord della Luna. Al cannocchiale presenta l'aspetto della Luna poco prima dell'ultimo quarto. Diametro il 1° gennaio: 39″2; il 15: 31″4; il 31: 25″6.

Marte: percorre con moto retrogrado la costellazione del Cancro, passando alla fine del mese vicino a γ. Sorge di prima sera e rimane visibile tutta la notte. Nel pomeriggio del 6 gennaio è occultato dalla Luna, ma il fenomeno non è visibile in Italia. In opposizione al Sole il 27. Diametro apparente il 1° gennaio: 12″8; il 31: 14″0. Grandezza stellare: — 1^{mo} circa.

Giove: astro lucentissimo nei Gemelli, fra δ e ε. Visibile tutta la notte, passando in opposizione il 6. In congiunzione con la Luna nei giorni 4 e 31. Diametro apparente il 15 gennaio: 43″6. Grandezza stellare: — 2m2.

Saturno: invisibile, passando in congiunzione col Sole il 15.

Urano: visibile di sera a sud di δ Piscium. Può essere rintracciato con l'aiuto di una piccola carta celeste e mediante le effemeridi date qui sotto. In quadratura col Sole il 2.



Posizioni di Nettuno fra le stelle nel 1931 (i numeri indicano i principi dei singoli mesi). La stella più grossa è ρ *Leonis*.

Nettuno: Retrogrado nel Leone. Poichè il suo debole splendore (8ª grandezza) rende impossibile la sua ricerca a chi non sia provvisto di buone carte celesti, diamo qui a fianco una cartina che rappresenta il suo movimento fra le stelle durante il corrente anno.

Plutone: nei Gemelli, invisibile nei piccoli telescopi.

Posizione dei pianeti (0h T.U.)

	5 Gennaio		15 Gennaio		25 Gennaio	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	19h 9m7	—19°55′	18h27m1	+20°7′	18h41m1	—21°16′
Venere	15 8.2	—16 10	16 29.8	—17 31	17 7.3	+18 54
Marte	9 13.8	+10 21	9 2.2	+21 21	8 46.8	+22 35
Giove	7 8.2	+22 41	7 2.5	+22 51	6 57.0	+23 0
Saturno....	19 1.4	—22 21	119 6.5	—22 14	19 12.0	—22 5
Urano	0 43.5	+ 3 57	0 44.1	+ 4 2	0 45.0	+ 4 7
Nettuno ...	10 30.8	+10 6	10 30.0	+10 12	10 29.2	+10 17
Plutone....	7 26.3	+22 6	7 25.4	+22 8	7 24.5	+22 11

Fasi lunari: L. P. il 4 a 14h 15m; U. Q. il 12 a 6h 9m; L. N. il 18 a 19h 36m; P. Q. il 27 a 1h 6m. Luna perigea: il 6 a 16h; apogea il 22 a 14h.

Configurazioni planetarie nel mese di gennaio

Giorno 4 a 10h: Venere cong. 0° 7′ N. 49 Librae 5,5. (Questa dicitura abbreviata significa: Venere in congiunzione con la stella 49 Librae di grandezza 5.5: Venere passa 7′ a Nord della stella).
» 4 » 17 : Giove cong. 4° 52′ S. Luna.
» 5 » 14 : Saturno cong. Sole.
» 6 » 4 : Mercurio cong. inf. Sole.
» 6 » 9 : Mercurio cong. 2° 28′ N. Saturno.
» 6 » 16 : Marte cong. 0° 34′ S. Luna.
» 6 » 19 : Giove in opposizione al Sole.

Giorno 8 a 1 : Nettuno cong. 3° 2′ S. Luna.
» 15 » 0 : Venere cong. 8° 16′ N. Luna.
» 17 » 1 : Mercurio cong. 7° 50′ N. Luna.
» 17 » 4 : Mercurio stazionario.
» 17 » 18 : Saturno cong. 5° 20′ N. Luna.
» 25 » 1 : Urano cong. 0° 13′ S. Luna.
» 27 » 20 : Marte opp. Sole.
» 28 » 23 : Mercurio in mass. elong. a 24° 53′ W dal Sole.
» 31 » 22 : Giove cong. 4° 50′ S. Luna.

IL CIELO NEL MESE DI FEBBRAIO 1931

Mercurio: visibile, molto basso, nei crepuscoli mattutini fino alla metà del mese; poi scompare nell'irraggiamento solare. Il 1° febbraio passa 57′ a Sud di Saturno; il 15 è in larga congiunzione con la Luna.

Venere: alquanto bassa, ma sempre molto fulgida, sull'orizzonte del mattino. All'inizio del mese sorge quasi 3 ore prima del Sole, ma alla fine lo precede di 2h 10m. Percorre in senso diretto la costellazione del Sagittario. Il 2 si trova nella sua massima elongazione mattutina (46° 49′ a W del Sole). Nei giorni 15 e 16 è abbastanza vicina alla Luna. Il 25 passa 1° 43′ a nord di Saturno.

Marte: serotino e notturno nel Cancro. Occultazione da parte della Luna il giorno 2; diametro apparente in diminuzione da 14″0 all'inizio a 12″0 alla fine del mese. Grandezza stellare il 15: — 0m 7.

Giove: serotino e notturno vicino ad ε Gem. In congiunzione con la Luna il 28. Il 15 febbraio diametro app. 41″2; grandezza stellare: — 2m 1.

Saturno: riappare nei crepuscoli mattutini all'inizio del mese, trovandosi ad est di π Sagittarii. Alla fine di febbraio sorge 2h¼ prima del Sole. Il 1° del mese è in stretta congiunzione con Mercurio; il 4 passa 6° a nord della Luna. Grandezza stellare il 15: 0m 8.

Urano: di prima sera visibile ad occidente, a sud di δ Piscium.

Nettuno: in opposizione il 24, vicino a ρ Leonis.

Plutone: Nei Gemelli, invisibile nei piccoli telescopi.

	5 Febbraio		15 Febbraio		25 Febbraio	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	19h32m2	—21°52′	20h30m7	—20°19′	21h34m0	—16°36′
Venere	17 53.3	—20 2	18 38.4	—20 25	19 25.2	—19 59
Marte	8 28.7	+23 41	8 14.6	+24 17	8 5.1	+24 28
Giove.....	6 52.0	+23 8	6 48.5	+23 13	6 46.3	+23 17
Saturno....	19 16.8	—21 57	19 21.4	—21 49	19 25.6	—21 42
Urano	0 46.3	+ 4 16	0 47.8	+ 4 26	0 49.4	+ 4 37
Nettuno ...	10 28.2	+10 23	10 27.2	+10 29	10 26.1	+10 35
Plutone....	7 23.5	+22 13	7 22.6	+22 15	7 22.1	+22 17

Fasi lunari: L. P. il 3 a 1h 26m; U. Q. il 9 a 17h 10m; L. N. il 17 a 14h 11m; P. Q. il 25 a 17h 42m. Luna perigea il 3 a 23h; apogea il 18 a 23h.

CONFIGURAZIONI PLANETARIE NEL MESE DI FEBBRAIO

Giorno 1 a 20h: Mercurio cong. 0° 57′ S. Saturno.
» 2 » 11 : Venere in mass. elongazione a 46° 49′ W dal Sole.
» 2 » 12 : Marte cong. 0° 19′ S. Luna.
» 4 » 10 : Nettuno cong. 2° 56′ S. Luna.
» 13 » 9 : Venere cong. 7° 55′ N. Luna.
» 14 » 7 : Saturno cong. 5° 27′ N. Luna.
» 14 - da 23.39m a 24.42m: Giove senza satelliti (il 1° e il 4° satellite proiettati sul corpo del pianeta; il 2° e il 3° eclissati). Fenomeno rarissimo e molto curioso.
» 15 a 16h: Mercurio cong. 3° 33′ N. Luna.
» 21 » 10 : Urano cong. 0° 31′ S. Luna.
» 24 » 1 : Nettuno in opposizione al Sole.
» 25 » 3 : Venere cong. 1° 43′ N. Saturno.
» 28 » 6 : Giove cong. 4° 56′ S. Luna.

NECROLOGIA

Il 5 settembre moriva in Roma Padre J. G. HAGEN, direttore da 25 anni della Specola vaticana. Era nato il 6 marzo 1847 a Bregenz sul lago di Costanza. Il suo nome resta legato indissolubilmente all'« Atlas Stellarum Variabilium », la più completa raccolta di carte per l'osservazione delle stelle variabili. Padre HAGEN fu il primo a sostenere la presenza di nebulose oscure in tutte le plaghe del cielo, mentre da Herschel in poi si ammetteva che fossero limitate ad alcune regioni caratteristiche (*Sacchi di carbone*, ecc.): resterà celebre la sua carta delle plaghe oscure, l'insieme delle quali egli chiamò la « Via Nubila ».

Osservatore instancabile, non lasciò il lavoro notturno al telescopio fino a pochi mesi prima della sua morte.

Pregevoli sono ancora i lavori di HAGEN sulla colorazione delle stelle e l'impulso dato al progresso del catalogo Astrofotografico (zona vaticana).

Responsabile: G. HORN - D'ARTURO

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna 1931-IX

VOLUME ED ANNO I FEBBRAIO 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

G. SILVA

IL PIANETA TRANSNETTUNIANO PLUTONE

1. - Nell'anno testè decorso una scoperta astronomica di eccezione, quella del nuovo pianeta transnettuniano, denominato poi Plutone, ha interessato vivamente tutto il mondo e fu oggetto di numerosi articoli della stampa scientifica e di quella quotidiana.

Ricordiamo qui che la scoperta, annunciata il 13 marzo 1930, fu il risultato diretto di un programma di osservazioni che il dott. PERCIVAL LOWELL aveva fatto iniziare fin dal 1905 nel suo Osservatorio di Flagstaff nell'Arizona (S. U. d'A.) in connessione con le ricerche teoriche che egli perseguiva sull'esistenza di un nuovo pianeta al di là di Nettuno, e delle quali pubblicò i risultati nella Memoria *A Trans-Neptunian Planet* uscita nel 1915. Due anni dopo egli moriva, senza aver visto coronata da successo l'opera sua, nonostante il lungo e paziente lavoro di ricerca in cielo fatto fino allora. Ma nel 1929 un tale lavoro veniva ripigliato con un nuovo telescopio particolarmente adatto alla bisogna e l'esame di alcune lastre fotografiche prese fra il 21 gennaio e il 12 marzo del 1930 permetteva di riconoscere l'esistenza del nuovo astro, la cui posizione e il cui moto apparente erano in accordo con le previsioni del LOWELL.

Il fatto, fino ad ora non chiarito, che il nuovo pianeta ha una intensità luminosa molto più debole di quella che sarebbe da presumere in base alla massa teoricamente prevista dal LOWELL ed ai valori della densità e del potere riflettente della superficie (albedo) posseduti dagli altri pianeti, aveva rese infruttifere le primitive ricerche dell'Osservatorio Lowell, fatte con mezzi strumentali di limitata efficacia, e, dopo la scoperta, fu causa di un generale scetticismo anche fra astronomi di valore, circa l'identità del nuovo astro con quello preconizzato dal LOWELL; anzi quando non era ancora possibile dedurre dalle osservazioni la natura dell'orbita, vi fu chi azzardò perfino l'ipotesi che si trattasse di una cometa lontana.

Ai calcoli di previsione teorica del LOWELL devono essere invece riconosciute una completezza ed un'accuratezza di gran lunga superiori a quelle che hanno le analoghe ricerche compiute prima e dopo di lui da vari autori.

Su che si fondano queste ricerche? Tentiamo di darne un'idea, addentrandoci un momento in un campo piuttosto astruso.

2. - La semplice conoscenza delle leggi di Keplero permette di risolvere, almeno in via di massima, uno dei problemi fondamentali dell'astronomia teorica, cioè la deduzione, da dati di osservazione, dei sei elementi dell'orbita ellittica percorsa da un pianeta recentemente scoperto. Di questi elementi cinque sono geometrici e servono a fissare la posizione dell'orbita nello spazio, quando se ne ponga uno dei fuochi nel Sole. Essi sono: una lunghezza, cioè il *semiasse maggiore a*, ed un rapporto, cioè l'*eccentricità e*, che definiscono dimensione e forma dell'orbita; un angolo, ad es. la *longitudine del perielio* $\overline{\omega}$, che precisa l'orientazione dell'asse maggiore dell'ellisse sul piano in cui il pianeta si muove; due altri angoli, *longitudine del nodo* Ω e *inclinazione dell'orbita* i, i quali danno la posizione nello spazio del piano stesso. Un sesto elemento cinematico, ad es. la *longitudine media* ε del pianeta ad una data *epoca* t_0, permette, in unione agli elementi precedenti, di calcolare per un tempo t qualunque la posizione che il pianeta ha sulla sua orbita e quindi la sua posizione nello spazio e quindi ancora, essendo ben noto il moto della Terra, la direzione nella quale il pianeta è da noi veduto al tempo t suddetto.

Basta dunque conoscere, mediante le osservazioni, sei grandezze dipendenti dalle posizioni del pianeta a tempi noti t (per es. tre longitudini e tre latitudini celesti a tre tempi $t_1 t_2 t_3$) per avere idealmente sei equazioni fra queste grandezze osservate e quei sei elementi incogniti e per dedurne questi ultimi. Non si tratta di risolvere un semplice sistema di sei equazioni di primo grado, e nemmeno di sei equazioni algebriche, chè le grandezze osservate sono funzioni complicatissime dei sei elementi incogniti, ma, almeno nella generalità dei casi, il problema ha già avuto soluzioni classiche un po' laboriose, ma non difficili, perchè agevolate dalle relazioni che discendono da quelle di Keplero.

Noti i sei elementi, potremo *calcolare* la posizione nella quale il pianeta è visto dalla Terra a un tempo t qualunque, potremo ad es. calcolarne la longitudine e la latitudine celesti che al tempo t definiscono la direzione della visuale in cui il pianeta è visto dalla Terra e, se per lo stesso tempo t abbiamo potuto anche *osservare* queste due coordinate, il risultato del calcolo C e dell'osservazione O dovrebbero coincidere. Orbene questo generalmente non si verifica, ed una causa di ciò va sempre ricercata negli errori di osservazione per effetto dei quali non solo non possono ritenersi matematicamente esatti i valori osservati O, ma nemmeno i valori calcolati C, in quanto che gli elementi dell'orbita da cui questi derivano sono pure inesatti per essere stati tratti da sei grandezze osservate e quindi più o meno errate.

Ma vi è una causa più forte: le leggi di Keplero sarebbero valide se tutti i pianeti si potessero considerare come punti materiali di massa nulla o del tutto trascurabile rispetto a quella del Sole; ciò non è, e la legge di Newton ci dice che sul nuovo pianeta non soltanto il Sole, ma anche gli altri corpi del sistema solare esercitano una loro azione e che anche la massa del pianeta stesso entra in gioco, perchè si deve pur considerare l'azione sua sul Sole.

Per togliere il disaccordo che proviene dalle azioni perturbatrici degli altri pianeti, se ne calcola l'effetto, ciò che è laboriosissimo, ma possibile, ora che si conoscono, sia pure in via approssimata, i cammini del pianeta perturbato e dei pianeti perturbatori, e quindi la loro distanza reciproca, continuamente variabile col tempo.

I nuovi valori calcolati C_1, provenienti dai primitivi C, dopo le predette correzioni per le perturbazioni, sono certamente, nel complesso, più prossimi ai valori osservati O, ma, anche prescindendo dagli errori degli O di cui prima si è detto, rimane nei C_1 l'effetto degli errori Δa, Δe, $\Delta\overline{\omega}$, $\Delta\Omega$, Δi, degli elementi dell'orbita e l'effetto dovuto al non essere trascurabile la massa m del pianeta. Questi effetti possono essere espressi analiticamente in funzione di queste sette incognite e quando esse sono sufficientemente piccole, il calcolo infinitesimale c'insegna a considerare questa espressione come lineare, cioè della forma:

$$O - C_1 = A\Delta a + B\Delta e + C\Delta\overline{\omega} + D\Delta\Omega + E\Delta i + F\Delta\varepsilon + Gm \qquad (1)$$

nella quale i coefficienti A, B, C.... sono ben noti, anche se molto lungo, al solito, è il loro calcolo numerico.

A questo punto sette equazioni dovrebbero bastare teoricamente per determinare le sette incognite. Ma, ripetiamolo, i risultati O delle osservazioni non sono esatti e, se al loro posto si mette $O - v$, indicando con v l'errore di osservazione, si ha una nuova incognita v per ognuna delle equazioni scritte. Teniamo pur conto di tutti i valori osservati e scriviamo tutte le corrispondenti equazioni: il numero delle incognite rimane sempre superiore di sette a quello delle equazioni. Interviene qui la teoria degli errori che insegna a preferire per valori delle incognite quelli che rendono minima la somma dei quadrati degli errori di osservazione v. Il problema diventa così determinato, le correzioni Δa, Δe, ... e la massa m del pianeta possono essere calcolate; diventano noti gli elementi esatti $a + \Delta a$, $e + \Delta e$, ecc., dell'orbita, e, per controllo, si può ripetere in base a questi elementi corretti il calcolo delle posizioni del pianeta per i vari tempi in corrispondenza ai quali si hanno valori osservati O.

Le nuove posizioni calcolate e corrette degli effetti delle perturbazioni avranno valori C_2 che dovranno differire dai valori osservati O soltanto per gli errori v delle osservazioni; le differenze $O - C_2$ non saranno dunque ancora nulle, ma se il calcolo è esatto esse saranno ridotte al minimo nel senso che la somma dei loro quadrati $\Sigma(O - C_2)^2$ risulterà la più piccola possibile.

Aggiungiamo che la massa m del pianeta viene determinata, meglio che col metodo indicato, considerandone gli effetti perturbatori sui pianeti più vicini e, meglio che tutto, quando il pianeta possiede un satellite, considerando il moto di questo sotto l'azione del pianeta.

3. - Abbiamo indicato qui sopra sommariamente e senza curare affatto la precisione dei particolari il procedimento di calcolo necessario per avere gli elementi dell'orbita di un pianeta, valevoli per una data epoca, mediante i quali e mediante il calcolo delle perturbazioni può essere costruita una tavola delle posizioni occupate e che occuperà il pianeta per date t qualunque, in particolare per date succedentisi ad intervalli regolari, come si suole fare per i vari astri del sistema solare.

Quando, intorno al 1820, l'astronomo BOUVARD del Bureau des Longitudes di Parigi applicò per un tale scopo il suddetto procedimento di calcolo ad Urano, egli poteva disporre delle osservazioni regolari del pianeta fatte in quarant'anni posteriormente alla scoperta avvenuta nel 1781, ed inoltre di alcune posizioni anteriori alla scoperta medesima, determinate da astronomi che avevano osservato Urano ritenendolo una stella; la più antica di queste osservazioni risale al 1690.

Orbene i residui $O - C_2$ risultavano in taluni casi troppo forti per essere ascritti ad errori di osservazione; rappresentati graficamente presentavano anzi un deciso andamento sistematico. Doveva evidentemente intervenire una causa sconosciuta e non andò molto che si pensò all'esistenza di un nuovo pianeta perturbatore situato al di là di Urano.

Ed ecco presentarsi un nuovo problema facile ad intendersi se, ragionando da un punto di vista strettamente matematico, si ammette che le differenze $O - C_2$ dipendano *soltanto* dal fatto che non si è tenuto conto della presenza di un pianeta sconosciuto. Se si fosse potuto tenerne conto i sei elementi dell'orbita di Urano e la sua massa sarebbero risultati un po' diversi; invece dei valori $a, e, \ldots . m$ si sarebbero ottenuti dei valori $a + da, e + de, \ldots . m + dm$, essendo $da, de, \ldots . dm$ sette piccole correzioni incognite. L'effetto perturbatore è funzione nota dei sei elementi dell'orbita e della massa del pianeta sconosciuto; designamoli con gli stessi simboli usati per Urano, ma munendoli di un accento: sono altre sette incognite $a', e', \ldots . m'$. Chi fosse in possesso anche di queste quattordici incognite potrebbe determinare con il calcolo le posizioni *esatte* di Urano, coincidenti (a meno degli errori di osservazione) con le posizioni osservate O e confrontandole con quelle C_2 calcolate precedentemente potrebbe giungere alla determinazione delle differenze $O - C_2$. Il problema è esattamente l'opposto: date queste differenze, calcolare le quattordici incognite. Teoricamente quattordici differenze $O - C_2$ bastano a risolverlo; praticamente ci troviamo di fronte a un problema non soltanto difficile per l'enorme complessità della forma delle equazioni, ma anche delicato per la solita presenza degli errori di osservazione; a piccole alterazioni dei dati $O - C_2$ corrispondono infatti variazioni grandissime dei valori delle incognite.

Data la natura del problema, dato lo scopo: desumere una posizione approssimata del pianeta sulla sfera celeste atta a facilitarne la ricerca visuale, possiamo procedere a qualche semplificazione. Teniamo conto che le orbite di tutti i pianeti maggiori noti sono situate su piani molto prossimi fra loro, compreso quello dell'eclittica sul quale circola la Terra e facciamo l'ipotesi che il pianeta sconosciuto si muova sullo stesso piano dell'orbita di Urano (inclinato di meno che un grado sull'eclittica); una piccola inclinazione non altera infatti le differenze $O - C_2$ in longitudine, che più sensibilmente risentono delle perturbazioni, e delle quali soltanto conviene tener conto. Allora tali differenze possono ritenersi funzione essenzialmente di nove incognite e precisamente della massa m' del pianeta ignoto, dei quattro suoi elementi che permettono di fissarne la posizione variabile sul piano già noto: $a', e', \bar{\omega}', \varepsilon'$, e delle correzioni $da, de, d\bar{\omega}, dz$ dei quattro corrispondenti elementi dell'orbita di Urano.

Le nuove equazioni possono poi scriversi sotto la forma

$$O - C_2 = A_1 da + B_1 de + C_1 d\bar{\omega} + D_1 dz + E_1 m' e' \cos \bar{\omega}' + F_1 m' e' \operatorname{sen} \bar{\omega}' + G_1 m' \quad (2)$$

nella quale soltanto sette delle nove incognite sono in evidenza e nella quale soltanto i coefficienti A_1, B_1, C_1, D_1 possono essere calcolati, poichè i coefficienti E_1, F_1, G_1 dipendono precisamente dalle altre due incognite a' ed ε'.

4. - Quando il problema, verso la metà del secolo scorso, fu abbordato dal LE VERRIER in Francia e dall'ADAMS in Inghilterra, le differenze $O - C_2$ raggiungevano importi di gran lunga superiori a possibili errori di osservazione: da $+ 70''$ nel 1715 a $- 117''$ nel 1845 secondo LE VERRIER, da $+ 93''$ nel 1712 a $- 67''$ nel 1840 secondo ADAMS. Con un miglioramento degli elementi di Urano il massimo divario poteva essere ridotto almeno di un terzo e il loro andamento, rappresentato graficamente, ne indicava chiaramente un massimo intorno al 1822; a quest'epoca il pianeta perturbatore doveva trovarsi, rispetto al Sole, all'incirca nella stessa direzione di Urano, perchè appunto in tale posizione un pianeta più lontano cessa di produrre un'accelerazione nel moto angolare in longitudine e comincia a produrre un ritardo; la longitudine di Urano nel 1822 è dunque un valore approssimato della longitudine ε' del nuovo pianeta per detta epoca. Questo procedimento semplificativo fu indicato più tardi da J. F. W. HERSCHELL; ADAMS e LE VERRIER, per avere il valore di ε', ricorsero a procedimenti più esatti, ma di gran lunga più laboriosi.

Per avere un valore approssimato di a' ADAMS e LE VERRIER si attennero alla legge empirica di Titius e Bode, secondo la quale, fissato il semiasse maggiore a_0 dell'orbita di Mercurio eguale a 0,4, i semiassi maggiori $a_1, a_2, a_3, \ldots .$ di Venere, Terra, Marte, ... possono ottenersi con grande approssimazione mediante la formola:

$$a_n = 0{,}4 + 0{,}3 \times 2^{n-1}$$

Questa legge ($n \geq 1$), dà i risultati contenuti nella seconda colonna dello specchietto seguente, mentre nell'ultima colonna sono contenuti i valori effettivi dei semiassi maggiori delle orbite dei vari pianeti.

$n = 0$	$a_n = 0{,}4$	Mercurio	$a = 0{,}39$
1	0,7	Venere	0,72
2	1,0	Terra	1,00
3	1,6	Marte	1,52
4	2,8	Cerere, Pallade	2,77
5	5,2	Giove	5,20
6	10,0	Saturno	9,55
7	19,6	Urano	19,22

La formola cade in difetto per $n = 0$; infatti per Mercurio occorrerebbe porre invece $n = -\infty$. Essa è inoltre puramente empirica, ma all'epoca di LE VERRIER e di ADAMS non potevano essere dimenticate le circostanze che le attribuivano un singolare valore e che inducevano a crederla derivata da una effettiva causa cosmogonica. La regola era stata infatti esposta da TITIUS prima della scoperta di Urano e da questa essa riceveva una prima notevole conferma.

Il BODE, ricordandola e facendo notare ciò, si domandava alla fine del sec. XVIII se veramente mancava un pianeta in corrispondenza ad $n = 4$, e nei primi anni del secolo successivo la domanda riceveva una risposta con la scoperta dei primi quattro pianetini Cerere, Pallade, Giunone e Vesta che potevano essere ritenuti i frammenti del pianeta mancante.

È naturale quindi che ADAMS e LE VERRIER confidassero nel valore $a' = 38{,}8$ che la regola dà per $n = 8$ e lo prendessero come punto di partenza, staccandosene ben poco nelle successive approssimazioni. Essi giunsero a dare per il pianeta incognito e per il 1847 gli elementi dello specchietto riportato qui sotto. È ben noto che l'astronomo di Berlino J. G. GALLE la sera del 23 settembre 1846 trovò l'incognito pianeta, l'attuale Nettuno, a $0^\circ\,52'$ di distanza dalla posizione che LE VERRIER gli indicava in una lettera inviatagli pochi giorni prima e a $2^\circ\,27'$ da quella calcolata dall'ADAMS, allora non ancora pubblicata.

La scoperta fu sensazionale e rimane tra le più belle che vanti l'astronomia teorica, anche se gli altri elementi conclusi poi per Nettuno e indicati nell'ultima colonna dello specchio qui sotto mostrino un ben forte divario da quelli conclusi dal LE VERRIER e dall'ADAMS.

Il disaccordo dipende specialmente dall'errore nel valore di partenza dell'incognito semiasse maggiore a'; a proposito del quale il LE VERRIER concludeva le sue ricerche teoriche affermando che a' doveva essere compreso fra i limiti 35.04 e 37.90, mentre l'ADAMS che era partito dal rapporto $a/a' = 0{,}5 = \text{sen } 30^\circ$, pochi giorni prima del ritrovamento nel cielo di Nettuno, scriveva all'AIRY, direttore dell'Osservatorio di Greenwich, che il rapporto $a/a' = \text{sen } 35^\circ = 0{,}574$, per il quale risulta $a' = 33{,}3$, avrebbe dovuto essere preferito in una successiva approssimazione.

		Adams	Le Verrier	Nettuno
semiasse maggiore . .	a'	37,2	36,154	30,11
eccentricità	e'	0,121	0,108	0,009
longitudine del perielio	ϖ'	299°,2	284°,8	46°,0
massa	m'	1/6700	1/9300	1/19300

5. - Scoperto Nettuno e fissati di esso dopo numerose osservazioni la massa e gli elementi dell'orbita, il calcolo delle posizioni di Urano potè essere ricominciato tenendo conto anche delle perturbazioni dovute a Nettuno. Considerando sempre in particolare le posizioni in longitudine, il confronto con le posizioni osservate diede una nuova serie di differenze $O - C_3$ che fu presa in considerazione da vari astronomi, perchè anche queste differenze raggiungevano spesso importi non conciliabili con gli errori di osservazione. Ma, mentre all'epoca di ADAMS e LE VERRIER questi importi superavano anche i 100″, nel 1910, all'epoca delle ricerche del LOWELL, il maggiore importo era appena di 5″ e mancava ogni indicazione per fissare *a priori* un valore approssimato di ε', come pure cadeva l'indicazione della legge di Titius, dopo che per Nettuno si era trovato il semiasse maggiore eguale a 30,11 in luogo di 38,8 risultante da quella legge.

Il LOWELL non si scoraggia per questo; egli comincia a supporre $a' = 47{,}5$,

$\varepsilon' = 0^\circ$, calcola allora i coefficienti E_1, F_1, G_1 della formola (2) per 24 epoche t corrispondenti ad altrettante equazioni e risolve queste. Naturalmente i termini noti $O - C_2$ contengono gli errori di osservazioni v della longitudine osservata O e le 24 equazioni non possono essere esattamente soddisfatte da un medesimo sistema di valori delle incognite. Il sistema migliore, secondo il procedimento della minima somma dei quadrati degli errori v, conduce non solo a fissare i valori delle incognite, ma anche quello di detta somma: Σv^2; questa anzi acquista nella ricerca la massima importanza.

Infatti il LOWELL ripete il calcolo 29 volte lasciando $a' = 47{,}5$ e facendo successivamente $\varepsilon' = 10^\circ$, 20°, 30°, 45°, ... fino ad $\varepsilon' = 345^\circ$. Più piccola è la somma dei quadrati dei residui, maggiore è la probabilità che il corrispondente valore di ε' sia esatto. Ciò conduce il LOWELL, nell'ipotesi $a' = 47{,}5$, a due valori di ε' pressochè diversi di 180 gradi fra loro e all'incirca egualmente probabili; risultato questo che già s'era presentato ad altri ricercatori della soluzione di questo problema.

Una ricerca analoga il LOWELL fa con $a' = 51{,}25$, ma Σv^2 per il migliore ε' rimane superiore al Σv^2 delle due migliori soluzioni precedenti; dunque supporre $a' > 47{,}5$ conduce a soluzioni meno probabili. Per $a' = 45{,}0$ il LOWELL trova che Σv^2 può discendere un poco; per $a' = 42{,}5$ può discendere ancora; per $a' = 40{,}5$ il Σv^2 minimo rimane superiore al Σv^2 minimo del caso precedente.

I vari tentativi sono fatti o con 24, o con 25, o con 27, o con 37 equazioni, a seconda che vengono escluse o incluse equazioni corrispondenti a differenze $O - C_3$ meno sicure; a seconda che i valori calcolati C_3 provengono dalle costanti della teoria di Urano determinate dallo stesso LE VERRIER parecchio tempo dopo la scoperta di Nettuno, o da quelle determinate in epoca più recente dal GAILLOT, a seconda infine che per le equazioni viene tenuta la forma (2) oppure una forma leggermente corretta per tener conto anche dei termini che hanno a coefficiente il quadrato dell'eccentricità e', che sembrava troppo forte perchè la forma lineare (2) fosse da ritenere senz'altro accettabile.

La Memoria del LOWELL contiene i risultati di ben 226 di questi tentativi; integrandoli con opportune rappresentazioni grafiche egli trova la soluzione più probabile per ogni gruppo di essi e in definitiva le due soluzioni di massima probabilità corrispondenti a due posizioni del pianeta sconosciuto opposte rispetto al Sole.

Tutto ciò è presto detto, ma il lavoro di analisi matematica, di calcolo numerico, di discussione dei risultati è enorme e non avrebbe potuto essere compiuto senza l'attività e l'acume del LOWELL e senza i mezzi finanziari di cui disponeva, che, oltre all'Osservatorio di Flagstaff, gli permettevano di mantenere a Boston un completo ufficio di calcolatori.

All'Osservatorio egli andava essenzialmente all'epoca delle opposizioni di Marte, il pianeta da lui studiato con il massimo interesse. A Boston egli si occupava di svariati problemi matematici relativi al sistema planetario. Quello di cui parliamo lo occupò a lungo e febbrilmente; gli premeva di completarlo prima della morte che qualche sintomo premonitore gli faceva temere prossima. Man mano che i risultati del calcolo attribuivano qualche probabilità a questa o a

quella regione del cielo egli telegrafava a Flagstaff perchè venissero fatte le corrispondenti fotografie celesti; se i successivi risultati rendevano più probabile una posizione vicina, un altro telegramma richiedeva la fotografia di questa nuova zona celeste. Quando la risposta non giungeva con quella sollecitudine con cui l'aspettava un ulteriore laconico telegramma « Hurry! » era diretto all'Osservatorio ad affrettare il lavoro di ricerca e la comunicazione dei risultati.

Egli non ebbe, come dicemmo in principio, la soddisfazione di vedere confermata la sua previsione dall'osservazione, ma l'accordo che presentavano le varianti che appositamente introduceva nella risoluzione delle equazioni, il notevole impicciolimento delle differenze $O - C_3$, che risultava con i valori più probabili delle incognite, lo rendevano sicuro di essere arrivato a conclusioni non illusorie e queste conclusioni egli pubblicava con la fiducia che presto o tardi ne sarebbe stata dimostrata la verità.

Delle due soluzioni più probabili quella corrispondente alla regione del cielo in cui il pianeta fu trovato è indicata nella colonna I dello specchietto sottostante. Ma finchè la Σv^2 non s'allontana molto dal minimo assoluto, le corrispondenti soluzioni godono di una probabilità pressochè eguale ed il LOWELL stesso a pag. 61 della sua memoria dà fra le più probabili, insieme alla prima, la soluzione scritta nella colonna seconda dello specchietto. Nella terza colonna sono i corrispondenti elementi, oramai noti, per via diretta, relativi a Plutone.

		I	II	Plutone
semiasse maggiore	a'	43,0	42,6	39,58
eccentricità . . .	e'	0,202	0,196	0,25
long. perielio . . .	$\overline{\omega}'$	204°	207°	222°,5
long. eliocentrica .	l (1930.25)	102°	107°	109°
dist. eliocentrica .	r (1930.25)	42,9	42,4	41,3
massa	m'	1/50000	1/49500	?

Data la difficoltà di dedurre da piccole ed incerte differenze ben nove incognite e data la inevitabile ipotesi della coincidenza dei due piani delle orbite di Urano e del nuovo pianeta, punto verificata in tal caso, come lo stesso LOWELL dubitava, l'accordo fra i risultati teorici del LOWELL e quelli dedotti di poi sperimentalmente non poteva riuscire migliore e sarebbe assai strano volerla ancora attribuire al caso.

6. - La scoperta diede luogo a vari studi anche in Italia.

Una fotografia del pianeta fatta con lunga posa al grande riflettore di Merate concordava con quelle ottenute in altri Osservatori per mettere fuori dubbio la natura planetaria del nuovo astro, sospettato fra l'altro, come si disse, di essere una cometa. All'Osservatorio astrofisico di Catania una ricca serie di fotografie diede una corrispondente serie di posizioni precise.

All'Osservatorio di Padova venne subito iniziata una serie di ricerche sull'orbita del nuovo pianeta, al quale per la grande distanza non erano applicabili da principio, finchè l'astro non avesse descritto un arco sufficientemente ampio dell'orbita, i procedimenti classici. Bastavano infatti piccoli errori di osservazione perchè i risultati ottenuti da questi procedimenti risultassero illusori, e si videro infatti pubblicati elementi di orbite pressochè paraboliche od iperboliche, che servirono soltanto a mantenere un certo scetticismo sull'identità del nuovo astro con il pianeta previsto dal LOWELL.

In una prima ricerca dello scrivente, fatta ai primi d'aprile, il moto del pianeta, che nei venti giorni decorsi dalla scoperta aveva fatto un arco di pochi primi, venne considerato uniforme e rettilineo, secondo la tangente all'orbita: l'ipotesi permise di calcolare i valori approssimati della distanza, della longitudine eliocentrica, della velocità angolare del pianeta e la posizione pure approssimata del piano dell'orbita. Vista la concordanza dei primi tre elementi con quelli dati dal LOWELL, venne allora accettato dai risultati dei suoi studi il valore della componente della velocità lungo il raggio vettore che le osservazioni non potevano dare e se ne conclusero in una seconda ricerca gli elementi approssimati dell'orbita.

Nello stesso numero delle *Astronomische Nachrichten* in cui questi venivano pubblicati, il DELPORTE dell'Osservatorio di Uccle, presso Bruxelles, faceva noto che su una lastra del 1927 era stato trovato un oggetto che poteva essere il nuovo pianeta. La sua posizione concordava troppo bene con l'orbita precedente per dubitarne e se ne approfittò per concludere in una terza ricerca un'orbita fondata su sole osservazioni: questa del 1927 e quelle fino allora note del 1930. È di questo stesso tempo (maggio 1930) il calcolo fatto da altri di un'orbita pressochè parabolica, dedotta tenendo conto anche delle posizioni osservate a Flagstaff nel gennaio e nel febbraio, e il conseguente dubbio che l'*oggetto* di Uccle e l'*oggetto Lowell*, come allora si diceva, fossero affatto distinti.

Intanto altre posizioni più vecchie venivano trovate su lastre fotografiche che avevano servito ad altri scopi: una del 1921 ed un'altra del 1927 all'Osservatorio Yerkes, una del 1919 all'Osservatorio di M. Wilson, entrambi dell'America del Nord.

Il metodo tenuto nella prima ricerca poteva essere generalizzato e il dottor ZAGAR, in una quarta ricerca padovana, deduceva nuovi e più sicuri elementi servendosi di quattro posizioni corrispondenti alle date 1919, 1921, 1927, 1930; infine lo stesso procedimento, ma con la contemporanea correzione dell'effetto delle perturbazioni dovute agli altri pianeti e con l'applicazione del metodo dei minimi quadrati a tutte le osservazioni conosciute conduceva lo stesso dottor ZAGAR ai seguenti elementi, i migliori noti al momento in cui si scrivono queste righe.

Epoca: 1930 aprile 1,0

$a = 39{,}579\,436$ $\quad \Omega = 109°\,21'\,38'',9$ $\quad \overline{\omega} = 222°\,29'\,39'',4$

$e = 0{,}247\,196$ $\quad i = 17\;\;6\;\;50\,,8$ $\quad \varepsilon = 136\;\;32\;\;54\,,8$

Un'ulteriore più antica posizione, ritrovata nell'Osservatorio di Heidelberg in Germania su una lastra del 1914 e conosciuta soltanto a lavoro ultimato, risultò in perfetto accordo con questi elementi.

Al valore sopra indicato del semiasse maggiore corrisponde un periodo di 249 anni; l'ultimo passaggio all'afelio di Plutone è avvenuto nel 1865, il prossimo passaggio al perielio avverrà nel 1989.

7. - La legge di Titius, già inesatta per Nettuno, darebbe per questo nuovo pianeta $a = 77{,}6$, quasi il doppio del valore reale; tuttavia si potrebbe affermare, se non altro a titolo di curiosità, che da Plutone essa ha una inattesa conferma: il valore del semiasse maggiore del nuovo pianeta 39,6 è infatti in buon accordo con il valore 38,8 che la legge di Titius determina per $n = 8$; il difetto della legge sta dunque nel fatto che in essa manca il posto occupato da Nettuno, per il quale occorrerebbe mettere per n un numero frazionario; introducendo la frazione più semplice e facendo $n = 7\frac{1}{2}$, si avrebbe $a = 27{,}5$ in luogo di 30,11.

La legge di Armellini

$$a_n = c^{n-2}$$

riceve invece da Plutone una conferma abbastanza buona, se si tien conto non del divario assoluto ma di quello relativo, più opportuno a considerarsi in questo genere di ricerche. Tenendo per la costante c la distanza di Marte, cioè $c = 1{,}524$ e considerando per $n = 4$ e per $n = 5$ il più luminoso dei pianetini che circolano fra Marte e Giove ed un altro, scelto fra i primi cento scoperti, risulta infatti

$n = 0$	$a_n = 0.431$	Mercurio	$a' = 0.387$	$\frac{a'-a}{a} = -0.112$
1	0.656	Venere	0.723	+ 093
2	1.000	Terra	1.000	000
3	1.524	Marte	1.524	000
4	2.323	Vesta (4)	2.362	+ 017
5	3.540	Sylvia (87)	3.485	— 016
6	5.395	Giove	5.203	— 037
7	8.221	Saturno	9.555	+ 140
9	19.09	Urano	19.22	+ 007
10	29.10	Nettuno	30.11	+ 034
11	44.35	Plutone	39.58	— 120

L'errore relativo più forte spetta dunque a Saturno. Una soluzione col metodo della minima somma dei quadrati degli errori relativi darebbe $c = 1.522$ e lo scostamento relativo per Plutone 0.109 resterebbe inferiore non sostanto a quello di Saturno 0.145, ma anche a quello di Mercurio 0.115.

La legge di Armellini ha il sommo pregio di contenere una sola costante c e il solo difetto di presentare una lacuna per $n = 8$. Ma, come osserva lo stesso ARMELLINI, anche il più luminoso dei piccoli pianeti, portato fra Saturno ed Urano alla distanza di circa 13 unità astronomiche corrispondenti al valore a_1, brillerebbe nelle migliori condizioni come un astro di 15ª grandezza, precisamente cioè come Plutone. La grande difficoltà che presentò la scoperta di questo più lontano pianeta del sistema solare, pur essendo prevista la regione in cui doveva trovarsi, autorizza a non escludere l'esistenza di uno sciame di piccoli pianeti che regolarizzi la legge Armellini al di là della zona limitata dai due maggiori pianeti Giove e Saturno, come al di qua di questa zona la regolarizza il numeroso sciame dei piccoli pianeti noti.

Padova, capodanno 1931.

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

LA ROTAZIONE DI URANO

La durata della rotazione dei pianeti vicini e che a noi si presentano in buone condizioni di visibilità (Marte, Giove, Saturno), può essere determinata molto agevolmente osservando i passaggi al meridiano centrale del globo planetario di macchie situate sulla loro superficie. Per i pianeti che ci presentano diametri molto piccoli, come Urano e Nettuno, questo metodo cessa di essere applicabile; rende invece ottimo servigio in questo caso lo spettroscopio.

Si sa che ogni spostamento di una sorgente luminosa nel senso radiale rispetto all'osservatore è rivelato da una deviazione delle righe spettrali dalla loro posizione normale: è questo il fenomeno designato sotto il nome di *effetto Doppler*. A un allontanamento della sorgente corrisponde uno spostamento delle righe verso la porzione rossa dello spettro, a un avvicinamento uno spostamento verso il violetto.

Quando la fessura dello spettroscopio è diretta verso un pianeta in modo che il centro del disco coincida col centro di quella e che l'asse della fenditura sia disposto normalmente all'asse di rotazione del pianeta, avviene evidentemente — se il pianeta presenta un moto di rotazione — che una estremità della porzione, visibile attraverso la fessura, si avvicini all'osservatore e l'altra si allontani. (L'unico caso in cui questo fenomeno non si verifica è quello in cui l'asse di rotazione sia diretto esattamente nel senso della visuale). Il centro del pianeta avrà evidentemente in ogni caso velocità radiale nulla. In conseguenza di ciò i singoli punti delle righe spettrali appariranno diversamente spostati a seconda della loro distanza dal centro della riga stessa. Cioè, in altre parole, tutte le righe spettrali appariranno inclinate (a sinistra o a destra secondo il senso della rotazione). L'inclinazione sarà tanto maggiore, quanto più grande è la velocità di rotazione del pianeta.

Misurando l'inclinazione delle righe, si potrà dedurre la velocità radiale v dei bordi. Se ora è noto l'angolo θ che l'asse di rotazione del pianeta forma col raggio della visuale (1), sarà facile dedurre la velocità equatoriale v, del pianeta: $v_e = v \sec \theta$.

(1) Nel caso di Urano questo angolo si ritiene conosciuto giacchè si suppone che le fasce parallele che si osservano sulla sua superficie giacciano in posizioni simmetriche rispetto al piano equatoriale. Siccome poi il piano così trovato viene a coincidere col piano di rivoluzione dei quattro satelliti non può sussistere più alcun dubbio che esso sia veramente il piano equatoriale del pianeta.

Ottenuto questo dato e noto che sia il diametro reale ρ del pianeta, il periodo di rivoluzione T è dato immediatamente da $T = \frac{2\rho\pi}{v_e}$.

Un altro mezzo per determinare il periodo di rotazione di un pianeta si ha osservando la variazione della sua luminosità globale, qualora esso ne possieda una. Evidentemente questo metodo non ci potrà dare sempre con sicurezza il periodo di rotazione, poichè se per caso vi fossero delle grandi macchie disposte con una certa simmetria nel globo del pianeta, il periodo della variazione luminosa sarebbe un sottomultiplo del periodo di rotazione.

Il metodo spettroscopico ora descritto fu applicato a Urano per la prima volta nel 1911 da P. LOWELL e V. SLIPHER all'Osservatorio di Flagstaff (Arizona). I due osservatori procedettero separatamente nelle loro ricerche; i valori del periodo di rotazione ricavati dalle loro misure furono i seguenti:

LOWELL	$11^h.75 \pm 0^h.35$
SLIPHER	10.05 ± 0.37
Media	10.84 ± 0.28

Nel 1917 delle misure fotometriche eseguite da L. CAMPBELL a Harvard diedero per la variazione luminosa del pianeta un periodo di $10^h.81$, quasi identico alla media dei due valori precedenti. Recentemente J. H. MOORE e D. H. MENZEL hanno ripetuto il tentativo (*Publ. S. A. Pacific*, n. 250) con misure spettroscopiche eseguite in condizioni molto migliori di quelle di cui potevano disporre LOWELL e SLIPHER nel 1911. Da quella volta infatti il pianeta è passato in declinazione più boreale e per di più l'angolo θ (vedi spiegazione prec.) è divenuto maggiore, rendendo più grande e meglio misurabile il valore di v. I risultati ottenuti sono:

MOORE	$11^h.30 \pm 0^h.21$
MENZEL	10.44 ± 0.24
Media	10.84 ± 0.16

Si ha cioè ancora una conferma dell'esattezza dei risultati ottenuti a Flagstaff nel 1911. Rimane quindi ormai accertato che il periodo di rotazione di Urano è di circa $10^h\ 50^m$.

l. j.

NOVITÀ SU PLUTONE

In un articolo pubblicato in *Popular Astronomy*, vol. XXXIX, n. 1 (gennaio 1931) W. H. PICKERING richiama l'attenzione degli astronomi sulla grande concordanza che gli elementi da lui predetti in varie pubblicazioni estendentisi dal 1919 al 1928 presentano con la realtà. Specialmente la *posizione* del pianeta predetta dall'A. risulta vicina alla realtà in modo molto significativo: all'epoca della ricerca principale (1919) la posizione predetta dista dalla reale di poco più di un grado. (Si ricorderà che la posizione prevista da LOWELL ne distava di oltre 5° all'epoca della scoperta). Ecco gli elementi calcolati in precedenza da PICKERING paragonati con gli elementi reali:

	Predetta	Reale
AR	$6^h\ 34^m$	$6^h\ 29^m$
Epoca del perielio	1720	1740
Eccentricità	0.31	0.25
Longitudine del nodo asc. .	100°	109°
Inclinazione	15°	17°
Grandezza	15	15

L'A. ritardò la pubblicazione di questa nota in attesa di conoscere gli elementi esatti del nuovo pianeta.

A parte il fatto che l'A. cerca di svalutare del tutto l'opera di LOWELL, attribuendo al caso che le ricerche di questo abbiano dato risultati abbastanza concordi con la realtà, bisogna tuttavia riconoscere che anche all'astronomo di Giamaica va resa la dovuta parte di onore derivante dalla scoperta di Plutone.

La questione finora più controversa a proposito del pianeta transnettuniano era quella della massa. I valori trovati variavano da 4 fino a 0.1 unità della massa terrestre.

In uno studio recente S. B. NICHOLSON e N. U. MAYALL (*Publ. A. S. Pacifici* n. 250) portano nuova luce sul problema. Essi prendono lo spunto da un recente studio di JACKSON sull'orbita di Nettuno. Dai residui in longitudine relativi agli elementi di NEWCOMB gli AA. trovano per il pianeta perturbatore Plutone una massa di 1.08 ± 0.23 in unità della massa terrestre. Tale massa è in buon accordo col debole splendore del pianeta, talchè non v'è bisogno di ricorrere a densità favolose come già fu prospettato da qualche astronomo.

l. j.

IL PIANETINO EROS

In continuazione alla cartina pubblicata nel fascicolo di gennaio diamo nelle figure seguenti il diagramma delle posizioni di Eros dal 31 gennaio al 21 aprile 1931.

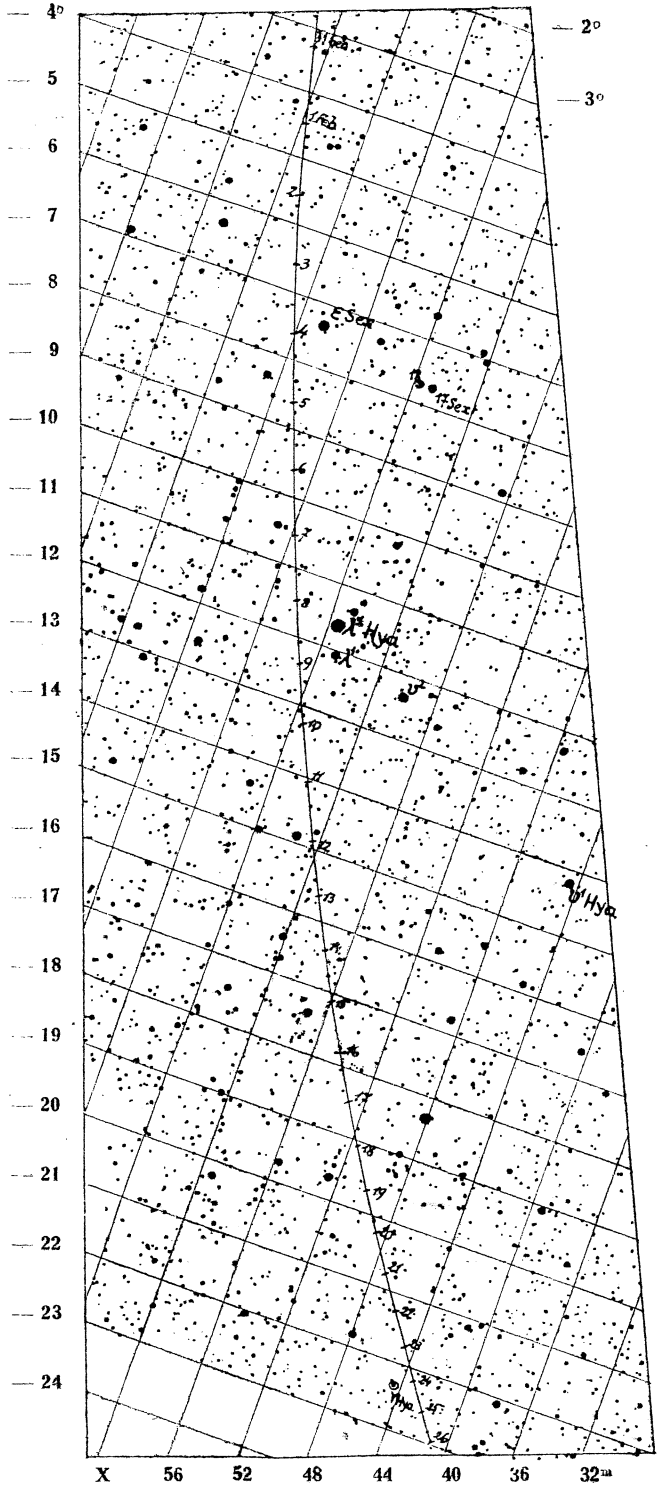
Durante il mese di gennaio scorso il pianetino ha presentato varie particolarità interessanti. Mentre alla fine della seconda decade di decembre l'ampiezza della variazione luminosa oltrepassava due grandezze, durante tutto il mese di gennaio essa andò scemando continuamente. Il 9 gennaio essa era di 1^m3, il 16 di 0^m6, il 19 di 0^m5 e il 30 di 0^m3 solamente. Fu notato ancora che gli intervalli di tempo fra due massimi o minimi successivi della curva di luce non rimanevano costanti, ma si ripetevano uguali dopo due periodi semplici della variazione luminosa. Si dovette perciò procedere alla divisione dei massimi e minimi osservati nelle due categorie di *pari* e *dispari* ed a raddoppiare il periodo.

I *minimi* osservati sono ben rappresentati dagli elementi seguenti, pubblicati dallo scrivente in AN 5764:

$$\text{min. planetoc.} = \begin{matrix} A) & 2426266.488 + 0^d.219594 . E \\ B) & 2426266.607 + 0^d.219594 . E \end{matrix}$$

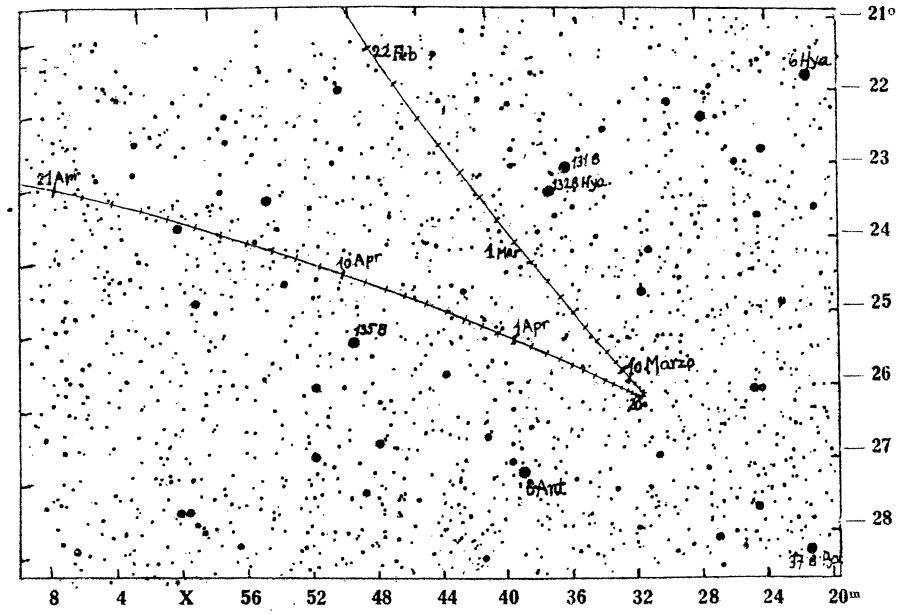
I minimi A) sembrano essere lievemente più profondi dei B). Gli elementi qui riferiti sono dedotti dalle osservazioni di ottobre, novembre, dicembre e gennaio (vedi le figure a pagg. 38-39).

Per spiegare la forte divergenza che lo splendore di Eros presenta rispetto alla grandezza calcolata nelle effemeridi, il prof. J. HARTMANN, direttore dell'Osservatorio di La Plata, ha emesso l'ipotesi che il pianeta si sia frammentato come i nuclei delle comete: quello che attualmente si osserva non sarebbe altro che il frammento più grosso dei tanti in cui il pianetino si sarebbe suddiviso. Ripetiamo che questa non è che una semplice ipotesi per ora non confermata da alcun fatto; non è giustificabile quindi lo scalpore destato a proposito di essa da buona parte della stampa quotidiana del globo. Questa ipotesi del resto presenta subito un lato debole: riesce



Traiettoria di Eros dal 31 Gennaio al 26 Febbraio 1931

Le posizioni segnate sono quelle che il pianeta occupa a 0^h T.U. Le stelle più deboli segnate sulla carta sono di 10^a grandezza.



Traiettoria di Eros dal 22 Febbraio al 21 Aprile 1931

Le posizioni segnate sono quelle che il pianeta occupa a 0^h T.U. Le stelle più deboli segnate sulla carta sono di 11^a grandezza.

infatti estremamente difficile il concepire che nonostante la frammentazione il pianetino abbia potuto mantenere invariato il periodo della sua variazione luminosa: questo era di 0^h2196 nel 1901, all'epoca della scoperta e tale è rimasto ancor oggi.

l. j.

UN NUOVO PIANETINO SCOPERTO ALL'OSSERVATORIO DI PINO TORINESE

Su di una lastra fotografata il 19 gennaio u. s. dalle ore 1.12 alle 4.12 (T. M. E. C.) il signor LACCHINI rinveniva la debole traccia di un pianetino che non rispondeva ad alcuno di quelli pei quali è data l'effemeride dal Rechen-Institut di Berlino (questa pubblicazione dà l'elenco per il 1931 di 1152 pianetini ormai sicuramente conosciuti appartenere alla famiglia del Sole).

Sulla lastra la posizione era la seguente (1925.0)

$$AR = 9^h\,36.0 \qquad \delta = +\,18^\circ\,20'$$

Altre due lastre dànno la posizione:

	T. U.	AR	δ
Gennaio	27.101	$9^h\,28.1$	$+\,13^\circ\,18'$
Febbraio	7.901	9 15.3	+ 18 12

Dal Rechen-Institut ha ricevuto la designazione provvisoria 1931 BA, per indicare che è il primo (A) scoperto nella seconda quindicina (B) dell'anno corrente.

Come si sa, il primo pianetino fu scoperto da PIAZZI in Palermo il 1° gennaio del 1801: fino al 1890 (si era allora giunti a 300) gli astronomi davano la caccia a questi piccoli membri del sistema solare (nessuno è visibile ad occhio nudo), con mezzi visuali cioè esaminando i dintorni dell'eclittica direttamente coi cannocchiali.

In quell'anno MAX WOLF pensò di servirsi della fotografia ed è con questo mezzo che oggidì quasi esclusivamente le scoperte vengono fatte.

È facile farsi un'idea del come si possono ottenere sulla lastra, in aspetto di punti, le stelle, che pur descrivono il loro arco in cielo: si obbliga cioè la camera fotografica (che è rigidamente assicurata, in modo parallelo, ad un cannocchiale detto *di guida*) a seguire il corso delle stelle mediante un meccanismo d'orologeria; siccome però il moto impresso da questo motore non è mai perfetto, l'osservatore sorveglia col cannocchiale di guida, durante tutta la posa, la regione fotografata, per eseguire a mano quelle piccolissime correzioni che eventualmente fossero richieste dall'accelerazione o dal ritardo del motore.

Ora accade che i pianetini avendo un moto proprio di rivoluzione attorno al Sole più lento del moto della Terra (perchè più distanti) ne segue che in prossimità del tempo in cui vengono a trovarsi in opposizione al Sole (cioè quando raggiungeranno la distanza minima dalla Terra) un osservatore terrestre vedrà, in apparenza il pianetino spostarsi in senso retrogrado fra le stelle fisse: ora questo *andare all'indietro* apparente è di circa 15 primi d'arco in 24 ore: con una posa di tre ore e con un obiettivo avente la distanza focale di un metro, uno spostamento di 2 primi d'arco corrispondono a circa 0,6 mm. e questa è all'incirca la lunghezza della traccia che i pianetini lasciano sulle lastre all'epoca della massima vicinanza alla Terra: tenendo poi anche conto del moto in declinazione che è spesso rilevante la traccia è anche maggiore.

E poichè si sa ad un dipresso quale può essere questo spostamento dei pianetini così in qualche osservatorio si cerca di regolare il movimento dell'istrumento in modo che il pianetino venga sulla lastra come un punto e le stelle per conseguenza allungate.

IL PIANETINO (1) CERERE

Cerere, il primo della numerosa falange degli asteroidi nell'ordine cronologico delle scoperte, passerà in opposizione il 5 aprile. A quell'epoca esso sarà visibile con un semplice binocolo, poichè il suo splendore raggiungerà la 7ª grandezza.

Ecco la sua posizione per 0^h T.U. intorno all'epoca di migliore visibilità:

1931	α 1930.0	δ 1930.0
Marzo 8	13^h14^m7	+ 9°25′
16	13 10. 0	+ 10 12
24	13 4. 0	+ 10 56
Aprile 1	12 57. 3	+ 11 32
9	12 50. 4	+ 11 57
17	12 43. 8	+ 12 9
25	12 38. 0	+ 12 7

COMETE

Le comete attualmente visibili sono tutte estremamente deboli e richiedono per la loro osservazione i colossi ottici dei grandi Osservatori. Vengono ancora osservate fotograficamente da G. VAN BIESBROECK col rifrattore di 40 pollici (il più grande del mondo) di Yerkes, le comete 1927 IV (STEARNS) di 17ª grandezza e 1925 II (SCHWASSMANN-WACHMANN) di 16ª. La cometa periodica di Tempel II, riscoperta nell'agosto scorso da H. E. WOOD a Johannesburg, appare attualmente come una pallida nebulosità di 13^m5 ed è situata in declinazione molto australe; la sua vicinanza al Sole rende la sua osservazione ancora più difficile. La 1930 *b* (BEYER) è attualmente nella Lira; il suo splendore è 14^mo circa.

Nessuna notizia si ha della cometa 1930 g, scoperta in novembre da NAKAMURA. Questa mancanza di notizie aggiunta al fatto che nessuno di quanti cercarono la cometa riuscì a rintracciarla in cielo, lascia sospettare che in luogo di una cometa l'oggetto annunciato come tale non fosse altro che un difetto della lastra fotografica.

La cometa di ENCKE è attesa al perielio per il giugno prossimo; la sua declinazione australe la renderà difficile ad osservarsi per le nostre latitudini.

l. j.

STRUMENTI

(Continuazione e fine; vedi numero precedente).

Secondo caso. – Se il medio (sincronizzato) batte il secondo intero il comando di sincronizzazione deve partire, come si è detto, ogni doppio intervallo. Considero quindi la frazione

$$\frac{2 \times 366.2422}{60} = 12.208073.$$

La frazione continua è

$$12 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{6 + \cfrac{1}{2 + \ldots}}}}}$$

e le ridotte sono

$$12 + \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{5}{24}, \frac{91}{149}.$$

Assumo la terza ridotta

$$12 + \frac{5}{24}$$

quindi

$$a = 24 \qquad b = 293.$$

Un giro completo della ruota maggiore dura allora

$$\Delta'' = 732.500 \text{ sec. sid.}$$

mentre l'intervallo teorico è

$$2\Delta = 732.4844.$$

Alla loro differenza

$$\Delta'' - 2\,\Delta = 0.0156$$

corrisponde l'errore x dato dalla proporzione

$$2\,\Delta : 2 = (\Delta'' - 2\,\Delta) : x$$

$$x = 0.000042589 \text{ sec. sid.}$$

Siccome in un giorno siderale la ruota maggiore compie n'' giri, con

$$n'' = \frac{86400}{\Delta''} = 117.9522184.$$

l'andamento giornaliero è

$$n''\,x = -0.0050235$$

Il medio quindi avanza.

L'andamento così piccolo dipende dal fatto che ho scelto una ruota con un numero piuttosto elevato di denti; ma credo che ciò non comporti soverchie difficoltà di costruzione e di funzionamento.

Si potrebbe pensare che, applicando un sistema simile di ruote dentate alla ruota dei minuti invece che a quella dei secondi, se ne potesse trarre qualche vantaggio. I calcoli fatti da me in proposito (pel caso del siderale che domini il medio) dimostrano che praticamente non si può diminuire l'andamento al di sotto di circa 0.3 secondi al giorno.

La soluzione proposta dall'A. è quindi la migliore e il risultato pratico ne è la prova più convincente.

f. d.

GEOFISICA

L'ERUZIONE ETNEA DEL 2-20 NOVEMBRE 1928

Il dott. GIUSEPPE IMBÒ ha di recente pubblicato nel *Bulletin volcanologique* un particolareggiato ed accurato studio sulla eruzione dell'Etna del novembre 1928. L'A. premette che, se non si può ritenere come assioma il principio ammesso da vari studiosi dell'Etna, secondo il quale un'eruzione dovrebbe essere considerata come *preparazione o addirittura inizio d'un futuro parossismo*, pure non può essere negata una limitata validità, la quale meglio appare nel caso che si considerino gruppi di eruzioni succedentisi con sistemi eruttivi localizzati lungo una medesima squarciatura (cicli eruttivi).

Anche a voler considerare il solo ciclo 1883, 1886, 1892, 1910, i rapporti tra le manifestazioni eruttive ed il posto che ciascuna eruzione occupa nel ciclo risultano ben chiari. Mentre furono imponenti i fenomeni sismici che accompagnarono l'eruzione del 1883, questi, decrescenti in numero ed in intensità nelle successive, furono quasi trascurabili in quella del 1910. Il contrario avvenne per la portata iniziale delle lave, nonostante la sempre maggior elevazione delle bocche. Il più spesso però, rileva il dott. IMBÒ, tale nesso nella successione e nelle manifestazioni non è discernibile, sia perchè molti fenomeni accompagnanti un'eruzione sfuggono all'osservazione, sia per la non necessaria continuità fra le eruzioni formanti un ciclo.

L'eruzione del 1928 non offre indizio di legame colle precedenti eruzioni 1874-1923. Bisogna risalire fino al 1865 ed al 1869 per trovare un'eruzione lungo una direzione

presso a poco coincidente con quella del 1928. È verosimile pertanto che esse abbiano sede in un'unica squarciatura, anche se dissimulata e nascosta sotto strati più superficiali del mantello Etneo, così da originarne all'esterno due, apparentemente distinte, ma in realtà riunite internamente in una sola. Questa squarciatura presenta una direzione di massima fragilità del settore, la quale data da epoca abbastanza remota.

Caratteristica dell'eruzione in esame fu la quasi assenza di vere manifestazioni sismiche ed eruttive, le quali d'ordinario chiudono il periodo eruttivo precedente segnando quasi un graduale passaggio alla fase di riposo. L'attività sismica fu maggiormente intensa nella prima fase dell'eruzione, in concomitanza cioè colla formazione della squarciatura e con successive varie riprese dell'eruzione. Si rilevò la relazione intima che passa tra fenomeni eruttivi e fenomeni sismici; ma nessuna relazione fu constatata tra le variazioni del fenomeno eruttivo ed i fattori meteorologici. Le temperature, misurate sia alla superficie che all'interno, concordano con quelle trovate in altre eruzioni. Si constatò l'uscita di fiamme da alcune bocche eruttive, probabilmente dovute — almeno quelle osservate — a combustione di idrogeno solforato.

L'eruzione del 1928 fu caratterizzata dalla scarsezza di fenomeni esplosivi, per cui mancò la formazione di vero cono avventizio, e dalla deficienza e quasi assenza di fenomeni sismici precedenti, accompagnanti o successivi all'eruzione. Queste caratteristiche potrebbero essere spiegate dalla proprietà fisico-chimiche del magma e dalla probabile esistenza di una soluzione di continuità, secondo cui si è andata sviluppando la squarciatura.

t. a.

LA PREVISIONE DEI TERREMOTI

Interessanti studii si fanno al Giappone, terra classica per i terremoti, al fine di arrivare, se e in quanto sia possibile, alla loro previsione. L'idea fondamentale, enunciata alcuni anni or sono dal prof. JOHN W. EVANS è questa: se il sismo proviene, come in molti casi, dalla frattura di strati in profondità, è probabile che la frattura stessa sia preceduta da tensioni elastiche nella crosta terrestre progressivamente crescenti, le quali, sia pure in modo insensibile, dovrebbero manifestarsi dove il mezzo sollecitato da forze sotterranee finisce, cioè alla superficie del suolo. Un istrumento adatto dovrebbe rivelarle e questo potrebbe essere, suggerì l'EVANS, il sensibilissimo pendolo orizzontale Milne-Shaw a registrazione fotografica, atto a mettere in evidenza l'inclinazione del suolo fino ad un quarantesimo di secondo di arco, corrispondente alla variazione di un mm. sulla posizione del punto luminoso segnalatore. Con due istrumenti in posizione ortogonale si potrebbe risalire alla direzione e all'entità dei cedimenti del suolo, e quindi, con un'opportuna distribuzione di varie coppie di tali strumenti, controllare le eventuali deformazioni, per minime che siano, del suolo, traendo elementi preziosi per l'indagine sismica e per la previsione.

Il professore giapponese ISHIMOTO iniziò le prime esperienze in questo senso e il dott. INAMURA, che insegna sismologia all'Imperiale Università di Tokio, ne riferì al Congresso Internazionale di Geodesia e di Geofisica, tenutosi a Praga nel settembre 1927. In realtà due ore e mezzo prima di un terremoto fu dall'istrumento segnalato un rilevante sollevamento del terreno, ma fino da sei settimane prima il clinografo, installato a Tokio, avrebbe indicato il moto verticale. Questi primi risultati apparvero incoraggianti, tanto che l'Istituto delle ricerche sismiche dell'Univer-

sità di Tokio va istituendo una rete di apparecchi destinati al preavviso di terremoti latenti. Vedremo se la meta pratica, cui si mira, verrà raggiunta e con quale approssimazione. Qualche dubbio si affaccia, pensando a possibili azioni estranee sugli istrumenti, indipendentemente da accumulo di reazioni elastiche nel sottosuolo ed alle varie cause generatrici del terremoto, le quali potrebbero manifestarsi senza dare, per la loro stessa natura, siffatti segni premonitori.

t. a.

GEODESIA

PER DETERMINARE LA LATITUDINE DI UN LUOGO

Il compianto prof. F. GUARDUCCI, noto specialista nella soluzione di problemi riguardanti le determinazioni astronomico-geodetiche di carattere speditivo, richiamava l'attenzione, in una nota comparsa nelle *Memorie della Società Astronomica Italiana*, vol. V, n. 2, su una maniera molto semplice e molto elegante per la determinazione della latitudine di un luogo indipendentemente dalla conoscenza del tempo e dell'azimut del verticale di osservazione.

Il metodo, a somiglianza di quello di DOELLEN per la determinazione di tempo, si riassume — nella condizione migliore per il problema, per le nostre latitudini prossime ai 45° — nell'osservazione di stelle equatoriali nel verticale della Polare. Il procedimento di osservazione è molto semplice: dopo aver eddotto con un certo numero di osservazioni, sopra una collimazione fissa, la lettura corrispondente allo zenit strumentale, si osserva zenitalmente la Polare e quindi, ruotando solamente il cannocchiale, la stella equatoriale attesa al passaggio; le rispettive letture combinate con quella dello zenit strumentale e corrette per la rifrazione dànno i valori delle distanze zenitali le quali entrano come sole quantità osservate nella formola risolvente.

Per la facilità della collimazione alla Polare e della collimazione in altezza della stella equatoriale, che viene osservata in prossimità della sua culminazione, il metodo ha il vantaggio di non richiedere molta destrezza nel puntamento.

Anche il fatto che nel procedimento d'osservazione non si fa ruotare l'alidada porta ad avere una considerevole fiducia sulla invariabilità degli errori strumentali, durante il periodo di lavoro. Oltre a ciò il metodo ha il vantaggio di non esigere una prolissa preparazione di un programma di osservazione, perchè nel verticale della Polare le effemeridi approssimate di puntamento si possono preparare come se si trattasse delle osservazioni dei passaggi in meridiano.

Il metodo però esige la conoscenza dello zenit strumentale, il quale, anche ammettendo una sua invariabilità — e ciò con una certa fiducia per quanto si è detto in precedenza — (successive determinazioni di zenit strumentale durante il periodo di lavoro porterebbe l'uso poco spedito di mire notturne) porta nel risultato finale della latitudine tutta la sua indeterminazione in generale non molto ingrandita.

Peraltro il metodo, anche per l'intenzione del suo Autore, dovendo servire in determinazioni di carattere speditivo, ha tutti i requisiti di semplicità, facilità e speditezza, che lo rendono utile specialmente nei viaggi di esplorazione.

s. b.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI MARZO 1931

I PIANETI

Mercurio: In congiunzione superiore col Sole il 16, riappare nei crepuscoli serotini verso il 25. Alla fine del mese tramonta $1^h\frac{1}{2}$ dopo il sole.

Venere: Bassa sull'orizzonte del mattino, nel Capricorno. Il 9 passa a soli 10′ di distanza dalla stella ρ di questa costellazione. Il 15 mattina è in congiunzione con la Luna. Diametro il 15: 17″2; grandezza stellare: -3^m7.

Marte: Nel Cancro. Stazionario l'8; in congiunzione con la Luna il 28. Il 15 mazro diam. app. 10″6; grandezza stellare 0^mo.

Giove: Nei Gemelli, presso *E*. Stazionario il 7, in congiunzione con la Luna nella notte dal 26 al 27. Il 15 marzo diam. polare app. 38″0; grandezza stellare: -1^m9.

Saturno: Mattutino nel Sagittario, a sud-est di ρ. Nei giorni 13 e 14 è vicino alla Luna. Il 15 marzo diametro polare app.: 14″2; diametro degli anelli: 35″9; grandezza stellare: 0^m8.

Urano: Scompare nei crepuscoli serotini all'inizio del mese.

Nettuno: Nel Leone, presso ρ.

Plutone: Nei Gemelli, invisibile nei piccoli strumenti.

POSIZIONE DEI PIANETI

	5 Marzo		15 Marzo		25 Marzo	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio . . .	22^h26^m6	$-12°\ 4'$	23^h34^m9	$-\ 4°27'$	0^h46^mo	$+\ 4°45'$
Venere	20 3.2	−19 1	20 50.8	−17 1	21 37.7	−14 12
Marte	8 1.6	+24 22	8 2.0	+24 0	8 7.2	+23 24
Giove	6 45.6	+23 18	6 46.0	+23 18	6 47.7	+23 17
Saturno	19 28.8	−21 36	19 32.1	−21 29	19 35.0	−21 23
Urano	0 50.9	+ 4 46	0 52.9	+ 4 59	0 54.9	+ 5 12
Nettuno . . .	10 25.3	+10 40	10 24.3	+10 46	10 23.3	+10 51
Plutone	7 21.7	+22 19	7 21.4	+22 20	7 21.1	+22 21

Fasi lunari: L. P. il 4 a $11^h\ 36^m$; U. Q. l'11 a $6^h\ 15^m$; L. N. il 19 a $8^h\ 51^m$; P. Q. il 27 a $6^h\ 4^m$. Luna perigea il 4 a 12^h; apogea il 18 a 0^h.

CONFIGURAZIONI PLANETARIE NEL MESE DI MARZO 1931

Giorno 1 a 11^h: ☿ ☌ ♄ Aqr. . . . . ☿ 0° 4′ N.
» 1 » 11: ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 1° 12′ S.
» 3 » 20: ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 2° 56′ S.
» 7 » 9: ♃ stazionario.
» 8 » 15: ♂ stazionario.

Giorno 9 a 14 : ♀ ☌ ♇ Cap. . . . . ♀ 0° 10′ N.
» 13 » 17 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 5° 34′ N.
» 16 » 1 : ☿ ☌ superiore ☉.
» 20 » 19 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 0° 43′ S.
» 21 » 15h 6m 19s : ☉ entra in ♈ ; inizio della Primavera astronomica.
» 26 » 8 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 0° 47′ N.
» 27 » 15 : ♃ ☌ ☾ . . . . . ♃ 5° 0′ S.
» 28 » 23 : ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 2° 12′ S.
» 30 » 6 : ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 3° 1′ S.

SIMBOLI E ABBREVIAZIONI

CORPI CELESTI

✶ Stella	☿ Mercurio	♂ Marte	♅ Urano
☉ Sole	♀ Venere	♃ Giove	♆ Nettuno
☾ Luna	♁ Terra	♄ Saturno	♇ Plutone

FASI DELLA LUNA

L. N. . . . . Luna nuova	L. P. . . . . Luna piena
P. Q. . . . . Primo quarto	U. Q. . . . . Ultimo quarto

PUNTI CARDINALI

S . . . . Sud N . . . . Nord E . . . . Est W . . . . Ovest

CONFIGURAZIONI PLANETARIE

☌ Congiunzione (di due astri che hanno la medesima longitudine o ascensione retta)
□ Quadratura (di due astri la cui longitudine differisce di 90°)
☍ Opposizione (di due astri la cui longitudine differisce di 180°)
☊ Nodo ascendente
☋ Nodo discendente

SEGNI DELLO ZODIACO

♈ Ariete	♋ Cancro	♎ Libra	♑ Capricorno
♉ Toro	♌ Leone	♏ Scorpione	♒ Acquario
♊ Gemelli	♍ Vergine	♐ Sagittario	♓ Pesci

ESEMPI D'INTERPRETAZIONE

☿ ☌ ☾ . . . . ☿ 1° 12′ S. significa : « Marte in congiunzione con la Luna ; Marte passa 1° 12′ a Sud del centro lunare ».

☿ ☌ ι Aqr . . . . ☿ 0° 4′ N. significa : « Mercurio in congiunzione con la stella ι Aquarii ; Mercurio passa 4′ a Nord della stella ».

COSTELLAZIONI

I nomi delle costellazioni sono abbreviati secondo il sistema delle 3 lettere proposto dall' U. A. I. Eccone lo schema:

And .... Andromeda (Andromeda)
Ant .... Antlia (Macchina pneu.)
Aps .... Apus (Uccello indiano)
Aqr .... Aquarius
Aql .... Aquila
Ara .... Ara (Altare)
Ari .... Aries (Ariete)
Aur .... Auriga
Boo .... Bootes
Cae .... Caelum (Bulino)
Cam .... Camelopardalis (Giraffa)
Cnc .... Cancer (Cancro)
CVn .... Canes venatici (Levrieri)
CMa .... Canis maior
CMi .... Canis minor
Cap .... Capricornus
Car .... Carina (Carena)
Cas .... Cassiopeia
Cen .... Centaurus
Cep .... Cepheus
Cet .... Cetus (Balena)
Cha .... Chamaleon (Camaleonte)
Cir .... Circinus (Compasso)
Col .... Columba
Com .... Coma Berenices
CrA .... Corona australina
CrB .... Corona borealis
Crv .... Corvus
Crt .... Crater
Cru .... Crux (Croce australe)
Cyg .... Cygnus (Cigno).
Del .... Delphinus
Dor .... Doradus (Dorado)
Dra .... Draco (Dragone)
Equ .... Equuleus (Cavallino)
Eri .... Eridanus (Eridano)
For .... Fornax (Fornello chimico)
Gem .... Gemini (Gemelli)
Gru .... Grus (Gru)
Her .... Hercules (Ercole)
Hor .... Horologium (Orologio)
Hya .... Hydra (Idra)
Hyd .... Hydrus (Idra maschio)
Ind .... Indus (Indiano)
Lac .... Lacerta (Lucertola)
Leo .... Leo (Leone)
LMi .... Leo minor (Leone min.)
Lep .... Lepus (Lepre)
Lib .... Libra
Lup .... Lupus
Lyn .... Lynx (Lince)
Lyr .... Lyra (Lira)
Men .... Mensa (Montagna della Tav.)
Mic .... Microscopium
Mon .... Monoceros (Liocorno)
Mus .... Musca (Mosca)
Nor .... Norma (Regolo)
Oct .... Octans (Ottante)
Oph .... Ophiuchus (Ofiuco)
Ori .... Orion (Orione)
Pav .... Pavo (Pavone)
Peg .... Pegasus
Per .... Perseus
Phe .... Phoenix (Fenice)
Pic .... Pictor (Cavalletto del pittore)
Psc .... Pisces (Pesci)
PsA .... Piscis Austr. (Pesce Austr.)
Pup .... Puppis (Poppa)
Pyx .... Pyxis (Bussola)
Ret .... Reticulum
Sge .... Sagitta (Freccia)
Sgr .... Sagittarius
Sco .... Scorpius (Scorpione)
Scl .... Sculptor (Banco dello Scultore)
Sct .... Scutum (Scudo)
Ser .... Serpens (Serpente)
Sex .... Sextans (Sestante)
Tau .... Taurus (Toro)
Tel .... Telescopium
Tri .... Triangulum
TrA .... Triangulum australe
Tuc .... Tucana
UMa .... Ursa maior (Orsa magg.)
UMi .... Ursa minor (Orsa min.)
Vel .... Vela
Vir .... Virgo (Vergine)
Vol .... Volans (Pesce volante)
Vul .... Vulpecola (Volpetta)

NECROLOGIE

La sera del 28 novembre 1930 moriva in Vicenza il conte, cav. uff. di gr. croce ALMERICO DA SCHIO, rettore dal 1895 della Accademia Olimpica e insigne studioso di meteorologia.

Era nato a Custozza (Vicenza) il 25 novembre 1836 da una delle più illustri e più nobili famiglie vicentine. Da giovane, mentre si laureava in giurisprudenza, era stato assistente del prof. Virgilio Trettenero alla Specola di Padova, iniziando così accanto alla sua esimia carriera forense, pure una carriera scientifica tra le più operose. Dal 1868 sino all'immediato dopoguerra diresse l'Osservatorio Meteorologico dell'Accademia Olimpica di Vicenza e giunse a farne il centro di una fittissima rete di stazioni meteorologiche sparse nel Veneto e nell'Emilia, la cui organizzazione potè poi passare al Magistrato alle Acque di Venezia.

Studioso di aeronautica, procurò alla sua patria un notevole primato in questo campo coi voli — iniziati brillantemente il 17 giugno 1905 — del suo dirigibile « Italia » che aveva costruito — per il proprio spirito di mecenate e malgrado lo scetticismo delle burocrazie — appoggiando i progetti di Pasquale Cordenons.

Lascia numerosissime pubblicazioni — tra cui ragguardevoli quelle sul clima di Vicenza — la maggior parte raccolte negli *Atti del R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti* o nelle *Memorie della Società Meteorologica Italiana*, della quale con padre Denza e col conte Antonio Cittadella Vigodarzere era stato uno dei maggiori esponenti.

r. m.

FILIPPO ANGELITTI nacque ad Aielli (Aquila) il 1° maggio 1856 e si laureò in matematica a Napoli nel 1878. Cominciò allora la Sua carriera astronomica all'osservatorio di Capodimonte, ove rimase venti anni. Tra i numerosi lavori di quell'epoca sono da segnalare le riduzioni delle osservazioni di stelle e di sole fatte nel 1821 da Carlo Brioschi ai circoli ripetitori di Reichenbach che ebbero un premio dei Lincei, le determinazioni di latitudine e le osservazioni meridiane; lavori questi ultimi dai quali traspare grande perizia di osservatore e diligenza di calcolatore.

Passato alla direzione dell'osservatorio di Palermo il 12 aprile 1898, intraprese subito in collaborazione col prof. Zona una serie di osservazioni meridiane (ancora inedite) che durarono pochi anni a causa dei mali che gli menomarono la vista. Fasciati gli occhi dalle bende, ormai lontano da ogni forma di vita esteriore, racchiuso nel suo pensiero, si dedicò completamente agli studi danteschi, dettando un grande numero di preziosi lavori, ben noti a chiunque abbia avuto il culto di Dante. Nel suo primo lavoro *Sulla data del viaggio*, ecc., Egli, con una discussione dotta e sottile, fondandosi sulle posizioni degli astri accennate nel Poema, desume che il mistico viaggio sia stato iniziato il 25 marzo 1301 e non nella primavera del 1300 come comunemente si riteneva. Questo lavoro suscitò grandi polemiche coi letterati, ma l'ANGELITTI non si diede per vinto e insistette e replicò e ciò potè fare perchè alle conoscenze scientifiche in Lui si accoppiava una profonda cultura umanistica. Morì sulla breccia. La Sua ultima osservazione del diametro solare è del mercoledì 21 gennaio, il Suo ultimo lavoro, redatto per il primo numero di questa Rivista, fu per Dante e vide la luce mentre Lui moriva. Il male violento, contro il quale le Sue scarse risorse non poterono lottare che tre giorni, Lo spense la sera di domenica 25 gennaio.

l. c.

Responsabile: G. HORN - D'ARTURO

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna 1931-IX

VOLUME ED ANNO I MARZO 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

CARLO BONACINI

IL PLANETARIUM ZEISS NELLA STORIA DELLO STRUMENTARIO CELESTE

1. – Nel campo astronomico può riguardarsi come fatto notevolissimo di questi ultimi anni la comparsa del « *Planetarium* » Zeiss.

Il nuovo « teatro di Urania », che si presenta appunto coi caratteri di un luogo di trattenimento, è venuto, come d'improvviso, a portare in forma inusitata fra le masse i problemi del mondo degli astri; problemi, che venivano sempre più lasciati in disparte dal grosso pubblico, assorbito da un numero ognora crescente di interessi terreni. Sì che nei riguardi della propaganda per la scienza del cielo, il « Planetarium » potrebbe credersi che sia venuto ad iniziare un'êra nuova.

E chiunque senta l'importanza della cultura astronomica deve registrare colla più viva soddisfazione il larghissimo, incondizionato successo, riportato da questo nuovissimo « teatro degli astri »: — successo, vidimato del resto da giudizii, oltremodo lusinghieri, espressi su di esso anche da astronomi insigni.

Il successo non poteva mancare, dappoichè il « Planetarium » ha tutti i requisiti atti ad attrarre l'attenzione del pubblico. Lo sfruttamento abile e raffinato delle grandi risorse offerte dalla meccanica di precisione, dall'ottica, dai comandi elettrici; e d'altra parte la struttura stessa dell'ambiente studiata con minuzia e dottrina; il tutto coordinato in una sintesi signorilmente grandiosa, non potevano non portare ad una di quelle che siamo soliti chiamare « *meraviglie* » della industria scientifica d'oggi.

Fra tutti i fattori di questa meraviglia a noi sembra di dover considerare come principale la *grandiosità* della rappresentazione, in quanto permette una buona *verosimiglianza* di questa; cioè consente di mettere gli spettatori nella condizione più naturale di osservazione. — Questo inserire l'osservatore in mezzo agli astri, sì che esso possa contemplare l'aspetto complessivo come nel vero, come dal suo orizzonte, costituisce, secondo noi, la prima ragione del nuovo invito alla attenzione per le cose del cielo.

NECROLOGIE

La sera del 28 novembre 1930 moriva in Vicenza il conte, cav. uff. di gr. croce ALMERICO DA SCHIO, rettore dal 1895 della Accademia Olimpica e insigne studioso di meteorologia.

Era nato a Custozza (Vicenza) il 25 novembre 1836 da una delle più illustri e più nobili famiglie vicentine. Da giovane, mentre si laureava in giurisprudenza, era stato assistente del prof. Virgilio Trettenero alla Specola di Padova, iniziando così accanto alla sua esimia carriera forense, pure una carriera scientifica tra le più operose. Dal 1868 sino all'immediato dopoguerra diresse l'Osservatorio Meteorologico dell'Accademia Olimpica di Vicenza e giunse a farne il centro di una fittissima rete di stazioni meteorologiche sparse nel Veneto e nell'Emilia, la cui organizzazione potè poi passare al Magistrato alle Acque di Venezia.

Studioso di aeronautica, procurò alla sua patria un notevole primato in questo campo coi voli — iniziati brillantemente il 17 giugno 1905 — del suo dirigibile « Italia » che aveva costruito — per il proprio spirito di mecenate e malgrado lo scetticismo delle burocrazie — appoggiando i progetti di Pasquale Cordenons.

Lascia numerosissime pubblicazioni — tra cui ragguardevoli quelle sul clima di Vicenza — la maggior parte raccolte negli *Atti del R. Istituto Veneto di Scienze Lettere ed Arti* o nelle *Memorie della Società Meteorologica Italiana*, della quale con padre Denza e col conte Antonio Cittadella Vigodarzere era stato uno dei maggiori esponenti.

r. m.

FILIPPO ANGELITTI nacque ad Aielli (Aquila) il 1° maggio 1856 e si laureò in matematica a Napoli nel 1878. Cominciò allora la Sua carriera astronomica all'osservatorio di Capodimonte, ove rimase venti anni. Tra i numerosi lavori di quell'epoca sono da segnalare le riduzioni delle osservazioni di stelle e di sole fatte nel 1821 da Carlo Brioschi ai circoli ripetitori di Reichenbach che ebbero un premio dei Lincei, le determinazioni di latitudine e le osservazioni meridiane; lavori questi ultimi dai quali traspare grande perizia di osservatore e diligenza di calcolatore.

Passato alla direzione dell'osservatorio di Palermo il 12 aprile 1898, intraprese subito in collaborazione col prof. Zona una serie di osservazioni meridiane (ancora inedite) che durarono pochi anni a causa dei mali che gli menomarono la vista. Fasciati gli occhi dalle bende, ormai lontano da ogni forma di vita esteriore, racchiuso nel suo pensiero, si dedicò completamente agli studi danteschi, dettando un grande numero di preziosi lavori, ben noti a chiunque abbia avuto il culto di Dante. Nel suo primo lavoro *Sulla data del viaggio*, ecc., Egli, con una discussione dotta e sottile, fondandosi sulle posizioni degli astri accennate nel Poema, desume che il mistico viaggio sia stato iniziato il 25 marzo 1301 e non nella primavera del 1300 come comunemente si riteneva. Questo lavoro suscitò grandi polemiche coi letterati, ma l'ANGELITTI non si diede per vinto e insistette e replicò e ciò potè fare perchè alle conoscenze scientifiche in Lui si accoppiava una profonda cultura umanistica. Morì sulla breccia. La Sua ultima osservazione del diametro solare è del mercoledì 21 gennaio, il Suo ultimo lavoro, redatto per il primo numero di questa Rivista, fu per Dante e vide la luce mentre Lui moriva. Il male violento, contro il quale le Sue scarse risorse non poterono lottare che tre giorni, Lo spense la sera di domenica 25 gennaio.

l. c.

Responsabile: G. HORN - D'ARTURO

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna 1931-IX

VOLUME ED ANNO I MARZO 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

CARLO BONACINI

IL PLANETARIUM ZEISS NELLA STORIA DELLO STRUMENTARIO CELESTE

1. – Nel campo astronomico può riguardarsi come fatto notevolissimo di questi ultimi anni la comparsa del « *Planetarium* » Zeiss.

Il nuovo « teatro di Urania », che si presenta appunto coi caratteri di un luogo di trattenimento, è venuto, come d'improvviso, a portare in forma inusitata fra le masse i problemi del mondo degli astri; problemi, che venivano sempre più lasciati in disparte dal grosso pubblico, assorbito da un numero ognora crescente di interessi terreni. Sì che nei riguardi della propaganda per la scienza del cielo, il « Planetarium » potrebbe credersi che sia venuto ad iniziare un'êra nuova.

E chiunque senta l'importanza della cultura astronomica deve registrare colla più viva soddisfazione il larghissimo, incondizionato successo, riportato da questo nuovissimo « teatro degli astri »: — successo, vidimato del resto da giudizii, oltremodo lusinghieri, espressi su di esso anche da astronomi insigni.

Il successo non poteva mancare, dappoichè il « Planetarium » ha tutti i requisiti atti ad attrarre l'attenzione del pubblico. Lo sfruttamento abile e raffinato delle grandi risorse offerte dalla meccanica di precisione, dall'ottica, dai comandi elettrici; e d'altra parte la struttura stessa dell'ambiente studiata con minuzia e dottrina; il tutto coordinato in una sintesi signorilmente grandiosa, non potevano non portare ad una di quelle che siamo soliti chiamare « *meraviglie* » della industria scientifica d'oggi.

Fra tutti i fattori di questa meraviglia a noi sembra di dover considerare come principale la *grandiosità* della rappresentazione, in quanto permette una buona *verosimiglianza* di questa; cioè consente di mettere gli spettatori nella condizione più naturale di osservazione. — Questo inserire l'osservatore in mezzo agli astri, sì che esso possa contemplare l'aspetto complessivo come nel vero, come dal suo orizzonte, costituisce, secondo noi, la prima ragione del nuovo invito alla attenzione per le cose del cielo.

Vero è che a suggestionare lo spettatore ed a richiamare il suo interessamento a fatti, la cui comprensione altrimenti gli sfuggirebbe, può contribuire potentemente un'altra dote del « Planetarium », cioè la possibilità di ridurre a piacere la durata dei fenomeni celesti, anche i più lenti: e potrebbe anzi ritenersi questa come la qualità più saliente nei riguardi della nuova propaganda. Ma non è difficile persuadersi che essa è piuttosto conseguenza, corollario della verosimiglianza sopra rilevata. Chè infatti la possibilità offerta dal « planetarium » era evidentemente propria anche di tutti gli apparecchi cosmografici precedenti (globi celesti, planetarî, etc.). — E se qui sembra assurgere a caratteristica *nuova* del genialissimo complesso strumentale, gli è appunto perchè la grande verosimiglianza della rappresentazione rende completamente *intuitive* le conseguenze della proprietà stessa, che paiono quasi riversarsi *sul vero*.

Comunque, al riguardo di questa abilissima combinazione di elementi, di cui parliamo, può venir fatto di porsi la questione, se essa sia veramente sbocciata d'improvviso, senza precedenti, dalle Officine di Jena, ben use ai trionfi (e questo può essere credenza di molti); oppure se nel passato, più o meno lontano, non sia possibile riscontrare idee, proposte, disposizioni, che debbano logicamente considerarsi come precedenti della magnifica soluzione che il « Planetarium » è venuto a darci pel tormentato problema della rappresentazione del cielo.

La questione non è vana: e va al di là, secondo noi, di una semplice ricerca storica. Noi crediamo anzi che per comprendere bene il significato della comparsa del « Planetarium », la natura e la portata della sua possibile influenza, *si debba* risalire ai precedenti; cercando di allacciare il nuovo dispositivo a tutti gli altri tentativi fatti prima, per giungere ad un simboleggiamento del cielo, che consenta un'analisi del mondo esterno alla terra, ed eventualmente di penetrare la grande complessità del cosmo.

Le notizie che seguono, possono appunto chiarire quali precedenti diretti esistano del « Planetarium »: se non per le singole modalità della sua struttura e del suo funzionamento (che sono, come dicevamo, tutte moderne), almeno per la situazione generale che può considerarsi spunto di partenza, e per certe idee prime, ispiratrici.

2. – Caratteristica principalissima del « Planetarium » Zeiss è quella della grandiosità nella rappresentazione della volta celeste, che permette agli spettatori la osservazione di questa nelle condizioni abituali, cioè *dall'interno*: inoltre la mobilità dell'insieme della rappresentazione e di alcuni singoli elementi di essa (pianeti), che permette la riproduzione delle apparenze celesti dovute ai moti della terra ed ai moti propri dei pianeti.

Ora è proprio a credere che nulla del genere si sia mai ideato o concretato? Vediamo.

Intanto una notizia trasmessaci da uno storico di Pisa potrebbe far credere che in epoca assai remota (I.° sec.) si fosse colà composta una disposizione di cose arieggiante a quanto sopra.

Nella prima parte delle *Memorie storiche della Città di Pisa* di PAOLO TRONCI (1) si legge infatti: « Si trova in Croniche manuscritte, che Nerone nell'anno 70 fosse in Pisa, e che fra gli altri Edifizij facesse fabricare un sontuosissimo Tempio dedicato alla Dea Diana, in quel luogo che si diceva alla Porta di Parlascio, dalla parte di dentro, hoggi porta a Lucca. Il detto edifizio era di figura rotonda con l'incrostatura di marmi bianchi bellissimi. Haveva una volta, la cui altezza ascendeva a cento braccia, formata a somiglianza del Cielo, sostenuta da novanta colonne di marmo con bellissimi intagli, e nella parte principale di dentro era collocata in luogo eminente una statua d'oro della Dea Diana, con ornamenti ricchissimi di pietre preziose ».

« Di più si dice che nella somità del Tempio vi fosse fabricato un Cielo di rame smaltato di color celeste, ... al qual Cielo erano applicate le Stelle con mirabil artifizio, e il Sole, che rendeva lo splendore per via di una lampada accesa, e nascosta; e quello, che più genera meraviglia, è, che il detto Sole per via di ingegni faceva il corso dall'una all'altra parte, dalla mattina alla sera, dal Levante al Ponente, sicome fà il Sole naturale; e la sera la detta lampada si smorzava, quasi che allora il sole tramontasse; frà tanto appariva la Luna consegnata in uno specchio, facendo il medesimo suo moto, rendeva lume alla notte, e il giorno si nascondeva ».

« ..... Di queste fabriche lascio al lettore il credere quanto gli piace; certo è che si vedono oggidì in detto luogo alcuni pezzi di muraglia antichissima, com'anco fuori i fondamenti degli archi dei condotti ».

« Che Nerone abitasse in Pisa, difficilmente me lo persuado; poichè in 14 anni che egli imperò, non trovo che mai partisse da Roma, solo che l'antepenultimo anno, che andò in Acaia; nè vedo con qual viaggio potesse passare a Pisa. Possono con tuttociò le dette fabriche esser state fatte dai suoi Presidenti ».

Proseguendo, lo scrittore narra di parecchi cristiani di Pisa che furono vittime della persecuzione pagana, appunto per non aver voluto adorare la statua di Diana in quel Tempio, e avverte che questo ruinò in seguito alle preghiere di un valoroso servo di Dio (San Torpè Pisano) che fu per questo decapitato; ed aggiunge: « Si conservorno però intiere molte di quelle colonne di marmo, le quali servirono poi all'Edifizio del sontuoso Duomo di Pisa ».

Se anche si vogliono accogliere i dubbî espressi dallo scrittore, e si consideri quanto sopra come una leggenda nata per risonanza da quanto allora si doveva dire fra noi dei globi di CORONELLI (v. oltre), abbiamo però qui un documento innegabile che l'idea di un « Tempio degli astri », rappresentante il Cielo stellato visto dal di dentro e con astri effettivamente mobili, era ormai stabilita nettamente.

3. – Ma un'idea affine sappiamo *con certezza* che sbocciò in tutt'altro tempo e con sicura concretazione.

Nella fastosa corte di Lodovico il Moro fu tenuta nel 1490 una grandiosa festa in onore di Gian Galeazzo Sforza e della moglie Isabella d'Aragona: festa che assunse il nome di « Paradiso ».

(1) *Memorie istoriche della Città di Pisa, raccolte da Mons.* PAOLO TRONCI, etc. etc. Parte I^{a}, pag. 4 e 5, Livorno, MDCLXXXII, appresso Giovanni Bonfiglio.

Sontuosa in modo eccezionale, la festa ebbe come pezzo principale una commedia in versi (scritti dal Bellincioni, poeta di Corte) che fu recitata in un ambiente appositamente adattato allo scopo con ordigni teatrali assai complessi, dei quali fu architetto il meccanico di corte; che era nientemeno che Leonardo da Vinci. — Spiega Bellincioni il nome dato alla festa così: « però che v'era fabricato, con il grand'ingegno et arte di maestro Leonardo Vinci fiorentino, il paradiso con tutti li sette pianeti che giravano, e li pianeti erano rappresentati da homini, ecc. » (1).

La descrizione di questa celebre festa si ritrova ad es. nel volume su Lodovico il Moro di MALAGUZZI-VALERI (2); ma a noi piace di ricordare che a riguardo di essa il compianto prof. EDMONDO SOLMI ebbe a pubblicare un documento che si conserva nella nostra Biblioteca Estense (3); col quale la data della Festa, prima assai discussa, restò fissata al 13 gennaio 1490; e meglio vennero precisate le singole particolarità dell'evento.

In quel documento è scritto: « El Paradiso era facto a la similitudine de uno mezo ovo, el quale dal lato dentro era tutto messo a horo, con grandissimo numero de lume ricontro de stelle, con certi fessi dove steva tutti li sette pianiti, segondo el grado alti e bassi. A torno l'orlo de sopra del detto mezo tondo era li XII signi, con certi lumi dentro dal vedro, che facevano un galante et bel vedere:... ».

A questo punto una nota del SOLMI ricorda opportunamente come nel Codice Atlantico sia scritto « Questa palla essendo di vetro sottile e piena d'acqua renderà gran luce »: ed è anche utile consultare i relativi disegni.

Dopo ciò nessuno può disconoscere la concretazione allora avvenuta di un dispositivo analogo ad un « planetarium » inteso nel senso odierno della parola.

E si noti di più, che in quella architettura gli astri erano disposti, ad onore della festeggiata Isabella, in corrispondenza al mese di nascita della stessa: cioè Leonardo aveva voluto ricostruire un *determinato Cielo*; ciò che implica evidentemente la possibilità di combinare in modo analogo l'aspetto celeste della famiglia planetaria per qualsivoglia altro tempo passato o futuro.

4. – Ma se quel che abbiamo finora ricordato si vuole considerare soltanto come presagio, come espressione occasionale dell'idea di combinare un modello del Cielo in dimensioni eccezionalmente rilevanti per essere osservabile dal di dentro, ecco qua dell'altro ben più preciso e concreto.

Nel periodo successivo al 1542, quando coll'idea Copernicana si stabilì il rinascimento astronomico, venne come di riflesso a rinfrescarsi di nuova vita l'arte degli sfereografi. Mentre vediamo in questo tempo sorgere i nuovi apparecchi rappresentanti la struttura *eliocentrica* del mondo, vediamo altresì sbocciare i più grandiosi modelli del mondo delle apparenze, cioè dell'antico sistema *geocentrico* (1).

(1) B. BELLINCIONI – *Le Rime*. Bologna 1878, pag. 208.

(2) MALAGUZZI-VALERI – *La corte di Lodovico il Moro*. Milano, Hoepli, 1913-15. T. I, pag. 526; T. II, pag. 469.

(3) EDMONDO SOLMI – *Scritti Vinciani* (raccolti a cura di A. Solmi). Firenze 1924.

Il documento pubblicato « *Relazione della Festa del Paradiso* » è nella raccolta: *Cod. Ital.* n. 521, a. J. 4, 21 della Biblioteca Estense.

E si arriva in questo tempo non solo al *record* delle dimensioni nei modelli del Cielo (2), ma ad introdurre note nuove e originali nella costruzione di essi. In particolare preme a noi di rilevare quanto si è tentato per togliere nei globi celesti la lamentata inversione degli asterismi, su cui tanto si era discusso fra gli sfereografi (fino a pensare se si dovesse nei globi segnare gli asterismi diretti o inversi).

Globo di Gottorp. – Va famoso il cosidetto Globo di Gottorp, ideato da ADAM OELSCHLAEGER (Olearius), dotto bibliotecario del Duca Federico di Holstein-Gottorp, e costruito da ANDREA BUSCH di Lindburg, nel periodo 1654-1664.

Consultando le varie fonti che ci parlano di questo celebre pezzo (3), si rileva che il globo, costruito in foglia di rame, e avente un diametro di più che tre metri, si offriva esternamente come un globo terrestre, disposto per la latitudine di Gottorp (54° 30'), ma nella parte *interna, concava*, era rappresentata la faccia del Cielo con le stelle luccicanti. L'osservazione si faceva naturalmente *dall'interno* del globo: ove era possibile disporre una tavola pendente dall'asse, in forma di sedia, capace di 10 persone, e dove ardevano due lumi.

Il globo poi era mosso da un roteggio, con gioco idraulico, sì che il modello si prestava anche a mostrare i moti del cielo. L'osservazione dall'interno era aiutata dalla presenza di un orizzonte e di un meridiano d'ottone.

Di questo apparecchio il Duca Cristiano Augusto, figlio minore del Duca Federico, fece presente nel 1713, a Pietro I di Russia, e l'anno dopo il « curioso pezzo » fu trasportato a Mosca, dove (si dice) sia tuttora.

Pancosmo di Weigel. – Ispirato alla stessa idea, invero discutibile, del Cielo raffigurato *entro* alla terra, è pure il cosidetto Pancosmo o Mondo Universale di WEIGEL, costruito attorno al 1671, e descritto dall'A. in una pubblicazione del 1688 (4).

Si tratta ancora di un globo gigante, costruito in lamina metallica, di quasi quattro metri di diametro; sulla parte convessa del quale erano rappresentati i continenti, i mari, ecc., e la parte concava invece offriva agli spettatori lo spettacolo del Cielo stellato, in quanto le singole stelle vi erano rappresentate da fori da diversa grandezza, attraverso cui filtrava la luce esterna. Gli spetta-

(1) A noi piace di ricordare, ad es., la celebre sfera armillare di ANTONIO SANTUCCI da lui chiamata *Macchina universale del mondo* (1588-92) che si conserva nel Museo degli Strumenti Antichi a Firenze: essa riassume in forma inusatamente grandiosa il sistema Tolemaico, e può considerarsi come l'esemplare più vistoso del genere, se si eccettua forse la grande sfera armillare cinese del 1279.

(2) Il celebre globo celeste, inciso in rame, di TICONE DI BRAHE ha già quasi due metri di diametro.

(3) WEIDLER – *Hist. Astron.* — LALANDE – *Bibliographie astron.* — CORONELLI – *Epitome cosmografica*, 1693. — G. MOLLER – *Cimbria litterata*, Hanniae 1744. — *Nouvelle Biographie Générale*, XXXVIII. — HOUZEAU – *Vademecum de l'Astron.*

(4) E. WEIGELII – *Sphærica, Euclideo methodo conscripta; ipsiusque pancosmi descriptio et usus.* Jena 1688. — Vedi anche: WEIDLER – *Hist. astron.*

tori potevano situarsi entro il globo, in quanto era asportabile un segmento inferiore di questo.

Il globo era mobile attorno al suo asse, sì da dare idea del moto apparente diurno delle stelle.

CORONELLI ci dice che questo globo si conservava in Norimberga (1).

Dei due globi di Oleario e di Weigel, su cui sono alquanto contradditorie le notizie date nei particolari dagli scrittori, non si ha più notizia da tempo: probabilmente essi sono scomparsi.

5. – Esiste invece ancora (se pure in cattivo stato) il globo celeste dell'italiano CORONELLI, che può considerarsi come il più grandioso campione del genere, costruito in quel tempo.

Ne è autore il notissimo Padre VINCENZO CORONELLI Ravennate (1650-1718), Minorita Conventuale, che visse prevalentemente a Venezia, che fu cosmografo della Serenissima Repubblica Veneta, e che diffuse per l'Italia e fuori, in edizioni varie e accuratissime, globi celesti e terrestri che vanno fra i più famosi.

I più celebri dei globi coronelliani sono quelli che egli ebbe a costruire nel 1683 per ordine del Cardinale d'Estrées, e da questo donati al Re Luigi XIV.

Il Cardinale venuto in Italia nel 1680, ed avendo ammirato presso il Duca di Parma due globi del CORONELLI, uno terrestre e uno celeste, richiese a questo due globi simili da offrire al Re Cristianissimo: e saputo che era possibile farli anche di dimensioni assai maggiori, salvo però ad incontrare allora gravi difficoltà nel trasporto, invitò il giovane cosmografo a Parigi per farne la costruzione colà. E allora il Minorita decise di costruire due globi che superassero tutti quelli fino allora composti (in particolare i due che abbiamo sopra ricordati): e li costrusse infatti di 15 piedi di diametro (cioè circa di m. 4,70); solidi e pur leggieri, e approfittando di artisti di prim'ordine.

Il CORONELLI descrive minutamente questa costruzione nel suo volume, *Epitome cosmografica*, in cui dà pure notizie di tutti i precedenti costruiti da altri. A pag. 334 parlando dei suoi globi di Parigi ci dice: « la materia di cui sono fabbricati è così solida, e bene concatenata, che ognun di essi ha potuto sostenere nel di dentro il peso di 30 huomini, senza che siasi risentito il Globo, capace di un maggior numero di persone: entrandovisi per una porta, la quale poi si chiude, senza che vi apparisca fissura alcuna ». A pag. 335 parlando particolarmente del globo celeste ci dice: « Le stelle di ottone dorato a fuoco splendono lucentissime ». Inoltre: « Le stelle ed i pianeti vi furono segnati nelle posizioni corrispondenti alla nascita di Luigi XIV ».

Questi due globi destarono larghissima ammirazione a Parigi e fuori: furono posti nel 1704 nei due ultimi padiglioni del giardino di Marly. Alla descrizione di essi il DE LA HIRE ha dedicato un volumetto apposito (2).

Nel 1722 i globi stessi vennero trasportati nella Biblioteca Reale (ora Nazionale) e nel 1899 esistevano ancora, se pur non conservati colla cura che meriterebbero (1). — Oggi i due globi sono a Versailles, entro due enormi casse, in una serra del giardino. Di essi ebbe recentemente a scrivere E. BIGOURDAN in un suo studio su « *l' Histoire des globes terrestres* », dal quale riportiamo volentieri questo brano: « *Espérons qu' un jour prochain on pourra remettre sous les yeux du public ces globes qui, par leurs dimensions, sont les plus grands, qui existent; quant à leur valeur artistique, elle doit être sans pareille....* » (2).

La fama dei globi fabbricati a Parigi per Luigi XIV fu così larga che altri Principi furono invogliati a possederne di uguali.

Particolarmente interessante può essere un documento che riguarda le trattative fatte da un Principe di Casa d'Este (Francesco II) per ornare il suo palazzo di due grandi sfere. Nella raccolta dei Codici Estensi della nostra Biblioteca si trova una scrittura (in data 1685) che dice:

« Rispondendo il Padre Cosmografo Coronelli alli di lei quesiti per la fabbrica delli Globi, gli dice, che li farà tanto grandi quanto sarà la capacità della stanza, e bisognando fabbricare anco una stanza dentro del Globo, resta solo che il Principe che la desidera habbia curiosità e volontà di spendere.... ».

Poichè però di questi globi non si è mai più parlato, bisogna credere che la costruzione non abbia avuto luogo.

Ma ci preme ancora più di ricordare che negli ultimi anni di sua vita, e precisamente nel 1708, il CORONELLI aveva progettato di costruire due sfere, l'una terrestre, l'altra celeste, di 60 piedi di circonferenza, tali cioè da superare in grandezza tutti i globi fin allora fabbricati. Lo annunziava un avviso a stampa col titolo: « Due smisurati Globi, celeste e terracqueo, i maggiori e più eruditi che mai siansi fabbricati nel Mondo, proposti dal P. Coronelli » (3).

Il MORERI afferma che la costruzione dei globi avrebbe dovuta essere tale da lasciare facile lo smontamento in più pezzi e il trasporto da un luogo ad un altro. Il progetto però non ebbe seguito.

Da quanto abbiamo ora ricordato sembra dunque risultare palesemente che il CORONELLI, sia pure preceduto da OLEARIUS e da WEIGEL, nella costruzione di globi celesti capaci di osservazione dall'interno, supera i suoi predecessori, sia nella grandiosità della costruzione, sia nel separare logicamente la rappresentazione del Cielo da quella della Terra; ma sopratutto si distingue da essi per avere formulato in modo indubbio l'idea di un « teatro del cielo ».

Con lui resta dunque delineata una situazione precorritrice dell'attuale « Planetarium » Zeiss: perchè invece di creare un mostro, da ammirarsi in un museo, egli progetta nettamente un organo grandioso e trasportabile che permetta di diffondere la cultura geo-astronomica fra le genti.

6. – Dopo i grandissimi globi coronelliani, realizzati e progettati, che segnano una nota così caratteristica nella storia della sfereografia, se ricordiamo qualche

(1) CORONELLI – Op. cit.

(2) DE LA HIRE – *Déscription et explication des globes qui sont placés dans les pavillons du château de Marly par ordre de S. M.* Imprim. Thiboust, Paris 1704.

(1) M. FIORINI – *Sfere terrestri e celesti di autore italiano.* Roma 1899, pag. 337.

(2) *La Science Moderne*, Août 1927, pag. 347.

(3) MORERI – *Le Grand Dictionnaire historique.* 2ª éd. Basilea 1733.

altro colosso del genere (ad es. quello di LONG di Cambridge) (1765) (1), è solo per stabilire che l'idea della grandiosità, come elemento necessario, desiderabile, nella rappresentazione del Cielo, persiste e si trasporta nel tempo; sì che par quasi attendere un elemento nuovo per vivificarsi, e prendere forma definitiva.

Questo elemento è sôrto precisamente colla realizzazione della *carta fotografica celeste.*

Se ben si pensa infatti, il « Planetarium » si stabilisce sopra una situazione reciproca di quella con cui si realizza la copia fotografica del Cielo. L'artificiale cielo stellato che va a disegnarsi sulla volta emisferica del « Planetarium » Zeiss non è che la proiezione, a mosaico, delle fotografie rilevate coll'equatoriale nelle corrispondenti plaghe celesti. Al dott. BAUERSFELD, ideatore del « Planetarium », spetta il grandissimo merito di aver saputo sfruttare, come meglio non si potrebbe, la proiezione, per ottenere il moto degli astri nel modo più semplice; cioè tenendo ferma la volta e facendo girare invece l'apparecchio proiettante: sì che le immagini luminose degli astri scorrano sullo sfondo buio della cupola, proprio come gli astri veri si suol dire che peregrinano *sul cielo.*

Ed anche il dispositivo che anima di moto la proiezione, appare l'inverso del congegno di orologeria che muove l'equatoriale fotografico durante la posa.

Cosicchè nel grande lavoro internazionale che ha portato alla *carta del cielo,* noi vediamo un altro chiaro e grande precedente del « Planetarium ».

Il quale è dunque nato soltanto *quando* poteva e doveva nascere. Ma, (aggiungiamolo pure) è nato *dove* forse *soltanto* poteva nascere: cioè in quella Germania, che ha a Monaco il Museo delle Meraviglie operanti, che ha a Berlino, il Teatro « Urania », come scuola sperimentale di astronomia, che ha precorse tutte le nazioni nella organizzazione tecnico-scientifica, dove infine la *meccanòttica* era salita, già prima della guerra, al fastigio di una vera specialità nazionale.

7. – Un'altra delle doti per cui il « Planetarium » viene, e giustamente, magnificato, è quella per cui esso consente la ricostruzione dell'aspetto del cielo in una qualunque epoca passata o futura. E nel dir ciò, ci si riferisce alla variazione di aspetto generale che il cielo viene a subire nel *grande anno* pel moto conico dell'asse terrestre (2). Tale variazione sarà riprodotta se, come ha fatto il BAUERSFELD, si fa sì che l'asse principale di rotazione del pezzo centrale proiettante possa assumere un moto conico di conveniente apertura attorno al centro del pezzo stesso.

Orbene, il primo che ha pensato a riprodurre il moto conico di Ipparco in un globo celeste, allo scopo di rendere perpetuo l'uso di questo, è stato un italiano, cioè G. D. CASSINI, nel 1708.

In quell'anno infatti, egli fece vedere alla Accademia di Francia un globo celeste ideato in guisa da poter girare non solo attorno all'asse dell'Equatore

(1) R. LONG – *Celestial globe,* 1765. (Esemplare unico. Università di Cambridge; diametro m. 5,48).

(2) Attorno a questa proprietà del « Planetarium » si è parlato tanto, e forse troppo superficialmente, non avvistandosi sempre il suo significato. Molto interessante invece è la utilizzazione che ha pensato di farne il nostro astronomo EMANUELLI (e che era sfuggita alla stessa Casa costruttrice) per la determinazione immediata delle particolarità del cielo in una determinata epoca assai remota, a scopo non solo di curiosità, ma di vera e propria indagine storica.

(come avviene in tutti i globi analoghi) ma anche attorno all'asse dell'eclittica: e in modo indipendente (1). Il BION, costruttore del nuovo apparecchio commessogli dal CASSINI, ne riferisce poi in un suo volume (2).

Ora poichè, in fondo, ciò che ci offre il « Planetarium « Zeiss, non è che la proiezione sopra una cupola emisferica di un globo celeste posto al centro di essa, e dotato dei moti di cui appare provvista la volta celeste, così oggi il ricordo del globo di Cassini, non può non affiorare: perchè in esso è compreso appunto il principio di dotare un *Siderarium* (diciamo così) di quel secondo moto che dà il carattere di perpetuità alla rappresentazione, estendendo la portata di questa nel tempo.

E del resto è ben significativa, in proposito, la frase con cui si conclude la relazione all'Accademia sul globo costruito dal BION: « *Il est assez agréable de voir d'un seul coup d'œil quel étoit le ciel de nos Ayeux, ou quel sera celui de notre posterité* » (3).

È proprio questo lo stesso giudizio che abbiamo sentito ripetere in tante forme, in questi ultimi tempi, a proposito del « Planetarium » Zeiss.

Anche il dispositivo cassiniano è stato poi ridiscoperto più volte da altri; ad es. da OUTHIER (1727); da SENEX (1738); da BIOT (1847) (4), ecc., i quali ignoravano certamente il Cassini, a giudicare dal fatto che non lo citano.

Ciò che sta ancora a provare il lungo travaglio e la lenta elaborazione avvenuti in passato per raggiungere il completamento nella rappresentazione meccanica delle apparenze celesti.

Ma anche questa elaborazione deve logicamente considerarsi come preparatrice del dispositivo oggi trionfante in modo conclamato nel « Planetarium ».

8. – A parte dunque gli altri precedenti sopra citati, sta di fatto che con Oleario, Weigel, Coronelli e Cassini, restano già fissati i caratteri ideali per una rappresentazione completa del Cielo: vastità, visione dall'interno, facile mobilità, completezza di moti.

Le ruminazioni consecutive hanno condotto finalmente al successo, quando la fotografia del Cielo ha deciso del più rapido e preciso rilievo del soggetto da riprodurre.

Pertanto, pur riconoscendo pienamente al BAUERSFELD ed ai suoi Collaboratori, altissimi meriti per la sapientissima coordinazione di tutti i mezzi portati in giuoco per la riuscita del nuovo apparecchio, e per il potenziamento così integrale della idea informatrice, da far apparire il « Planetarium » come cosa del tutto nuova, bisogna riconoscere che non sarebbe giusto lasciare nell'ombra i precedenti da noi ricordati, e trascurarne il significato.

Nè del resto con questi ricordi si diminuisce menomamente il pregio del nuovo congegno. Che anzi, valorizzando i precedenti di esso, si fa meglio

(1) Cfr. *Hist. de l'Acad. Royale des Sciences.* Année MDCCVIII, pag. 93.

(2) N. BION – *L'usage des globes céleste et terrestre, etc.* Paris 1751, pag. 349.

(3) *Loc. cit.* in nota (1).

(4) OUTHIER – *Histoire de l'Acad. Royal des Sciences.* Année MDCCXXVII. — SENEX – *Philosophical Transactions.* T. VIII, pag. 217. — BIOT – *Traité d'astronomie physique.* T. IV, pag. 641. Atlas, Pl. XVI.

risaltare la magnifica vittoria odierna nel raggiungere finalmente un antico *desideratum*: e quello ci appare come forma definitiva, avente già carattere di completezza, per la realizzazione di un modello rappresentativo, non più tanto impari allo scopo, del più grande degli spettacoli che la natura ci presenta.

9. – D'altra parte i precedenti sopra ricordati si riferiscono soltanto a ciò che nel « Planetarium » riguarda il cielo stellato, il mondo siderale. — Ma in esso sono rappresentati anche i pianeti: e in modo veramente originale, rispetto a tutti gli apparecchi preesistenti.

Ricordiamo infatti che, di fianco alle costruzioni classiche degli sfereografi, riproducenti il sistema geocentrico (o delle *apparenze*), si determinò, dopo Copernico, lo sviluppo di modelli meccanici del *vero* astronomico; cioè dei *planetari* propriamente detti, dei *celo-tellurî*, dei *tellurî*, dei *lunarî*, dei *geodromi* etc. nelle più svariate forme e dimensioni, e che la serie dei modelli di tal genere andò sempre più aumentando: — mantenendosi vivo in varie guise, più o meno perfette quanto HUYGHENS aveva già chiaramente e precisamente segnato col suo « *Automato-Planetario* », (1703), e cioè il modello meccanico della famiglia del Sole, o di qualche sua parte, che spiegava le complesse modalità dei moti dei pianeti, le fasi eventuali, le occultazioni, etc.

Tutto questo segnava evidentemente un ben diverso indirizzo rispetto a quello seguito dagli antichi sfereografi; perchè si cercava la rappresentazione della *realtà* astronomica e non delle *apparenze*: — ma d'altra parte una realtà limitata al sistema solare, con esclusione cioè del mondo siderale, cioè della sfera celeste.

Qualche tentativo di accoppiamento dell'una cosa all'altra si è avuto; p. es. il modello di GARTNER (1837); ed anche a Monaco si è tentato in più maniere: ma senza soddisfazione, a giudicare dal fatto che non hanno avuto seguito. E si capisce: dappoichè la sfera celeste (*apparenza*) non può fondersi razionalmente con un modello del sistema solare (*reale*): si cade in una confusione.

Ebbene, nella rappresentazione dátaci dal « Planetarium » Zeiss appare invece il cielo in tutta la sua integrità; ma con impianto razionale: chè sullo sfondo siderale *apparente* figurano, coi loro moti proprî *apparenti*, anche i *pianeti* (nel senso antico della parola).

La via seguìta dal BAUERSFELD per giungere a ciò, com'è noto, è la seguente: Il pezzo proiettante centrale assume i moti della terra, per rifletterli prospetticamente sul cielo in generale; ma in esso sono pure alloggiate (in appositi scomparti) le singole unità planetarie (le principali soltanto, a scanso di complicazioni), con dispositivi che imprimono a ciascuna il moto proprio corrispondente *rispetto alla terra*. Così nasce quel mostro bicipite, centrato nella cupola, da cui sprizza il miracolo, cioè la *completa* riproduzione del cielo *apparente*.

È questo per noi il lato più originale dell'apparecchio: lato che non ha precedenti, e che impronta di novità l'insieme. In esso si può trovar meglio la giustificazione del nome di *Planetarium* dato ad un organismo, che a prima vista appare piuttosto un teatro *delle stelle* (cioè, si direbbe, un *Siderarium*): più che nell'episodio costruttivo dell'essere il pezzo centrale la parte più studiata e rifinita, un vero portento di ingegnosità ottico-meccanica.

Questa situazione valeva ben la pena, mi pare, di rilevare esplicitamente; perchè così si completa l'inquadramento, o se si vuole, il raccordo del « Planetarium » nel complesso e svariato strumentario precedentemente composto per lo studio della cosmografia.

Cosa, questa, che costituiva lo scopo principale delle considerazioni qui presentate.

* * *

Ma anche da altro punto di vista potrebbero forse riuscire utili commenti e considerazioni sul « Planetarium » Zeiss.

Colla comparsa di questo nuovo apparecchio noi vediamo stabilirsi una situazione di cose, che corrisponde ad una netta e precisa indicazione circa l'indirizzo a cui conviene attenersi per iniziare la volgarizzazione dei veri astronomici.

Nessuno può disconoscere quanto sia sintomatico il fatto che, a differenza di tutti i precedenti antichi e moderni, e in un momento in cui l'astronomia, fatta forte di mezzi e di scoperte che parevano sogni, sta abbordando non più con voli di fantasia ma con sicuro metodo scientifico i più vasti problemi dell'universo *reale*, proprio in questo momento il « Planetarium » Zeiss, apparecchio ultra-moderno, e che riesce graditissimo ai pubblici dell'oggi, ci venga a concretare, nel modo il più completo, il mondo *delle apparenze*; cioè quel vecchio sistema geocentrico, che... sembrava passato definitivamente alla storia!

Che significato ha questa specie di *ritorno all'antico*? Qual movente è intervenuto a determinare il cambiamento di rotta nella rappresentazione del cielo? E questo carattere della rappresentazione è stato *voluto*, o si è imposto ineluttabilmente, come cosa inevitabile?

Metterebbe conto certamente di trattenersi in commenti su questi temi, che coinvolgono, fra l'altro una questione didattica di primissimo ordine. E non è escluso che un contributo in proposito noi stessi portiamo in altra occasione.

Modena, febbraio del 1931.

LUIGI JACCHIA

LE STELLE VARIABILI

Grande dovette essere la meraviglia del pastore DAVIDE FABRICIUS allorchè, osservando come d'abitudine la volta stellata dalle nebbiose pianure della Frisia, si accorse di una stella *nuova* nella costellazione della Balena. La stella non era segnata in alcuno degli atlanti da lui posseduti e pure brillava in cielo come una stella di terza grandezza. Una stella temporaria? Era logico supporlo e tale dovette essere certamente l'idea di FABRICIUS. La nuova stella diminuì rapidamente di splendore e in capo a due mesi disparve alla visione naturale. Si era allora nell'autunno del 1596 e il cannocchiale non era stato ancora inventato.

Sette anni più tardi BAYER compilava il suo famoso atlante stellare. La stella misteriosa era di nuovo visibile ed eguagliava in splendore le stelle di quarta grandezza. Quasi certamente BAYER nulla seppe delle fluttuazioni luminose osservate da FABRICIUS ed inscrisse la stella nel suo atlante con la lettera *omicron*, senz'altra indicazione.

Fu solamente nel 1638 che l'astronomo HOLWARDA, colpito dallo splendore della stella che allora superava la terza grandezza, intraprese di essa una serie di osservazioni sistematiche e riuscì a stabilire che le fluttuazioni di luce erano periodiche. HEVELIUS, che la osservò per quindici anni consecutivi, determinò il suo periodo trovando per esso il valore di 331 giorni. Il fatto di una stella soggetta a oscillazioni periodiche dell'intensità luminosa era allora unico in tutto il cielo; fu perciò che HEVELIUS non esitò a denominarla con l'appellativo « Mira Ceti », ossia « la (stella) meravigliosa della Balena ».

Questa è in breve la storia della scoperta della prima stella variabile. Sessanta secoli di osservazioni astronomiche erano trascorsi prima di questa scoperta, senza che essere umano avesse emesso dei dubbî sul preteso dogma dell'invariabilità delle stelle. Altri 75 anni dovettero passare prima che fosse scoperta una seconda stella variabile: fu questa Algol e la scoperta avvenne a Bologna per opera di GEMINIANO MONTANARI. La lentezza con cui tali scoperte si susseguivano non lasciava certo allora sospettare quale immensa estensione avrebbe

preso in seguito lo studio delle stelle variabili: nessuno avrebbe allora immaginato che di lì a breve tempo il numero di tali astri avrebbe superato quello delle stelle visibili ad occhio nudo in una notte limpida e senza luna.

Le stelle sicuramente riconosciute come variabili erano:

3	nel 1700	181	nel 1880
11	» 1800	587	» 1900
17	» 1830	1806	» 1920
56	» 1860	4581	» 1931

Attualmente ne se scoprono da 400 a 500 ogni anno, quasi tutte con l'aiuto della fotografia.

Già nel 1669, allorquando fu scoperta Algol, si potè constatare che il modo di variare delle singole stelle variabili è estremamente diverso dall'una all'altra. Nel 1860 ARGELANDER distingueva cinque tipi di variabili:

1°) stelle temporarie;
2°) variabili a lungo periodo, tipo Mira Ceti;
3°) variabili a corto periodo, tipo δ Cephei;
4°) variabili a corto periodo, tipo Algol;
5°) variabili irregolari.

Tale schema di classificazione si conservò molto a lungo e — nelle sue grandi linee — lo possiamo ritrovare ancora oggi nei libri di Astronomia popolare non molto particolareggiati. Però chiunque si interessi un po' del problema, riconoscerà che tale sistema di classificazione è assolutamente insufficiente. Vada pure per le quattro prime classi: ma l'ultima, quella delle variabili irregolari, era costituita da una tale accozzaglia di tipi eterogenei da far rizzare i capelli in testa a ogni persona un po' amante dell'ordine. Ogni variabile a carattere poco definito veniva relegata nella classe delle irregolari, sicchè in capo a qualche tempo vi si potevano annoverare delle stelle dai più svariati comportamenti: da quelle a variazione rapidissima e gigantesca a quelle quasi invariabili o a fluttuazioni lentissime; da quelle che — pur non essendo soggette a un periodo assolutamente costante — tuttavia presentavano una certa periodicità, a quelle assolutamente ribelli a ogni legge. Si tentarono allora altre classificazioni sempre più complicate ma non per questo sempre più soddisfacenti. L'ultimo schema, presentato da LUDENDORFF nel 1928, comprende dieci tipi ed è forse quello che meglio si avvicina ad una classificazione razionale.

Nelle pagine seguenti cercheremo di passare in rivista tutti i tipi di variazione stellare e tenteremo contemporaneamente di stabilire quale è il miglior criterio per una suddivisione delle variabili in categorie.

I. – LE STELLE TEMPORARIE

« *... et primum apparuit parva & postea de die in diem crescendo apparuit magnitudine & lumine non multo inferior Venere, superior Jove. ..... Mense vero Martio, postquam locus tantum a Sole nudatus esset, ut nondum orto crepusculo,*

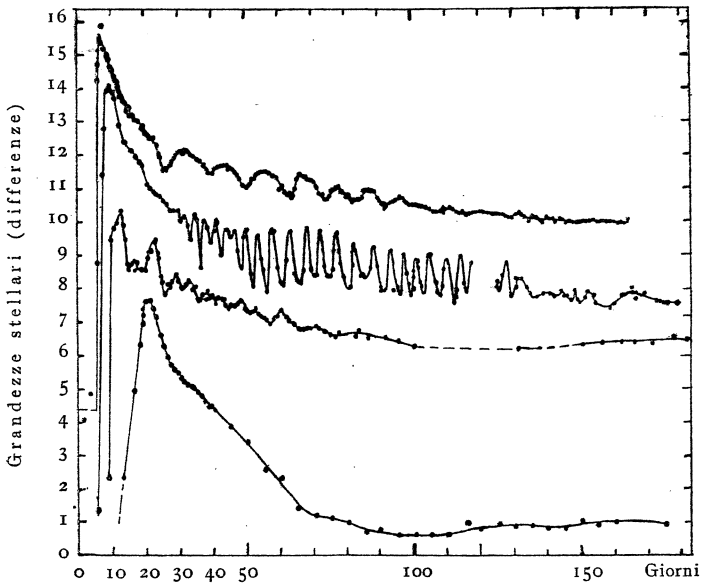
satis alte supra horizontem attolleretur, nullum amplius vestigium de stella, quod in oculos incurreret, superfuit».

Così ci racconta KEPLERO della stella accesasi improvvisamente nel 1604 nella parte meridionale di Ofiuco. Dalla descrizione dobbiamo credere che lo spettacolo offerto da questa «Nova» intorno al massimo di luce fosse veramente straordinario. Più meravigliosa ancora dovette essere la famosa temporaria del 1572 che superò in splendore perfino Venere e riuscì a scuotere perfino il volgo di solito tanto poco attento alle cose celesti. Ma andiamo ad esaminare in qual modo si svolge il fenomeno.

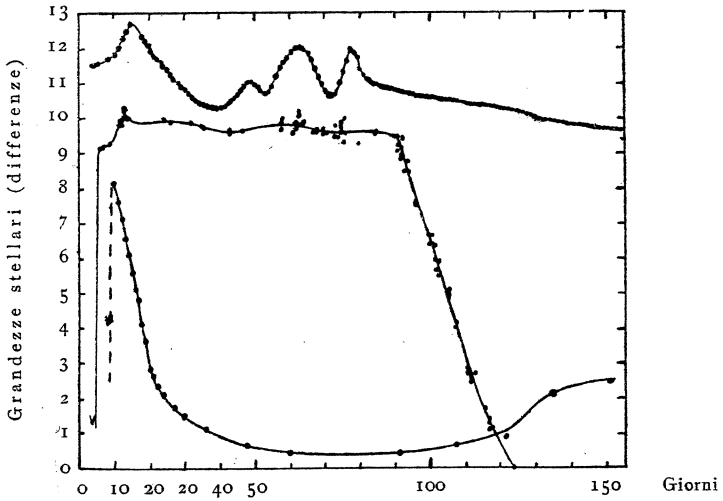
Quello che in genere maggiormente colpisce in una stella temporaria è la fantastica rapidità con cui la stella supera l'enorme differenza di splendore fra il minimo e il massimo. La Nova Aquilae N. 3 (1918) impiegò 48 ore per salire da 11^m8 a -0^m3 e la Nova Persei N. 2 (1901) non più di 24 ore per portarsi da 12^m8 a 2^m7. Prima dell'esplosione questa «Nova» brillava (se così si può dire di un astro tanto debole) in cielo come una stellina di 14^a grandezza; al massimo raggiunse la grandezza 0.0: l'ampiezza totale della variazione fu quindi di 14 grandezze. La «Nova Cassiopeiae» del 1572 fu ben più sbalorditiva, poichè la differenza fra il massimo e il minimo di luce raggiunse le 18 grandezze: ciò significa che al momento del massimo la stella emetteva 15 000 000 di volte più luce di quanta emette ora e di quanta emetteva prima della sua fugace apparizione.

Vien fatto di chiederci se le stelle temporarie seguano qualche regola nelle loro apparizioni, se cioè le fasi della variazione di una siano identiche o simili a quelle delle altre. Basta dare un'occhiata ai diagrammi delle 4 «Novae» rappresentate nella fig. 1 per vedere subito che analogie vi sono fra l'una e l'altra, e grandissime. Le due «Novae» rappresentate nella parte superiore della figura, cioè la N Aquilae N. 3 e la N. Persei N. 2, costituiscono il tipo più caratteristico, più *completo* delle stelle temporarie. È quello che chiameremo il tipo delle «Novae» *regolari*. Dopo un aumento sulla cui rapidità ci siamo già intrattenuti, la stella tocca un massimo in cui si mantiene per poche ore solamente. Tosto si inizia la diminuzione dello splendore, molto rapida dapprima, ma pur tuttavia sempre assai meno precipitosa dell'aumento. Generalmente nella prima settimana si ha diminuzione di due grandezze circa. Dopo dieci giorni la diminuzione si fa un po' meno rapida e circa 20 giorni dopo il massimo si inizia una serie di oscillazioni periodiche di ampiezza talvolta considerevole (oltre 1^m5 nella N. Persei) e del periodo di pochi giorni (4^d02 nella N. Persei, 12^d nella N. Aquilae). Queste variazioni sono molto simili per aspetto a quelle che si riscontrano nelle variabili del tipo δ Cephei. Queste oscillazioni permangono per circa 100 giorni, poi si affievoliscono e spariscono del tutto. La diminuzione continua regolare e progressivamente sempre più lenta, finchè in capo a 10 o 12 anni la stella riprende il suo splendore normale, quello cioè che aveva prima del massimo.

Questo che abbiamo descritto è il tipo più completo di «Nova»; non è detto con ciò che tutte le «Novae» debbano seguire il medesimo ritmo. Spesso l'una o l'altra «Nova» manca di uno degli stadî caratteristici della variazione. Così p. es. talune (N. Cygni N. 1, Nova XX Tauri, Nova T Coronae) mancarono dello stadio di oscillazioni rapide; in altre (N Geminorum N. 2, EL Aquilae)



Alcune " Novae „ regolari.
Dall'alto in basso: N. Aquilae N. 3 (1918), N. Persei N. 2 (1908), N. Geminorum N. 2 (1912), N. Cygni N. 1 (1920).



Alcune " Novae „ anomale.
Dall'alto in basso: Nova RR Pictoris (1925), Nova T Aurigae (1892), Nova T Coronae (1866).

queste oscillazioni si presentarono, ma non fu possibile riscontrarvi una periodicità ben definita. Altre ancora furono completamente anomale, come p. es. la Nova T Aurigae del 1892 che rimase quasi costante al massimo per circa tre mesi prima di iniziare la rapida diminuzione che le fece perdere 9 grandezze in poco più di un mese e come la Nova (T) Coronae del 1866 che dieci giorni dopo la sua apparizione era già diminuita di oltre 5 grandezze. Rare infine sono le temporarie che presentarono un aumento di splendore relativamente lento. Tale fu p. es. la Nova RR Pictoris del 1925 che all'epoca della scoperta appariva di 2^m5 e che appena 12 giorni dopo raggiunse il massimo splendore di 1^m3. Questa « Nova » si stacca alquanto dalle altre stelle della sua categoria per la lentezza con cui si svolse il fenomeno della sua variazione. Prima dell'aumento il suo splendore era di 12^m7; oggi, a 6 anni dal massimo, la stella appare ancora di 8^m5. Ci vorranno dunque ben più di 10 o 12 anni perchè la stella ritorni al suo stadio primitivo. La sua curva presentò inoltre sensibili anomalie che la ravvicinano in certo qual modo, come vedremo in seguito, ad una speciale categoria di stelle variabili che hanno una discreta affinità con le stelle temporarie.

Abbastanza frequente, specialmente nelle « Novae » che mancano dello stadio di oscillazioni rapide, è infine il verificarsi di un debole massimo secondario poco pronunciato, 200-400 giorni, dopo il principale (T Coronae, N. Cygni N. 1, T Aurigae, XX Tauri).

È di importanza capitale il fatto che prima dell'esplosione le « Novae » si presentano d'ordinario come stelle bianche che nello spettro presentano le caratteristiche delle giganti. Diciamo « d'ordinario », avvertendo però che ciò si riferisce solamente a quelle pochissime « Novae » per cui fu possibile rintracciare degli spettrogrammi registrati in epoche antecedenti all'esplosione. È interessante inoltre notare che in tutte le temporarie di cui si hanno fotografie del periodo precedente l'aumento, *lo splendore appare variabile irregolarmente per pochi decimi di grandezza*. La variazione della luce permane spesso anche dopo l'esplosione, quando la stella è già rientrata nel suo stadio normale. Si sa che per spiegare l'improvvisa conflagrazione delle « Novae » si è spesso ricorso all'ipotesi dello scontro fra due astri. Ora è precisamente questo fatto, cioè che anche prima del rapido aumento di splendore la « Nova » appare già variabile, che costituisce una delle più serie obbiezioni alla teoria dello scontro. Oltre a questa difficoltà ve ne sono ancora altre, di carattere meccanico, molto più serie ancora, che fanno ritenere improbabile la vecchia teoria, ma di questo verremo a parlare fra poco.

Interessante, forse più che per il rimanente delle variabili, è l'esame spettroscopico delle stelle temporarie. Intorno al massimo esse presentano in generale uno spettro di assorbimento in cui sono visibili le righe nere dei metalli leggeri e quelle dell'idrogeno. In capo a pochi giorni lo sfondo continuo dello spettro aumenta d'intensità ed incominciano ad apparire delle bande brillanti di emissione in corrispondenza ad alcune righe dell'idrogeno; specialmente intensa è quella che corrisponde alla riga H_β. Negli ultimi stadî la nova si trasforma in una stella del tipo « Wolf-Rayet » presentando uno spettro non dissimile da quello delle nebulose planetarie.

È molto significativa questa relazione spettrale fra le nebulose planetarie e le stelle temporarie. Tanto più importante ancora in quanto spesso si è osservato intorno alle « Novae » una corona nebulare che — apparsa pochi mesi dopo il massimo — andò poi estendendosi continuamente fino a prendere le dimensioni e la forma di una vera e propria nebulosa planetaria. Questo fatto si verificò per la N. Persei 1901, la N. Aquilae 1918, la N. Ophiuchi 1918, la N. Cygni 1920 e la N. Pictoris 1925. Se si considera la strana struttura delle nebulose planetarie così differenti in tutto dalle altre specie di nebulose e relativamente a queste così meschine nelle loro dimensioni, appare abbastanza probabile l'ipotesi che le nebulose planetarie non siano altro che il *residuo* delle stelle temporarie o almeno uno stadio di trasformazione di esse. Se ciò è vero e se le dimensioni apparenti di una nebulosa planetaria corrispondono allo splendore apparente raggiunto al massimo dalla « Nova », immaginiamoci quale spettacolo deve aver offerto alla Terra la « Nova » che in tempi remoti fiammeggiò al posto ove ora si trova p. es. la nebulosa anulare della Lira!

Ed ora un rapido cenno alle teorie emesse per spiegare l'apparire delle « Novae ». Le teorie antiche sono due: quella già citata dello scontro fra due astri (NEWTON) e quella dell'esplosione spontanea (LAPLACE). Nelle loro varietà infinite queste due teorie formano la base di molte vedute moderne. Secondo ARRHENIUS e BICKERTON i due astri cozzanti l'uno contro l'altro sarebbero due stelle; secondo W. H. PICKERING una stella e un corpo più piccolo (planetoide); secondo l'antica veduta di NEWTON e la più moderna di J. T. SEE, una stella e una cometa, ecc.

La teoria dell'esplosione è pure abbastanza polimorfa: c'è chi ammette che l'esplosione sia dovuta a forze radioattive (HARTMANN, KAYSER) e chi suggerisce che essa sia dovuta invece a combinazioni chimiche fra elementi a bassa temperatura (HUGGINS, LOHSE, VOGEL). Secondo KLINKERFUES l'esplosione sarebbe dovuta alla rottura dell'equilibrio nell'azione attrattiva tra due stelle vicine. Si produrrebbero delle maree man mano più intense, finchè si formerebbero delle eruzioni da parte di una delle due stelle. Secondo una modernissima e molto discussa teoria di MILNE, la rottura dell'equilibrio statico sarebbe da ricercarsi nell'annihilimento della materia al centro della stella in causa dell'elevatissima temperatura che colà regna.

Tanto in un caso quanto nell'altro riesce sempre inspiegabile la rapidità con cui la luminosità della « Nova » diminuisce dopo aver toccato il massimo. Se il fenomeno ha una vera consistenza fisica, se cioè in seguito all'urto o all'esplosione si hanno un'espansione della materia costituente la stella ed un aumento di temperatura, è impossibile immaginare come — stabilito che si sia l'equilibrio termico — l'energia raggiante della stella possa diminuire in modo così vertiginoso da ridursi alla metà in due o tre giorni. Nessuna legge fisica è capace di spiegare una tale perdita di energia. Nell'Universo assistiamo a evoluzioni che per compiere il loro ciclo impiegano milioni di secoli: qui un'evoluzione comparabile si effettuerebbe in pochi giorni soltanto.

Per ovviare a questo inconveniente vi fu chi cercò di spiegare il fenomeno senza ricorrere a un'intima trasformazione della stella. Secondo BROWN l'au-

mento di splendore sarebbe dovuto all'illuminazione, da parte di una stella, di gas costituenti una nebulosa entro cui la stella stessa passerebbe nel breve periodo della sua apparizione. Secondo SEELIGER invece il passaggio della stella attraverso una nebulosa oltre che produrre semplici effetti di illuminazione, produrrebbe anche effetti termici e meccanici. Nessuna di queste due teorie sembra tener conto del rapidissimo aumento di splendore delle « Novae » che da esse non è giustificato in alcun modo.

Il più giudizioso è forse stato SHAPLEY. « Perchè — egli dice — ci si deve scervellare intorno al problema delle « Novae » scovando teorie che sono l'una più astrusa dell'altra, senza preoccuparsi del problema delle altre stelle variabili che pure presentano spesso grandi parentele con le « Novae »? A tutti sembra un problema secondario lo spiegare le fluttuazioni delle variabili a lungo periodo che pure sono soggette a variazioni di 8, 9 e anche 10 grandezze in uno spazio di tempo che non supera i 600 giorni; eppure nessuno considera il problema paragonabile a quello delle stelle temporarie. Si ricorre a scontri, a esplosioni, a combinazioni chimiche, per spiegare la variazione di Mira Ceti? No certamente. Ebbene, se troviamo che p. es. fra Mira Ceti e una « Nova » c'è tutta una scala di variabili che formano fra esse un legame continuo, non ci sarà bisogno, per spiegare la variazione, di ricorrere a teorie che richiedono dispendî colossali di energia senza considerare come questa energia possa venire acquistata e — peggio — perduta. Non sarà con questo spiegato il modo di formarsi della « Nova »; saranno tutt'al più eliminate alcune considerazioni errate, il che è già un'ottima cosa dal punto di vista della verità. Quando poi si venisse a sapere quale è la causa che fa variare Mira Ceti, δ Cephei e... l'altre stelle, allora si avrà in mano un buon indizio per la spiegazione delle « Novae ».

Passeremo ora subito allo studio delle stelle che formano il primo gradino della scala che unisce le stelle temporarie alle comuni variabili; alle variabili che conservano ancora varie caratteristiche delle « Novae », eppure hanno offerto durante il periodo di tempo coperto dalle osservazioni parecchi massimi di luce distanziati fra loro e paragonabili in intensità; alle variabili che — oltre alle loro fluttuazioni solite — hanno offerto fenomeni che ricordano quelli delle stelle temporarie. Sono queste le stelle che i Tedeschi hanno battezzato « Nova-ähnliche », ossia « simili alle Novae ».

(continua)

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

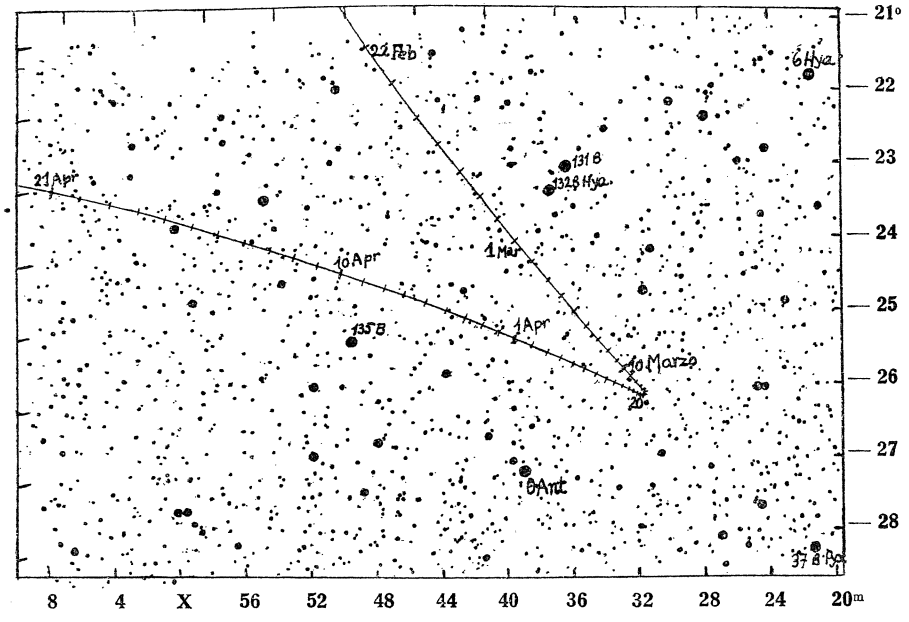
EROS

Per comodità degli osservatori riproduciamo qui la figura apparsa nel fascicolo del mese scorso, figura che dà la traiettoria di Eros fra le stelle fino alla metà di aprile. Mentre fervono le osservazioni di posizione del pianetino, specialmente negli Osservatori dell'emisfero australe a cagione della forte declinazione Sud del pianeta, diamo un rapido sguardo alle particolarità fisiche presentate da esso nel mese testè decorso.

Avevamo già fatto notare il mese scorso che durante il gennaio l'ampiezza delle fluttuazioni luminose periodiche era diminuita enormemente fino a ridursi a soli $0^m,3$ verso la fine del mese. Durante il febbraio si hanno poche serie di osservazioni a causa della posizione sfavorevole del pianeta per gli osservatori europei e nord-americani; finora non si trova a nostra conoscenza nessuna serie di osservazioni continuate all'infuori di quella, veramente ottima, dei fratelli A. e G. Bernasconi di Cagno (Como). Queste osservazioni si estendono dal 7 al 24 febbraio e furono compiute con un cannocchialetto di 75 mm.: ciò sta a dimostrare come talvolta con modesti mezzi ma con buona volontà si riescano ad ottenere ottimi risultati. Da queste osservazioni si ricava che durante il mese l'ampiezza della variazione rimase pressochè costante di $0^m.3$-$0^m.4$; i massimi e minimi osservati concordano molto bene con i nostri elementi pubblicati a pag. 37 del fascicolo di febbraio.

Un sibillino telegramma inviato il 6 febbraio dall'Osservatorio di Johannesburg alla Centrale astronomica di Copenaghen annunciava che il periodo di Eros era raddoppiato (se così si può interpretare il telegramma alquanto enigmatico così concepito: « Eros elongation now observed, angle changing in photometric period five and a quarter hours », ossia « Elongazione di Eros ora osservata, l'angolo cambiante nel periodo fotometrico cinque ore ed un quarto »). Le osservazioni dei fratelli Bernasconi non confermano affatto questo cambiamento; sono anzi abbastanza numerose per escluderlo del tutto. Il periodo è bensì di $5^h\,1/4$, ma durante questo intervallo si verificano ancora sempre, come prima, due massimi e due minimi.

l. j.



Traiettoria di Eros dal 22 Febbraio al 21 Aprile 1931

Le posizioni segnate sono quelle che il pianeta occupa a 0^h T.U. Le stelle più deboli segnate sulla carta sono di 11^a grandezza.

UNA VARIABILE STRAORDINARIAMENTE RAPIDA

Sopra alcune lastre dell' Osservatorio di Johannesburg H. VAN GENT ha trovato recentemente una nuova variabile il cui periodo è estremamente breve: $0^d.069746$, ossia $1^h\ 40^m\ 26^s$. Il più breve periodo finora conosciuto era quello della cefeide XX Cygni: $0^d.13486527$. Dalla forma della curva di luce della nuova variabile si potrebbe dedurre però che essa appartenga alle variabili a eclisse del tipo W Ursae majoris: in questo caso il periodo andrebbe raddoppiato e diverrebbe quindi di $0^d.139492$. Questo periodo è appena maggiore di quello di XX Cygni, ma di gran lunga più piccolo della più rapida fra le variabili del tipo W Ursae maj. che è RW Comae (periodo = $0^d.2373476$).

La posizione della stella è la seguente: $8^h\ 10^m\ 38^s$ —18°44'.9 (1900.0). Il suo splendore varia dalla 14^a alla 15^a grandezza circa.

l. j.

METEOROLOGIA

I PUNTI DI SIMMETRIA NEI BAROGRAMMI

Fino dal 1924 il WEICKMANN ha messo in evidenza un fatto curioso: è possibile trovare nello sviluppo della curva barografica durante alcuni mesi un punto tale che i due rami di curva, da esso separati, sieno simmetrici rispetto all'asse dell'ordinata passante pel punto stesso. Questa simmetria si chiama *simmetria semplice*. Se la simmetria è invece rispetto al punto, chiamasi *simmetria doppia*, ed allora, sovrapponendo con opportuno ribaltamento i due rami, la sovrapposizione avviene solo per i punti di ordinata zero. Poichè appare poco probabile che il fatto possa essere dovuto ad una fortuita distribuzione di gruppi di onde di diversa ampiezza e periodo, collocati così da dare alla curva l'aspetto che si rileva, è necessario ammettere che tutto il barogramma sia costituito di onde persistenti (ampiezza e periodo costanti), le quali vengano a trovarsi in modo da generare la simmetria stessa. Un interessante punto di simmetria, tra i varî citati dall'Autore, è quello del 30 dicembre 1922 sul barogramma di Amburgo; la simmetria estendendosi lungo il periodo che dal 9 settembre 1922 va al 20 aprile 1923.

È ovvio che non può pretendersi la coincidenza rigorosa tra i due tratti di curva. L'approssimazione però è tale da mettere bene in evidenza il fenomeno. Avremo occasione di ritornarvi sopra in un prossimo numero del COELVM, perchè in questi ultimi tempi la scoperta del WEICKMANN è stata oggetto di nuovi studî, anche italiani.

NUOVI OSSERVATORI METEOROLOGICI ITALIANI IMPIANTATI A FINI SANITARI

La necessità di impiantare nuovi sanatori per la cura antitubercolare ha subito mostrato la necessità di un accurato studio preliminare sulle condizioni climatologiche dei luoghi in progetto, affinchè i nuovi stabilimenti corrispondenssero pienamente alle moderne esigenze della terapeutica. All'uopo riuscirono preziose le osservazioni pluviometriche e le carte delle pioggie, che, ordinate a cura del Prof. EREDIA, va pubblicando il *Servizio Idrografico Italiano*, nelle quali carte le *isoiete* sono tracciate da 100 in 100 mm.

Un accurato esame di dette carte infatti ha permesso subito di scartare senz'altro località le quali sotto altri aspetti apparivano invece opportune. Medici specializzati, con a capo l' On. MORELLI, compirono poi molti sopraluoghi, in seguito ai quali la scelta cadde su tre località montuose e boscose della nostra penisola: *la Sila, la Maiella* e *la Selva di Tarnova*. Furono in seguito impiantati, sotto la direzione dell' EREDIA, tre Osservatori meteorici in questi luoghi e cioè: nella *Sila*, il quale entrò in funzione il 25 novembre 1929; a Palena nell'Abruzzo, in attività dal 30 dicembre dello stesso anno e finalmente a Tarnova, in attività dal 27 gennaio 1930.

LA SOCIETÀ METEOROLOGICA ITALIANA

Il primo gennaio di quest'anno la *Soc. Meteorologica Italiana* ha compiuto il suo primo cinquantenario. Questa infatti fu inaugurata il 1° gennaio 1881; ma già preesisteva, se non formalmente, virtualmente da parecchi anni per impulso e per merito del P. Denza.

La Soc. Meteorologica Italiana, entrando nel secondo mezzo secolo di vita, cessa dal pubblicare il suo *Bollettino* che vide i primi lavori dei pionieri della Meteorologia Italiana, ed assume come organo ufficiale la Rivista *La Meteorologia Pratica*, che uno studioso Benedettino dell'Abbazia di S. Cassino, P. Bernardo Paoloni, ha fondato or sono dodici anni, e che ha via via assunto uno sviluppo e una diffusione notevoli per una rivista del genere. Nuovo sangue dunque e nuovo vigore si infondono così nell' invecchiata Soc. Meteorologica; onde giova sperare che ritorni alla antiche tradizioni gloriose.

Le iscrizioni a membri sono aperte. All'uopo basta scrivere al P. D. Bernardo Paoloni, Direttore dell' Osservatorio Geofisico di Monte Cassino. La quota annua è di L. 25, con diritto a ricevere gratuitamente la Rivista.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI MARZO 1931

I Pianeti

Mercurio: Visibile come un astro notevole di prima grandezza nei crepuscoli serotini (basso a occidente) durante la prima quindicina del mese. L'elongazione massima dal Sole avrà luogo il 10 aprile ed a quella data Mercurio tramonterà $1^h\,^3/_4$ dopo il Sole. Sarà questa la migliore elngazione serotina dell'anno, per le nostre latitudini. Al cannocchiale il pianeta presenterà l'aspetto della Luna al primo quarto; il suo diametro apparente sarà di 8″. Verso il 19 aprile il pianeta cesserà di essere visibile alla sera e il 30 passerà in congiunzione inferiore col Sole.

Venere: Bassa a oriente nei chiarori dell' alba. Percorre con moto diretto la costellazione dell'Acquario. All' inizio del mese sorge 1^h20^m prima del Sole; alla fine di aprile lo precede ancora di 1^h10^m. Diametro apparente il giorno 15: 14″.0; grandezza stellare: $-3^m.7$.

Marte: Astro di prima grandezza nel Cancro. Fra il 19 e il 21 aprile esso attraverserà l'ammasso del Presepe, presentando uno spettacolo abbastanza curioso sia al cannocchiale che a occhio nudo. La sera del 25 sarà vicino alla Luna. Diametro apparente il 15: 8″.0; grandezza stellare: $0^m.7$.

Giove: Astro fulgido nei Gemelli, fra δ e ε. In congiunzione con la Luna la sera del 23. Il 15 aprile, diametro polare app.: 34″.4; grandezza stellare $-1^m.7$.

Saturno: Mattutino nel Sagittario, vicino alla stella *f* di questa costellazione.

In larga congiunzione con la Luna il 10. Il 15 aprile diametro degli anelli 37″.7; diam. polare del pianeta: 15″.0; grandezza stellare: $0^m.8$.

Urano: Invisibile, passando in congiunzione col Sole il 6.

Nettuno: Nel Leone, presso ρ. Grandezza stellare $7^m.7$ circa. Per identificarlo, v. la cartina pubblicata nel fascicolo di gennaio a pag. 22.

Plutone: Nei Gemelli, fra δ e 63 Flamsteed. Invisibile nei piccoli telescopi.

Posizione dei Pianeti

	5 Aprile		15 Aprile		25 Aprile	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	1^h57^m2	+14° 3′	2^h35^m2	+18°22′	2^h36^m3	+17°32′
Venere	22 28.2	−10 20	23 13.2	− 6 17	23 57.6	− 1 53
Marte	8 17.4	+22 32	8 29.8	+21 33	8 44.5	+20 23
Giove	6 51.2	+23 14	6 55.5	+23 9	7 0.9	+23 2
Saturno....	19 37.5	−21 18	19 39.1	−21 14	19 40.1	−21 13
Urano	0 57.2	+ 5 26	0 59.3	+ 5 39	1 1.4	+ 5 52
Nettuno ...	10 22.4	+10 57	10 21.7	+11 0	10 21.2	+11 3
Plutone....	7 21.1	+22 22	7 21.2	+22 22	7 21.5	+22 22

Fasi lunari: L. P. il 2 a $21^h\,6^m$; U. Q. il 9 a $21^h\,14^m$; L. N. il 18 a $2^h\,0^m$; P. Q. il 25 a $14^h\,40^m$.

Luna perigea il 1° a 23^h; apogea il 14 a 10^h; perigea il 30 a 5^h.

Configurazioni planetarie nel mese di aprile 1931

Giorno 2 . . . : Eclisse totale di ☾, visibile in Italia.
» 2 a 6^h: ♃ □ ☉.
» 6 » 3 : ♁ ☌ ☉.
» 10 » 3 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 5° 35′ N.
» 10 » 9 : ☿ mass. elongazione . . . . ☿ 19° 16′ E. ☉.
» 13 » 22 : ♄ □ ☉.
» 14 » 15 : ♀ ☌ ☾ . . . . . ♀ 1° 32′ N.
» 17 . . . : Eclisse di ☉ invis. in Italia.
» 17 » 5 : ♁ ☌ ☾ . . . . . ♁ 0° 52′ S.
» 19 » 10 : ☿ ☌ ☾.
» 19 » 21 : ☿ stazionario.
» 21 » 3 : ☉ entra in ♉.
» 24 » 2 : ♃ ☌ ☾ . . . . . ♃ 4° 58′ S.
» 25 » 20 : ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 2° 44′ S.
» 27 » 21 : ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 3° 1′ S.
» 30 » 11 : ☿ ☌ inferiore ☉.

Per la spiegazione dei simboli celesti vedi il fascicolo di febbraio.

L'ECLISSE TOTALE DI LUNA DEL 2 APRILE

Il 2 aprile avrà luogo un'eclisse totale di Luna col seguente orario:

Ingresso della Luna nella penombra	$18^h\ 27^m.1$
» » » nell'ombra	$19^h\ 23^m.1$
Principio dell'eclisse totale	$20^h\ 22^m.3$
Fase media dell'eclisse totale	$21^h\ 7^m.4$
Fine dell'eclisse totale	$21^h\ 52^m.6$
Egresso della Luna dall'ombra	$22^h\ 51^m.7$
» » » dalla penombra.	$23^h\ 47^m.9$

In Italia la Luna sorgerà a $18^h\ 30^m$ circa (a Bologna a $18^h\ 33^m$), di modo che sarà visibile in tutto il suo svolgimento l'eclisse da parte dell'ombra e parzialmente anche quella da parte della penombra. La grandezza dell'eclisse sarà di 1.509 unità del diametro lunare. L'intaccatura da parte dell'ombra avrà inizio nel punto del disco lunare distante 130° dal punto Nord nel senso NESW; l'egresso dall'ombra avverrà nel punto corrispondente alla distanza di 287° nel senso sopradetto.

Ricordiamo agli osservatori che le osservazioni da farsi durante un'eclisse lunare vertono specialmente nella colorazione delle singole parti del disco durante le varie fasi e sull'intensità luminosa del disco durante la fase totale. Ogni osservazione in merito sarà bene accetta e noi daremo un resoconto schematico delle osservazioni che ci saranno pervenute.

L'ECLISSE DI SOLE DEL 17-18 APRILE

Questa eclisse parziale di Sole sarà invisibile per l'Italia, la sua zona di visibilità essendo limitata all'Oceano Glaciale Artico, alla Russia Asiatica, alla Cina e alla Birmania. L'orario dell'eclisse generale sarà il seguente:

Principio dell'eclisse generale . . .	il 17 aprile	a	$23^h\ 57^m.3$
Fase massima	» 18 »	»	$1^h\ 44^m.8$
Fine dell'eclisse generale	» 18 »	»	$3^h\ 32^m.4$

Grandezza massima dell'eclisse: 0.511 unità del diametro del Sole.

LIBRI RICEVUTI

FAUSTO MUSACCHIA: *Ricerche sul clima di Palermo - Lo scirocco.* Palermo, Ind.-Tip. «La Commerciale», 1931-IX; 44 p.

OBLATORI

Il signor MICHELI Alberto, benemerito astrofilo di Piacenza, ha elargito alla Redazione Lire 250, per il maggior incremento del COELVM.

Responsabile: G. HORN-D'ARTURO

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna 1931-IX

VOLUME ED ANNO I APRILE 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

LUIGI JACCHIA

LE STELLE VARIABILI

(Continuazione, vedi numero precedente)

II. – LE VARIABILI CHE PRESENTANO ANALOGIA CON LE STELLE TEMPORARIE

Attualmente si può dire che non esiste un limite netto fra le stelle variabili e le stelle temporarie. Chi consideri le curve della Nova Pictoris, di η Carinae, di RS Ophiuchi e Z Andromedae, sarà portato a riconoscere a colpo d'occhio delle profonde analogie fra di esse. E non solo analogia di variazione v'è fra queste stelle, ma anche analogia fisica, giacchè gli spettri di tutte le stelle citate presentano le caratteristiche delle «Novae». Eppure RR Pictoris è certamente una «Nova» mentre Z Andromedae e RS Ophiuchi sono senza dubbio variabili irregolari. η Carinae presenta una grave difficoltà di classificazione. Fu essa una «Nova» estremamente lenta, oppure è essa da considerarsi fra le variabili irregolari? Fino ad oggi non abbiamo assistito che a un solo suo periodo di luce massima e perciò potrebbe anche prevalere la prima ipotesi, tanto più che negli ultimi anni il suo splendore sembra essere rimasto sensibilmente costante al minimo.

Non è possibile definire esattamente questa classe di variabili che abbiamo denominate «aventi analogia con le stelle temporarie». Dato il loro numero esiguo, ci conviene soffermarci dettagliatamente su ognuna di esse.

1) *UZ Tauri.* – Nel 1921 e '22 K. BOHLIN vide questa stella diminuire rapidamente e con forti oscillazioni da 9^m6 alla 14^a grandezza. In seguito essa sembra non aver variato molto notevolmente. Osservazioni dello scrivente negli anni 1929-31 la mostrano di 13^m0 circa, con lievi fluttuazioni di 0^m5 di ampiezza.

2) *η Carinae.* – Secondo LUDENDORFF (*Handb. der Astroph.* Bd. VI, 2) lo splendore di questa fu il seguente nei secoli scorsi:

Fine 17° secolo:	3^m-4^m
Metà 18° secolo:	2^m-3^m
1811-1815:	circa 4^m
1822-1823:	probabilm. 2^m
1827:	1^m

Nel 1829 η Carinae era un po' più debole, ma negli anni 1834-37 era di nuovo di 1^m-2^m. Da quell'epoca fino al 1902 la variazione di luce è riportata nel diagramma qui sotto (fig. 1). Il massimo di luce fu raggiunto nel 1843 ed in quell'epoca η Carinae superava Canopo. Attualmente il suo splendore è di 8^m0 circa. Lo spettro di η Carinae presenta delle bande brillanti e inoltre è visibile uno spettro di assorbimento della classe F_5: nel suo insieme esso rassomiglia singolarmente a quello della N. Aurigae 1891. Sarà utile ricordare che η Carinae giace in una grande nebulosa irregolare.

3) *CL Scorpii.* – Normalmente questa stella è di 13^a grandezza. Nel 1890 essa appariva di 12^a e di qui discese fino a un minimo di 14^m1 nel 1895-96. Nel 1899 salì rapidamente a 11^m0 e nel 1906 a 12^m0; nel 1926 appariva di nuovo lucida ($> 12^m0$). Nulla si sa del suo spettro.

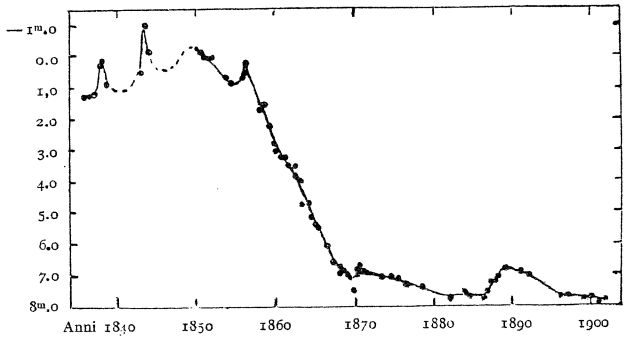


Fig. 1 - Curva di luce di η Carinae.

4) *RS Ophiuchi.* – Questa stella possiede una variazione generalmente irregolare e di piccola ampiezza ($\leq 1^m0$) con fluttuazioni dell'ordine del centinaio di giorni. Nel giugno 1898 essa aumentò improvvisamente dalla 12^a alla 9^a grandezza, impiegando nella salita meno di 20 giorni. In capo a quattro mesi essa era nuovamente di 12^a; poi gradatamente la variabile riprese il suo ritmo normale, oscillando fra 11^m0 e 12^m0. Lo spettro nel luglio 1898 rassomigliava a quello della N. Geminorum N. 1.

5) *CM Aquilae.* – Generalmente questa stella è molto debole, di 17^a grandezza. Nel 1914 e nel 1915 essa salì improvvisamente alla 15^a e alla 14^a grandezza rispettivamente, rimanendo lucida per pochi mesi ogni volta. Nel 1925 la diminuzione fu bene osservata e si poterono riscontrare in essa delle oscillazioni abbastanza simili a quelle che presentano le stelle temporarie. L'aumento dovette effettuarsi assai rapidamente.

6) *P Cygni.* – Questa stella è designata spesso come N. Cygni N. 1 (1600). Nella *Geschichte und Literatur des Lichtwechsels* di MÜLLER e HARTWIG la sua variazione è narrata come segue: Dal 1600 al 1606 la stella era di 3^a grandezza; nel 1626 era invisibile all'occhio nudo; nel 1655 di nuovo visibile e dal 1657 al 1659 di nuovo di 3^a grandezza. Dal 1662 al 1682 fu talvolta veduta come una stellina al limite della visibilità naturale, altre volte invece notata invisibile. Dal 1715 a oggi rimase di 5^m2 eccetto che nell'intervallo dal 1781 al 1786, durante il quale il suo splendore sembra esser stato di 5^m5. Lo spettro è notato B1p nel « Henry Draper Catalogue »; sono visibili in esso delle righe brillanti dell'idrogeno, in posizione simile a quella che occupano nello spettro delle « Novae ».

7) *Z Andromedae.* – Meglio che da una descrizione, si potrà farsi un'idea sul modo di variare di questa stella osservando il suo diagramma qui riprodotto. Il primo massimo osservato avvenne nel 1901; di qui essa diminuì con fluttuazioni fino a 11^m2 circa, finchè nel 1914 un altro brusco aumento di luce la portò a 8^m3. Le forti fluttuazioni che seguirono andarono poi spegnendosi col tempo, tanto che attualmente l'ampiezza della variazione non supera 0^m7.

Lo spettro di Z Andromedae (fig. 2) è di classe A con righe brillanti simili a quelle delle « Novae » e presenta le righe caratteristiche delle nebulose.

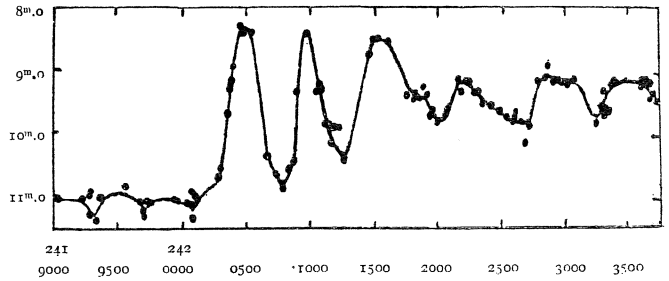


Fig. 2 - Curva di luce Z Andromedae.

Qualche autore attribuisce a questa classe di variabili anche T Pyxidis: dalla curva di luce noi abbiamo creduto meglio metterla fra le variabili del tipo U Geminorum, quantunque il suo periodo sia eccezionalmente lungo.

III. – LE VARIABILI DEL TIPO U GEMINORUM

Caratteristiche della variazione. – Durante la massima parte del tempo queste stelle rimangono costanti in luce minima; generalmente lo splendore al minimo rimane eguale nei singoli periodi. A intervalli di tempo irregolari, ma che per ogni singola stella non si scostano molto da un valore medio, la stella sale improvvisamente a un massimo nel quale si mantiene per poco tempo; indi ridiscende al minimo più lentamente. Lo splendore nei singoli massimi è sensibilmente eguale. Talvolta — assai raramente — la variazione diviene totalmente irregolare e più rapida, scostandosi del tutto dal solito modo di variare. L'ampiezza si aggira sulle 4 grandezze, con tendenza a crescere con l'aumentare del periodo.

Generalità. – I periodi estremi finora conosciuti per le variabili del tipo U Geminorum sono: minimo, SU UMa: 19^d; massimo, T Pyx: 6000^d. Le varia-

bili che sicuramente appartengono al tipo U Geminorum sono riunite nel quadro seguente.

Variabile	Max.	Min.	Intervallo fra due massimi successivi
SU Ursae maj.	11^m2	15^m0	18^d-22^d
AY Lyrae	12.8	< 15.0	21^d circa
TW Virginis	12.5	< 14.0	23^d circa
X Leonis	12.0	15.2	24^d circa
CZ Orionis	12.5	16	30^d-40^d
SS Cygni	8.3	12.2	21-88
SS Aurigae	10.7	15.0	25-103
RU Pegasi	10.3	13.0	30-110
U Geminorum	8.8	14.1	62-257
UV Persei	12.2	17	142-400:
EY Cygni	11	16	$\geq 200^d$?
T Pyxidis	6.6	14.0	4300^d-6600^d

Quello che maggiormente colpisce nelle variabili del tipo U Geminorum è la rapidità con cui avviene l'aumento di splendore. Anche in quelle a periodo più lungo l'aumento non dura generalmente oltre 48 ore. Spesso è anzi assai più breve: in X Leonis esso si effettua in circa 12 ore. Per T Pyxidis non si conosce ancora esattamente il tempo che essa impiega per salire dal minimo al massimo. Questa durata è certamente minore di un mese; non è dunque impossibile che anche per essa tale durata non superi due o tre giorni.

Nelle variabili del tipo U Geminorum si distinguono tre tipi di massimi: *lunghi*, *brevi* e *anomali*. I due primi tipi si riscontrano in tutte le variabili e spesso si susseguono alternati per lunghi intervalli di tempo; essi non differiscono fra di loro che per la durata, l'aumento e la diminuzione essendo per essi circa uguali. Per massimo *anomalo* si intende un massimo con aumento lento, di durata quasi uguale a quella della diminuzione e con breve costanza in luce massima. Tale tipo di massimo non si riscontra che in tre variabili e precisamente in SS Cygni, SS Aurigae e RU Pegasi. È interessante notare che queste tre variabili hanno periodi medî pressochè identici e che SS Aurigae e SS Cygni sono le uniche variabili del tipo U Geminorum per cui si sia riscontrata talvolta una variazione completamente irregolare. Sembra quindi che il periodo medio di 70 giorni corrisponda nelle variabili del tipo U Geminorum a una maggiore instabilità, come quello da 40 a 80 giorni per le Cefeidi e le variabili a lungo periodo (v. il capitolo delle variabili del tipo RV Tauri).

Il diagramma di SS Cygni, qui riprodotto (v. fig. 3), ci dà ottimi esempî dei tre tipi di massimi. La differenza fra massimi *brevi e lunghi* è spesso molto marcata; in X Leonis (fig. 4) poi questa differenza è veramente enorme. Nei massimi *lunghi* la variabile può permanere, costante, anche per 10 giorni consecutivi; nei *brevi* invece non si mantiene al massimo che per poche ore soltanto.

Lo splendore al minimo rimane sensibilmente costante nelle variabili del

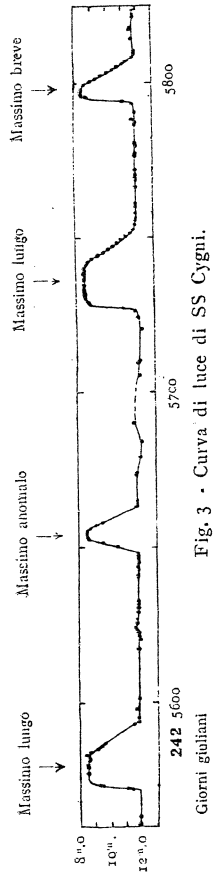


Fig. 3 - Curva di luce di SS Cygni.

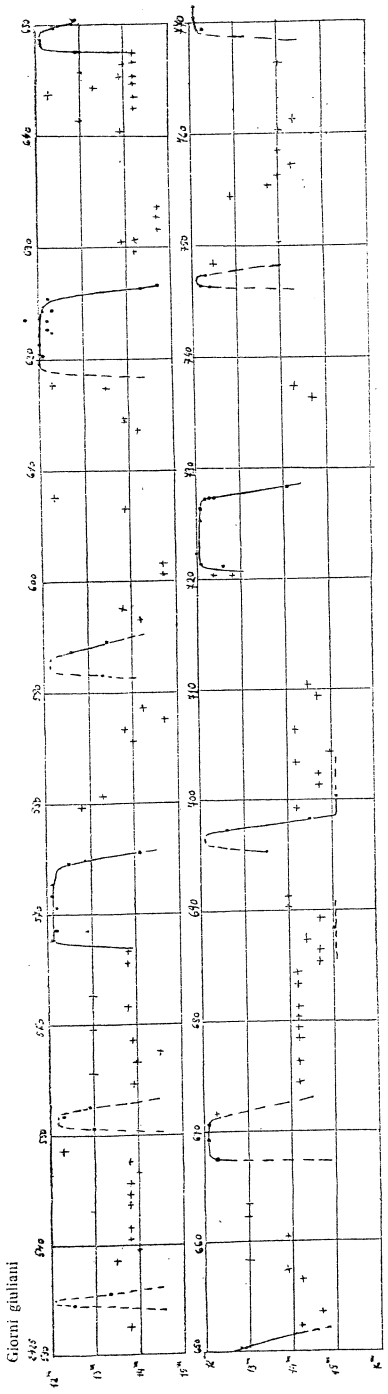


Fig. 4 - Curva di luce di X Leonis.

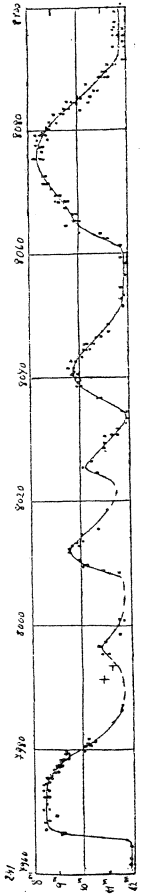


Fig. 5 - SS Cygni nel 1908.

tipo U Geminorum; all'attento osservatore esso rivela però delle fluttuazioni che non superano quasi mai 0^m4.

Le menzionate irregolarità nella variazione di SS Aurigae e SS Cygni si produssero nell'inverno 1928-29 per la prima e negli anni 1907-09 per la seconda. Abbiamo creduto utile riprodurre qui (figg. 5 e 6) i diagrammi delle due variabili durante i periodi perturbati. Aggiungeremo che SS Cygni presenta spesso nella sua variazione anomalie notevoli, come aumenti straordinariamente lenti, massimi più deboli dell'ordinario, minimi durante i quali lo splendore varia più di quanto avviene d'ordinario per le altre variabili oppure si mantiene maggiore del solito, ecc. Splendore massimo variabile offre pure RU Pegasi.

I pochi spettri noti delle variabili del tipo U Geminorum presentano singolari analogie con quelli delle « Novae » per le loro bande brillanti dell'idrogeno. L'aumento rapidissimo dello splendore che in esse si riscontra e l'ampiezza veramente considerevole parlano anche in favore di una certa parentela con le stelle temporarie. È pure degno di nota il fatto che la N. Aurigae del 1892 presentò una curva di luce del tutto simile a quella delle variabili del tipo U Geminorum. Quale legame tali analogie costituiscano non è però ancora possibile dire.

Mentre la maggior parte delle variabili (Cefeidi a lungo periodo, variabili del tipo Mira Ceti, ecc.) mostra un forte addensamento verso il piano della Via Lattea, ciò non sembra accadere per le stelle del tipo U Geminorum, almeno in tale misura.

IV. – LE VARIABILI DEL TIPO Z CAMELOPARDALIS

L'introduzione di questo nuovo tipo di variazione è estremamente recente (1929). Prima di allora le variabili di questa classe erano annoverate fra quelle del tipo U Geminorum. Che fra queste e le variabili tipo Z Cam esistano differenze capitali risulta immediatamente dall'esame della curva di luce di Z Cam. La prima differenza è costituita dalla breve durata del minimo, di poco superiore a quella del massimo. In secondo luogo le irregolarità della curva di luce che nelle variabili tipo U Gem sono un'eccezione, qui diventano quasi la regola. Una terza differenza è costituita dall'ampiezza qui alquanto più piccola. Infine nelle variabili tipo Z Cam si ha una particolarità curiosa e tutta speciale: talvolta la variazione cessa bruscamente e lo splendore si mantiene costante a una grandezza compresa fra il minimo e il massimo, più vicina a questo che a quello (v. figg. 7 e 8).

È interessante notare che questa grandezza in cui la variabile rimane talvolta costante è sempre pressochè la medesima ogni volta che il fenomeno si verifica. Talvolta la stazionarietà si prolunga per molto tempo relativamente al periodo medio della variabile. Così p. es. si sono osservate delle stazionarietà durate oltre 200^d in TZ Persei e oltre 100^d in RX Andromedae. Durante tali permanenze in luce media si sono osservate talvolta delle lievi fluttuazioni dell'ampiezza di 0^m2-0^m3.

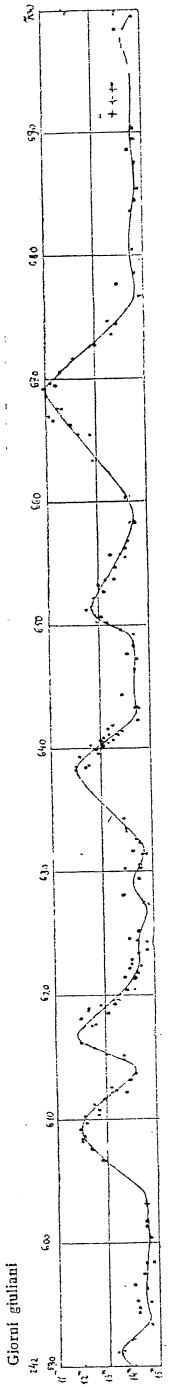


Fig. 6 - SS Aurigae nel 1929.

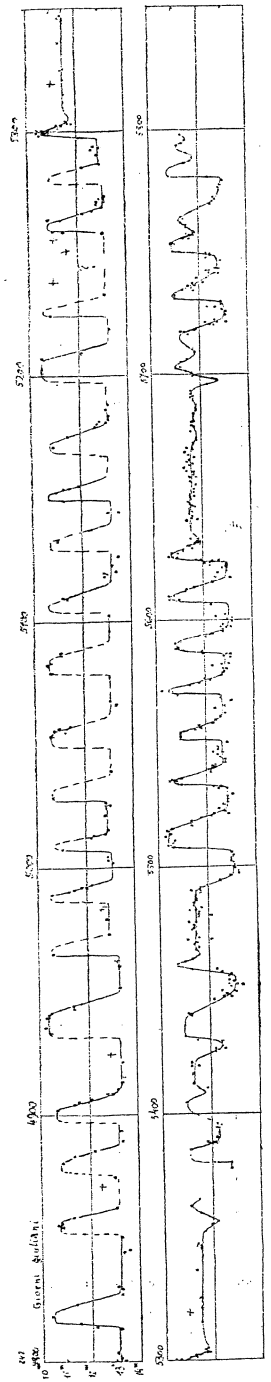


Fig. 7 - Curva di luce di Z Camelopardalis.

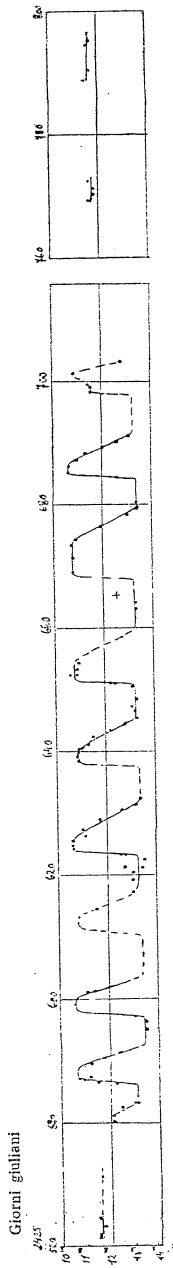


Fig. 8 - Curva di luce di RX Andromedae.

Le irregolarità e le stazionarietà in luce media possono rimanere assenti anche per intervalli piuttosto lunghi e allora la variabile presenta una periodicità ben definita, maggiore ancora di quella delle variabili del tipo U Gem. È interessante notare che le stazionarietà in luce media hanno inizio *sempre* durante una diminuzione di splendore e che, dopo la stazionarietà, lo splendore diminuisce sempre fino a un minimo e *non aumenta subito*.

Nel quadro seguente sono comprese tutte le variabili finora conosciute come sicuramente appartenenti al tipo Z Cam.

Variabile	Max.	Min.	Periodo medio	Grandezza base (1)
RX Andromedae	10^m6	13^m3	14^d0	11^m6
CN Orionis	11.8	14.4	19.2	—
TZ Persei	12.4	14.9	21	13.2
Z Camelopardalis	10.6	13.2	23.3	11.6
BI Orionis	13.2	15.8	24.6	—

Da questo quadro appare evidente anzitutto un addensamento dei periodi medî intorno a 20^d-23^d. Unica eccezione è RX Andromedae col periodo di 14^d. Altra osservazione è che tutte le variabili, indistintamente, hanno un'ampiezza di circa 2^m6.

È interessante notare che nei periodi di variazione irregolare l'ampiezza è sempre più piccola dell'ordinario e che lo splendore medio della variabile è vicino alla grandezza in cui permane nei suoi periodi di luce costante. Ciò non si verifica nelle variabili del tipo U Geminorum, in cui anzi nei periodi di variazione anomala si ha una diminuzione dello splendore massimo, diminuzione a cui non corrisponde in proporzione un aumento dello splendore minimo.

Nulla si sa dello spettro di questa categoria di variabili. Il loro colore è bianco-giallastro. Come già si era osservato per le variabili del tipo U Geminorum, anche quelle del tipo Z Cam si trovano sparse in tutte le latitudini galattiche, senza ordine apprezzabile.

V. – LE VARIABILI IRREGOLARI RAPIDE DEL TIPO RR TAURI

Anche questa categoria di variabili è di introduzione recentissima. Fino al 1929 RW Aurigae era la sola variabile nota la cui variazione fosse rapida e completamente irregolare. Attualmente il numero delle componenti di questa nuova classe di variabili è salito a quattro con l'aggiunta (in ordine di tempo) di RR Tauri, RY Orionis e UX Orionis.

(1) Si è chiamata «Grandezza base» la grandezza che la variabile assume durante le lunghe stazionarietà.

Mentre in tutte le altre variabili, eccettuate quelle del tipo R Coronae, si riscontra — sia pure temporaneamente — una certa periodicità, per quanto talvolta poco definita, nelle stelle di questa classe non è possibile scorgere alcuna legge che presieda alle capricciose fluttuazioni della luce. Un esame della curva di RR Tauri permetterà di fare a prima vista questa constatazione.

Per quanto indubbiamente legate fra loro da intimi legami, bisogna tuttavia riconoscere che ben poca analogia si può trovare fra le curve delle singole stelle di questa categoria (fig. 9).

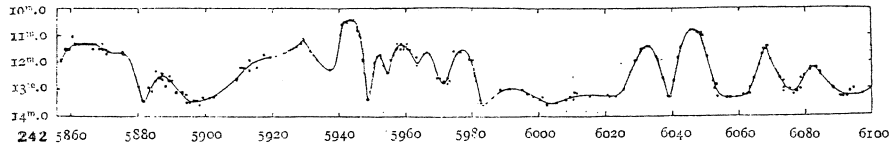


Fig. 9 - Curva di luce di RR Tauri.

RR Tauri presenta spesso variazioni gigantesche (oltre tre grandezze) che si compiono in pochi giorni; altre volte invece rimane quasi stazionaria al massimo o al minimo per settimane e mesi interi.

RW Aurigae varia in modo rapido e continuo con piccola ampiezza (di rado maggiore di 1^m0), offrendo però una lenta fluttuazione dello splendore medio, per modo che la sua ampiezza totale risulta di tre grandezze. Un ciclo completo delle fluttuazioni lente si compie in circa 400 giorni; le rapide si effettuano anche in meno di una settimana. La fluttuazione dello splendore medio costituisce un fatto molto importante perchè — come vedremo — ravvicina la stella alle variabili del tipo RV Tauri.

RY Orionis è la più lenta delle quattro, richiedendo le sue fluttuazioni sempre alcune settimane per compiere il loro ciclo. A differenza dalle prime due variabili il suo splendore medio non sembra subire sensibili variazioni in intervalli di tempo sufficientemente grandi. L'ampiezza osservata è di 2 grandezze.

UX Orionis presenta fluttuazioni talvolta rapide, dell'ordine di 15-20 giorni e di piccola ampiezza (0^m3-0^m5). Altre volte la variazione assume proporzioni maggiori e si hanno sbalzi di oltre una grandezza di un mese circa. L'ampiezza totale è 1^m5.

Il colore delle quattro variabili è giallo chiaro; solo RR Tauri sembra talvolta giallo-rossastra al minimo. Nulla si sa del loro spettro. Dalla colorazione si dovrebbe dedurre che appartengano alla classe spettrale G. Non sarà inutile notare che tutte e quattro le variabili del tipo RR Tauri si trovano in una zona di cielo relativamente ristretta. La differenza estrema di AR è di 35^m, quella in declinazione di 35^o.

Trovare delle relazioni fra le variabili del tipo RR Tauri e le altre classi di variabili è un problema alquanto difficile. Le uniche variabili che presentano qualche volta variazioni irregolari e rapide sono quelle dei tipi U Geminorum (SS Aurigae e SS Cygni) e Z Camelopardalis. Alcuni periodi di quasi cessazione della variabilità in RR Tauri sembrano confermare una parentela con le varia-

bili tipo Z Cam. Se una parentela c'è, allora — basandosi sulla crescente irregolarità e sul colore pure crescente — si può dire che la scala delle relazioni è la seguente: U Gem ⇄ Z Cam ⇄ RR Tau.

Dalla colorazione e dalle fluttuazioni periodiche dello splendore medio che si osservano in RW Aurigae si può dedurre anche una parentela con le variabili del tipo RV Tauri.

(*continua*)

C. BONACINI

UNA PAGINA POCO NOTA DI STORIA DELLA SELENOGRAFIA

1. - I primi passi nella figurazione degli astri, fatta in séguito all'uso del cannocchiale, si trovano compiuti nella descrizione dei pianeti e più particolarmente della luna; i cui dettagli morfologici sono relativamente facili da cogliere. Cosicchè le selenografie costituiscono, si può dire, il primo gruppo di rivelazioni fissate con disegni, sulla struttura dei componenti la famiglia solare.

I contributi italiani in questo campo sono, più che notevoli, importantissimi. — La prima mappa lunare (1610) è infatti disegnata da GALILEO, inventore ufficiale del cannocchiale, che colla sua versatilità seppe appunto applicare subito il nuovo strumento d'indagine agli oggetti celesti.

Fra le altre che seguono, e che sono ordinariamente citate dai trattatisti, figurano poi, come italiane, quelle di LAGALLA (1612), quella di FONTANA (1646), di RICCIOLI (o GRIMALDI) (1651), di CASSINI (1680), ecc.

In una nota pubblicata tre anni fa io ebbi appunto occasione di passare in rassegna la serie cronologica delle selenografie solitamente ricordate, per derivarne il dovere di togliere da un ingiusto oblìo una carta lunare disegnata da un altro italiano, il modenese GEMINIANO MONTANARI, nel 1662 (1). Della quale carta, presentando la riproduzione (fig. 1), io rilevavo i rari pregi ed i caratteri di originalità, che la differenziano da tutte le altre appartenenti al primo periodo della selenografia (da GALILEO al MAYER); ed in particolare rilevavo il fatto che essa era stata disegnata coll'uso del *micrometro*; strumento, questo, la cui invenzione è riferibile appunto al MONTANARI.

La mia nota ebbe a destare interesse fra gli studiosi dell'argomento; e particolarmente trovò eco in seno alla *Société Belge d'Astronomie*, il cui illustre Presidente prof. E. Lagrange, prendeva spunto da essa per una conferenza tenuta a quella Società nel novembre 1928 (2); nella quale egli confrontava la carta del Montanari a quella ben nota e famosa del Belga Van LANGREN (LANGRENUS) (1645), ed invitava gli studiosi di selenografia ad approfondire questi confronti. Nella seduta del 29 marzo 1930 egli distribuiva anche copie della nuova carta e la stampa apparve anche nel bollettino della Società stessa, nel numero del novembre-dicembre successivo.

L'invito del LAGRANGE ebbe largo séguito: poichè in più bollettini successivi troviamo scritti al riguardo (3). Gli AA. sono concordi nel ritrovare che la mappa del MONTANARI ha caratteristiche notevolissime in confronto delle altre generalmente conosciute. E il TIBERGHIEN ha poi preso l'occasione per chiamare l'attenzione su altri schizzi lunari antichi e poco noti (del MALAPERT, del MELLAN, ecc.), sebbene non di grande importanza, e di rinfrescare i caratteri delle diverse immagini lunari del LANGRENUS (4).

D'altra parte il Padre G. BOFFITO nella sua interessantissima opera: « Gli strumenti della scienza e la scienza degli strumenti » (5), trattando della invenzione del micrometro, rinnovava di recente il ricordo di un'altra carta lunare, italiana, poco nota, disegnata da EUSTACHIO DIVINI nel 1649, che sarebbe pure stata descritta coll'uso di un micrometro; e che GILBERTO GOVI aveva nel 1887 in certo modo *scoperta*, mentre si occupava appunto esaurientemente della invenzione di quel sussidio importantissimo degli strumenti ottici, pubblicandone nel Bollettino del BONCOMPAGNI la stampa dal rarissimo rame, rintracciato dopo molte e faticose ricerche (6). La mappa del DIVINI è riprodotta nella fig. 2.

Non v'ha dunque dubbio che in questi ultimi anni, dopo la pubblicazione della mia memoria, si è determinato un movimento a favore di una correzione e di un completamento della storia della selenografia.

A maggior dichiarazione di questa pagina poco nota di essa, e che vale ben la pena di sottolineare, parmi oggi opportuno esporre qualche altra considerazione.

2. - Sta dunque di fatto che prima del MONTANARI avrebbe usato un reticolo un altro italiano, il DIVINI, nell'osservazione telescopica degli oggetti celesti, e più particolarmente per comporre una immagine lunare.

Sulla priorità assoluta del DIVINI non pare possibile discussione, se pur si voglia credere che (come pensano il GOVI ed anche il BOFFITO) il MONTANARI non sapesse dell'opera del suo predecessore. — A questo proposito conviene però osservare, per amore del vero, che mentre nello scritto del DIVINI, accompagnante la sua tavola in rame, si lascia soltanto capire che un reticolo fu usato, ma male si comprende come questo fosse disposto, attraverso ad una frase che bisogna *interpretare* come fa il GOVI (7), il MONTANARI invece, per bocca del MALVASIA, precisa in modo corretto ed esauriente, come la reticola fosse formata e disposta (8): — che inoltre è il MONTANARI che applica più tardi il reticolo alla misura dell'altezza dei monti lunari (9): — che infine all'esplicito auto-elogio del DIVINI nella sonante dedica della sua tavola al Sovrano (Ferdinando II di Toscana) fa contrasto la semplice e nuda sincerità del MONTANARI. — Il quale, del resto, non bisogna dimenticarlo, è colui che applicherà la livella ai cannocchiali, e che ci darà più tardi (1674) la diottra, precorritrice dei moderni telemetri.

Cosicchè, insomma, pare che il DIVINI ebbe più che tutto la prima intuizione di quel sussidio, che il MONTANARI seppe invece usare con sicura scienza. Il che è quanto dire che il merito del MONTANARI per la precedenza del DIVINI non pare di molto diminuito.

Ad ogni modo, quel che interessa di stabilire intanto è che per merito del DIVINI e del MONTANARI l'uso del reticolo nelle osservazioni astronomiche, e particolarmente per la selenografia, è invenzione *italiana*: ed anzi l'anticipo del DIVINI sul progetto stesso dell'HUYGHENS del reticolo a listerelle da questo proposto (1659), assicura ancora meglio la priorità italiana su ogni altra. Sicchè all'AUZOUT, generalmente citato come inventore del reticolo, non resta che il merito, certamente non lieve, di avere reso mobili i fili di questo.

3. - Ma indipendentemente dalla priorità nell'uso del reticolo in selenografia, pare opportuno intrattenersi in un confronto fra le mappe lunari disegnate dai due Nostri. Ed anche in questo confronto io troverei conferma della diversa portata che ebbe nel disegno delle due mappe l'impiego del sussidio micrometrico.

Senza soffermarsi sulla forte differenza delle dimensioni (diam. di cm. **28** per quella del DIVINI e di cm. **38** per quella del MONTANARI), sta di fatto che le due immagini sono differenziabilissime.

E precisamente la carta del DIVINI non è gran che diversa da un'altra di poco precedente, cioè da quella di HEVELIUS (fig. 3). Questa carta (1647) segnò, come è noto, una data memorabile nella storia della selenografia, perchè fu la prima mappa lunare dettagliata e completa: sicchè lo stesso GASSENDI pare che preferisse i disegni di EVELIO ai proprî.

Confrontando con essa la carta del DIVINI (fig. 2), questa appare quasi una copia fedele di quella. Negli originali sono anche analoghe le dimensioni (27 cm. e 28 cm.). Le somiglianze sono troppe per non sentire almeno una piena *ispirazione*, diciamo così, dell'una sull'altra. — O, se il DIVINI non conobbe la carta di EVELIO, bisogna convenire che i due osservatori subirono un'analoga suggestione dal soggetto osservato. Ciò che farebbe concludere che l'uso del reticolo nel comporre la mappa del DIVINI non portò innovazioni o migliorie sensibili.

Invece la carta del MONTANARI è completamente diversa da *tutte* le precedenti, italiane o straniere; e supera tutte quelle del suo tempo, nonchè molte delle successive, per la verità dell'aspetto globale.

Nella mia nota sopracitata io ho appunto messo a confronto la carta del MONTANARI con molte altre: ed oggi sento confermarsi meglio i miei apprezzamenti di allora. Il MONTANARI non ha lo stile di nessuno dei suoi predecessori: ha disegnato con uno stile *suo*: la sua mappa è una traduzione spregiudicata del vero, visto con occhio sicuro.

Il modo stesso con cui l'A. dichiara di averla disegnata in undici sedute, fatte in sere successive, delimitando nell'immagine i confini degli undici fusi corrispondenti, sì che l'analisi o la critica può venir fatta sulle undici fasi del suo lavoro distintamente, attesta la sincerità tutta caratteristica dell'A.

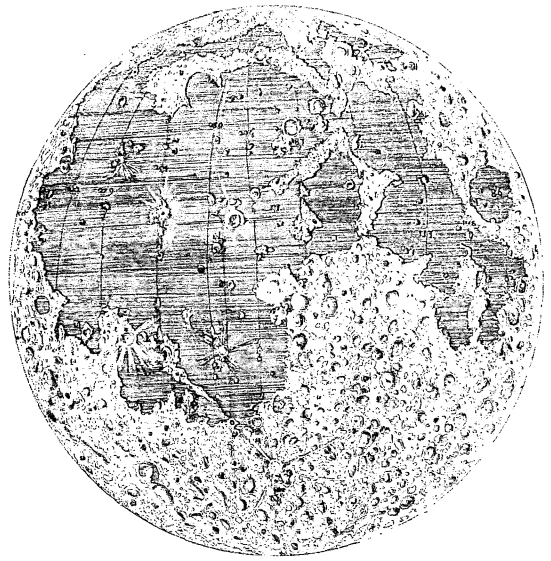


Fig. 1 - MONTANARI (1662)

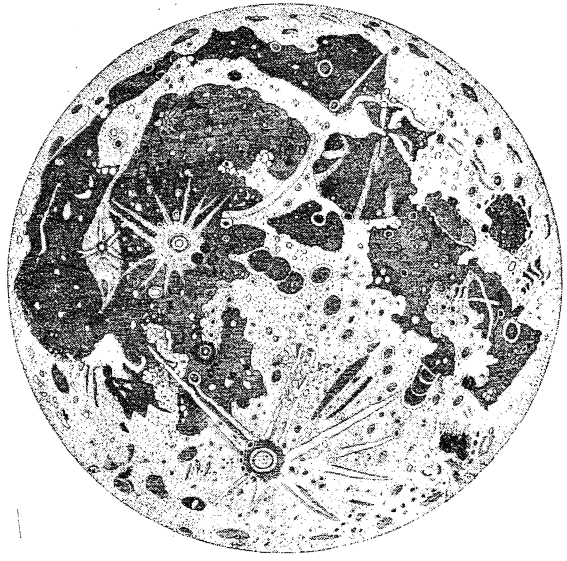


Fig. 2 - DIVINI (1649)

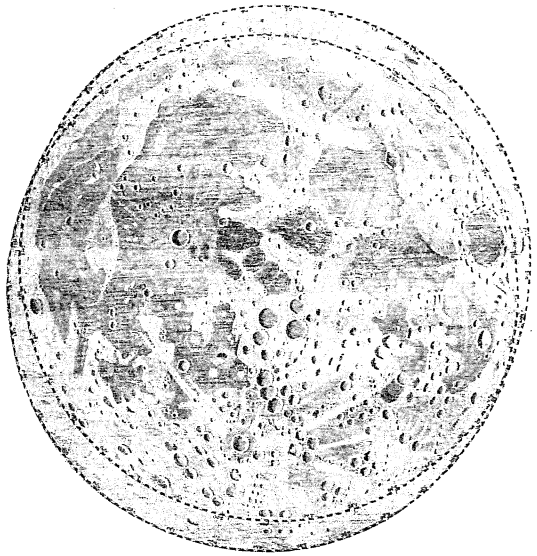


Fig. 3 - HEVELIUS (1647)



Fig. 4 - DISCEPOLI DI GALILEO (1644)

Per trovare una caratteristica analoga, uno stile che assomigli a questo, bisogna risalire alla Scuola di GALILEO. Nella fig. 4 riproduciamo ad esempio una mappa lunare che si trova nei manoscritti riguardanti i *discepoli di Galileo*, conservati alla Biblioteca Nazionale di Firenze, e che è riferibile alla data 1644.

La carta del Nostro insomma è l'unica che continua lo stile galileiano. E questo è ben sintomatico: e sta già a rivelare la tempra di *fisico nato* del MONTANARI, già in questo suo *primo* lavoro; confermata poi da tutta la svariata, geniale e innovatrice opera di Lui.

Del resto i meriti veramente particolari della *icon lunaris* del MONTANARI hanno rilevato anche tutti i critici Belgi che sopra ricordavamo, nonostante le pecche e le deficienze da essi riscontrate nel confronto colle mappe odierne. Stralcio dagli scritti sopra menzionati i seguenti giudizi:

« ... la carte de MONTANARI représente admirablement l'aspect chaotique des formations lunaires » (M. HONORAT).

« La carte nouvelle de MONTANARI frappe, au premier abord, par le soin, dirai-je, avec lequel elle a été dessinée, et qui étonnera moins si l'on apprend qu'il a fait usage, pour ce travail, du *micromètre*.... ». (E. LAGRANGE).

« ... il convient certes d'admirer le talent de l'observateur, qui a pu, en un temps si court et avec des moyens aussi rudimentaires, établir un document vraiment remarquable....; lorsque l'on compare le dessin de MONTANARI à ceux de ses contemporains, ... il faut reconnaître que MONTANARI soutient la comparaison avec avantage » - (P. L. DUPONT).

« ... Malgré donc les petites erreurs de position, de proportion relatives.... malgré les omissions...., il est de toute justice de reconnaître et de proclamer que l'œuvre de MONTANARI est digne de notre admiration. Pour l'epoque où elle fut dressée, elle constitue un réel progrès.... ». (A. PIÉROT).

E d'altronde, il solo fatto che la carta è giudicata degna dei più minuti confronti colle mappe odierne, conferma senz'altro il valore intrinseco di essa.

* * *

GILBERTO GOVI chiude il suo studio sul micrometro, sopra ricordato, con queste parole:

« Rifatta in tal modo la storia della invenzione del micrometro e rimessa in luce la carta della luna disegnata nel 1649 dal DIVINI, avremmo desiderato rettificare e compiere l'elenco delle selenografie venute in luce dal 1610 al 1662, da GALILEO al MONTANARI, cercando di correggere diversi errori che si incontrano a tale riguardo negli Storici e nei Bibliografi dell'Astronomia; ma di siffatta materia, che allungherebbe troppo il presente lavoro, e che può esserne separata senza danno, terremo parola altrove, appena ci sia concesso di farlo ».

Ma l'illustre uomo, che questo scriveva nel 1887, e che negli ultimi anni della sua vita (troncata nel 1889) dedicò la sua formidabile attività a tanti

altri temi più importanti, in particolare alla ricostruzione del *Codice Atlantico* di LEONARDO, non potè dare poi corso (per quel che sappiamo) al suo progetto.

Potrebbe quello che qui abbiamo raccolto corrispondere, sia pur parzialmente, a quanto il GOVI aveva progettato di fare? — Osiamo soltanto sperare di aver portato un contributo non inutile nell'indirizzo da Lui così opportunamente segnato.

Comunque, col complesso di scritti che qui abbiamo citato, resta dunque ribadito: *a*) che l'invenzione del micrometro è italiana, ed è sopratutto connessa alla selenografia; *b*) che nella selenografia tappe principalissime si possono considerare segnate da italiani; *c*) che al nome di GALILEO, in questo campo, fanno séguito non soltanto quelli di FONTANA, di GRIMALDI, di RICCIOLI, di CASSINI, ma anche quelli del DIVINI e del MONTANARI.

E poichè le mappe lunari di questi due ultimi, nonostante il pregio particolarissimo di essere le prime disegnate col reticolo, non figurano nella bibliografia ufficiale che per eccezione, pare ben opportuno che non si perda occasione perchè esse prendano nella storia dell'argomento quel posto che meritano.

Modena, aprile 1931.

(1) C. BONACINI – *Una carta lunare di Geminiano Montanari.* Nel volume pubblicato in occasione del primo centenario della fondazione dell'Osservatorio di Modena, 1927.

(2) *Ciel et Terre – Bull. de la Soc. Belge d'Astronomie.* Août-Septembre 1929

(3) A. TIBERGHIEN – *Ciel et Terre.* Oct. Nov. 1929.
M. HONORAT – *Ciel et Terre.* Nov. Dic. 1930.
P. L. DUPONT – *Ciel et Terre.* Janvier. 1931.
A. PIÉROT – *Ciel et Terre.* Février 1931.

(4) A. TIBERGHIEN – loc. cit.

(5) Firenze, Seeber, 1929.

(6) G. GOVI – *Della invenzione del micrometro per gli strumenti astronomici. Bullettino di Bibliografia etc. del Boncompagni* T. XX, Roma, 1887, pag. 619.

(7) La frase è: « ....*lente vitrea, subtilissimis filis adinstar craticulae dispositis operta* ».

(8) C. MALVASIA – *Ephemerides novissimae* etc. Mutinae, MDCLXII, pag. 196.

(9) Vedi lettera del Montanari a Francesco II d'Este (1676), riportata nella mia nota sopracitata.

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

EROS

Un'importante notizia ci viene da Johannesburg. Come già recentemente faceva notare R. T. INNES nelle *Astronomische Nachrichten*, durante un'osservazione compiuta nel 1924 dall'INNES stesso e da H. E. WOOD, Eros apparve nel campo telescopico sotto un'immagine non puntiforme, ma bensì allungata a forma di otto o di un manubrio da ginnastica, con due nuclei non distintamente separati fra loro. Prendendo lo spunto da quest'osservazione gli astronomi W. H. VAN DEN BOS e W. S. FINSEN osservarono regolarmente Eros col grande rifrattore di Johannesburg, usando un oculare di 1070 ingrandimenti.

Durante i mesi di dicembre e gennaio furono compiute poche osservazioni e nessuna constatazione notevole potè essere fatta. Nella notte dal 3 al 4 febbraio l'immagine fu notata distintamente allungata a forma di otto. La distanza fra i due nuclei fu stimata 0″.18 (misure precise non furono fatte per l'impossibilità di misurare distanze così piccole col micrometro). La direzione dell'allungamento cambiava rapidamente: le osservazioni successive mostrarono che una rivoluzione completa si eflettuava in $5^h\,17^m$, periodo identico a quello della variazione luminosa. Le osservazioni furono proseguite molto fitte fino al 16 febbraio; esse non fanno che confermare e precisare il risultato precedente. La distanza fra i due nuclei fu notata variabile fra 0″.18 e 0″.15 solamente. Questa differenza così piccola indica che il piano di rotazione della figura a otto era quasi perpendicolare alla direzione della visuale. Ciò spiega bene perchè durante il mese di febbraio l'ampiezza della variazione fosse tanto esigua; l'ampiezza massima si ha infatti quando il piano della rotazione giace nel piano della visuale; ciò deve essere avvenuto verso la metà di dicembre 1930.

Rimane in tal modo spiegata del tutto la causa della variazione di Eros.

* * *

La parola *elongation* del telegramma riguardante Eros e riportato nel fascicolo di Marzo; si riferiva all'*allungamento* osservato del pianetino. Il testo del telegramma è dunque da interpretarsi come segue: « È osservato attualmente un allungamento del pianetino Eros; l'angolo di posizione [dell'allungamento] varia, compiendo una rotazione nell'intervallo di tempo limitato da un periodo fotometrico, ossia in $5^h\,1/4$ ». Come si vede, il telegramma aveva davvero una certa rassomiglianza con i responsi delle Sibille!....

l. j.

L'« OGGETTO » SCHWASSMANN - WACHMANN

Un telegramma spedito il 22 marzo alla Centrale astronomica di Copenaghen annunciava la scoperta fatta il 17 marzo dagli astronomi SCHWASSMANN e WACHMANN dell'Osservatorio di Bergedorf (Amburgo) di un « oggetto » situato al limite fra le costellazioni del Leone e della Vergine e dotato di movimento eccezionalmente rapido (—1m. 73 in α e —12'. 9 in δ in 24 ore). La direzione della traiettoria differiva da quella solita dei piccoli pianeti, sicchè per precauzione l'oggetto fu osservato subito da una quantità di astronomi. Il calcolo dell'orbita dell'oggetto e il suo aspetto assolutamente stellare hanno però immediatamente messo fuori dubbio che si tratta di un pianetino, la cui sola caratteristica originale è la forte inclinazione (33°), superata soltanto da pochissimi altri pianetini.

* * *

Nessuna notizia *ufficiale* si ha finora del preteso.... fratello di Eros che sarebbe stato scoperto a Harvard. Secondo le notizie date dai quotidiani si tratterebbe di un pianetino che può avvicinarsi alla Terra altrettanto quanto Eros.

l. j.

I NUOVI PICCOLI PIANETI DI TORINO

Un altro piccolo pianeta è stato scoperto fotograficamente all'Osservatorio di Torino (Pino Torinese) la notte dall'11 al 12 febbraio u. s. nella costellazione del Leone dal direttore prof. VOLTA.

Esso si presenta come una stellina di grandezza 13.5 e fu contrassegnato dal Rechen-Institut di Berlino-Dahlem colla sigla 1931 C A.

Le posizioni sinora ottenute a Pino sono le seguenti:

Pianeta	1931	T.M. Gr.	Posizione 1925.0	
1931 CA	Febbr. 11	23^h14^m	10^h17^m9	$+17°23'$
» »	» 12	23 9	10 17.2	+ 17 34
» »	» 14	23 17	10 15.7	+ 17 56
» »	Marzo 11	22 21	9 57.2	+ 21 58

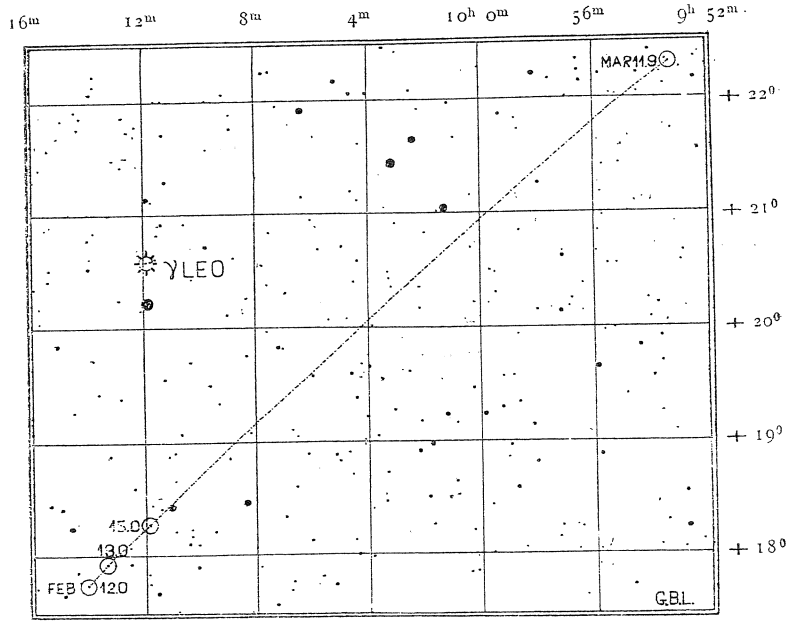
Un'altra posizione fotografica del pianetino scoperto dal Sig. Lacchini il 19 gennaio è stata da lui ottenuta il 24 febbraio ed è la seguente:

Pianeta	1931	T.M. Gr.	Posizione 1925.0	
1921 BA	Febbr. 24	2^h3^m	8^h59^m0	$+17°54'$

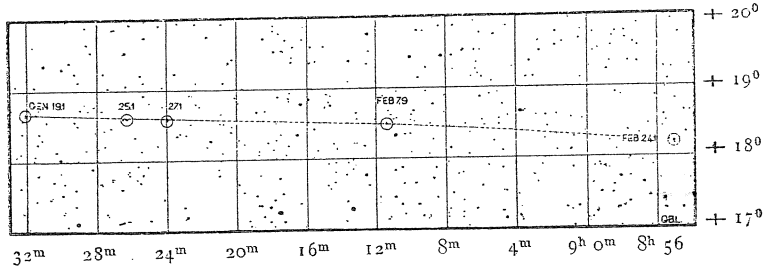
Sgraziatamente il tempo avverso di queste ultime settimane ed una posa sfortunata per ciascuno di essi, per difetto delle lastre, non ci permettono di dare posizioni più recenti.

Essi sono stati osservati pure rispettivamente ad Heidelberg e ad Uccle.

Per curiosità rappresentiamo nelle annesse figure il percorso dei due astri, quale risulta dalle lastre fotografiche di Pino Torinese.



Spostamento apparente sulla volta celeste del pianetino 1931 CA dal 12 Febb. al 12 Marzo 1931.
Stelle e coordinate della *Bonner Durchmusterung*.



Spostamento apparente sulla volta celeste del pianetino 1931 BA dal 19 Genn. al 24 Febb. 1931.
Stelle e coordinate della *Bonner Durchmusterung*.

L'ECLISSE TOTALE DI LUNA DEL 2 APRILE 1931

(Osservazioni compiute nel R. Osservatorio Astrofisico di Catania).

Cielo completamente coperto fino a $19^h.40^m$ ora in cui si scopre la *Luna* a fenomeno già inoltrato. Si era predisposto di eseguire osservazioni visuali e fotografiche ed il programma, ostacolato intermittentemente da nubi, si potè svolgere con qualche lacuna: si perdettero cioè la fase d'entrata nell'ombra ed in parte anche

la fase d'uscita (che si potè prendere solo visualmente). In compenso il fenomeno della totalità si potè osservare bene seguendo le variazioni di luminosità e di colore.

Già prima dell'inizio della totalità la parte in ombra aveva preso il caratteristico colore rossastro più intenso e più luminoso al lembo, degradante leggermente in turchino verso il centro dove diveniva piuttosto plumbeo. All'inizio della totalità sebbene la Luna fosse già completamente immersa nell'ombra, il lembo in cui avvenne il secondo contatto rimase illuminato da debole luce giallo-verdognola e a mano a mano che la Luna si inoltrava sempre più nel cono d'ombra, la detta luce andava diminuendo gradatamente per scomparire del tutto intorno al mezzo della totalità e riapparire, aumentando, verso il lembo dove doveva aver luogo la fine della totalità.

Nessun fenomeno degno di nota, soltanto è sembrato che l'illuminazione generale della Luna eclissata fosse assai meno intensa di quella osservata in altre eclissi.

Nella tabella che segue sono dati i tempi e gli angoli di posizione osservati.

Osservazioni dell'eclisse lunare totale del 2 aprile 1931	Ingresso nell'ombra	Principio della totalità	Fine della totalità	Uscita dall'ombra
Angolo di posizione (Nord per Est) dedotto dalle fotografie	nubi	322°	95°	nubi
» » » calcolato	130°	321,5	95,2	287°
Tempo medio dell'Etna osservato da G. A. FAVARO . . .	nubi	$20^h23^m,0$	$21^h52^m,5$	22^h52^m ?
» » » » » L. TAFFARA	nubi	20 23 ,8	21 52 ,4	22 52 ,9
» » » » » S. TAFFARA	nubi	20 21 ,7	21 53 ,2	22 53 ,1
» » » dedotto dalle fotografie	nubi	20 22 ,0	21 52 ,0	nubi
» » » calcolato	$19^h23^m,2$	20 22 ,3	21 52 ,6	22 51 ,7

l. t.

Il Sig. DONATO SERAFINI di Tai di Cadore ci comunica che secondo sue osservazioni durante la fase totale il disco lunare presentava una colorazione arancione con tonalità violetta. Durante tutta la fase totale egli notò che il disco rimaneva illuminato inegualmente, forte essendo la differenza fra la zona centrale dell'ombra e la parte periferica.

La debole intensità del disco durante la fase totale notata a Catania fu osservata anche dal sig. NICOLÒ DALLAPORTA a Trieste. Il colore fu descritto come rosso cupo durante la totalità; durante la fase parziale la zona situata presso la parte illuminata della luna appariva di colore verde-grigiastro chiaro, mentre la zona più lontana dalla luce rimaneva di color rosso rame.

Il cielo coperto ha impedito le osservazioni in quasi tutta l'Italia. Queste sono le sole relazioni finora pervenuteci.

l. j.

ASTROFISICA

RIGHE DI EMISSIONE NEGLI SPETTRI DI TIPO Be

Già nella circolare n. 8 del G. A. « Bononia » si è parlato dei recenti studi di OTTO STRUVE sulla rotazione delle stelle di tipo B. Come quasi tutte le nostre cognizioni sulle proprietà fisiche delle stelle anche questa risulta da un'accurata interpretazione del loro spettro in base alle leggi della fisica teorica ed atomica. Si osserva cioè che negli spettri delle prime classi spettrali, e specialmente in quelli del tipo B, le righe di assorbimento sono allargate ed a bordi poco definiti. L'allargamento è evidentemente determinato dall'effetto DOPPLER, che a sua volta può esser provocato da varie cause fisiche e meccaniche. La struttura particolare dei bordi invece è strettamente collegata col numero degli atomi eccitati, coll'effetto STARK molecolare oppure colla rotazione della stella. Sottoponendo tutte queste possibilità ed una serrata critica scientifica e confrontando la struttura dei bordi di queste righe con quelli che si osservano nelle righe di assorbimento delle doppie spettroscopiche (in cui è accertata la rotazione del sistema) si conclude che solo la rotazione della stella può produrre il fenomeno osservato.

Questo è massimo nelle stelle tipo B e la velocità equatoriale può raggiungere i 250 km/sec.

È noto però che molte stelle di tipo B presentano pure delle righe di emissione dovute principalmente all'idrogeno (tipo spettrale Be). Non si è potuta dare una spiegazione sufficiente di questo fatto nemmeno colla cosidetta teoria della jonizzazione.

OTTO STRUVE, in una pubblicazione apparsa nell'*Astrophysical Journal* T. LXXIII, 2, esprime l'opinione che queste righe di emissione siano in stretta relazione colla rotazione già constatata.

Anzitutto se vi è emissione deve pure esistere un gas incandescente esterno all'atmosfera fredda della stella, chè altrimenti questa assorbirebbe la luce e non potremmo osservare alcuna riga di emissione. L'A. in analogia a quanto si è constatato nelle *Novae* ammette perciò che la stella sia circondata da un anello nebuloso, incandescente ma non dilatabile come nelle *Novae*. Quest'anello sarebbe dunque una peculiarità delle stelle rotanti. Di fatti le righe di emissione si osservano solo nelle stelle con righe di assorbimento allargate e poco definite.

Ma come e perchè si è formato quest'anello? Per la grande velocità di rotazione la stella può diventare instabile ed a prima vista ci si dovrebbe attendere la sua scissione in due componenti rotanti intorno al comune centro di gravità. Vi è però una possibilità diversa. J. JEANS ha dimostrato che una massa gassosa in rotazione rapida per ragioni di equilibrio assume una forma lenticolare con bordi acuti all'equatore. Da questa regione si ha poi un'espulsione di materia stellare colla susseguente formazione dell'anello di aspetto simile a quello di Saturno. Quest'anello è formato di atomi in rivoluzione intorno alla stella secondo la legge della gravità.

Se l'anello incandescente ruota anch'esso, le righe di emissione cui dà origine dovranno pure presentare l'effetto DOPPLER. Ciò che in realtà si osserva: le righe sono allargate o addirittura sdoppiate a seconda dell'inclinazione del piano dell'anello rispetto alla visuale. Anzi dalla dissimetria nell'intensità delle componenti che si osserva in certi casi (χ Dra) si può arguire che l'anello può anche essere

ellittico. Se poi l'intensità relativa delle componenti varia periodicamente (π Aqr) ciò si potrebbe spiegare ammettendo che la linea delle absidi dell'anello elittico ruoti con periodo determinato,

La teoria proposta ha però un punto debole: Di fatti quale è la ragione fisica per cui certe stelle instabili trovano l'equilibrio scindendosi, altre invece generando l'anello?

I dati sperimentali sono invece di grande importanza. Anzitutto perchè dimostrano che la varietà dello spettro non dipende solo dai tre parametri classici: pressione, temperatura e numero degli atomi eccitati ma anche dalla rotazione della stella, affatto indipendente dai primi tre.

Inoltre questi studi sono molto importanti perchè aprono nuove vedute nello studio della genesi delle stelle multiple.

f. d.

ASSORBIMENTO DELLA LUCE NEL SISTEMA GALATTICO

La questione dell'assorbimento della luce per opera di una massa nebulare oscura giacente approssimativamente nel piano della Via Lattea ha dato origine in questi ultimi mesi a numerosi studî, specialmente di autori americani. Come alcuni dei nostri lettori ricorderanno, l'argomento venne trattato a varie riprese nelle *Circolari* del Gruppo Astrofili « Bononia ».

Ripetiamo qui brevemente quali sono gli effetti dell'assorbimento da parte della materia oscura interposta fra noi e le stelle. Primo effetto è evidentemente quello di diminuire la luminosità apparente delle stelle: questo è ciò che si chiama *assorbimento generale*. Secondo effetto è quello di aumentare l'indice di colorazione delle stelle (similmente alla nebbia che assorbe le radiazioni di piccola lunghezza d'onda, lasciando passare le radiazioni rosse); questo è il cosidetto *assorbimento selettivo*.

Il valore dell'assorbimento generale nel piano galattico era stato trovato da TRUMPLER essere $0^m.7$ per 1000 parsec (ciò vale a dire che per ogni 1000 parsec di distanza le stelle che si trovano nel piano della Via Lattea ci appaiono di $0^m.7$ più deboli di quanto le stimeremmo vedendole attraverso uno spazio del tutto trasparente).

Per l'assorbimento selettivo, più facile a misurarsi, fu trovato il valore di $0^m.32$ per 1000 parsec da TRUMPLER, e $0^m.33$ da VAN DE KAMP. (Ciò significa che per ogni 1000 parsec attraversati dalla luce di una stella, l'indice di colorazione della stella stessa aumenta di $0^m.32$ o $0^m.33$ rispettivamente. Ricordiamo che l'*indice di colorazione* è la differenza fra la grandezza fotografica e la grandezza visuale). In uno studio apparso il mese scorso (Lick O. Bull. N. 434) L. T. SLOCUM trova per esso il valore di $0^m.34$. Come si vede i risultati sono oltremodo concordi.

Omettiamo qui la spiegazione di metodi usati per giungere a questi risultati, trovandosi essi esposti abbastanza esaurientemente nelle citate circolari del Gruppo « Bononia », di cui teniamo ancora alcune copie a disposizione dei lettori che desiderassero conoscere più a fondo l'argomento.

Tutti gli autori sono concordi nell'ammettere che la massa assorbente è foggiata a guisa di lente, il cui piano diametrale coincide col piano della galassia e il cui centro coincide all'incirca col centro di questa. Dallo studio di SLOCUM risulta inoltre che la densità di questa massa decresce con l'aumentare della distanza dal centro della galassia, il che era da attendersi, evidentemente.

l. j.

METEOROLOGIA

L'ANNUARIO DELL'UFFICIO PRESAGI

Questa pubblicazione annuale del Ministero dell'Aeronautica, giunta al suo VI volume, si presenta più ricca, più complessa, più varia delle precedenti. E quindi risulta ancor più utile per tutti coloro cui abbisognano notizie astronomiche e geofisiche (es. dati magnetici, ore di marea ecc.) o desiderano conoscere come sono organizzati e come funzionano i servizi meteorologici di tutto il mondo, con particolare riguardo s'intende, a quello italiano. Una tavola fuori testo, a colori, aggiunta quest'anno, mostra il planisfero colla ripartizione dei fusi orari, mettendo bene in evidenza le deviazioni cui questi sono soggetti per ragioni di confine tra i varî Stati. Un'altra carta ancora dà la declinazione magnetica aggiornata al 1° gennaio 1931 per l'Italia. Chi dunque servendosi d'una comune bussola voglia determinare in modo preciso il punto Nord, trova in questa carta la precisa correzione necessaria.

Il volume contiene ancora, oltre questa parte di pratica consultazione, uno studio sulla traiettoria delle formazioni cicloniche sull'Italia e sui mari adiacenti durante l'anno precedente, una sommaria ma chiara esposizione della moderna teoria della scuola Norvegese di cui è a capo il BJERKNES, sulle depressioni barometriche, e la classificazione delle nubi secondo le nuove vedute della Meteorologia.

Questa pubblicazione, unica nel genere, è stata curata dall'EREDIA colla collaborazione dei Geofisici dell'Ufficio Presagi, e stampata in bel volumetto rilegato dall'Istituto Poligrafico dello Stato.

t. a.

SPOSTAMENTO DEL POLO E ANOMALIE ATMOSFERICHE

Il prof. SPITALER in diverse memorie pubblicate sui *Gerlands Beiträge zur Geophysik* ha ricercato se possa sussistere qualche relazione tra le anomalie della pressione atmosferica e della temperatura e gli spostamenti dell'asse terrestre. Egli dimostra come sia ammissibile che nascano correnti aeree tra i meridiani, di cui la variazione in latitudine è negativa e quelli in cui è positiva, correnti che in un'atmosfera omogenea potrebbero raggiungere tra il 2° e il 3° delle note Scale Beaufort. Queste correnti, d'origine che potrebbe chiamarsi tellurica, non sono senza influenza su quelle comuni, di origine più propriamente atmosferica, e naturalmente sulle dipendenti vicende meteorologiche delle varie regioni terrestri, nelle quali vicende pertanto si potrebbe riscontrare un periodo più o meno concordante colle oscillazioni del polo. L'A. troverebbe così la ragione del periodo di 16 anni nelle variazioni del clima dell'Europa Centrale, messo in luce dal WAGNER.

In altra memoria l'A. mercè accurati confronti, fa vedere come esista una stretta connessione, sempre per l'Europa Centrale, tra gli scostamenti della temperatura e della pressione dai valori medî di lunghi periodi, tanto per l'inverno come per l'estate, e la corrispondente posizione dell'asse terrestre. Ne risulta pertanto confermata la previsione matematica di spostamenti di grandi masse aeree per effetto delle oscillazioni dell'asse terrestre.

L'interesse di queste ricerche è evidentissimo, ma dovranno essere proseguite, poichè troppo limitato è il tempo a cui esse si riferiscono, le osservazioni degli spostamenti del polo essendo state iniziate non prima del 1890.

t. a.

SUGLI INVERNI RIGIDI

Nel Bollettino della R. Soc. Geografica Italiana è apparso di recente un'interessante nota dell'EREDIA sugli inverni rigidi. È un argomento questo per cui, specialmente negli ultimi tempi, si è lavorato parecchio. Ci limiteremo a ricordare la pubblicazione dell'EASTON, *Les hivers dans l'Europe occidentale (Leida 1928)* trattazione ampia e ben condotta. L'EREDIA in questa sua nota, dopo aver esposto i criterî con cui dai varî studiosi dell'argomento si cercò di classificare gli inverni nei riguardi della rigidità, prospetta la convenienza che ai varî procedimenti in uso si aggiunga l'altro di considerare anche il numero delle giornate in cui le temperature minime scesero sotto zero, o, per alcuni climi notoriamente miti, come quello di Roma si fermarono a zero.

Esamina poi il carattere degli inverni romani dal 1853-54 al 1929-30 in base ai diversi criteri usati: deviazione della temperatura media invernale di ciascun inverno dalla normale; somma delle tre minime assolute più basse mensili; numero dei giorni con temperature minime assolute uguali o minori di zero; somma delle temperature minime inferiori a zero. Dalle tabelle così costruite l'A. ricava quattro grafici di cui l'andamento si palesa presso a poco identico. Avviene però raramente che la spezzata, la quale riunisce i totali dei giorni con temperatura eguale o sotto zero non segua la spezzata che riunisce le somme delle temperature minime sotto zero. Dal grafico risulta ancora che l'inverno 1929-30 è stato il più crudo del periodo esaminato; che tra gli inverni molto rigidi intercede un periodo di 23 anni e ½ cioè di circa due cicli solari; che v'è un periodo di 5 a 6 anni tra gli inverni molto rigidi e gli inverni rigidi. L'A. rileva dunque come appaia una certa dipendenza tra il ciclo degli inverni rigidi e le macchie solari, come del resto fu messo in luce da altri meteorologi, il KOEPPEN, il WOLFER.

t. a.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI MAGGIO 1931

I PIANETI

Mercurio: Riappare al mattino verso il 20 maggio. Il 27 raggiunge la massima elongazione dal Sole, a 24°43′ da esso. Per le nostre latitudini questa non sarà una elongazione favorevole, il pianeta sorgendo appena 55 minuti prima del Sole. Al cannocchiale il pianeta presenterà l'aspetto della Luna all'ultimo quarto, del diametro di 8″.2; la grandezza stellare globale sarà di 0^m7. La sua ricerca sarà facilitata dalla sua vicinanza a Venere, dalla quale disterà 8° verso Est.

Venere: Bassa a oriente, ad alba inoltrata. Precede il sole di un'ora circa. Percorre con moto diretto i Pesci e poi l'Ariete. Il 15 maggio diametro apparente 12″2, grandezza stellare -3^m3. In congiunzione con la Luna il 15.

Marte: Serotino, passa durante il mese dal Cancro al Leone. Alla fine del mese si trova pochi gradi a NW di Regolo. In congiunzione con la Luna il 12. Il 15 maggio diametro apparente 6″6; grandezza stellare 1^m1.

Giove: Si muove con moto diretto nei Gemelli; la sera del 17 passa mezzo grado a nord di ♂. In congiunzione con la Luna il 21. Il 15 maggio diametro polare apparente 31″8; grandezza stellare -1^m5.

Saturno: Mattutino nel Sagittario, a Sud di *f*. Stazionario il 3; in congiunzione con la Luna il 7. Il 15 maggio diametro polare app. 16″2, asse maggiore degli anelli 39″6, grandezza stellare 0^m6.

Urano: Riappare all'alba nella seconda parte del mese, fra ζ e ε Piscium. Il suo debole splendore (6ª grandezza) richiede almeno un binocolo per poterlo scorgere.

Nettuno: Nel Leone, presso ρ. Grandezza stellare 7^m7 circa. Per identificarlo, v. la cartina pubblicata nel fascicolo di gennaio a pag. 22.

Plutone: Nei Gemelli, fra δ e 63 Flamsteed. Grandezza stellare 14^m7 circa. Invisibile nei piccoli telescopî.

POSIZIONE DEI PIANETI

	5 Maggio		15 Maggio		25 Maggio	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	2^h16^m3	+13° 8′	$2^h\ 9^m5$	+10° 6′	2^h28^m5	+10°55′
Venere	0 41.8	+ 2 39	1 26.4	+ 7 11	2 12.0	+11 29
Marte	9 1.0	+19 2	9 18.7	+17 31	9 37.5	+15 50
Giove	7 7.2	+22 53	7 14.3	+22 41	7 21.9	+22 28
Saturno....	19 40.3	−21 13	19 39.9	−21 14	19 38.8	−21 18
Urano	1 3.4	+ 6 5	1 5.3	+ 6 16	1 7.0	+ 6 27
Nettuno ...	10 20.9	+11 5	10 20.8	+11 5	10 20.9	+11 4
Plutone....	7 22.0	+22 22	7 22.7	+22 21	7 23.4	+22 20

Fasi lunari: L. P. il 2 a 6^h14^m; U. Q. il 9 a 13^h48^m; L. N. il 17 a 16^h28^m; P. Q. il 24 a 20^h39^m; L. P. il 31 a 15^h33^m. Luna apogea il 12 a 2^h; perigea il 27 a 17^h.

CONFIGURAZIONI PLANETARIE NEL MESE DI MAGGIO 1931

Giorno 2 a 13^h: ♂□☉.
» 3 » 14 : ♄ stazionario.
» 7 » 12 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 5° 28′ N.
» 10 » 3 : ♀ ☌ ♁ . . . . . ♀ 1° 13′ S.
» 13 » 15 : ☿ stazionario.
» 13 » 21 : ♆ stazionario.
» 14 » 15 : ♁ ☌ ☾ . . . . . ♁ 1° 4′ S.
» 15 » 3 : ♀ ☌ ☾ . . . . . ♀ 2° 51′ S.
» 16 » 2 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 5° 10′ S.
» 18 » 10 : ♀ ☌ ο Piscium . . ✳ 0° 8′ N.
» 21 » 15 : ♃ ☌ ☾ . . . . . ♃ 4° 50′ S.
» 22 » 2 : ☉ entra in ♊.
» 23 » 23 : ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 2° 41′ S.
» 24 » 19 : ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 2° 52′ S.
» 25 » 6 : ♆□☉.
» 28 » 20 : ☿ mass. elongazione . . . . ☿ 24° 43′ W. ☉.

Per la spiegazione dei simboli celesti vedi il fascicolo di febbraio.

Maggio 1931 - OCCULTAZIONI LUNARI DI STELLE VISIBILI NELL'ITALIA SETTENTRIONALE

Giorni	Stella	Gr.	Decl. app.	Fenom.	T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Età della Luna
19	107 B Aur.	6.5	+27° 37'.3	Imm.	19h 52m.5	67°	0m.0	+0m.8	giorni 2
*25	σ Leonis .	4.2	+ 6 24.4	Imm.	21 25 .0	37	—	—	» 8
28	g Virginis.	5.6	— 8 37.1	Imm.	0 40 .0	155	—0m.5	+2m.1	» 11
*30	A Scorpii .	4.6	—25 7.6	Imm.	23 42 .0	172	—	—	» 13
30	3 Scorpii .	5.9	—25 2.7	Imm.	23 51 .5	128	—1m.5	+1m.0	» 13

* Occultaz. radente.

I tempi dell'Immersione e dell'Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per Torino (PinoTorinese), long. —31m. 1, latit. +45° 2'.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti *a* e *b* sono le variazioni del tempo dell'occultazione per 1° di longitudine Ovest e per 1° di latitudine Nord da Torino.

Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi e decimi*, presi coi segni :

$\Delta\lambda$, positivo verso ovest e negativo verso est,
$\Delta\varphi$, positivo verso nord e negativo verso sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine da Torino, di un dato luogo, il tempo approssimativo del fenomeno per quel luogo è dato da :

$$\text{T. appr.} = \text{T.M. Gr. per Torino} + a\,\Delta\lambda + b\,\Delta\varphi.$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.

LIBRI RICEVUTI

Pei tipi della casa Zanichelli è uscito recentemente un libro sulla previsione del tempo, compilato dal nostro collaboratore prof. T. ALIPPI (*La previsione del tempo*, Bologna, N. Zanichelli 1930, Lire 30). L'argomento vi è trattato in modo accessibile a chiunque senza però mai scostarsi dal rigore scientifico. Premessi alcuni cenni storici ed illustrati i concetti fondamentali, le varie cause della condensazione del vapore atmosferico, il fronte caldo e il fronte freddo, l'A. si sofferma sulle relazioni fra il carattere del tempo e le configurazioni isobariche. Un intero capitolo è poi dedicato alla nuova teoria del BJERKNES sulla struttura e la genesi dei cicloni.

Esaurite le basi teoriche segue l'esposizione dei vari metodi della previsione, quello delle *isallobare*, delle onde barometriche ecc. Ognuno infine leggerà con interesse i due ultimi capitoli sul presagio locale e sulla precisione a lunga scadenza, ove si discute ampiamente sulla possibile influenza delle fasi lunari e dell'attività solare, sulla successione delle stagioni meteorologiche e sui centri d'azione dell'atmosfera. Il libro, riccamente illustrato da numerosi esempi di cartine del tempo, esce in un momento quanto mai opportuno, dato che i trattati del genere sono per lo più già antiquati.

j. d.

Responsabile: G. HORN - D'ARTURO

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-IX

VOLUME ED ANNO I MAGGIO 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

Prof. LUIGI VOLTA

LE STELLE (1)

COPERNICO aveva chiesto un ben profondo atto di fede a' suoi seguaci, se, dell'ampio giro descritto dalla terra intorno al sole, non si avvertiva la prova affannosamente cercata in una variazione annua, sia pur piccola, di prospettiva fra le stelle; queste apparivano inesorabilmente fisse le une rispetto alle altre, come pur sempre inchiodate sulla massima sfera di EUDOSSO e di TOLOMEO.

Se l'HALLEY scoprì le prime tracce di mobilità propria delle stelle, se più tardi l'HERSCHEL su quelle dimostrò il movimento della maggior stella, il sole, nello spazio e da conteggi sul cielo stellato e da induzioni statistiche, incontrandosi col genio del KANT, assurse al primo abbozzo della forma del mondo siderale, si doveva arrivare sin quasi alla metà del secolo scorso, perchè la prima distanza stellare fosse, col BESSEL, realmente misurata. Teoricamente la sfera cristallina delle stelle fisse era stata spezzata dal COPERNICO, ma praticamente il campo dello studio stellare era rimasto ancora, sino al BESSEL, quella sfera.

Che sapevano allora gli astronomi delle stelle? Ne sapevano determinare con buona precisione le posizioni su quella sfera; ne sapevano stimare lo splendore, graduandolo secondo una scala empirica, che in fondo era quella stessa dell'Almagesto di TOLOMEO; ne conoscevano infine, da un semplice apprezzamento fisiologico, il colore. Pur già fondata dall'HERSCHEL l'astronomia siderale, le stelle costituivano ancora e sopratutto direzioni di riferimento preziose a consacrare i trionfi della meccanica celeste, a scoprire col BRADLEY le nutazioni dell'asse terrestre e l'aberrazione della luce.

A metà del secolo scorso incomincia la vera storia dell'astronomia stellare, iniziata da tre grandi conquiste.

Colla prima distanza — o *parallasse stellare* — misurata dal BESSEL entrava nel dominio della scienza la terza coordinata, la quale, con le due angolari

(1) Dal discorso letto il 5 novembre 1930-IX nell'Aula Magna della R. Università di Torino per la solenne inaugurazione dell'Anno Accademico.

sferiche, proiettava con discreta approssimazione la prima stella a suo luogo nello spazio.

Applicando lo spettroscopio all'osservazione delle stelle, dopo aver scoperto l'origine delle linee nere dello spettro solare, il KIRCHOFF fondava l'*astrofisica*.

Infine la teoria del DOPPLER prevedeva e l'esperimento confermava lo *spostamento delle linee spettrali* di una fonte luminosa, per il suo avvicinarsi od allontanarsi.

Il dato distanza, che s'imparò sempre meglio e per varie vie a misurare o a dedurre, fornì all'astronomo il mezzo più atto ad affrontare il problema della conformazione dell'universo.

Dalla *distanza* e colla distanza ben presto si trapassò al *movimento* delle stelle: l'astrometria forniva il *moto proprio*, vale a dire il minuto spostamento delle stelle trasversalmente alla visuale — il quale, nota la distanza stellare, si poteva a suo luogo anch'esso proiettare nello spazio; — la misura spettroscopica dell'effetto Doppler forniva d'altra parte la componente del moto stellare lungo la visuale, detta *velocità radiale*; il movimento reale della stella nello spazio si poteva, per tal modo in alcuni casi ricostruire.

Eccoci così arrivati alla *distribuzione* delle stelle nello spazio, ai loro *moti*, alle *correnti siderali* del nostro sistema galattico. Ogni volta poi che si sappia collocare alla sua vera distanza una stella, sapremo anche calcolare, da quello *apparente*, il suo *splendore effettivo*.

La *spettroscopia*, dal canto suo, doveva portare rapidamente un contributo maraviglioso alla conoscenza del popolo splendente dei lontanissimi soli; perfezionata dal nostro DONATI e dal nostro SECCHI, essa permise, come tutti sanno, di penetrare addentro alla natura fisica e chimica delle stelle, smentendo l'avventata profezia negativa di AUGUSTO COMTE e dimostrando l'unità della materia nell'universo.

Alla spettroscopia s'allea la *fotometria* ed ambedue fiancheggiate dall'astrometria classica, dalla meccanica celeste, dalla potenza dei mezzi strumentali, sospingono lo studio fisico del cielo verso un progresso stupendo, il quale, nonchè durare, va tuttora accelerando il suo ritmo.

E non solo l'unità della materia negli spazî siderali, ma fu anche dimostrata — se mai ve ne fosse stato bisogno — la validità generale della legge del NEWTON nel cosmo dai moti dei sistemi di stelle doppie, di cui l'HERSCHEL aveva inaugurato le scoperte. E come il nostro sistema stellare apparve ben più vasto di quanto l'HERSCHEL non avesse calcolato, così anche questi sistemi di stelle doppie o multiple, legati dalla mutua attrazione e ruotanti intorno al comune centro di gravità, si sono andati moltiplicando, non soltanto per la aumentata potenza dei telescopi, ma ancora per merito dello spettroscopio, che ci rivelò i gemini spettri di sistemi strettissimi, quali forse nessun occhio umano, per quanto formidabilmente armato, separerà mai.

A tanto si doveva pervenire con l'unico tenue filo di luce che, dopo migliaia od anche milioni di anni di cammino celeste con la velocità prodigiosa delle onde eteree, percuote la pupilla dell'uomo e la lastra sensibile di uno spettrografo.

In breve: le stelle fisse ed incorruttibili dell'astronomia antica, fisse cioè

sulla loro rigida sfera, si muovono invece, a distanze diversissime ed enormi, percorrendo, infaticate e veloci, gli spazi siderei e vivono — per così dire — una loro vita fervida, di cui le varie e possenti manifestazioni fisiche, ogni giorno meglio conosciute, seguono una parabola evolutiva, che costituisce uno dei più appassionanti problemi dell'astrofisica odierna.

Sin qui non ho fatto che un sommario; illustriamolo a grandi linee.

Prima che da vicino come individui fisici, consideriamo le stelle come folla anonima, sotto il punto di vista del *numero*, della *distanza* e del *moto*; ne riconosceremo così le associazioni e le migrazioni vaste e giungeremo infine a contemplare, nella sua forma e nelle sue dimensioni, l'architettura viva e mobile dell'universo stellato.

Proponendoci di calcolare il numero totale delle stelle, ammettiamo che esse non siano in numero infinito e, per concludere questo calcolo, occorre da un lato stabilire una scala degli *splendori*, o *grandezze apparenti* stellari e dall'altro contare tutte quelle più luminose di una grandezza data. Tanto più questo conteggio è spinto lungo la scala degli splendori decrescenti e tanto più legittima sarà la estrapolazione o l'induzione alla totalità delle stelle esistenti; solo la penetrazione degli strumenti moderni, l'ausilio della fotografia ed il metodo statistico, applicato ad un numero adeguato di aree scelte, potevano portare a numeri attendibili. La scala delle grandezze è fissata per modo che il rapporto di splendore fra una grandezza e la seguente è di circa 2 volte e mezza; di più, com'è noto, agli splendori decrescenti geometricamente, corrispondono numeri aritmeticamente crescenti di grandezze.

Fra lo splendore di una stella di prima grandezza e quello di una di sesta, appena percettibile ad occhio nudo, il rapporto di luce è già da 100 ad 1; fra le stelle di prima e quelle di ventunesima grandezza — le ultime a cui si sia spinta la rassegna fotometrica — il rapporto è di 100 milioni; fra il sole e le stesse stelline di ventunesima il rapporto di luce è rappresentato dalla cifra 4 seguita da 18 zeri: tale l'ampiezza della scala fotometrica astronomica.

I numeri che rappresentano la totalità delle stelle, sino ad una data grandezza compresa, dovrebbero crescere secondo un rapporto costante poco minore di 4 da una grandezza alla successiva, se le stelle fossero distribuire egualmente alle varie distanze; il numero totale cioè delle stelle sino alla sesta grandezza dovrebbe essere quasi il quadruplo delle stelle tutte sino alla quinta e così via.

Questo rapporto, poco minore di 4 dapprincipio, va regolarmente diminuendo man mano che spingiamo il conteggio verso le più deboli stelle. Le stelle sino alla ventesima, secondo SEARES e VAN RHIJN, sono 990 milioni, sino alla ventunesima sono 1.690 milioni — bisognerebbe adunque arrivare sin quasi alle ultime stelle visibili coi telescopi perchè gli uomini, e non tutti ancora, potessero scegliersi la loro stella in cielo —; il nostro rapporto è sceso ad 1,7.

Se ne conclude che le stelle si vanno facendo più rade con la distanza: è questo il primo indizio numerico dell'esistenza di un sistema stellare che ci avvolge; la conclusione è però fondata sulla ipotesi ragionevole che nella gran media le stelle di vario splendore si mescolino in proporzioni uniformi nello

spazio e sul fatto provato che nello spazio si abbia solo un debolissimo assorbimento di luce.

La serie decrescente dei rapporti ora detti è rappresentabile analiticamente e passando al limite, come si dice in termine matematico, cioè inducendo per analogia i numeri relativi alle successive grandezze, il SEARES ed il VAN RHIJN hanno stimato la totalità delle stelle fra 30 e 40 miliardi ed hanno pure stimato la luce totale delle stelle pari a quelle di circa 1100 stelle di prima grandezza ed i 98/100 di tutta questa luce dovuti al miliardo e mezzo ora detto di stelle più lucenti della ventunesima.

Più suggestivo il problema delle *distanze stellari*, che si identifica con quello della *struttura dell'universo*; ove si rifletta che in confronto di queste distanze è, nell'enorme maggioranza dei casi, trascurabile il diametro dell'orbita immensa descritta dalla terra, è davvero stupefacente che l'astronomia abbia affrontato con successo questo problema.

Se si può ammirare la delicatezza estrema delle misure dell'astronomo, il quale, trasportando in cielo il metodo del modesto topografo, riesce, sulla base di quel diametro, col micrometro visuale o fotografico, a determinare un angolo di pochi centesimi di secondo d'arco e a dedurre con discreta approssimazione la parallasse e quindi la distanza delle stelle più vicine, è immensamente più entusiasmante seguire gli accorgimenti geniali con cui il formidabile problema è stato aggirato, trasformato ed, in molti casi, vinto. Si potrebbero enumerare una dozzina di metodi per determinare le parallassi stellari, sia di singole stelle, sia le parallassi medie di classi o di associazioni di stelle.

Computi statistici, meccanica celeste, spettroscopia, fotometria si dànno la mano in questo campo; si utilizza ad es., la velocità nota del moto del sistema solare nello spazio come base di triangolazione, oppure il fatto assodato di un trasporto di conserva di un gruppo di stelle di moto proprio noto e di cui si misura la velocità radiale. Vari metodi sono fondati sul confronto fra grandezza apparente, data dal fotometro, e grandezza effettiva, quando questa si possa per altra via conoscere. E tale dato è noto, per es.: nel caso di stelle di un certo tipo spettrale o può conoscersi dall'intensità di certe linee spettrali di assorbimento, come l'ADAMS ha insegnato e la teoria spiega e può infine immediatamente dedursi dal periodo di variazione di luce di un famoso gruppo di variabili: le Cefeidi.

La fecondità di questi metodi è stupenda. I sistemi di stelle doppie — siano esse separabili e misurate al cannocchiale o inseparabili e studiate allo spettroscopio — possono pure condurre alla deduzione della loro distanza, attraverso la terza legge di KEPLERO, che lega i periodi di rivoluzione ai grandi assi delle orbite. Nel caso di doppie separabili al telescopio occorre fare ipotesi sul valore delle masse, ma ciò non vulnera di molto il metodo, che fornisce la distanza cercata confrontando appunto la dimensione angolare apparente dell'orbita con la reale calcolata.

Nel caso delle doppie così vicine tra loro che il telescopio non le separa, ma che la variabilità di luce ci denuncia come mutuamente ecclissantisi, si può,

dai dati fotometrici, in taluni casi impostare così favorevolmente il problema, da riuscire a dedurre un gruppo di dati preziosi: oltre gli elementi orbitali, le masse ed ancora lo splendore effettivo delle componenti, il quale come s'è visto, confrontato con lo splendore apparente, dà subito la distanza.

Spigoliamo ora in questa messe di misure, con le quali l'astronomia ha saputo scandagliare finalmente l'immensità degli spazî.

Guardiamoci prima attorno, nelle nostre — per così dire — immediate vicinanze: la famosa α Centauri del cielo australe, i cui raggi impiegano 4 anni ed un terzo per giungere a noi, non è più la prossima fra tutte; questo primato le è stato tolto da una stellina di decima grandezza, lontana da noi 3 anni e due terzi di luce: questa prossima è pur tuttavia già circa 230 mila volte più lontana del Sole.

Fra le stelle più vicine è la splendida Sirio, ad 8 anni e mezzo di luce e la doppia 61 Cygni, la cui distanza fu la prima misurata dal grande BESSEL.

Quale la densità della distribuzione stellare intorno a noi? L'EDDINGTON calcola che entro una sfera col centro nel Sole e di raggio pari a poco più di 16 anni-luce (che corrisponde a 5 volte l'unità di distanza astronomica di distanza, il par-sec) si trovino circa 30 stelle di splendore assoluto superiore a 1/200 di quello del Sole; il che è quanto dire che nei pressi del Sole in media bisognerebbe viaggiare per il cielo circa 8 anni con la velocità della luce per passare da una stella ad una sua vicina.

Il DYSON calcola che, in una sfera di raggio quadruplo, cioè di circa 65 anni-luce, si trovino 800 stelle osservabili; imposta una limitazione maggiore, risulta maggiore la rarefazione stellare e cioè una stella per ogni cubo di oltre 11 anni-luce.

Le stelle adunque come le prossime citate sono già un'eccezione.

Pur tenendo conto della probabile esistenza di stelle più deboli del limite fissato od addirittura oscure, si deve concludere che il vuoto intersiderale è veramente pauroso, essendovi la materia distribuita con rarità estrema; nei pressi del sole la distribuzione stellare testè descritta si potrebbe rappresentare con sferette di qualche millimetro di diametro poste a 60 km. di distanza in media! A spiegare la meraviglia di una fulgida notte serena in tanta rarità di stelle, vien fatto subito di pensare alla trasparenza purissima degli spazi ed all'ultrapotenza della radiazione stellare.

Le misure dirette delle distanze siderali (metodo topografico, per intenderci) non possono applicarsi che alle stelle relativamente assai vicine; man mano che c'inoltriamo verso i 500 anni-luce il risultato si fa sempre più incerto, sino a diventare illusorio.

Ma abbiamo a fare in cielo con distanze ben maggiori e ci soccorrono allora gli altri metodi indiretti accennati.

Per queste altre vie possiamo giungere a valori medî delle distanze per categorie di stelle numerosissime, in cui è lecito applicare criteri di probabilità: così ad es. sono state dedotte le distanze medie delle stelle a seconda della loro gran-

dezza apparente: la distanza media delle stelle di quinta grandezza (ancora visibili ad occhio nudo) è circa 200 anni-luce; quella delle stelle di tredicesima (ancora ben fotografabili con il piccolo equatoriale di Pino) è di oltre 3200 anni-luce e così via.

Ma sopratutto per queste altre vie abbiamo potuto varcare nella stima (non diciamo misura) le più sbalorditive distanze e conoscere approssimativamente quelle degli aggruppamenti e degli oggetti più caratteristici del cielo e quindi a rappresentarci la forma e la struttura dell'universo stellato.

Chi abbia, appena una volta, osservato la sfera celeste con un cannocchiale, ha ammirato qualche *ammasso stellare*: ve ne sono di *aperti*, circa 200 circa, a distribuzione più o meno rada ed irregolare, tra i quali, ben visibili ad occhio nudo, le Pleiadi e le Jadi, e situati nelle regioni della Via Lattea; e vi sono gli *ammassi globulari*, meno di un centinaio, tondeggianti e più fitti di stelle.

Ora noi sappiamo che gli ammassi aperti distano da noi da qualche centinaio a qualche migliaio di anni-luce; nota la loro distanza, possiamo tosto farci un'idea delle dimensioni reali e della densità di distribuzione delle stelle entro di essi e dell'effettivo loro splendore: i loro diametri vanno da 10 a 30 anni-luce; le stelle vi sono più fitte che non intorno al sole; nel centro dell'ammasso Messer 11 vi sono 1000 volte più fitte; un osservatore trasportatovi colà vedrebbe centinaia di stelle più vicine di quanto sia α Centauri a noi e molte di esse più splendenti di Sirio. Alcuni fra gli ammassi aperti splendono come mille soli.

Più ricchi di stelle e più grandi e più lontani gli ammassi globulari; essi contengono da 20 mila a 100 mila stelle, distano da 20 mila a 200 mila anni-luce, hanno diametri sino a 400 anni-luce, talchè dal centro di uno dei maggiori si vedrebbe Sirio, collocato alla periferia, appena appena ad occhio nudo; si vedrebbero in compenso migliaia di stelle splendere più che non splenda Sirio per noi.

Nonostante la fitta distribuzione centrale degli ammassi globulari, le mutue distanze delle stelle vi superano tuttavia di molto quelle del sistema planetario. In media la luce di uno di questi ammassi equivale a quella di 350 mila soli.

Val la pena di rilevare che, per stimare la distanza di questi ammassi, ci occorre e basta determinare quella di qualcuna delle sue stelle; spesso sono le misteriose Cefeidi che, col loro pulsare come fari distribuiti per le contrade più remote dell'universo e parlanti un loro linguaggio ottico chiaro e sicuro, ci dànno la posizione di tutto un popolo di stelle, loro compagne. Vedremo fra poco l'importanza degli ammassi globulari nell'architettura del nostro sistema siderale.

Continuiamo intanto una rapida rassegna del cielo: nella fulgida cintura della Via Lattea tutti conoscono plaghe più ricche di luce e plaghe quasi oscure, deserte di stelle e che fra loro si frammischiano: sono le *nubi di stelle* e le *nebule oscure* o *sacchi di carbone* della Via Lattea; delle une e delle altre si sono potute spesso stimare distanze e dimensioni. Le prime, che al telescopio si risolvono nello spettacolo magnifico di miriadi di luci, specialmente nel Sagittario, nell'Aquila e nel Cigno, hanno distanze sino a decine di migliaia di anni-luce. Le

nebule oscure invece, composte probabilmente di fine polvere proiettata dalla radiazione stellare, come veli immensi, ci mascherano in gran numero notevoli porzioni della Via Lattea, producendo, tra l'altro, la caratteristica biforcazione, dal Cigno al Centauro, di quella grande strada luminosa. Esse, è vero, non sono stelle, ma polvere e forse matrici di stelle; per alcune di esse però è stata dimostrata la connessione fisica con stelle e si è così potuto determinare la distanza, assai minore, naturalmente di quella delle nubi stellari, in alcune centinaia di anni-luce.

Nè sono stelle le *nebulose planetarie* e quelle *diffuse* del sistema galattico, ma anche esse alle stelle per diversa guisa collegate.

Le nebulose planetarie, circa un centinaio e mezzo, così chiamate per la loro forma tondeggiante, contengono in generale una stella centrale; le diffuse, come la notissima di Orione, quasi sempre sono associate con una o più stelle vicine, dalle quali per riflessione od eccitazione, traggono la loro luce; vicine relativamente, perchè sembra che la lucente stella Rigel illumini una nebulosa distante da essa 100 anni-luce. È stato così possibile stimare la distanza di questi particolari oggetti e da essa o con essa dimensioni, splendore, densità, massa e rotazione.

Per non fare troppi numeri citerò soltanto la densità tenuissima delle nebule galattiche; quella media delle planetarie si calcola tale che la massa di un cm. cubo d'aria vi sarebbe rarefatta in un cubo di mezzo km. di lato; quella delle diffuse, con altra similitudine, si potrebbe rappresentare con la massa terrestre espansa così da occupare una sfera di diametro doppio di quello dell'orbita di Nettuno!

Oggetti ed aggruppamenti stellari, che son venuto elencando e che sono stati con discreta od appena grossolana approssimazione localizzati nello spazio, appartengono tutti al *grande sistema galattico* o della Via Lattea, cioè al nostro sistema stellare; il quale, dopo gli studi famosi dell'olandese KAPTEYN e dell'americano SHAPLEY, le cui conclusioni non concordano però del tutto, si concepisce come un'immensa lente, press'a poco simmetrica al piano della Via Lattea, del diametro di oltre 300 mila anni-luce; i colossi degli ammassi globulari stanno a guardia dei suoi confini e sono al nostro sistema fisicamente legati; mancano però nelle regioni prossime al piano di simmetria della gran lente, forse occultati dalle nebule oscure.

La massa delle stelle e, sparsi tra queste, nebulose lucenti ed oscure ed ammassi aperti, son tutti contenuti nello spazio così delimitato; la massa stellare va rarificandosi via via che dal centro si procede verso gli orli della lente galattica ed è molto più sottile di spessore; da 10 a 12 mila anni-luce; il centro della lente si trova circa a 65 mila anni-luce dal Sole, verso il Sagittario, dove appunto la densità di distribuzione stellare appare maggiore.

Il grande sistema galattico ora definito contiene, a sua volta, come minor sistema, il cosidetto *sistema secondario locale*, pure di forma elissoidale schiacciata ed anch'esso disposto simmetricamente alla Via Lattea, e di dimensioni assai inferiori.

Gli astronomi teorici si sono già proposti lo studio del campo gravitazionale del grande sistema galattico: fra gli italiani il CERULLI e l'ARMELLINI; non è qui luogo di parlare di un problema così arduo.

Se osiamo spingere lo sguardo oltre i limiti del sistema maggiore nostro, troviamo altri universi stellati analoghi, che ci si presentano nell'enorme maggioranza come *nebule spirali*, in numero di centinaia di migliaia, distribuite, a differenza di tutte le altre classi di oggetti celesti prima considerati, preferibilmente alle alte latitudini galattiche.

Esse sono certamente, come il nostro, *universi-isole*, secondo il battesimo felice dell'HERSCHEL; isole sterminate di stelle in uno spazio infinitamente più sterminato; le loro distanze si stimano a milioni di anni-luce, la loro massa da 100 milioni ad un miliardo di soli; numeri questi che debbono essere intesi come indice di un ordine di grandezza, ma che sono pur sempre fondati su criteri e dati scientifici. Infatti si sono potute osservare anche a queste distanze inconcepibili, con gli strumenti giganti americani, le così dette *stelle novae* e risolvere in stelle le parti esterne di alcune di tali nebulose spirali.

L'elemento che alla distanza ed alla localizzazione delle stelle più direttamente si collega è quello del *movimento*, di cui appena si è fatta parola.

Fra i moti stellari possiamo subito distinguere quelli periodici orbitali da quelli di traslazione nello spazio: i primi sono quelli dei sistemi doppi o multipli, ottici o spettroscopici già nominati. Le stelle dei primi sistemi hanno periodi di rotazione che arrivano a centinaia di anni, le altre, di giorni ed anche solo di ore: i primi sistemi si contano a decine di migliaia, a migliaia i secondi ed è convinzione dell'OEPIK che le stelle multiple rappresentino anzi la regola generale e quelle isolate come il Sole od anche semplicemente doppie siano a riguardarsi come eccezione.

Tutto il cielo stellato è dotato di movimento: le stelle traversano gli spazi con velocità che vanno da 8 a 160 km. al secondo e diverse anche per i diversi tipi spettrali; il sole, come si sa, viaggia con il suo corteo di pianeti verso Vega con la velocità di 19 km. al secondo; gruppi di stelle compiono il loro viaggio di conserva, come le Jadi; due correnti principali di stelle, oltre alle minori, sono state messe in evidenza dal KAPTEYN, di opposto senso all'ingrosso, le quali potrebbero derivare dalla rotazione del nostro grande sistema galattico a similianza di quella rilevata nelle nebule spirali. Le velocità degli ammassi globulari si misurano a centinaia di km. al secondo, quelle delle nebulose spirali, cioè degli altri universi, superano anche talora il migliaio. Mirabile si è che velocità e direzione del moto del sole quali risultano dedotte sia relativamente ai primi che alle seconde praticamente coincidono.

Si può facilmente immaginare la difficoltà di sceverare tutti questi movimenti, in cui si sommano o si compongono o si elidono moti individuali e collettivi e di sistemi giganteschi come il nostro galattico e la sua rotazione, quando si tenga conto che il pulviscolo terra, perduto nell'immensità, dal quale osserviamo, è travolto anche esso nella fantastica ridda. L'ADAMS paragonò il complesso dei moti stellari ai voli di un gruppo di sciami di api, che a caso hanno scelto una via comune di migrazione: gli sciami singoli volano a velocità diverse e le singole api secondo traiettorie incrociate al corso medio, cosicchè a tutta prima si ricaverebbe l'impressione del disordine e della confusione di gruppi e di individui, pure il principale percorso non risulta turbato.

Ma un'altra difficoltà, che appena adombro, si affaccia: se tutto ciò che in cielo si vede, e noi compresi, si muove, dove trovare i caposaldi di riferimento, che ci permettano, fra tanti moti relativi, di risalire al moto assoluto? Difficoltà formidabile, che ci condurrebbe, volendone trattare, in un campo troppo tecnico, quello della relatività di EINSTEIN; e giacchè ho fatto il nome della teoria famosa, bisogna pur dire di un dubbio che complica ancora il problema; il dubbio cioè che le enormi velocità di allontanamento delle nebulose spirali rispetto al sole si possano, secondo quella teoria, spiegare in parte con l'allentarsi a distanze siffatte delle vibrazioni luminose ed il conseguente spostamento delle linee spettrali verso il rosso.

Un prezioso contributo alla conoscenza dei moti siderali sarà dato dal confronto delle posizioni della grande carta celeste, apprestata da osservatorî di tutto il mondo (tra cui due italiani: quello vaticano e quello catanese) con analoghe posizioni rilevate a distanza di qualche decennio, contributo già parzialmente fornito dal confronto stereoscopico di lastre sufficientemente distanziate in tempo.

Abbiamo considerato sinora le stelle sopratutto nella loro molteplicità, nella loro distribuzione, nei loro moti: appena s'è toccato del loro *splendore assoluto* od *effettivo*, che sarebbe quello che le singole stelle avrebbero viste tutte ad una stessa unità di distanza. Le misure degli splendori apparenti non sono che la documentazione fotometrica di quanto si vede; lo splendore assoluto, deducibile dal primo quando la distanza sia nota, o per altra via, è un dato fisico caratteristico della stella, indipendente dalla distanza, che ci dà la misura della sua energia di radiazione.

Una debole stellina di un lontano ammasso può in realtà essere assai più lucente del sole, il quale, a sua volta, retrospinto alla distanza regolamentare di confronto, è umiliato al grado di stella mediocremente visibile ad occhio nudo (quinta grandezza): la sua umiliazione non è grande, perchè esso è di uno splendore assoluto presso la media; vi sono stelle migliaia di volte più luminose del sole; Rigel ad es. lo è 10 mila volte; la più splendente conosciuta sarebbe una variabile irregolare, che ci appare nella maggiore delle Nubi di Magellano come una stella fra l'ottava e la nona grandezza, la S Doradus, la quale dovrebbe brillare come 400 mila soli. Plaga di meraviglie quella delle nubi di Magellano del cielo meridionale, invisibile a noi; la maggiore di esse, il Bue Bianco di Al Sufi comprende una nebulosa (esterna al nostro sistema galattico) la 30 Doradus, che, se fosse portata alla distanza e nella direzione delle stelle di Orione, invaderebbe tutta la costellazione, splendendo come 230 stelle pari a Sirio e proietterebbe ombre visibili degli oggetti terrestri.

La più debole in senso assoluto delle stelline conosciute è il compagno della

vicinissima Centauri, che ci appare di undicesima grandezza, ma che scenderebbe alla quindicesima se respinto alla unità di distanza; darebbe cioè una luce che vale un decimillesimo di quella solare. Si tace delle stelle del tutto oscure.

Già dall'osservazione fotometrica, visuale o fotografica degli splendori, ci è dato spesso di cogliere un primo suggestivo indizio di quella che si può chiamare la vita stellare: quello della variazione di luce di molte stelle.

Variazioni regolari ed irregolari, a lungo ed a breve periodo, di andamento semplice o complesso, a salti bruschi ed a curve dolci, che forniscono materia di osservazione e di indagine teorica a molti astronomi.

L'argomento delle *variabili* — di cui se ne contano oggidì circa 6 mila — meriterebbe da solo un'ampia trattazione, non foss'altro per discutere le molte ipotesi per spiegarle, tra le quali sicura per ora non v'è che quella delle eclissi di due o più stelle tra loro vicine ruotanti intorno al comune centro di gravità; ma si spiega così un solo gruppo di variabili.

Nella gran famiglia delle variabili si comprendono le *novae*, queste stelle che improvvisamente splendono di vivissima luce e poi s'indeboliscono, presentando dal punto di vista spettroscopico caratteristiche del più alto interesse e costituiscono esse pure un problema molto discusso dell'astrofisica, la quale si sforza di penetrare il mistero dei cataclismi, remoti spesso di secoli e secoli, che le novae rappresentano.

Nel campo degli splendori assoluti porta d'un tratto in questi ultimi anni un aiuto inestimabile la misura condotta da un fisico celebre, il MICHELSON, con delicatezza finissima e con mezzi grandiosi; nessun telescopio può darci, nonchè la misura, nemmeno la percezione visiva del diametro delle stelle: il MICHELSON riesce a misurare con il metodo interferometrico i diametri angolari di alcune grosse stelle: Betelgeuze, Antares, Arturo, Aldebaran; di esse conosciamo la distanza approssimata; potremo quindi dedurre approssimativamente i diametri in km.: essi risultano centinaia di volte quelli del sole.

Per comprendere tutta l'importanza di questo risultato, occorre riflettere che la teoria e le esperienze di laboratorio davano modo di calcolare il diametro di una stella in base allo splendore assoluto per i varî tipi spettrali, purchè si ammettesse che le stelle si comportavano all'incirca come *perfetti radiatori* o *corpi neri*; i diametri previsti dalla teoria erano confermati dalla prova sperimentale: le misure del MICHELSON avevano dunque provato la bontà dell'ipotesi e con essa una proprietà fisica delle superficie stellari.

Dopo siffatta consacrazione dei metodi induttivi della fisica, non è più fantasia parlare di *dimensioni* delle stelle; noi possiamo realmente stimarne i diametri in molti casi; ed è questo una conquista grandiosa, perchè delle *masse stellari* si ha, come vedremo, talora un valore approssimato e quasi sempre un'idea almeno dell'ordine di grandezza: dal diametro discende allora subito la stima più o meno grossolana della *densità*.

Gli elementi *dimensione, massa, densità* si vengono ad aggiungere a quello dello *splendore assoluto*, mentre quello di *temperatura* ci è fornito, come si sa e vedremo meglio, dalla spettroscopia.

Ai diametri giganti ora accennati si contrappongono quelli di stelline di debole splendore assoluto, risultanti dell'ordine di quelli planetarî, di quello terrestre non escluso: tali diametri naturalmente non si deducono da misure dirette, ma con i metodi spettroscopici indiretti accennati. E si rimane sbalorditi dai valori delle *densità stellari* che, in corrispondenza ai diametri estremi, nell'uno o nell'altro senso, derivano, anche se si errasse di 10 volte nell'assunzione del valore della massa, il che è improbabile in generale e da escludersi assolutamente in certi casi. Nelle stelle giganti rosse come quelle di cui il MICHELSON misurò il diametro, le *densità medie* sono dell'ordine di migliaia di volte inferiore a quella dell'aria, nelle giganti bianche di migliaia di volte inferiore a quella del sole che, come si sa, è quasi una volta e mezza la densità dell'acqua.

Al contrario per certe stelline di diametro planetario la densità risulta enorme, sarebbe anzi assurda, se la fisica atomica non spiegasse l'apparente assurdità del risultato: il compagno di Sirio, di massa sicuramente nota, perchè dedotta dal suo moto orbitale intorno alla maggiore, fulgida stella, deve avere una densità pari a 60 mila volte quella dell'acqua, vale a dire 3 mila volte quella della sostanza più pesante che conosciamo: il platino.

Tra questi valori estremi si verificano valori intermedî: la densità del sole e delle stelle del suo tipo spettrale occupa un gradino medio della scala.

Un altro dato importante della fisica stellare scende dalla conoscenza dello splendore effettivo e del diametro di una stella; quello della *luminosità superficiale* o dell'unità di superficie.

(*continuazione e fine al prossimo numero*)

LUIGI JACCHIA

LE STELLE VARIABILI

(Continuazione, vedi numero precedente)

VI. – LE VARIABILI DEL TIPO RV TAURI PROPRIAMENTE DETTO

Le variabili del tipo RV Tauri sono caratterizzate da una periodicità doppia. I minimi di luce si susseguono alternati nelle due forme di deboli (principali) e lucidi (secondarî); i massimi non presentano questa particolarità in modo spiccato. Spesso però il massimo che segue il minimo principale è più lucido del successivo. La forma della curva di luce è estremamente variabile da un periodo all'altro e specialmente variabile è la differenza di splendore fra i minimi principali e secondarî. Talvolta infatti questi ultimi sono appena accennati e altre volte eguagliano quasi i minimi principali. Spesso lo splendore medio della variabile in un singolo periodo è soggetto a forti fluttuazioni che si compiono lentamente, estendendosi un ciclo sopra una quindicina di periodi semplici. L'ampiezza della variazione durante un periodo non supera in generale 1^m5; le lente fluttuazioni dello splen-

dore medio portano però l'ampiezza totale a oltre 3 grandezze. Il periodo non rimane costante, ma è soggetto a oscillazioni irregolari spesso abbastanza ampie. Qualche volta — assai raramente — i minimi principali si scambiano con i secondarî: tale inversione però non è durevole e dopo qualche periodo i minimi riprendono il loro ordine primitivo (fig. 10 e 11).

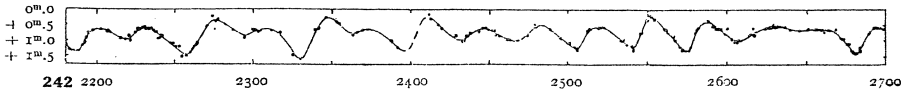


Fig. 10 - Curva di luce di R Sagittae.

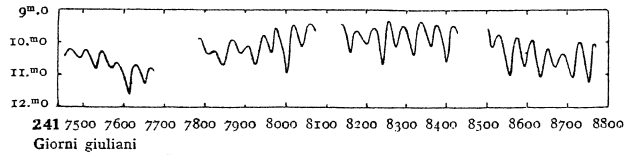


Fig. 11 - Curva di luce di RV Tauri
(notare la fluttuazione dello splendore medio).

Nel quadro seguente sono elencate tutte le variabili oggi conosciute come sicuramente appartenenti al tipo RV Tauri.

Il periodo segnato è l'intervallo fra due minimi *principali* consecutivi. Le variabili segnate con due asterischi presentano una fluttuazione periodica dello splendore medio; quelle segnate con un solo asterisco presentano tali fluttuazioni, ma non periodiche, bensì saltuarie.

	Max.	Min.	Periodo	Spettro
** V Sagittae	9.6	13.5	17.17	—
** DF Cygni	10.2	14.2	49.86	—
TT Ophiuchi	9.2	10.9	61.08	F8pe
RX Capricorni	*11.5*	*13.7*	67.2	—
* R Sagittae	8.3	10.7	70.84	cG7
AC Herculis	7.3	8.7	75.24	G6ev
V Vulpeculae	8.3	9.8	75.98	cG5p
** RV Tauri	8.7	11.8	78.60	Ko
UZ Ophiuchi	9.3	12.5	87.39	G6v
AR Sagittarii	*9.5*	*11.5*	88.90	G
SS Geminorum	8.6	9.7	89.31	G5v
* U Monocerotis	5.8	7.6	92.26	G9v
TX Ophiuchi	9.5	12.7	135.48	Mo
R Scuti	4.6	9.0	141.51	K5ev
RT Hydrae	7.4	9.8	254.8	M6e

Le grandezze segnate in corsivo sono fotografiche.

Delle variabili di questo quadro AC Herculis è la più regolare: la sua curva varia poco da un periodo all'altro; i minimi principali sono sempre molto profondi rispetto ai secondari e non si scambiano mai con essi. R Scuti è per contro la più irregolare di tutte: la sua curva varia enormemente da un periodo al successivo; talvolta i minimi secondarî spariscono del tutto, altre volte si hanno oscillazioni secondarie lungo la curva. Anche l'ampiezza è molto variabile: nel 1912 il suo splendore rimase costante per alcuni mesi; altre volte invece l'ampiezza raggiunse 4 grandezze in un solo periodo. L'intervallo fra due minimi principali successivi è pure lungi dall'essere costante e varia fra 100 e 200 giorni. Forti irregolarità presenta pure TX Ophiuchi.

È importante notare che le variabili del tipo RV Tauri rientrano nella « Period-spectrum curve » (1) delle Cefeidi e delle variabili a lungo periodo, qualora si prenda come periodo l'intervallo fra due minimi consecutivi, senza distinzione fra secondario e principale, ossia la metà del periodo dato nella nostra tabella. Come vedremo più avanti trattando delle variabili a lungo periodo, questo fatto avviene anche per le variabili del tipo R Centauri che si distinguono dalle comuni stelle del tipo Mira Ceti per la presenza nella loro curva di luce di minimi principali e secondarî alternati. Anche il periodo della velocità radiale (1) per le variabili del tipo RV Tauri corrisponde alla metà dell'intervallo fra due minimi principali successivi.

Ammettendo — come è lecito pensare, del resto, date le grandi analogie fra le curve di luce e anche fra gli spettri — che la causa fisica della variazione sia la medesima per le variabili dei tipi Mira Ceti, R Centauri, δ Cephei e RV Tauri, si è condotti così a due ipotesi diverse fra cui rimane l'arbitrarietà della scelta:

1) che il periodo fisico corrisponda al periodo semplice della curva di luce (intervallo fra un minimo principale e il secondario successivo). In questo caso si dovrebbero distinguere nelle variabili dei tipi RV Tauri e R Centauri due periodi: l'uno fisico e l'altro fotometrico, quest'ultimo doppio del primo. Nelle Cefeidi e nelle variabili a lungo periodo il periodo della variazione luminosa corrisponderebbe allora al periodo fisico.

2) che il periodo fisico corrisponda al periodo fotometrico (intervallo fra due minimi principali successivi) nelle stelle dei tipi RV Tauri e R Centauri e a *due* periodi nelle Cefeidi e nelle variabili tipo Mira.

Ammettendo la prima ipotesi non si comprenderebbe perchè i minimi debbano alternarsi regolarmente in due forme diverse nei tipi RV Tauri e R Centauri: essa ci sembra quindi assai poco probabile. Con l'altra questa difficoltà sarebbe eliminata e si dovrebbe concludere, per quanto strano ciò possa sembrare, che anche nelle variabili tipo δ Cephei e Mira Ceti il periodo fisico abbracci due periodi semplici della variazione luminosa. Questa ipotesi sembra avvalorata da alcuni fatti osservati nelle variabili a lungo periodo, fatti su cui avremo occasione di ritornare nel capitolo relativo a quelle variabili. A titolo di analogia, senza voler fare dei confronti diretti che non sarebbero possibili, citeremo qui il caso molto noto di un periodo fisico che abbraccia due pe-

(1) vedi più avanti al capitolo delle Cefeidi.

riodi apparenti. È questo il ciclo delle macchie solari che apparentemente è di 11 ⅓ anni, mentre dalla polarità magnetica delle macchie si deve dedurre che esso è effettivamente doppio, vale a dire di 23 anni circa.

Come vedremo più avanti, nel capitolo delle Cefeidi, la duplicità del periodo fisico è giustificata dalla teoria di JEANS.

L'ANOMALIA RV TAURI NEGLI ALTRI TIPI DI VARIABILI

Le stelle che abbiamo elencate nella nostra tabella appartengono al tipo RV Tauri propriamente detto; sono cioè variabili con periodo relativamente breve, ampiezza piuttosto piccola e spettro in armonia con la « period-spectrum curve ». Non è però possibile terminare questo capitolo senza far menzione delle stelle degli altri tipi che pure sono collegate — almeno formalmente — col tipo RV Tauri. Abbiamo già nominato le variabili del tipo R Centauri che abbiamo detto essere variabili tipo Mira con caratteristiche di RV Tauri.

Oltre a queste vi sono ancora cinque variabili di spettro N che presentano minimi principali e secondarî alternati. Alcune variabili di spettro *M* e di piccola ampiezza presentano pure il fenomeno Vediamo dunque che quasi tutti i tipi di variabili regolari presentano a lato del comune e più numeroso tipo di variazione, una branca secondaria — assai povera di componenti — di stelle che presentano l'*anomalia RV Tauri*. Si hanno cioè le relazioni seguenti:

Tipo normale		*Anomalia RV Tauri*
δ Cephei	———	R V Tauri
Mira Ceti	———	R Centauri
R Leporis	———	Y Persei
X Monocerotis	———	Z Ursae maj.
AF Cygni	———	V Ursae maj.

L'anomalia RV Tauri rappresenterebbe quindi uno stadio instabile del tipo comune di variazione, una specie di... malattia, probabilmente passeggera, delle stelle.

Il periodo fisico — come abbiamo detto — corrisponde a due periodi fotometrici semplici. Nel caso più comune (che corrisponderebbe a un equilibrio più stabile nella stella) si avrebbero in un periodo fisico due periodi fotometrici pressochè identici l'uno all'altro; si avrebbe cioè il tipo regolare. Nello stadio instabile invece i due periodi fotometrici sarebbero dissimili l'uno dall'altro e si avrebbe l'anomalia RV Tauri.

La maggiore instabilità delle variabili affette dall'anomalia RV Tauri è resa evidente — oltre che dal numero esiguo di esse — anche dal fatto che esse presentano una fluttuazione lenta della luce sovrapposta alla principale e sono soggette alle più bizzarre irregolarità. Tutto ciò indicherebbe che la stella non si trova in uno stato di equilibrio sufficiente a dare una regolarità alla sua variazione. La maggior frequenza delle variabili tipo RV Tauri con periodi *semplici* fra 30 e 70 giorni può essere collegata col fatto che quell'intervallo segna precisamente il limite superiore per i periodi delle cefeidi e inferiore per le variabili tipo Mira. Sembrerebbe dunque che la causa fisica che produce la variazione di queste stelle dia luogo a effetti meno stabili per periodi compresi fra 30 e 70 giorni; di qui la maggior frequenza del tipo instabile RV Tauri. Ora, poichè le variabili tipo Mira possiedono spettri che nella « period-spectrum curve » vengono ad essere la naturale continuazione di quelli delle cefeidi e poichè d'altra parte si è veduto che le variabili del tipo RV Tauri obbediscono pure alla « period-spectrum curve », si potrebbe concludere che le variabili del tipo RV Tauri propriamente detto siano le uniche continuatrici della successione che dalle variabili tipo δ Cephei va alle variabili tipo Mira Ceti. Altre ragioni fanno ritenere valida questa ipotesi; p. es. la seguente: È noto che le cefeidi presentano spettri di assorbimento, mentre le variabili tipo Mira hanno spettri in cui alcune righe dell'idrogeno appaiono lucide. Ora le variabili del tipo RV Tauri mostrano spettri di assorbimento per periodi brevi, di emissione per periodi più lunghi, mostrando come esse vengano a riempire la lacuna esistente fra i due tipi. Aggiungeremo ancora che l'intima ragione di tale lacuna è probabilmente collegata con questa diversità spettrale dei due tipi.

Con quanto si è esposto non si è voluto dire che debba esistere necessariamente una evoluzione graduale dalle variabili tipo Mira a quelle tipo δ Cephei o viceversa. Le relazioni riguarderebbero per ora soltanto la *causa* che fa variare queste stelle. Vi sono infatti alcune obbiezioni che si potrebbero opporre all'ipotesi della graduale evoluzione da un tipo all'altro. La più importante è data dalla considerazione delle grandezze assolute. Supponendo valida, infatti, la « period-luminosity curve » (1) di SHAPLEY tanto per le cefeidi quanto per le variabili tipo Mira, per queste ultime si dovrebbero dedurre grandezze assolute maggiori di quelle delle cefeidi. Ciò invece non si verifica, essendo noto che le variabili tipo Mira hanno grandezze assolute molto minori di quelle delle cefeidi. Anche questo punto è però discutibile, poichè le grandezze visuali o fotografiche che si usano correntemente non hanno alcun significato fisico; tutt'al più si potrebbe ragionare sopra le grandezze bolometriche.

BREVI NOTIZIE SUGLI SPETTRI DELLE STELLE

Nella nostra esposizione sulle stelle variabili abbiamo dovuto abbastanza spesso introdurre delle nomenclature tecniche riguardanti gli spettri delle stelle. Inoltrandoci nello studio delle Cefeidi e delle variabili del tipo Mira Ceti i richiami alla spettroscopia stellare diventeranno sempre più frequenti e verranno a formare una parte essenziale della nostra rassegna. Non tutti i lettori possono essere al corrente delle ultime denominazioni adottate dagli astronomi; crediamo perciò di non fare cosa inutile dicendo qui poche parole sugli spettri stellari in genere e sulla loro attuale classificazione.

Si sa che facendo cadere un fascio di raggi luminosi attraverso una stretta fenditura sopra il prisma di uno spettroscopio, questo divide il fascio nelle sue radiazioni elementari. Le radiazioni di piccola lunghezza d'onda vengono rifratte più di quelle di lunghezza d'onda maggiore, sicchè il fascio che esce dallo spettroscopio apparirà allargato e si proietterà sopra uno schermo interposto sotto la forma di una striscia luminosa. Questa striscia è detta lo *spettro* della sorgente luminosa. ad

(1) Vedi più avanti al capitolo delle Cefeidi.

ogni punto della sua lunghezza corrisponde una radiazione di determinata lunghezza d'onda. Se la sorgente emette luce monocromatica, apparirà nello spettro una sola riga brillante che corrisponde alla lunghezza d'onda della radiazione. Se la luce emessa dalla sorgente consta di un numero *finito* di radiazioni elementari, si osserverà nello spettro una serie di righe lucide. Se infine la sorgente emette ogni sorta di radiazioni, di tutte le lunghezze d'onda possibili, si osserverà uno spettro illuminato senza interruzioni da un capo all'altro: uno spettro *continuo*. Le righe sono altrettante immagini della fenditura e perciò saranno tanto meglio definite quanto più la fenditura è stretta e regolare.

Gli spettri continui sono dovuti a solidi o liquidi incandescenti oppure a gas sottoposti a forte pressione. Gli spettri a righe sono dovuti a gas incandescenti a debole pressione. Talvolta delle righe finissime si raggruppano in configurazioni delimitate nettamente da un lato e sfumate dall'altro, tanto da dare — sotto dispersione normale — l'aspetto di porzioni di spettro continuo. Tali configurazioni sono dette *bande* e sono dovute per lo più a corpi composti.

A ogni elemento chimico allo stato gassoso e a debole pressione corrisponde un determinato spettro e uno solo. Ogni gas attraversato da un raggio luminoso assorbe quelle radiazioni che sotto determinate condizioni esso è capace di emettere (legge di KIRCHOFF sull'inversione dello spettro). Ciò vuol dire che se si interpone una massa di gas sul cammino di un raggio luminoso che produca uno spettro continuo, si osserverà lo spettro solcato da righe nere la cui posizione corrisponde *precisamente* a quella delle righe brillanti che quel gas emette se è portato all'incandescenza.

Premessi questi brevi cenni, passiamo agli spettri delle stelle. Questi presentano per lo più uno sfondo continuo — dovuto alle zone interne della stella, composte di gas sottoposti a forte pressione — solcato da numerose righe nere di assorbimento, dovute all'atmosfera stellare. Poche stelle presentano spettri in cui sono visibili delle righe brillanti: questo fenomeno si verifica quando le atmosfere emettono per conto loro della luce molto intensa.

A seconda dello spettro che presentano, le stelle sono divise in varie classi. Ecco lo schema di classificazione dell'*Henry Draper Catalogue* oggi adottato universalmente:

1°) *Classe O.* – Povera di componenti. Righe brillanti e oscure dell'elio e qualche rara volta anche dell'idrogeno. Presenti l'ossigeno e l'azoto ionizzato. Gli spettri sono simili a quelli delle nebulose planetarie. Stelle a temperatura elevatissima (circa 30 000 gradi). Le stelle di questa classe sono dette anche talvolta del tipo *Wolf-Rayet* dai nomi dei loro scopritori. Il loro colore è bianco-giallognolo.

2°) *Classe B.* – Righe oscure dell'elio e dell'idrogeno, con prevalenza del primo elemento. Presenti anche silicio, ossigeno, azoto, magnesio, calcio e ferro ionizzati. A questa classe appartengono anche poche stelle che presentano spettri in cui le righe dell'elio e dell'idrogeno appaionio lucide. Stelle a temperatura elevata (20 000°); colore bianco-azzurrognolo.

3°) *Classe A.* – Righe nere intensissime dell'idrogeno; deboli le righe dei metalli leggeri ionizzati. Temperatura: 10 000°; colore: bianco.

4°) *Classe F.* – Molto intense le righe del calcio; notevoli quelle dell'idrogeno e dei metalli leggeri. Temperatura: 8000°; colore: bianco-giallognolo.

5°) *Classe G.* – Numerosissime e fini le righe dei metalli e del calcio ionizzato,; deboli quelle dell'idrogeno. Temperatura: 6000°; colore: giallo chiaro. A questa classe appartiene il Sole.

6°) *Classe K.* – Molto intense le righe dei metalli e del calcio ionizzato; debole l'idrogeno. Fanno la loro comparsa, deboli, le bande dell'ossido di titanio. Temperatura: 4000°; colore: arancio carico.

7°) *Classe M.* – Bande intense dell'ossido di titanio (spettro a colonnato). A questa classe appartengono le variabili del tipo Mira Ceti che presentano tutte intorno al massimo di luce delle righe brillanti dovute all'idrogeno. Temperatura: 3000°; colore: rosso chiaro.

8°) *Classe N.* – Spettro limitato quasi tutto al rosso e all'infrarosso. Bande del carbonio e degli idrocarburi. Temperatura bassissima: 2000°; colore: rosso-rubino.

Le classi 1-4 corrispondono al I tipo della classificazione di SECCHI, la 5ª e la 6ª al II tipo e le due ultime al III.

Queste 8 classi sono in successione l'una all'altra; ciò vale a dire che si passa da una classe alla successiva senza interruzione, gradatamente. Oltre a questi 8 tipi principali ve ne sono ancora altri che, più che formare delle divisioni a sè, sono una suddivisione particolare dei tipi già menzionati. Così le stelle di classe R stanno fra le K e le N, presentando parzialmente le caratteristiche dell'una e dell'altra, senza tuttavia possedere le caratteristiche delle M. Le stelle di classe S sono assai simili alle M; soltanto in luogo di presentare le bande dell'ossido di titanio, presentano quelle dell'ossido di zirconio. Si usano ancora talvolta le lettere P e Q per denominare rispettivamente gli spettri delle nebulose e quelli delle stelle temporarie.

La suddivisione in 8 classi principali non è sufficiente per individuare con sufficiente esattezza lo spettro di una stella. Perciò, si divide ogni classe in 10 suddivisioni contrassegnate con indici da 0 a 9. Così p. es. $B5$ indicherà uno spettro a metà fra i tipi caratteristici B ed A; $B3$ uno più vicino a B che a A, Bo uno di classe B puro, $B3$ uno più vicino a A che a B. Similmente si avranno le denominazioni $A1$, $A2$, $A3$,... $F1$, $F2$, $F3$,... ecc.

Prima della suddivisione decimale si usavano dividere le classi in tre sottogruppi designati *a*, *b*, *c*. Così *Ma* corrispondeva all'attuale $M3$ circa, *Mb* a $M5$, *Mc* a $M7$.

Uno spettro che non rientri in nessuna delle classi qui descritte, si indica con la denominazione *Pec* (abbreviazione dell'inglese *Peculiar*).

Indicazioni relative alle particolarità degli spettri. – Se uno spettro è variabile (come avviene specialmente nelle Cefeidi), allora si prende lo spettro medio e vi si appone la lettera *v*. Così uno spettro che varii da $G2$ a $G8$ riceverà la denominazione $G5v$; uno che oscilli fra $F7$ e $G5$ si scriverà $G1.5v$ o meglio $G1v$ oppure $G2v$ a scelta.

Gli spettri che presentano righe di emissione si contraddistinguono con la lettera *e*; p. es. $M4e$, *Goe*, ecc.

Se uno spettro presenta delle righe dovute al calcio interstellare, la si contrassegna colla lettera *k* ($O4k$). Solo le stelle di spettro O e B presentano questa particolarità.

Quando uno spettro presenta delle particolarità speciali la cui importanza non è tale da indurre a relegarlo nella categoria delle *Pec*, allora lo si suole denotare aggiungendo alla designazione spettrale la lettera *p* (p. es. $M6ep$).

La lettera *n* serve a designare spettri diffusi; con *s* si indicano quelli molto definiti (esempi: $K2n$, $G3s$).

Per contraddistinguere le stelle nane dalle giganti si usano talvolta delle lettere che si *prepongono* alla designazione spettrale. Con *c* si indicano le super-giganti, con *g* le giganti, con *d* le nane. (Esempi: *cGo*; $gK5$; $dM3$). Dalla classe O fino a Fo non si adoperano le distinzioni *d* e *g* perchè le stelle di quei tipi spettrali hanno grandezze assolute poco diverse l'una dall'altra (vedi il diagramma di HERTZSPRUNG-RUSSELL).

Il lettore potrà divertirsi ad interpretare spettri con designazioni complicate come $cG3evp$, $O5ekp$, ecc. In generale però le denominazioni sono assai semplici e constano per lo più di una lettera e di un indice.

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

COMETE

Quasi un anno è passato dall'ultima scoperta di una nuova cometa e più di otto mesi sono trascorsi dall'annuncio del ritrovamento della cometa periodica di Tempel II. Calma eccezionale, dunque, nel mondo cometario.

L'enigmatica cometa 1930 *g* (NAKAMURA) sembra sia stata un pianetino nuovo. L'aspetto nebuloso che lo scopritore credette di notarvi è probabilmente da collegarsi con la presenza di numerose nebulose deboli nella regione attraversata dall'oggetto. Secondo NAKAMURA l'oggetto diminuì di splendore molto rapidamente e perciò non potè essere seguito a lungo. Fotografie fatte all'osservatorio di Kwasan mostrano l'oggetto dal 13 al 18 novembre; nelle lastre successive non fu più trovato a causa del suo splendore estremamente debole.

G. VAN BIESBROECK descrive un curioso fenomeno presentato dalla cometa 1925 II (Schwassmann-Wachmann). Nell'intervallo dal 10 gennaio all'11 febbraio 1931 lo splendore di questa cometa aumentò improvvisamente di 5 grandezze per ricadere in meno di un mese al suo valore primitivo. Questo corrisponde a una variazione di splendore nel rapporto da 1 a 100. Ecco le stime dello splendore della cometa fatte sulle lastre dell'osservatorio di Yerkes:

1930	Ott. 20	16^m5	1931	Genn. 10	17^m5
	Ott. 22	16.5		Feb. 10	13.0
	Nov. 23	15.0		Feb. 11	12.5
	Dec. 17	17.0		Feb. 21	16.0
	Dec. 28	17.0		Mar. 10	16.0

Questa cometa è nota per aver presentato già nel passato considerevoli fluttuazioni di splendore; specialmente poco dopo la sua scoperta, nel 1927, essa subì un rapido affievolimento che non potè essere spiegato con la variazione della sua distanza dal Sole e dalla Terra. Nel dicembre 1929 il suo splendore variò da $< 17^m0$ a 13^m5; dunque circa altrettanto quanto quest'ultima volta. La cometa è ora già vicina all'afelio, per il quale passerà nel luglio 1933. Il suo periodo di rivoluzione è di 16 anni; l'eccentricità della sua orbita (0.14) è la più piccola fra tutte quelle attualmente conosciute. Se la cometa rimarrà ancora visibile nei prossimi anni, essa sarà la prima cometa che avrà potuto esser seguita lungo tutta la sua orbita.

La cometa 1927 IV (Stearns) fu fotografata ancora a Yerkes il 12 marzo, a quattro anni dalla sua scoperta. Essa appare come un oggetto diffuso di 17^m5.

La cometa 1930 *b* (Beyer) è ancora ben visibile nei grandi telescopî: il suo splendore è di 15^m0.

La cometa periodica di Tempel II fu seguita fino a metà febbraio a Johannesburg e a Yerkes; poi essa rimase sempre troppo vicina al Sole per poter essere osservata ulteriormente.

Le ricerche eseguite per ritrovare la cometa di ENCKE sono rimaste finora infruttuose: la cometa è ancora più debole di 14^m0 ed è piazzata male per le osservazioni. Quando riapparirà, potrà essere seguita soltanto dagli osservatori australi.

l. j.

PICCOLI PIANETI

Eros. – Il periodo di rotazione di Eros è stato determinato esattamente da L. CAMPBELL dell'Osservatorio di Harvard, utilizzando le osservazioni dal 1901 al 1931. Gli elementi fotometrici risultano:

$$\text{min.} = \text{J. D. } 2415267.6863 + 0^d.2195942 \quad ; \quad m_1 - m_2 \ldots c^d.110.$$

Il periodo è quindi di $5^h16^m12^s.94$. Questo valore è in ottimo accordo con quello trovato dallo scrivente, utilizzando pure le osservazioni degli anni 1901 e 1930-31: $5^h\,16^m\,13^s.32$.

* * *

L'*oggetto* « Schwassmann-Wachmann » che, come avevamo già detto nel numero scorso, è stato riconosciuto essere un piccolo pianeta, ha ricevuto la denominazione provvisoria 1931 FE.

l. j.

L'ECLISSE LUNARE DEL 2 APRILE 1931

Il sig. GIORGIO MACKOWITZ di Terlano potè seguire il fenomeno da 20^h53^m a 23^h. Durante la fase parziale il colore della parte eclissata del disco lunare appariva rossastro, con tendenza al grigio cupo verso la parte più vicina alla zona illuminata. Durante la totalità la colorazione parve poco dissimile da quella della luce cinerea che si osserva pochi giorni dopo il novilunio. Con un obbiettivo Merz di 3 pollici furono prese tre fotografie (a 22^h12^m, 22^h25^m e 22^h43^m) che mostrano bene l'andamento del fenomeno e lasciano scorgere facilmente la velatura prodotta dalla penombra.

l. j.

METEOROLOGIA

LA FREQUENZA DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE IN ITALIA NEL QUADRIENNIO 1926-1928

Ci avviamo verso la stagione delle fulminazioni, e potrà interessare qualche notizia sulla statistica di questo pauroso e dannoso fenomeno dell'atmosfera. Fino a poco tempo fa il materiale raccolto proveniva in massima parte dalle Società di Assicurazione, interessate alla cosa; dati pertanto incompleti e insufficienti per autorizzare conclusioni generali, come rilevava giustamente sulla rivista *Elettro-*

tecnica, anni or sono il prof. BORDONI, esponendo i risultati ottenuti invece in alcuni Stati esteri mercè inchieste e indagini condotte da scienziati. La dott.ª EREDIA le ha recentemente iniziate e ne dà notizia in una sua nota apparsa sulla stessa Rivista: Le prime conclusioni cui ella giunge sono le seguenti:

La maggior frequenza di fulminazioni si ha nell'Italia settentrionale in estate; mentre nella centrale la frequenza estiva ed autunnale sono poco diverse. Nella meridionale la frequenza è ancora più alta in autunno e preponderante nelle nostre isole maggiori. Come si vede, ciò concorda abbastanza, come era prevedibile, colla frequenza dei fenomeni temporaleschi.

In quanto ai danni recati dalla folgore, è risultato che i casi di fulminazione di persone sono più numerosi nell'Italia settentrionale, centrale e meridionale durante l'estate; che le fulminazioni di edifici prevale in estate solo nell'Italia settentrionale e all'incirca nella stessa percentuale delle fulminazioni di persone; che nelle isole il numero di fulminazioni di persone è maggiore in autunno, mentre gli edifici sono presso a poco egualmente colpiti nelle quattro stagioni. Infine prevalgono nell'Italia settentrionale e centrale i danni agli edifici; nel resto dell'Italia i danni alle persone. Queste conclusioni sono tratte da apposite tabelle che figurano nella interessante nota.

SUL MOTO DELLE MASSE D'ARIA NELL'ATMOSFERA

Nel vol. XII, serie 6ª, sem. 2, fasc. 3, dei *Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei*, la dott.ª LOMBARDINI, geofisico principale dell'ufficio Presagi, pubblica una memoria, su questo argomento importantissimo della dinamica atmosferica, offrendo una dimostrazione più breve e sintetica di quella già pubblicata dallo JAUMOTTE nelle memorie dell'Académie Royale de Belgique.

La memoria, essenzialmente matematica, nella quale si fa uso del calcolo vettoriale, non si presta però ad essere riassunta.

LE ANORMALI CONDIZIONI ATMOSFERICHE DELL'INVERNO 1928-29 IN ITALIA

Gli *Annali dell'Ufficio Presagi* del 1930 (vol. III) pubblicano uno studio dell'ALIPPI, geofisico capo in tale ufficio, su questo argomento. Eccone un breve cenno. Tre furono i principali periodi di freddo durante quel rigorosissimo inverno: il primo sul principio della seconda decade di gennaio; il secondo sui primi giorni di febbraio; il terzo, il più intenso, tra l'11 e il 16 febbraio. Dalle ampie tabelle inserite nella memoria risulta: che le temperature più basse furono raggiunte a Piacenza (— 21° o il 16 febbraio), a Ferrara (—17° il 16 febbraio), a Parma e a Treviso (— 14°8 il 16 e l'11 febbraio rispettivamente). La media diurna più bassa si ebbe a Treviso (— 12°1 il 12 febbraio), a Ferrara e a Piacenza (— 12°0 il 12 febbraio). Queste due ultime città si segnalarono per un maggior numero di medie bassissime. Fuori della Pianura Padana si ebbe la minima assoluta di — 29° o a Idria il 12 febbraio.

Lo scarto in meno dalla media decadica normale fu massimo per Ferrara avendovi raggiunto 11°4: segue Parma con 10°9, nella seconda decade di febbraio. Notevoli inversioni di temperatura si produssero fra Padova e il vicino colle di Venda,

tra Pesaro e San Marino (Repubblica). Eccezionale fu la nevicata dal 10 al 13 febbraio nell'Emilia.

I più forti *deficit* decadici della temperatura all'infuori della Valle Padana e del Veneto si ebbero ad Arezzo, Firenze, Perugia, ma non superarono i 7° o gli 8°. Di tutte le stazioni italiane solo Sassari ebbe medie decadiche superiori alla normale eccezione fatta nella prima di febbraio, dove lo scarto negativo si limitò a 1°5.

L'eccezionalità dell'inverno è spiegata dalla persistenza d'un poderoso anticiclone, che dalla Russia si estese a grande parte del continente europeo, il quale venne così a trovarsi a lungo sotto un regime d'aria polare freddissima.

t. a.

GEOFISICA

MACROSISMI DELL'ANNO 1929

Il dott. CAVASINO, capo del servizio sismico del R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geofisica, ha pubblicato in questi giorni nel *Bollettino Sismico* l'elenco dei macrosismi del 1929. In quell'anno l'attività sismica fu notevole, più riguardo alla frequenza delle scosse che alla loro intensità, con un totale di 281 scosse, tra cui una dozzina di molto forti o fortissime. Il massimo di attività sismica si ebbe in gennaio (61 scosse); segue l'aprile (52). Minima fu invece nel luglio (7) e nel settembre (7). Rispetto alle stagioni fu massima in inverno, minima in estate.

Questo andamento sismico è in contrasto coll'andamento normale.

L'Emilia ebbe il maggior numero di terremoti, a causa del periodo sismico iniziatosi il 10 aprile e durato alcuni mesi, con scosse che non superarono però il VII della scala Mercalli. L'epicentro, durante il lungo periodo sismico, serpeggiò nel territorio bolognese, dapprima a SE poi a W e NW di Bologna. All'Emilia segue con molto distacco la Calabria, dove un periodo sismico, con scosse non superiori al grado VI, si aprì il 27 dicembre 1928 e durò circa un mese, con epicentro presso Catanzaro.

t. a.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI GIUGNO 1931

I PIANETI

Mercurio: Rimane visibile all'alba fino alla metà del mese, sempre pochi gradi a est di Venere. Nella seconda metà del mese è invisibile perchè immerso nel chiarore del Sole, col quale passa in congiunzione superiore il 29.

Venere: Bassa a oriente nei crepuscoli mattutini. Precede la levata del sole di un'ora e un quarto. Il 15 mattina si trova 3° a sud della Luna. Al cannocchiale presenta un aspetto simile a quello della Luna due giorni prima del plenilunio. Il 15 giugno grandezza stellare — 3^m3, diametro apparente 11″0.

Marte: Serotino, nel Leone. Fra il 7 e l'8 giugno passa 1° a nord di Regolo; la sera del 19 si trova 1° a nord di ρ Leonis. Il 15 giugno grandezza stellare 1^m4, diametro apparente 5″6. In congiunzione con la Luna la sera del 19.

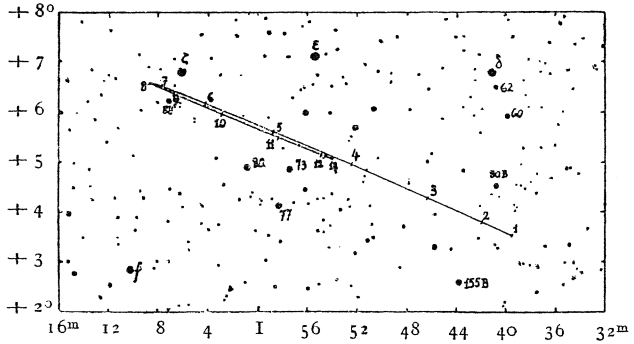
Giove: Visibile alla sera, basso a occidente, a sud di Polluce (β Geminorum). La sera del 17 si troverà non lontano dalla Luna. Grandezza stellare il 15 giugno: — 1^m4; diametro polare: 30″2.

Saturno: Sorge a notte inoltrata, trovandosi nel Sagittario, poco a SW di *f*. La mattina del 4 sarà visibile alcuni gradi a nord della Luna. Il 15 giugno diametro polare apparente 16″4; asse maggiore degli anelli 40″2, grandezza stellare 0^m4.

Urano: Sorge al mattino, nei Pesci. Per rintracciarlo, vedi la cartina qui annessa. Grandezza stellare: 6^m1; diametro apparente: 3″4.

Nettuno: Nel Leone, presso ρ. Per rintracciarlo, vedi la cartina pubblicata nel fascicolo di gennaio a pag. 22. Grandezza stellare: 7^m7; diametro apparente: 2″4.

Plutone: Nei Gemelli, presso la stella 63 Flamsteed. La sua posizione sfavorevole renderà praticamente impossibile la sua osservazione anche coi maggiori telescopi. Grandezza stellare 14^m7 circa.



Posizione di Urano fra le stelle nel 1931.

Posizione dei Pianeti

	5 Giugno		15 Giugno		25 Giugno	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Sole.....	4^h47^m9	+22°25′	5^h29^m2	+23°16′	6^h10^m8	+23°26′
Mercurio...	3 15.0	+15 6	4 19.3	+20 7	5 45.1	+23 57
Venere	3 3.8	+15 45	3 52.5	+18 59	4 43.2	+21 25
Marte	9 58.9	+13 46	10 19.0	+11 45	10 39.6	+ 9 35
Giove	7 31.0	+22 10	7 39.6	+21 51	7 48.6	+21 29
Saturno....	19 36.9	—21 23	19 34.6	—21 29	19 31.9	—21 36
Urano	1 8.7	+ 6 37	1 10.0	+ 6 45	1 11.1	+ 6 51
Nettuno ...	10 21.3	+11 2	10 21.8	+10 59	10 22.5	+10 55
Plutone....	7 24.4	+22 19	7 25.4	+22 17	—	—

Fasi lunari: U. Q. l'8 a 7^h18^m; L. N. il 16 a 4^h2^m; P. Q. il 23 a 1^h23^m; L. P. il 30 a 1^h47^m. — Luna apogea l'8 a 21^h; perigea il 22 a 2^h.

Configurazioni planetarie nel mese di giugno 1931

Giorno 1 a 16^h: ☿ ☌ ♂ Ari . . . . . ♓ 0° 17′ N.
» 3 » 20 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 5° 17′ N.
» 11 » 1 : ♁ ☌ ☾ . . . . . ♁ 1° 21′ S.
» 14 » 9 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 5° 7′ N.
» 14 » 22 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 5° 33′ S.
» 16 » 11 : ♂ ☌ ♆ . . . . . ♂ 0° 28′ N.
» 18 » 6 : ♎ ☌ ☾ . . . . . ♎ 4° 38′ S.
» 21 » 2 : ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 2° 46′ S.
» 21 » 6 : ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 2° 2′ S.
» 22 » $10^h28^m8^s$: ☉ entra in ♋; inizio dell'estate astronomica.
» 29 » 21^h: ☿ ☌ superiore ☉.

Per la spiegazione dei simboli celesti vedi il fascicolo di febbraio.

Effemeride dei passaggi del Sole al meridiano dell'Etna (15° Est Greenw.)

1931 Giugno	Passaggio al meridiano	1931 Giugno	Passaggio al meridiano	1931 Giugno	Passaggio al meridiano
1	$11^h57^m30^s.9$	11	$11^h59^m15^s.5$	21	$12^h1^m23^s.1$
3	11 57 48.9	13	11 59 39.9	23	12 1 49.2
5	11 58 8.5	15	12 0 5.1	25	12 2 15.0
7	11 58 29.6	17	12 0 30.9	27	12 2 40.3
9	11 58 52.0	19	12 0 57.0	29	12 3 4.9

l. j.

Giugno 1931 – Occultazioni lunari di stelle visibili nell'Italia Settentrionale

Giorno	Stella	Gr.	Declin. app.	Fenom.	T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Età della Luna
6	ϰ Capric...	4.8	—19° 10′.8	Imm.	1^m47^m0	62°	-1^m0	-1^m1	giorni 20
»	»	»	»	Em.	3 10.5	242	—1.7	—1.0	» 20
9	24 Piscium.	6.1	— 3° 32′.2	Imm.	0 49.0	42	—0.2	—2.1	» 23
»	»	»	»	Em.	1 52.0	258	—0.7	—1.8	» 23
22	27 B Virg..	6.5	+ 0° 54′.7	Imm.	21 8.5	69	—1.4	1.0	» 6
»	»	»	»	Em.	21 44.5	358	0.0	+2.6	» 6
23	319 B Virg.	6.3	— 5° 55′.7	Imm.	20 12.5	146	—0.9	+1.8	» 7
»	»	»	»	Em.	21 18.0	285	—1.1	+1.5	» 7

I tempi dell'Immersione e dell'Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per Torino (Pino Torinese), long. $-3^{m}1$, lat. $+45°\,2'$.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti *a* e *b* sono le variazioni del tempo dell'occultazione per 1 grado di longitudine e per 1 grado di latitudine, rispettivamente.

Per una località di long. λ e di latitudine φ (espresse in *gradi* e *decimi*), il tempo approssimato del fenomeno è dato da:

$$T_{\lambda\varphi}\ \text{appr.} = \text{T. M. Gr. per Torino} + a\ (\lambda + 7°.8) + b\ (\varphi - 45°.0)$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^{m}, e cresce in generale col quadrato della distanza.

m. f.

Il pianetino (4) Vesta

Vesta sarà in opposizione il 4 luglio e presenterà lo splendore di una stella di 6ª grandezza. Ecco le sue posizioni (a 0^{h} T.U.) intorno all'epoca della migliore visibilità:

1931	AR 1931.0	Decl. 1931.0
Giugno 12	$19^{h}31^{m}0$	$-25°22'$
20	19 26.0	−25 37
28	19 19.3	−25 54
Luglio 6	19 11.6	−26 8
14	19 3.7	−26 19
22	18 56.1	−26 26
30	18 49.1	−26 27

NECROLOGIA

Nel momento di licenziare alla stampa questo fascicolo, apprendiamo la notizia della morte del grande fisico e astronomo americano A. A. Michelson. Aveva 79 anni. Il suo nome resterà legato alle famose misure della velocità della luce, alle ricerche sul trascinamento dell'etere che diedero origine alla teoria della relatività di Einstein e alle misure interferometriche di diametri stellari, le uniche che finora ci abbiano permesso di conoscere per via diretta le dimensioni degli astri lontani.

Responsabile: G. Horn-D'Arturo

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-IX

Volume ed Anno I — Giugno 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

Prof. LUIGI VOLTA

LE STELLE

(Continuazione e fine)

Facciamo ora l'ultimo approccio — non l'ultimo fatto però in ordine di tempo — verso lo studio fisico delle stelle; il punto elementare di partenza è la considerazione del *colore*: il metodo scientifico corrispondente è l'*analisi spettroscopica*. Familiari a tutti sono i purissimi, varî colori delle stelle: alcune sono bluastre come Rigel, altre bianche, come Sirio, giallo-pallide come Procione, rossastre come Arturo, rosse come Betelgeuze; se noi insinuiamo il sole giallo tra Procione ed Arturo, abbiamo la parte principale della *scala spettrale*, di Harvard, sostituitasi alla prima classificazione del Secchi e comprendente i 99/100 della totalità delle stelle. La classificazione spettrale delle stelle è dunque in fondo una classificazione per colore.

Il colore ha un'importanza fondamentale nella fisica stellare: esso è l'indice della temperatura superficiale delle stelle, proprio come dal colore della massa metallica fusa ed incandescente l'esperto metallurgico degli alti forni stima la temperatura di quella massa.

L'apprezzamento soggettivo del colore non avrebbe mai portato a misure di qualche conto; pure, senza ricorrere ancora allo studio dello spettro, il colore può essere rigorosamente stimato: basta avvalersi della differente sensibilità ai colori dell'occhio umano, il quale meglio percepisce le luci gialle e rosse e della lastra fotografica, la quale meglio s'impressiona a quelle blù e verdi. Appunto la differenza di splendore di una stella, quale è data dalla fotografia e quale è stimata dal nostro occhio costituisce l'*indice di colore*. Naturalmente all'occhio si sono sostituite lastre speciali della stessa sensibilità sua, così da poter misurare l'indice stesso con precisione.

Che questo indice di colore sia anche un indice di temperatura si spiega con una nota legge del Bohr, in grazia della quale si può dedurre la temperatura assoluta alla superficie delle stelle, confrontando le grandezze stellari ricavate da due luci monocromatiche in due regioni distinte dello spettro, o, più generalmente ancora, dalla distribuzione dell'intensità di radiazione secondo le varie regioni dello spettro. Alla serie di tipi spettrali prima elencata e che mi

guarderò bene dal descrivere, corrispondono indici di colore diversi e temperature diverse superficiali. Sappiamo così che le stelle blù, come Rigel (B) hanno una temperatura superficiale di 16 mila gradi, le bianche come Sirio (A) di 11 mila, le giallo-pallide (F) come Procione 8 mila, le gialle come il Sole (G) 6 mila, le rossastre (K) come Arturo 3500°, le rosse (M) come Betelgeuze 2700°. In breve: passando dalle stelle blù e bianche alle gialle ed alle rosse si passa gradatamente dalle più calde alle meno calde.

Se ora si mettono a raffronto i varî tipi spettrali con le grandezze o splendori assoluti, cioè si va a vedere a qual tipo spettrale appartengono le stelle di cui conosciamo l'effettivo splendore, si arriva a questa constatazione: che le stelle rosse costituiscono due gruppi distinti, o molto luminose o debolissime; quelle rossastre pure si scindono in due gruppi anche distinti, in cui però la differenza di splendore è meno forte; minore ancora la differenza di splendore fra gialle lucenti e gialle deboli, minima per le giallastre; tutte splendide senza distintizione in due gruppi le stelle bianche e blù più calde.

Più esattamente possiamo dire che lo splendore assoluto delle stelle va, secondo una curva regolare, diminuendo dalle stelle caldissime alle meno calde, ma che un forte gruppo di stelle a temperatura media o bassa rossastre o rosse sta a sè: esse splendono come le più calde stelle. Il primo e maggior gruppo costituisce la *serie principale* e le più deboli di questa (rossastre o rosse sono le cosidette *nane*; quelle rossastre o rosse del gruppo isolato splendidissimo sono le vere e proprie *giganti*, nome che si dà talora alle più splendide bianche; qualcuna fra le più splendide giganti è stata promossa al grado di *supergigante*, come Antares.

Se facessimo ora un altro raffronto: quello degli splendori assoluti con le masse, nei casi che queste siano approssimativamente note, vedremmo subito che lo splendore cresce con la massa, il che non era senz'altro prevedibile perchè c'è da fare il conto con il fattore temperatura e con il fattore dimensione: il risultato del raffronto conferma una formula teorica dell'EDDINGTON, la quale dà appunto la grandezza bolometrica in fuzione anzitutto della massa e in secondo luogo della temperatura.

Occorrerebbe definire la grandezza bolometrica: basti il dire che essa misura l'intensità calorifica della stella, come la grandezza visuale misura quella luminosa; l'una del resto non differisce sensibilmente dall'altra che per le classi spettrali estreme.

La formula dell'EDDINGTON segna una data notevole dell'astrofisica teorica e ne vedremo presto l'importanza nel problema della evoluzione stellare. Fanno eccezione alla relazione massa-splendore il compagno di Sirio, già incontrato sulla nostra via, il compagno di Mira Ceti e qualche altra, di massa piccola e densissima e di debole luce bianca: sono esse le così dette *nane bianche*, che si ha il motivo di credere assai più numerose di quanto ci appaia sinora.

Se l'astrofisica sperimentale, che è essenzialmente spettroscopica, sta per vantare un secolo di storia gloriosa, è recente invece l'intervento decisivo della fisica atomica nell'interpretazione, nella conferma e sin nella previsione dei

dati d'osservazione spettroscopica, nella creazione insomma di una teoria scientifica della radiazione.

La fisica ha classificato, secondo la loro composizione atomica gli elementi semplici che si trovano sulla terra, numerandoli dall'1 (Idrogeno) al 92 (Uranio) secondo una serie continua, nella quale, dopo le nuove scoperte, non restano che due lacune, corrispondenti ai numeri 85 ed 87, tra quelli a peso atomico elevato.

Gli atomi dei diversi elementi danno allo spettroscopio delle serie di raggi caratteristici in generale oscuri (solo in certe condizioni brillanti), che hanno permesso di riconoscere la presenza degli stessi elementi nell'atmosfera del sole e delle stelle, perchè, sia che i raggi percorrano pochi decimetri in laboratorio o viaggi di secoli attraverso gli spazî per giungere al prisma, l'analisi spettroscopica non muta nè valore nè metodo.

Degli elementi terrestri più della metà sono stati rinvenuti sul sole e la mancanza delle linee caratteristiche di qualche elemento nello spettro di una stella non esclude la presenza di quell'elemento su di essa: possono esservi condizioni di temperatura o di distribuzione della materia sfavorevoli alla formazione di quelle linee; l'elemento, sopratutto se pesante, può essere sprofondato sotto l'atmosfera stellare.

Viceversa l'elio, che corrisponde al numero 2, fu trovato prima dal LOCKYER nel 1868 sul sole e solo nel 1895 dal RAMSAY nell'atmosfera terrestre: ora non è più possibile una scoperta simile sul sole o sulle stelle di elementi nuovi: se si trattasse dell'85° o dell'87° mancanti o di qualche altro elemento pesante nuovo di numero d'ordine superiore al 92, appunto per il loro forte peso non potrebbero trovarsi alla superficie delle stelle: tutto il resto della serie è completo e non lascia luogo a scoperta alcuna.

Pure ci sono linee o gruppi di linee negli spettri stellari che non corrispondono ad alcuno degli elementi noti, nè potrebbero appartenere ad altro nuovo incognito, come s'è detto: quelle linee corrispondono ad elementi noti in cui gli atomi vanno sgretolandosi o, come si dice, sono *ionizzati*.

Si sa che ora si concepisce l'atomo composto di *protoni* o cariche elettriche unitarie positive ed *elettroni* o cariche elettriche unitarie negative, organizzato come un infinitesimo sistema planetario, in cui il sole è il *nucleo*, costituito di protoni e di elettroni, i pianeti sono gli elettroni rimanenti, che ruotano intorno al nucleo in orbite ed anelli di orbite diverse; la carica totale positiva del nucleo è uguale alla totale negativa degli elettroni rotanti; la similitudine con il sistema planetario è tanto più calzante in quanto il nucleo sarebbe piccolissimo in confronto alle dimensioni dell'atomo completo, cioè delle orbite più esterne; quello avrebbe dimensioni dell'ordine di due milionesimi di milionesimo di cm., mentre l'orbita esterna normalmente avrebbe un diametro circa 100 mila volte superiore.

La nuova *teoria atomica quantistica*, che non posso nemmeno riassumere qui, per opera del BOHR e del PLANCK, rende conto, non solo della distribuzione dell'energia negli spettri continui, ma ancora dei gruppi di linee negli spettri e dà un modello immaginoso e suggestivo dell'*eccitazione* dell'atomo per irrag-

giamento o per riscaldamento e dell'*irraggiamento* di cui può divenir centro l'atomo stesso.

I cambiamenti di stato dell'atomo deriverebbero da salti discontinui degli elettroni dall'uno all'altro sistema di orbite possibili; a ciascuno di questi sistemi corrisponderebbe, per ogni elemento, una serie di linee spettrali (la quale può anche sconfinare fuori della parte visibile dello spettro). Nel caso dell'idrogeno le cose si presentano nel modo più semplice, perchè l'elettrone rotante è uno solo.

Le vicende estremamente rapide dei bombardamenti atomici da parte della luce, le violente, fulminee collisioni fra gli atomi, i balzi degli elettroni da un'orbita all'altra, le alternanze spasmodiche di assorbimento e di radiazione, le trasformazioni continue dell'energia cinetica in luminosa dànno la visione di una diabolica tregenda nel mondo infinitesimo dell'atomo, della quale le colossali manifestazioni fisiche di calore e di luce delle stelle sono la sintesi e la somma.

In siffatta tregenda si sarebbe riusciti a fermare l'atomo fuggente, ad afferrare, per esaminarlo, il minuscolo elettrone rotante, a misurare le velocità orbitali di queste rotazioni: l'elettrone avrebbe la massa di circa un duemillesimo del nucleo d'idrogeno; l'unico elettrone libero del calcio ionizzato della cromosfera solare salta da un'orbita all'altra 20 mila volte in un secondo, trattenendosi sulla più esterna un centomilionesimo di secondo, ma abbastanza per compiervi qualcosa come un milione di rivoluzioni.

Ed abbiamo parlato con ciò del caso semplice e normale della eccitazione dell'atomo; che se l'atomo fa un boccone troppo grosso di energia assorbita, secondo la vivace espressione dell'EDDINGTON, ne scoppia (per eccitazione si gonfia soltanto) ed un elettrone, quello d'orbita esteriore, è schizzato via, si potrebbe dire, sull'ultima orbita possibile, di raggio infinito; praticamente se ne va per conto suo.

L'atomo mutilo, che non sarà più neutro, ma caricato positivamente, si chiama *ione*; il fenomeno descritto, cioè l'*ionizzazione*, può ripetersi, cioè l'atomo può essere ionizzato una seconda ed una terza volta e così via, a seconda del numero dei suoi elettroni liberi rotanti.

È la disgregazione della materia che ha inizio, o, se vuolsi, una sorta di trasmutazione di elementi che si compie con l'ionizzazione; infatti l'atomo di elio, che ha due elettroni rotanti, quando sia ionizzato, è costituito come quello d'idrogeno, che ne ha uno solo (non è qui il caso di dire in che cosa ne diversifichi); il sogno degli alchimisti non era adunque del tutto assurdo.

Un atomo ionizzato ha un gruppo di linee spettrali proprie; ecco spiegati i gruppi di linee non attribuibili ad alcun elemento terrestre, incontrati negli spettri stellari; giacchè, se talora in laboratorio il fisico ha potuto studiare spettri di atomi ionizzati, nei roventi crogioli delle stelle lo stato d'ionizzazione è del tutto comune.

L'indiano SAHA nel 1920, in base alla teoria quantistica, determinò il grado d'ionizzazione per le varie temperature e pressioni.

I rapidi progressi della fisica atomica, nella quale è divenuto famoso il più giovane Accademico d'Italia, il FERMI, fanno sperare sempre più vasta e più intima la conoscenza delle linee spettrali ancor misteriose delle stelle; tra esse

le linee attribuite al Nebulium, trovate negli spettri delle Nebulose; questo Nebulium non può essere che uno degli elementi noti che ha perduto degli elettroni.

Come conclusione ovvia di questa digressione fisica, si può dire che l'analisi spettrale non è più soltanto analisi *chimica*, ma va diventando sempre più analisi *fisica*, dello stato atomico cioè della materia.

Ora che abbiamo visto di sfuggita le varie forme dello studio fisico delle stelle e le caratteristiche stellari che esso è in grado di apprenderci, possiamo senza troppa presunzione, tentare di soddisfare ad una delle più nobili curiosità umane, di rispondere cioè alla domanda: che cosa sono le stelle?

Mettiamo però subito in evidenza un fatto: le caratteristiche fisiche che conosciamo — salvo quelle di massa e di densità — si riferiscono agli strati superficiali delle stelle: noi possiamo conoscere la temperatura, la luminosità totale ed unitaria, lo stato atomico superficiale di molte stelle e dei varî tipi di stelle, secondo lo spettro o secondo lo splendore assoluto: potremo noi penetrarne il mistero dell'interno? Si risponde: entro certi limiti di verisimiglianza, sì, perchè spesso, oltre quei dati di superficie, abbiamo quelli di dimensione e di massa, ed allora il problema delle condizioni fisiche interne di una stella è un problema analogo a tanti altri della fisica matematica, in cui sono date le condizioni, come si suol dire, al *contorno*, e che la *teoria cinetica del gas* insegna a risolvere.

Con ciò ho già in parte anticipato la risposta promessa.

È comunemente ammesso infatti che una stella sia un globo di gas intensamente riscaldato ed intensamente irraggiante, per quanto ora il JEANS, teorico ardito ed immaginoso, sostenga la tesi delle stelle a nucleo liquido, la quale meglio spiegherebbe la loro frequente scissione in doppie o multiple.

Nell'interno del globo gassoso stellare, a contrastare la forza di gravità degli strati sovraincombenti, la forza elastica di espansione non è sola; ad essa è alleata, sempre più formidabile con il crescere della temperatura, la *pressione* di *radiazione*, diretta anche essa, naturalmente, dall'interno verso l'esterno.

La *pressione* di *radiazione* è un dato sperimentale e teorico; essa è dell'ordine di 3 tonn. per cm. quadr. ad 1 milione di gradi e di 30 mila tonn. a 10 milioni di gradi, perchè cresce come la 4ª potenza della temperatura. Essa è un fattore decisivo della suddivisione della materia dell'universo in stelle, è un calmiere delle masse stellari, le quali non possono superare certi limiti senza scoppiare, per la spinta spaventosa interna di quella pressione.

Nel cuore di una stella vi è la massima pressione elastica, il massimo di temperatura e di ionizzazione della materia: gli atomi vi sono ridotti ormai a nuclei nudi ed elettroni isolati, vi è quindi il massimo di densità, da 20 a 100 volte quella media, sicchè oltre i 9/10 della massa totale sono compresi nella sfera centrale che ha raggio metà del totale.

Man mano che si procede verso l'esterno, diminuiscono pressione, temperatura e dissociazione della materia, sicchè negli strati esterni troviamo le temperature già citate, fra i 16 mila ed i 2700° (le stelle di tipo spettrale O arriverebbero ai 25.000°), troviamo le infinitesime pressioni ricordate (così basse che,

pur sommate con quelle interne fortissime, dànno per certe stelle medie ancor bassissime, dato l'enorme diametro di esse) e troviamo frequenti gli atomi completi, cioè non ionizzati.

Ma per far compiuto il modello che l'astrofisica teorica si è foggiato delle stelle, occorre tener conto della convinzione a cui essa è altresì giunta: che nonostante le tremende pressioni che possono verificarsi nell'interno, la materia continua nelle stelle a comportarsi, quasi sempre, come un *gas perfetto*; si supera l'apparente assurdo pensando che gli atomi, ionizzandosi, perdendo cioè man mano gli elettroni ruotanti, che con le loro orbite moltiplicano enormemente le dimensioni dell'atomo stesso, si fanno sempre più piccoli. Ioni ed elettroni dissociati possono costiparsi in volumi milioni di volte minori, senza perdere la libertà di moto che caratterizza il gas perfetto.

Un'altra conseguenza della dissociazione atomica spinta nel cuore della stella all'estremo si è che il *peso molecolare* della materia, salvo per l'idrogeno e per l'elio, si riduce *quasi uniforme*, qualunque sia l'elemento originario dei vari atomi frantumati, intorno al valore 2: questa materia disorganizzata si avvicina all'uniformità desolata del caos primevo.

Ammessa l'ipotesi dello stato di gas perfetto della materia nelle stelle dalle minime alle grandi, se non alle massime densità, e tenuto conto che la struttura atomica della materia stessa è ridotta alla massima semplicità, il fisico ci dice che prevedere quanto c'è e che cosa accada nell'interno di una stella è assai più facile che conoscere l'interno della nostra terra, dove la materia è di struttura assai più complicata atomicamente ed il suo stato liquido e solido è ben lontano dalla nuda semplicità del gas perfetto.

Come le possenti manifestazioni di calore e di luce delle stelle ci danno l'impressione di una loro vita, così dalla varietà e dalle gradazioni delle caratteristiche fisiche stellari considerate, è nato e si è radicato il concetto di un'*evoluzione stellare*, concetto che è inseparabile da quello della vita.

Si può anzi dire che il primo teorico del problema fisico dell'interno di una stella, OMERO LANE, nel 1870, trattò insieme quello della sua evoluzione.

Indipendentemente dalle ricerche teoriche il primo schema evolutivo che si affacciò, come il più naturale, si può sintetizzare così: le stelle invecchiano raffreddando e contraendosi, e spegnendosi muoiono; ed il colore era l'indizio della loro età: giovani le bianchi, adulte le gialle, vecchie le rosse.

Il LOCKYER fu il primo a combattere, precorrendo alle moderne vedute, l'ipotesi semplicista. S'era infatti trovato che molte stelle rosse erano assai diffuse, cioè di tenuissima densità, dunque giovani.

Il progredire dell'età, invece che al diminuire della temperatura, fu associato più giustamente all'aumentare della densità, in conseguenza della contrazione. Il LANE aveva appunto dimostrato che una stella, perdendo calore per irraggiamento, si contraeva, e contraendosi si riscaldava, sino a che la perdita di energia per irraggiamento riprendeva il sopravvento. Ecco allora la parabola vitale delle stelle tracciata da RUSSEL ed HERTZSPRUNG nella loro *teoria delle stelle giganti e nane*: nel ramo ascendente della gioventù la stella si contrae riscaldandosi, nel ramo discendente, pur contraendosi ancora si raffredda, avviandosi verso la morte oscura: al culmine della parabola le massime temperature e le medie densità, intorno ad un quarto dell'acqua; il ramo ascendente è quello delle stelle giganti, quello discendente delle nane dense; il sole è già una nana, tra le meno dense, cioè tra le meno vecchie. Una gigante dell'un ramo ed una nana dell'altro potranno avere la stessa temperatura e quindi lo stesso colore e spettri analoghi, che l'astrofisica sa però distinguere.

La stretta relazione trovata, però come si disse, dall'EDDINGTON, almeno per la serie principale, fra splendori assoluti e masse delle stelle, ha portato un fiero colpo alla teoria di RUSSEL e di HERTZSPRUNG, la quale ammetteva invece che una stessa massa di materia stellare potesse, nei due stadî corrispondenti sui due rami di maggiore e di minore luminosità, toccare splendori diversi (una massa come il sole dovrebbe ad es. aver toccato uno splendore cinque volte maggiore durante la sua età di gigante). Inoltre lo schema evolutivo descritto, che derivava le sue basi teoriche dal LANE, ammetteva con lui un limite di compressibilità alla materia stellare, oltre il quale essa cessava di comportarsi come gas perfetto; le stelle nane del ramo discendente della parabola erano quindi ritenute liquide o solide.

La nuova teoria che si va delineando non è imperniata come la prima sulla caduta di temperatura superficiale, nè soltanto sull'aumento di densità, come la teoria delle giganti e delle nane, ma dev'essere fondata prevalentemente sulla diminuzione della massa e deve tener conto che, progredendo l'ionizzazione della materia stellare, si allontanano a dismisura i limiti della sua compressibilità, che perciò la materia ionizzata ad alto grado si comporta come gas perfetto anche alla densità del platino.

L' EDDINGTON illustra questo punto suo di vista sulla serie o *sequenza principale* già nominata, serie continua, che comprende, non solo la grande maggioranza delle stelle, ma tutti i tipi spettrali, dai caldissimi come l'O ai meno caldi, come l'M, cioè dalle bianche alle rosse, tutte le stelle cioè escluse le giganti e le nane bianche; e sceglie tre stelle tipiche: Algol, bianca, il Sole, giallo, la Krüger 60, rossa. Le temperature superficiali sono per esse in gradazione decrescente, come sappiamo, da 12 a 3 mila gradi (in accordo con la prima teoria dell'evoluzione); la fisica calcola per la loro temperatura centrale press'a poco lo stesso valore fra i 40 ed i 35 milioni di gradi; sappiamo ancora che la densità deve pur essere in scala decrescente (criterio base della teoria delle giganti e nane); infatti essa risulta, rispetto all'acqua: di un decimo e mezzo per Algol, di 1,4 per il Sole, di 9 per la Krüger 60; significativi sopratutto però i valori delle masse e delle luminosità: massa 4 e splendore 150 per la prima, 1 ed 1 per il Sole, massa 1/4 e splendore 1/100 per la terza: non solo balza evidente la relazione fra massa e splendore, ma ciò che più importa fissare, si è la diminuzione di massa.

O si rinuncia all'ipotesi di un'evoluzione stellare, ammettendo che le stelle possano formarsi di massa, di densità e di tipo spettrale diversissimi, o bisogna ammettere con l'EDDINGTON che il fatto più importante e più maraviglioso,

anzi misterioso, dell'evoluzione stellare è la *diminuzione di massa*: le stelle perdono massa invecchiando.

Una teoria dell'evoluzione delle stelle deve preoccuparsi anche dell'ordine di durata della loro vita; fatto questo, deve darsi la più difficile forse delle spiegazioni; donde provenga l'energia necessaria a raggiare attraverso gli spazî torrenti di luce per milioni di secoli. Per la durata di questa evoluzione interroghiamo alcune rocce. Le rocce, di cui l'uranio si disintegra in piombo ed elio con ritmo conosciuto, ci fa stimare sino a 1000 milioni di anni l'età delle più vecchie rocce; l'età della terra sarà maggiore e ben maggiore quella del Sole, forse dell'ordine di 10.000 milioni di anni; e, poichè il sole è una stella non molto vecchia, è probabile che la vita stellare si debba misurare a molti miliardi di anni.

Quanto alla fonte dell'energia stellare, la teoria del LANE la ricercava nel calore di contrazione delle stelle.

Vediamo se essa potrebbe bastare: interroghiamo delle stelle: le cefeidi, che già conosciamo, e che ci offrono, con il loro periodo di pulsazione, un dato misurabile con alta precisione (e cioè con 6 cifre significative): il loro capostipite, δ Cephei, si osserva da quasi un secolo e mezzo e non si può ammettere per essa, una variazione di periodo superiore ad un decimo di secondo all'anno, seppure una variazione esiste; orbene: occorrerebbe che il suo periodo di variazione diminuisse di ben 17 sec. all'anno perchè la contrazione di volume producesse, secondo la teoria del LANE, il calore necessario a sopperire all'irraggiamento di questa stella, 700 volte più intenso di quello del sole.

Da escludersi adunque la teoria del LANE, tanto più se si pensa che, nel periodo esuberante e spensierato della loro giovinezza di stelle diffuse a forte splendore, esse fanno uno sperpero così enorme di energia, che i fondi loro forniti dalla contrazione li farebbero vivere tanto quanto 100 mila anni, meno del periodo trascorso dalla comparsa della razza umana; le stelle della nebulosa di Andromeda sarebbero già spente 8 mila secoli prima che la loro luce ci percuotesse.

E possiamo pure escludere, come anch'essa insufficiente, qualunque origine esterna dell'energia stellare, come ad es. il bombardamento di meteore, perchè, come l'EDDINGTON osserva, per mantenere il gradiente di temperatura della stella, non all'uscita dev'essere fornito il calore, ma al cuore stesso della stella.

Se la contrazione e le cause esterne non possono costituire che contributi secondari all'energia stellare, la fonte principale di essa non può essere che l'energia stessa di costituzione dell'atomo, non può essere che *energia subatomica*. Ed allora si affacciano tre ipotesi: quella della *radio-attività* del JEANS, quella della *transmutazione degli elementi dai più semplici ai più complessi* e finalmente quella della pura e semplice *annichilazione della materia*, attraverso la mutua neutralizzazione delle cariche positive dei protoni con quelle negative degli elettroni, della *trasformazione* insomma *della materia in energia*.

Le prime due, sebbene si tratti sempre di trasmutazione di elementi, sembrerebbero incompatibili, in quanto cercherebbero la ignota fonte di energia in due processi inversi: nella radio-attività infatti si tratta di atomi più complessi che danno nascimento ad atomi più semplici; nella trasmutazione invocata

dalla seconda ipotesi, sono gli elementi più semplici invece che si trasformano in elementi ad atomo più complesso. Pure in ambo i casi si avrebbe produzione di energia; in quest'ultima trasmutazione la massa dell'atomo diminuisce lievemente: una parte della massa cioè si trasforma in energia: nella trasformazione di 4 grammi di idrogeno in elio si liberano 3 centesimi di grammo di energia. Ma questa fonte di energia appare ancora troppo impari, secondo l'EDDINGTON, all'enorme dispendio che ne fanno le stelle.

Nell'ipotesi della radio-attività del JEANS si avrebbe pure una annichilazione di massa dell'atomo: ogni elettrone, fra i numerosi delle sostanze radio-attive, cadendo sul nucleo, neutralizzerebbe un suo protone e con questo scomparirebbe; l'atomo diminuirebbe così di massa e di complessità, sprigionando ad ogni caduta un'onda di energia.

L'ipotesi del JEANS richiede però un atto di fede immaginosa: la fede nell'esistenza, entro le stelle, di ignote sostanze più radio-attive e di peso atomico maggiore dell'uranio. Le stelle del JEANS, sopratutto le giovani, sarebbero miniere di favolosa ricchezza, date le loro colossali dimensioni; nella nostra infinitesima e vecchia terra non si troverebbero che con grande difficoltà briciole insignificanti di tanti tesori.

Più estremista, per così dire, ma più semplice e forse più conseguente, la terza ipotesi dell'EDDINGTON; egli, pur facendo la lor piccola parte, nella riserva dell'energia di radiazione stellare, alla contrazione del LANE ed alla trasmutazione dell'atomo, accoglie in pieno la teoria dell'*annichilazione della materia*: la massa si trasforma in energia con la distruzione degli atomi; anche qui elettroni rotanti e protoni del nucleo si urtano e si annullano a vicenda, creando un'onda eterea, che sarà poi calore e luce. L'EDDINGTON è più semplice, perchè non ricorre a sostanze particolari ed ignote; più conseguente, perchè tien conto delle condizioni meglio favorevoli alle collisioni distruttrici; l'esaltazione della temperatura e della densità. L'EDDINGTON è estremista infine, non solo per il coraggio di discutere una così formidabile ipotesi, ma anche perchè con essa la cercata riserva di vita delle stelle sarebbe la massima possibile: annichilando una goccia d'acqua si otterrebbe una potenza di 200 cavalli per un anno intero. Non c'imbarazzerebbero più adunque i miliardi di anni della terra, vecchia come materia, giovane come individuo, nè le decine di miliardi del sole. L'EDDINGTON non giura nel verbo della sua ipotesi; egli la discute come un'ipotesi di lavoro o provvisoria: basti qui fissare bene in mente che la diminuzione di massa è il fatto fondamentale dell'evoluzione stellare e che tutte e tre le ipotesi citate traggono da questo fatto la conseguenza che la materia si trasforma in energia, secondo un processo diverso ed un ritmo più o meno intenso.

Si dovrebbe ora provarci in un rapido abbozzo di biografia di una stella anonima.

Dalla concentrazione probabilmente di una nebula oscura o delle braccia di una nebula spirale si forma una sfera tenuissima di gas o di polvere cosmica, con una temperatura centrale di qualche centinaio di migliaia di gradi.

Il globo si raffredda per radiazione e si contrae quindi rapidamente; cresce

allora la temperatura interna e, verso il milione di gradi, comincia la trasformazione della materia in energia, nelle forme meno violente della trasmutazione degli elementi: la stella è ora un gigante rosso e sappiamo che le masse delle stelle nella loro prima età non differiscono molto tra di loro, per il limite imposto dalla pressione di radiazione: il 90/100 delle stelle giovani diffuse è tra 2,5 e 5 volte il sole.

Lo stadio di gigante è quello del maggior dispendio d'energia. Il calore generato della contrazione facilmente raggiunge gli strati superficiali, di cui la temperatura aumenta, facendo passare la stella dal colore rosso al giallo, al bianco, senza che lo splendore complessivo scemi di molto per il diminuire di volume.

Ma quando il calore interno ha raggiunto il livello enorme di 40 milioni di gradi, abbiamo le condizioni che provocano l'annichilazione vera e propria della materia; essa è la restauratrice generosa delle riserve ormai esaurientisi dell'energia stellare.

A questo punto la stella prende a scendere i gradini della serie principale degli spettri, percorrendo più lentamente a ritroso la scala spettrale, dal bianco verso il giallo ed il rosso. Ciò vuol dire che la stella si raffredda alla superficie, per quanto la temperatura interna si conservi all'incirca ferma sui 40 milioni di gradi; è il fattore *opacità alla radiazione* della materia stellare, che impedisce sempre più alla energia prodotta dall'annichilazione della massa di sfuggire per gli spazî, che obbliga all'economia la stella, non più giovane e prodiga.

Si capisce subito che il periodo di nana dev'essere assai più lungo di quello di gigante e sempre più lunghi gli stadî corrispondenti alle età più venerande: se le stelle vecchie non sono numerose come dovrebbero, si può pensare, oltre che alla loro minore visibilità, che la nostra galassia anch'essa non sia vecchia abbastanza per contenerne molte.

Tornando alle nostre tre stelle tipiche, secondo l'EDDINGTON il sole 5 milioni di anni fa era come Algol e basterà retrocedere ancora di un venticinquesimo di questo periodo per avere la sua data di nascita, mentre ci vorranno non cinque, ma 500 di queste unità di tempo, per vederlo ridotto come la Krüger 60. Questi periodi si possono calcolare, conoscendosi la velocità con cui la massa stellare deve annichilarsi per fornire l'energia necessaria alla radiazione propria ai periodi stessi. La storia della vita declinante di una stella sta tutta nel gioco alterno e contrapposto della creazione d'energia per annichilazione e la dissipazione per irraggiamento di quella energia; l'un fenomeno provoca l'altro, con il risultato di una continua perdita di massa, di un continuo aumento di densità per la perdurante contrazione, di un progressivo raffreddamento alla superficie, di un affievolirsi della sua luce.

Ho detto gioco alterno: la parola assume tutto il suo significato nella pulsazione di luce delle cefeidi.

Si potrebbe domandarsi se la massa stellare non possa assottigliarsi anche sfuggendo essa stessa, proiettata dalla radiazione, nello spazio; se il fenomeno fosse intenso, i mirabolanti periodi ora citati potrebbero ridursi di molto; ma così non è: la perdita diretta di massa esiste, ma è insignificante.

Più difficile a spiegarsi la fase di *nana bianca* e più difficile ancora farla

morire: giunta all'ultimo stadio della serie principale o di nana rossa, forse l'opacità degli strati esterni all'interno irraggiamento, cresciuta a dismisura e la contrazione che continua, hanno per conseguenza l'esaltazione estrema della temperatura interna, restata sin qui quasi costante: si fa il numero spaventoso di un miliardo di gradi al centro. La materia residua, sin qui refrattaria all'annichilamento, cede anch'essa finalmente al destino comune nel crogiolo fattosi più rovente, creando nuova energia che esalta a sua volta ancora la temperatura superficiale, riportando verso il bianco la luce della stella moribonda; luce tuttavia sempre più debole, per l'assottigliarsi inesorabile della massa, l'aumentare della densità, l'impicciolire della superficie.

Come morrà la stella? Se infine anche il suo cuore si raffredda, e la sua compressione fantastica dovrebbe cedere, ma dove troverà l'energia per dilatarsi? O dovrà tutta la massa scomparire annichilata? All'incognita imbarazzante pare che la nuova statistica di EINSTEIN e la meccanica ondulatoria di SCHRÖDINGER siano in grado di portar luce e sarebbe troppo arduo spiegarne il modo: la nana bianca, dopo gli ultimi palpiti di splendore morente, si spegnerebbe, perchè ha raggiunto l'ultimo degli stadi possibili, paragonabile al primo sistema delle orbite possibili degli elettroni nell'atomo, quel sistema in cui l'atomo stesso, pur integro e vivo, non può irraggiare. La stella non sarebbe nè distrutta nè morta, nè raggelata come materia, è morta come stella, in quanto non può splendere più.

Se l'evoluzione stellare è un problema ancora allo studio, del quale si deve parlare con molta riserva, a questo solo argomento intendo limitare la parte della mia esposizione che non si riferisce a conquiste ben accertate, sicchè non toccherò altri argomenti dell'astronomia stellare in cui l'induzione e la fantasia possono avere troppa parte; ho nominato il campo infido della cosmogonia.

Non so però trattenermi, chiudendo questa rapida rassegna delle presenti cognizioni sulle stelle, dal mettere un istante di fronte l'uomo e le stelle, l'uomo e gli atomi.

Per le dimensioni l'uomo si trova press'a poco tra la stella e l'atomo: per la massa egli sarebbe alquanto più vicino all'atomo e nel giusto mezzo, osserva argutamente l'EDDINGTON, sarebbe piuttosto l'ippopotamo.

Per la durata della vita l'uomo si avvicinerebbe più alla stella che non all'atomo ed a mezzo si troverebbe la farfalla.

Ma la scala di variazione di queste unità è sterminata dall'atomo alla stella ed è invincibile il senso di vertigine che ci coglie sprofondando lo sguardo della mente nei due abissi che ci fiancheggiano.

Uno sgomento ben maggiore ci prende se, attrattivi dalla breve ora di colloquio con le immensità, con gli splendori, con le titaniche vicende del mondo stellare, riflettiamo ai misteri che da quel mondo si affacciano.

Le nostre condizioni di vita, i nostri sensi, la forma e la forza della nostra mente quanto ci fanno e ci potranno far penetrare della realtà che ne circonda?

Quali altre isole poi di vita e di pensiero nella infinità degli spazi siderei? E quali altre forme e quali altre altezze la vita potrebbe toccare? E se il pensiero non fosse che energia, sia pure quasi divina, perchè mai esso brilla qui, dove la materia è vecchia e povera d'energia, mentre si calcola che in media la materia nell'universo abbia una temperatura di un milione di gradi, capace quindi di energie prodigiose?

Ed infine: quale la mèta cui tendono le crisi gigantesche, le sterminate migrazioni delle stelle, questo bruciare e questo splendere, questo nascere e questo morire di miliardi di soli? Come elettroni e protoni s'incontrano per scomparire e la materia si distrugge così per diventare energia, per scagliare un raggio che viaggerà milioni di anni, potrà la materia rinascere dall'energia o rinascerà solo per un atto creativo?

Pure allo sgomento, al dubbio, al pessimismo generati da questi misteri tremendi, la speranza e la coscienza dell'uomo contrappongono il conforto di un sogno e di una fede; se la vita fisica nostra, isolata o no nel cosmo, è serva della materia, quella del nostro spirito è all'infuori della materia, è indipendente dai destini e dai fini dei mondi siderali; se l'osservatorio e l'osservatore dei cieli sono materialmente un pulviscolo nell'universo, l'anima umana tutto lo occupa o lo percorre, più veloce della luce. E sopravviverà, per comprendere ciò che oggi non comprende, tutta la realtà, l'ultimo fine del suo divenire e la Realtà stessa Suprema di Dio.

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

LA ROTAZIONE DELLA VIA LATTEA

Intorno al principio di questo secolo gli astronomi incominciarono a distogliere la loro attenzione dai problemi del sistema solare, che si consideravano esauriti, ed a rivolgerla ai movimenti dell'infinitamente più esteso e più vario mondo stellare. Il nuovo indirizzo condusse presto a risultati notevolissimi: così fu confermata la divinazione di HERSCHEL circa il moto del Sole verso un apice sempre meglio precisato, con la velocità di 20 km. sec.; poi si scoperse che le stelle di alcuni ammassi (*Jadi*, ecc.) procedevano in modo parallelo, ed infine il KAPTEYN dimostrò l'esistenza di due vere e proprie correnti stellari, opposte e compenetrantisi; alle quali s'aggiunsero più tardi altre correnti tendenti verso altri apici. Ma tutti questi moti (che sussistono come deviazioni secondarie anche dopo la scoperta del più vasto moto di cui vogliamo parlare) interessano un numero di stelle relativamente piccolo, e le

più vicine all'osservatore, mentre delle innumerevoli più lontane, relegate nelle profondità della Via lattea, s'ignorava finora ove tendessero e se costituissero uno o più sistemi. Molti avevano sospettato veramente che la Via lattea fosse un sistema unico, ma soltanto recentemente tre astronomi, operanti indipendentemente e con metodi diversi, LINDBLAD, OORT e PLASKETT, fornirono validi argomenti all'ipotesi d'una rotazione della Via lattea, intorno ad un asse normale al suo piano. Già la sua forma appiattita faceva supporre che fosse dotata di moto rotatorio, ma ora siamo in grado di affermare con una certa sicurezza che il centro della rotazione giace a circa 10000 parsec dal Sole, in longitudine galattica 325° (costellazione del Sagittario), e che la rotazione (da sinistra verso destra come l'indice dell'orologio, per chi guardi lo spettacolo dal polo boreale della Via lattea) ha luogo non come in un sistema rigido, ma come se intorno a quel centro, di massa immensa, ogni stella si muova con una velocità orbitale dipendente dalla sua distanza da esso, obbedendo alle stesse leggi che regolano il corso dei Pianeti intorno al Sole. Si calcola che al Sole, partecipe anch'esso della rotazione, competa una velocità orbitale da 2 a 300 km. sec.

A provare l'esistenza della rotazione si è giunti considerando le sole velocità radiali (1) di circa 6000 stelle sparse sopra tutta la sfera; come giovino le velocità radiali in questa ricerca risulta dal seguente ragionamento, illustrato dalle figure sottostanti

Fig 1 Fig. 2

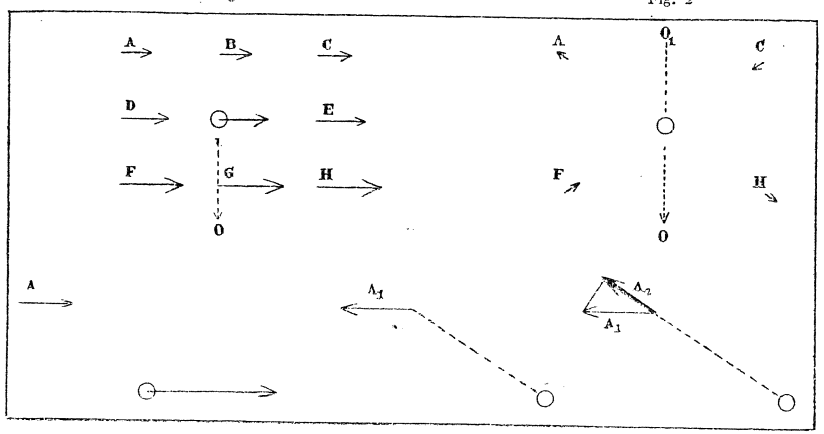


Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5

La pagina rappresenti il piano della Via lattea, O il Sole ed *A*, *B*... *H* (fig. 1) altrettante stelle, alcune più vicine, altre più lontane dal centro della Via lattea, che supponiamo nella direzione di *O*, a distanza anch'essa ignota. Se la circolazione (secondo la legge della gravitazione universale) ha luogo intorno ad *O*, le stelle *F*, *G*, *H*, più vicine al centro si moveranno più celermente, e più lentamente le più lontane *A*, *B*, *C*; sieno le velocità rappresentate dalla lunghezza delle frecce. All'osservatore, collocato nel Sole, le *D* ed *E* non presenteranno alcuna velocità radiale, poi-

(1) Per velocità radiale s'intende la velocità che la stella presenta lungo la visuale dell'osservatore e si misura in km/sec tenendo conto dell'effetto spettroscopico di DOPPLER (vedi il fascicolo di febbraio a pag. 35).

ché si muovono di conserva col Sole, e lo stesso dicasi per altra ragione delle B e G, mentre presenteranno una velocità radiale apprezzabile le A, F, C, H, e tanto maggiore quanto più lontane dall'osservatore; per misurarla geometricamente, consideriamo le figg. 3, 4, 5. Sia A (fig. 3) una stella dotata della velocità indicata dalla freccia, ed O il Sole, più veloce di A; l'osservatore che sta in O e non ha contezza del suo moto, crede che A s'allontani da lui con una velocità A_1 rappresentata dalla differenza dei due segmenti, come si vede nella fig. 4; ma l'osservatore col suo spettroscopio non può misurare che la velocità *radiale* quindi non A_1 ma la sola componente A_2 fig. 5; con procedimento analogo si determinano le velocità radiali C, F, H, (fig. 2) e si noti che esse risultano centripete in una diagonale, e nell'altra centrifughe; ora le osservazioni delle velocità radiali di circa 6000 stelle presentano effettivamente nelle varie longitudini il senso indicato dalle frecce della fig. 2, quando al centro O competa la longitudine 325°. Bisogna dire che le osservazioni ammetterebbero anche un'altra soluzione, cioè la fig. 2 non muterebbe, se la fig. 1 fosse girata di 180° ed il centro della rotazione si trovasse in O_1 agli antipodi di O.

A dissipare quest'incertezza concorrono altri fatti in base ai quali una quindicina d'anni or sono l'astronomo SHAPLEY potè affermare che il centro della Via lattea doveva trovarsi fra 330° e 335° di longitudine galattica, perchè ivi essa presenta la sua condensazione massima e perchè in quella stessa direzione ha luogo l'imponente concentrazione degli *ammassi globulari*. La preferenza spetta dunque al centro O di longitudine 325° ed è significantissimo il fatto che vie così diverse abbiano condotto al medesimo risultato, giacchè i pochi gradi di differenza sono imputabili allo stato primordiale del problema.

Resta la determinazione della velocità orbitale del Sole, neanch'essa ricavabile dalla fig. 2. Qui ci soccorre un altro fatto, ben constatato, che le stelle più veloci (superanti cioè gli 80 km. sec.) tendono verso un apice comune situato molto prossimamente in direzione opposta al moto orbitale del Sole: attribuendo pertanto a questo moto il tendere apparente delle stelle velocissime all'apice comune, la cercata velocità orbitale del Sole risulta di 2 o 300 km. sec.; con la trovata velocità orbitale e con opportune ipotesi sulla massa di materia stellare, accumulata nel centro della Via Lattea, si calcola finalmente che la distanza del Sole da esso centro ammonta a circa 10000 parsec.

Un'altra conferma della rotazione galattica si potrà forse avere dalla distribuzione delle *Nebulose* ai cosiddetti poli della Via lattea; ma di ciò un'altra volta.

h. d'a.

L'ESPANSIONE DELL'UNIVERSO

Molto interesse desta attualmente negli ambienti scientifici una nuova concezione dello spazio cosmico. Si tratta della teoria della *espansione dell'Universo*, espansione che discende dalle equazioni einsteiniane per il campo gravitazionale e che ora viene confermata dai più recenti dati d'osservazione. Le pubblicazioni originali in cui è trattato il problema non possono essere alla portata del cultore dilettante della Scienza sia perchè contenute in memorie accademiche poco diffuse, sia perchè esposte attraverso un linguaggio matematico alquanto elevato. D'altra parte la questione è tale da destare l'interesse generale per l'importanza dei suoi risultati. Perciò tenteremo di esporre qui in forma piana e per sommi capi la parte sostanziale del problema; largamente ci aiuteranno in ciò gli articoli riassuntivi e divulgativi

di DE SITTER e EDDINGTON apparsi recentemente nelle riviste *Scientia* e *Monthly Notices of the R. A. S.* rispettivamente.

Nel 1917 EINSTEIN modificò la sua legge della gravitazione in modo da introdurvi una nuova costante. La vecchia equazione usata nelle sue pubblicazioni del 1914 si poteva esprimere nella forma sintetica $G\mu\nu = 0$; in essa era implicitamente supposto che lo spazio nel quale i moti relativi dei corpi celesti hanno luogo fosse del tutto *invariabile* nella sua struttura. Ciò poteva anche essere vero; ripugnava però alla mente del relativista di considerare una cosa del tutto fissa e immutabile. Era necessario perciò trovare una formula che desse l'equazione del moto di un corpo in uno spazio soggetto a qualsivoglia modificazione. Trovata questa formula, il caso di uno spazio rigido non sarebbe stato altro che un caso particolare dei molti possibili. Fu così che la legge della gravitazione fu espressa nella forma $G\mu\nu = \lambda g\mu\nu$. La nuova costante λ ha una funzione molto curiosa, come ora vedremo.

Già nello stesso anno 1917 l'astronomo olandese W. DE SITTER discusse le nuove equazioni del campo gravitazionale e trovò che le soluzioni capaci di dare un universo *stabile* nella sua struttura erano due soltanto. Queste soluzioni ci presentano due universi essenzialmente diversi nella loro struttura. Nel primo caso la materia sarebbe distribuita uniformemente nello spazio e le dimensioni dell'universo (bisogna ricordare che dalla teoria di EINSTEIN risulta che lo spazio è *finito*) dipenderebbero dalla quantità di materia in esso contenuta. L'universo così concepito si chiama *universo statico* oppure *mondo di Einstein*. La seconda soluzione è data da un mondo del tutto privo di materia; questa soluzione è chiamata *spazio vuoto* oppure *mondo di de Sitter*. Nel mondo di EINSTEIN un punto materiale non possiede rispetto all'osservatore velocità *sistematiche* che non siano quelle comuni dovute all'attrazione dei corpi celesti. Nello spazio di de SITTER invece l'osservatore dovrebbe vedere fuggire il punto lontano da sè con velocità sempre crescente con l'aumentare della distanza. A che è dovuta questa ripulsione apparente? Precisamente a quella costante λ che figura nella nuova equazione di EINSTEIN.

Nel 1917 ben poco si poteva sapere delle dimensioni e della densità media dell'universo visibile. DE SITTER era dell'opinione che l'universo reale fosse assai più simile, per la massa in esso contenuta, al *suo* modello di universo piuttosto che a quello di EINSTEIN. In base a ciò egli credette di poter predire che — se la costante λ di EINSTEIN aveva un valore positivo diverso da zero — si sarebbe dovuto osservare un allontanamento degli oggetti più distanti da noi; allontanamento tanto più rapido, quanto maggiore fosse stata la distanza degli oggetti osservati. Gli oggetti più distanti dalla nostra galassia sono le nebulose spirali: da esse dunque si attendeva il responso al quesito. In quell'epoca erano note le velocità radiali di tre sole nebulose spirali: tutte e tre risultavano molto grandi e positive (allontanamento dall'osservatore). Per quanto concorde con le previsioni, il materiale era tuttavia troppo scarso per poter confermare la teoria di DE SITTER. Convenne attendere ed infatti poco tempo dopo gli osservatori di Mt. WILSON e FLAGSTAFF pubblicarono un ingente materiale di osservazioni sulle nebulose extragalattiche.

Attualmente si conoscono le velocità radiali di oltre cento nebulose spirali: tutte, salvo pochissime e dubbie eccezioni, sono positive ed enormi. Normali sono le velocità di + 3000 e + 4000 Km. al secondo. La massima velocità sinora osservata è di + 11500 Km/sec. Queste velocità sono veramente colossali in paragone a quelle delle stelle del nostro sistema galattico che in nessun caso superano i 300 Km/sec.

In un primo tempo si credette che questo fatto rappresentasse una decisiva vittoria per la teoria di DE SITTER; senonchè più tardi sorsero delle complicazioni,

DE SITTER aveva supposto che l'universo reale approssimativamente fosse simile al suo modello di spazio senza materia: l'affermazione era del tutto arbitraria e avrebbe potuto reggere solo fino a tanto che non si fosse dimostrato il contrario. E fu questo che avvenne precisamente.

Le determinazioni delle distanze e delle dimensioni delle nebulose spirali, compiute specialmente per opera di HUBBLE e di SHAPLEY, aveva fornito agli astronomi il mezzo di calcolare la densità media dell'universo visibile. Supponendo che in ogni cubo spaziale il cui spigolo misuri un milione di anni di luce vi sia una nebulosa spirale e che ogni nebulosa contenga un miliardo di stelle, si può giungere facilmente alla densità media, conoscendo la massa media di una stella. In tal modo si trova che il nostro universo ha una densità media di 3.7×10^{-55} grammi per centimetro cubo. Questa è una densità tanto debole che quella della nostra aria atmosferica a pressione normale risulta maggiore di essa per un rapporto che si esprime con un numero intero di 53 cifre. In paragone a essa il vuoto più spinto che al giorno d'oggi si arriva a ottenere con gli apparecchi più perfezionati è ancora parecchi miliardi di volte più denso. A prima vista di fronte a questa densità così irrisoria sembrerebbe più che naturale che si possa adottare senza inconvenienti di sorta il modello di DE SITTER a rappresentazione del nostro universo: in rapporto ai nostri comuni mezzi di misura la media densità spaziale di 3×10^{-55} gr/cm^3. coincide praticamente col vuoto assoluto. Ci si ingannerebbe. Basta infatti calcolare la densità richiesta da uno spazio del tipo di EINSTEIN delle dimensioni del nostro universo per vedere che questa densità non è eccessivamente superiore a quella testè trovata per l'universo visibile. Alle condizioni di massa e densità or ora esposte corrisponderebbe, secondo la teoria della relatività generale, uno spazio di due miliardi di anni-luce di raggio. Per essere di tipo einsteiniano questo spazio dovrebbe avere una densità appena dieci o dodici volte maggiore a quella che si osserva nel nostro universo. Dunque effettivamente l'universo in cui viviamo si avvicina più a quello di EINSTEIN che a quello di DE SITTER. E allora? Come spiegare le forti velocità di allontanamento delle nebulose spirali? La risposta è stata data assai recentemente da uno scienziato belga.

In uno studio apparso nel 1927, ma che non riuscì ad attirare l'attenzione degli astronomi se non nel 1930, l'abate G. LEMAÎTRE dell'Università di Lovanio, giunge alle conclusioni che seguono. Le due uniche soluzioni delle equazioni di EINSTEIN capaci di dare un universo *stabile* sono date dagli spazî alla DE SITTER ed alla EINSTEIN. Il nostro universo non coincide rigorosamente nè con l'uno nè con l'altro di questi modelli e perciò è *instabile*. Sempre basandosi sulle equazioni di EINSTEIN, LEMAÎTRE dimostra che in conseguenza di questa sua instabilità l'universo deve contrarsi o espandersi: non c'è preferenza per l'una soluzione piuttosto che per l'altra. In questo modo il rifuggire delle nebulose spirali dalla nostra galassia rimane spiegato assai bene. Siccome il moto osservato è di allontanamento, bisogna concludere che l'universo attualmente è *in espansione*.

LEMAÎTRE suppone che in un tempo passato l'universo abbia potuto anche essere in contrazione. Questa contrazione avrebbe seguitato il suo corso fino a sfiorare lo stadio di universo statico alla EINSTEIN; di qui avrebbe avuto l'inizio l'espansione che dovrebbe durare *sine die*, senza possibilità di arrestarsi. Ma questa della contrazione primordiale non è che una ipotesi del tutto arbitraria. Per ora riesce impossibile ricostruire la storia del nostro universo.

È dibattuta la questione se nel moto di espansione dello spazio le dimensioni delle galassie rimangano invariate o no. EDDINGTON ritiene che non si debbano avere delle espansioni anche nelle galassie, mentre DE SITTER pensa il contrario. La questione è ancora sempre aperta.

Interessanti sono le deduzioni che si possono trarre dalle teorie dell'espansione dell'universo. In causa dell'espansione il raggio dell'universo cresce in progressione geometrica col tempo. Gli oggetti più lontani devono perciò muoversi con velocità grandissima, forse anche maggiore di quella della luce. Come fa notare EDDINGTON, non ci sarebbe alcuna contraddizione nel fatto che un oggetto possa qui muoversi con velocità maggiore di quella della luce che è velocità-limite nel sistema di EINSTEIN: qui non si tratterebbe di moto dinamico, ma di una modificazione dello spazio. Anche supponendo che l'espansione sia incominciata in epoca relativamente recente, si deve venire alla conclusione che vi devono già essere degli oggetti la cui velocità relativa supera quella della luce. Questi oggetti quindi, in virtù del principio dei moti relativi, sono come tagliati fuori dal nostro campo visivo: la loro luce non potrà *mai* raggiungerci perchè è come se noi fuggissimo davanti al raggio di luce che da essi si diparte, con velocità maggiore di detto raggio. Essi possono essere stati visibili da noi in tempi più remoti, quando — più vicini — la loro velocità era minore di quella della luce, ora essi sono passati nella parte dell'universo che mai potremo conoscere. Di qui risulterebbe che vi sossono esistere addirittura altri agglomeramenti grandiosi di massa cosmica di cui saremo costretti a ignorare per sempre l'esistenza. Se noi potessimo spingere il nostro sguardo fino alla distanza in cui la velocità di repulsione tocca quella della luce, potremmo forse vedere delle nebulose spirali la cui luce *attualmente* emessa non ci raggiungerà mai più: noi le vedremmo unicamente quali erano milioni e milioni di anni fa, quando emisero il raggio luminoso che ora ci raggiunge dopo aver solcato gli spazî siderali con la sua inconcepibile velocità.

Un concetto che merita di essere spiegato meglio a chi non è iniziato al problema è il seguente. Il fatto che noi osserviamo un moto di recessione di tutte le nebulose spirali *non significa affatto* che il nostro luogo di osservazione deve essere in prossimità del centro dell'Universo. *In ogni punto* dello spazio in espansione si devono poter osservare analoghe recessioni con la medesima legge. Basta pensare infatti a un numero finito di punti di un corpo qualsiasi in espansione, per esempio a due o tre punti sulla superficie di un pallone di gomma che viene gonfiato. Pur non trovandosi al centro del pallone, i punti si allontaneranno l'uno dall'altro; ogni punto del pallone vedrà in ogni istante tutti gli altri punti della superficie rifuggire da sè: avviene cioè precisamente *come se* egli si trovasse al centro di un cerchio in espansione: ciò non pertanto esso è situato nella superficie del cerchio in condizioni del tutto analoghe a quelle di tutti gli altri punti.

l. j.

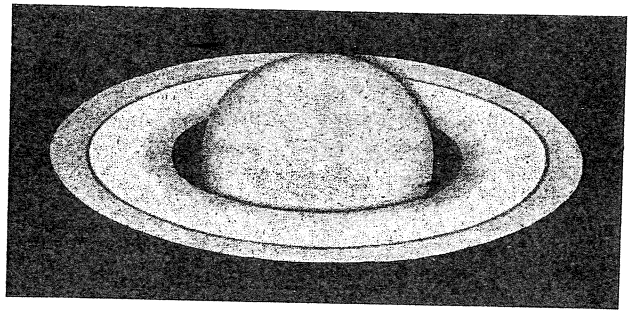
ASTROFISICA

SULLA COSTITUZIONE FISICA DEGLI ANELLI DI SATURNO

M. HEPBURN a cui si deve la scoperta della trasparenza dell'anello interno, crede che l'insieme degli anelli sia di natura analoga a quella di una nube sottilissima e cioè formati da goccioline d'acqua o da aghi di ghiaccio come i nostri cirri. Il capitano AINSLIE non è d'accordo nel riconoscere l'ipotesi dello HEPBURN e crede

piuttosto che gli anelli di Saturno siano formati da agglomeramenti di piccolissime pietre meteoriche. Nel 1705 il nostro illustre astronomo G. D. CASSINI scrisse che l'anello di *Saturno* è costituito da un ammasso di piccolissimi satelliti, di movimenti differenti, che non si vedono punto separati.

Con differenti movimenti forse il CASSINI intendeva dire che la parte dell'anello più vicina a *Saturno* avrebbe dovuto girare più rapidamente che la parte lontana, ciò che è stato confermato spettroscopicamente circa due secoli dopo da KEELER e da DESLANDRES. Dal punto di vista meccanico EDOUARD ROCHE DE MONTPELLIER dimostrò in maniera geniale che « allorquando un satellite, supposto della medesima densità del suo pianeta, è a una distanza inferiore a 2,44 raggi del pianeta, ogni forma ellissoidale d'equilibrio diviene impossibile.



Il pianeta Saturno osservato nel R.° Osservatorio Astrofisico di Catania il 31 maggio 1931 fra 1^h e 1^h.45 di T.M.E.C.

Durante il 1931 Saturno, nelle linee generali, presenterà l'aspetto dato dalla figura.

Mimas che è il satellite più vicino a Saturno e dista raggi 3,35, potè formarsi e sussistere; ma la materia costituente gli anelli trovandosi troppo vicina a *Saturno* non potè agglomerarsi in satelliti e rimase allo stato di polvere disaggregata ». Di satelliti che si trovano molto vicini al loro pianeta abbiamo il *quinto di Giove* distante raggi 2,53 e uno di *Marte* distante 2,77; entrambi si trovano al di la del limite di disaggregazione e confermerebbero la legge del ROCHE.

L'ipotesi dunque più probabile sulla costituzione degli anelli di *Saturno* ed accettata dalla maggior parte degli astronomi è quella che considera gli anelli formati dall'agglomeramento di pietre o polvere meteorica e che la loro diversa densità e intensità luminosa dipenda dalla più o meno compattezza di detta polvere meteorica.

Secondo MAXWELL, le collisioni continue tra i corpuscoli costituenti l'anello, produrrebbero una perdita di forza viva ed una tendenza ad espandersi e G. H. DARWIN, basandosi forse sulla predetta teoria, fece una profezia piuttosto disastrosa per il lontano pianeta: Egli disse che l'anello di Saturno è destinato a sparire e tale catastrofe avverrebbe un giorno per la dispersione dei corpuscoli dei quali, parte cadrebbe su Saturno stesso e parte emigrerebbe verso l'esterno dell'anello; soggiunse che dell'anello potrebbe rimanere un modesto satellite che girerebbe attorno a *Saturno* al minimo di distanza della legge di ROCHE e cioè a circa 2 raggi e mezzo.

l. t.

LA CORONA SOLARE OSSERVATA FUORI DELLE ECLISSI

L'astronomo B. LYOT dell'Osservatorio di Meudon ha descritto recentemente un metodo da lui esperimentato con successo per studiare la corona solare giorno per giorno, senza attendere il momento raro e fugace di un'eclisse totale. Le osservazioni furono compiute all'Osservatorio del Pic du Midi (Pirenei) a 2800 metri di altitudine. Fu utilizzato un telescopio la cui apertura fu diaframmata a 4 cm. Nel piano focale fu piazzato un disco il cui raggio misurava 30″ più di quello apparente del Sole. Osservando direttamente attraverso un semplice oculare egli potè scorgere alcune prominenze colorate in rosa. Ponendo poi la fenditura di uno spettrografo in modo da apparire tangente al disco, egli potè vedere nello spettro, oltre alle solite righe di di Fraunhofer, anche le caratteristiche righe rosse e verdi della corona. Tali righe persistevano allontanando la fenditura del disco, fino a una distanza di 4′ dal lembo del Sole.

Applicando un polarimetro speciale, pure di invenzione di LYOT e già esperimentato con ottimi risultati sui pianeti, egli potè trovare tracce di luce polarizzata fino alla distanza di 6′ dal lembo del Sole. L'A. ritiene che questa luce polarizzata sia dovuta senz'altro alla corona, poichè la polarizzazione è notevole con aria limpida mentre diminuisce o scompare se il cielo è velato o se vi sono nubi nelle vicinanze del Sole. Per parecchi giorni fu misurata la percentuale di luce polarizzata in tutte le direzioni intorno al disco, a una distanza fissa di 80″ dal lembo solare. Si potè così notare che nella vicinanza delle regioni polari del Sole la polarizzazione era meno intensa che nelle altre direzioni; particolarmente intensa invece essa risultò in direzione N W. Questo fatto sarebbe in relazione con la diversa intensità ed estensione della corona nelle varie direzioni.

In conclusione il signor LYOT — che è un astronomo ancora molto giovane — ci ha dato un metodo assai interessante per studiare la corona solare in modo sistematico, come attualmente si fa per le macchie, le facole e le protuberanze. Il metodo non mancherà certamente di dare ben tosto i suoi frutti.

l. j.

METEOROLOGIA

L'ASCENSIONE DI PICCARD E I RAGGI ULTRAPENETRANTI

Per quanto non si conoscano ancora i risultati dell'audace ascensione fino a circa 16.000 m., cioè entro la parte inferiore della stratosfera, del prof. PICCARD, si ritiene generalmente nel mondo scientifico — o almeno si spera — che egli abbia conseguito qualche importante risultato circa la conoscenza della famosa *radiazione ultrapenetrante*. Nell'attesa non sarà inopportuno ricordare sommariamente quanto si sa fino ad oggi su questo misterioso agente fisico, che si è aggiunto negli ultimi anni ai tanti già noti e studiati. Esso apparve per la prima volta nel 1925 a due scienziati americani MILLIKAN e HARVEY CAMERON i quali sperimentavano su due laghi situati su montagne elevate degli Stati Uniti, i laghi Muir e Arrowhead, alimentati esclusivamente da acqua proveniente dalla fusione delle nevi e perciò priva di sostanze radioattive. Scoprirono così, esplorando con adatti elettroscopî

l'acqua del lago a varie profondità, una radiazione che vi penetrava fino a 30 m. sotto il livello superficiale. Considerando che l'atmosfera ad esso sovrastante aveva lo stesso potere assorbente di 7 m. d'acqua, essi conclusero che la penetrazione di questi raggi arrivava fino a 37 m. d'acqua, che corrispondono circa a 2 m. di piombo. Per confronto ricordiamo che i raggi X più duri non attraversano 12 mm. di piombo. È dunque un raggiamento di frequenza superiore a ogni altro noto. La lunghezza d'onda sembrerebbe compresa tra 0.00038 A e 0.00067 A (l'A. (ANGSTRÖM) vale cm. 10^{-8}), mentre i più penetranti raggi γ del Ra e del Th hanno $\lambda = A\ 0{,}07$. La frequenza così alta della radiazione penetrante induce a ritenere che questa si origini sul nucleo stesso dell'atomo, e poichè appariva più copiosa allorchè allo Zenith del luogo di osservazione si trovava la Via Lattea, si pensò da KOLHÖRSTER e NERNST che dovesse provenire dalle nebulose e dalle stelle che la popolano. Altre esperienze misero in dubbio questa dipendenza. Sicchè si venne all'idea che non dagli astri della Via Lattea provengano le radiazioni, bensì dallo spazio intergalattico, dove vi sarebbero condizioni fisiche propizie alla riunione di elettroni in atomi con conseguente emissione di raggi corrispondenti ad una differenza di potenziale valutabile a 60.000.000 di volts. Più recentemente KOLHÖRSTER ha emesso l'ipotesi che i raggi ultrapenetranti non siano, come si è creduto, di natura elettromagnetica, ma corpuscolare, cioè siano analoghi ai raggi β, e consistano quindi in un bombardamento di elettroni con velocità superiore a quelle maggiori per essi misurate. Ma quale mai dovrebbe essere, affinchè questi corpuscoli possano attraversare spessori di materia dell'ordine di quelli riferiti più sopra, se alla pressione atmosferica certi raggi β con velocità prossima a quella della luce si arrestano dopo aver percorso m. 1,50 nell'aria o parecchi mm. d'alluminio? Auguriamoci che le esperienze e le osservazioni del PICCARD ci apportino qualche luce in così ardua e interessante questione.

t. a.

L'ANNO POLARE INTERNAZIONALE 1932-33

Dal mese di agosto 1882 al mese di agosto 1883 ben 14 spedizioni scientifiche polari artiche e antartiche organizzate da dodici governi, in un piano comune concepito originariamente dal luogotenente austriaco KARL WEYPRECHT compirono osservazioni meteorologiche e magnetiche continue, che furono preposte per la la scienza. Si vuole degnamente commemorare il cinquantenario con un'analoga impresa, oggi resa più facile dai progrediti mezzi di esplorazione, e più proficua per lo stato attuale del progresso scientifico e più importante per i problemi sorti in questi ultimi tempi. La questione fu discussa nel Congresso geodetico e geofisico internazionale di Stocolma tenutosi nell'agosto dello scorso anno. Le ricerche da eseguirsi riguarderanno principalmente la variazione secolare del magnetismo dal 1882-1883, la carta magnetica delle regioni polari, la variazione diurna magnetica sotto le alte latitudini, le tempeste magnetiche e la loro propagazione sul globo, la comparizione delle perturbazioni magnetiche nelle due regioni artiche e antartiche, le aurore polari ecc. Naturalmente non saranno escluse le indagini sull'elettricità atmosferica, sulle correnti terrestri, sullo strato Kennelly-Heaviside.

La Commissione organizzatrice ritiene che siano necessari tre osservatori per ogni stazione: propone inoltre una nuova rete di stazioni oltre i 60° di latitudine N, in aggiunta a quella del 1882-83. Si stabiliranno quattro nuove stazioni aero-meterologiche su alta montagna, nella Nuova Zemlia, nella penisola di Kola, sul monte Verkoïansk e sulle coste dello stretto di Behring. Cinque stazioni radio-aerologiche saranno fondate specialmente nella Nuova Zemlia per diffondere via Radio le loro osservazioni su tutto l'emisfero boreale.

t. a.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI LUGLIO 1931

I PIANETI

Mercurio: Visibile con estrema difficoltà nei crepuscoli serotini, assai basso a WNW, nella seconda metà del mese. Durante il mese passa dalla costellazione dei Gemelli in quella del Cancro e poi nel Leone. La sera del 16 si troverà meno di 2° a Sud della Luna e ciò potrà servire forse a rintracciarlo. Il 27 e il 28 si troverà molto vicino a Regolo (α Leonis).

Venere: Invisibile a causa della sua grande prossimità al Sole.

Marte: Visibile alla sera a Occidente, prima nel Leone e poi nella Vergine. La sera del 19 sarà occultato dalla Luna. Il 26 passerà pochi minuti d'arco a Nord di β Virginis. Il 15 luglio presenterà un diametro apparente di 4″.9 e apparirà dello splendore di una stella di grandezza 1.6.

POSIZIONE DEI PIANETI (a 0^h T.U.)

	5 Luglio		15 Luglio		25 Luglio	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	7^h19^m9	+23°55′	8^h42^m8	+19°59′	9^h47^m5	+14° 8′
Venere	5 35.4	+22 53	6 28.5	+23 16	7 21.5	+22 31
Marte	11 0.6	+ 7 17	11 22.0	+ 4 53	11 43.7	+ 2 24
Giove	7 57.7	+21 5	8 6.9	+20 39	8 16.2	+20 11
Saturno....	19 28.9	−21 43	19 25.8	−21 50	19 22.7	−21 57
Urano	1 11.9	+ 6 55	1 12.4	+ 6 58	1 12.5	+ 6 59
Nettuno ...	10 23.4	+10 50	10 24.4	+10 44	10 25.6	+10 37
Plutone....	—	—	—	—	—	—

Giove: Invisibile perchè molto prossimo al Sole col quale passa in congiunzione il giorno 25.

Saturno: Ben piazzato per l'osservazione, passando in opposizione il 13 luglio. Si trova sempre nel Sagittario, a Est di π e a SE di ρ. Il 1° e il 28 luglio sarà in larga congiunzione con la Luna. Il 15 luglio asse maggiore degli anelli: 41″.7; diametro polare del pianeta: 16″.6; grandezza stellare: $0^m.3$.

Urano: Mattutino, nei Pesci. Per rintracciarlo vedi la cartina pubblicata nel fascicolo di maggio. Il 15 luglio diametro apparente: 3″.4; grandezza stellare 6^{m}.0.

Nettuno: Scompare alla sera nell'irradiamento del Sole.

Plutone: Invisibile perchè prossimo al Sole.

Fasi lunari: U. Q. l'8 a 0^{h}52^{m}; L. N. il 15 a 13^{h}20^{m}; P. Q. il 22 a 6^{h}16^{m}; L. P. il 29 a 13^{h}48^{m}. Luna apogea il 6 a 16^{h}; perigea il 18 a 13^{h}.

Configurazioni planetarie nel mese di luglio 1931

Giorno 1 a 1^{h}: ♄ ☌ ☾. . . . . ♄ 5° 10′ N.
» 6 » 0 : ☉ all'apogeo.
» 8 » 11 : ♃ ☌ ☾. . . . . ♃ 1° 42′ S.
» 9 » 21 : ☿ ☌ ♆. . . . . ☿ 1° 30′ N.
» 12 » 16 : ♃ □ ☉.
» 13 » 9 : ♄ ☍ ☉.
» 14 » 9 : ♀ ☌ ☾. . . . . ♀ 5° 4′ S.
» 16 » 1 : ♆ ☌ ☾. . . . . ♆ 4° 25′ S.
» 16 » 20 : ☿ ☌ ☾. . . . . ☿ 2° 47′ S.
» 18 » 10 : ♅ ☌ ☾. . . . . ♅ 2° 21′ S.
» 19 » 16 : ♂ ☌ ☾. . . . . ♂ 0° 50′ S.
» 23 » 21 : ☉ entra in ♌.
» 24 » 22 : ♃ stazionario.
» 25 » 21 : ♆ ☌ ☉.
» 26 » 14 : ♂ ☌ β Virginis. . . . ☍ 0° 9′ N.
» 28 » 5 : ♄ ☌ ☾. . . . . ♄ 5° 9′ N.
» 28 » 6 : ☿ ☌ α Leonis . . . . ☍ 0° 10′ N.

Per la spiegazione dei simboli celesti vedi il fascicolo di febbraio.

Effemeride dei passaggi del Sole al meridiano dell'Etna (15° Est Greenw.)

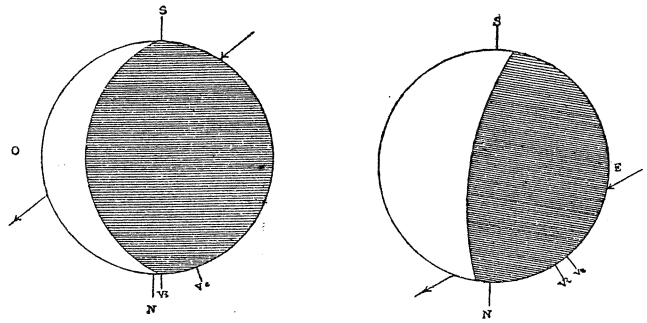
1931 Luglio	Passaggio al meridiano	1931 Luglio	Passaggio al meridiano	1931 Luglio	Passaggio al meridiano
1	12^{h} 3^{m} 28^{s}.8	11	12^{h} 5^{m} 11^{s}.3	21	12^{h} 6^{m} 12^{s}.3
3	12 3 51.7	13	12 5 27.4	23	12 6 17.9
5	12 4 13.6	15	12 5 41.7	25	12 6 21.3
7	12 4 34.3	17	12 5 54.1	27	12 6 22.1
9	12 4 53.5	19	12 6 4.3	29	12 6 20.6
				31	12 6 16.7

l. j.

Luglio 1931 – Occultazioni lunari di stelle visibili nell'Italia Settentrionale e Centrale

Giorno	Stella	Gr.	Fenom.	Pino Torinese Long. — 0^{h}31^{m}.1; lat. + 45°2′ T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Firenze (Arcetri) Long. — 0^{h}45^{m}.0; lat. + 43°45′ T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Età della Luna	Note
7	B. D. — 0°37	7.0	Em.	0^{h} 32^{m}.0	273°	— 0^{m}.8	+ 1^{m}.6	—	—	—	—	21^{d}	
11	τ Arietis ...	5.1	Imm.	0 37.0	73	+ 0.4	+ 1.4	—	—	—	—	25	
»	»	»	Em.	1 30.0	239	+ 0.2	+ 1.7	—	—	—	—	25	
19	Marte	1.6	Imm.	15 7.0	158	— 0.7	— 1.9	15^{h} 12^{m}.5	154°	— 0^{m}.8	— 1^{m}.9	4	
»	»	»	Em.	16 15.0	283	— 1.8	— 0.9	16 22.5	287	— 1.7	— 1.2	4	
21	α Vir. (Spica)	1.2	Imm.	19 33.0	83	— 1.6	— 1.1	19 39.5	81	— 1.5	— 1.3	6	
»	»	»	Em.	20 27.5	339	— 0.7	— 2.1	20 32.5	339	— 0.7	— 2.2	6	
24	65 B. Sco ..	5.5	Imm.	—	—	—	—	18 51.5	157	— 0.9	— 1.1	9	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	19 47.5	243	— 2.3	+ 0.3	9	(1)
27	183 B. Sgr .	6.2	Imm.	—	—	—	—	18 59.5	130	— 0.8	+ 0.4	12	(2)
»	»	»	Em.	—	—	—	—	19 58.5	227	— 2.1	+ 1.7	12	(2)
30	χ Capric. ..	5.3	Em.	4 0.0	273	— 1.0	— 1.6	—	—	—	—	15	

(1) Al tramonto. — (2) Altezza sull'orizzonte minore di 10°.



Marte α Virginis

Diagrammi delle occultazioni di Marte (19 luglio) e di α Virginis (21 luglio) per Firenze. Nelle due figure il Sud è in alto.

I tempi dell'Immersione e dell'Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per gli osservatori di Pino Torinese e Firenze (Arcetri), le cui coordinate si trovano sulla testata delle rispettive colonne.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della Luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti *a* e *b* sono le variazioni del tempo dell'occultazione che corrispondono ad uno spostamento del luogo di osservazione di 1° in longitudine e 1° in latitudine, rispettivamente. Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi e decimi* e presi coi segni:

$\Delta\lambda$ positivo verso Ovest e negativo verso Est
$\Delta\varphi$ positivo verso Nord e negativo verso sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine dal luogo (Torino o Firenze) per cui è dato il tempo T_o del fenomeno, allora il tempo approssimativo T per il luogo di osservazione è dato da

$$T = T_o + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.
w. p. h.

LIBRI RICEVUTI

Negli ultimi decenni la fisica ha fatto enormi progressi che hanno dato novello impulso anche alle scienze affini. Ma questa rapida ascesa implicò anche l'abbandono di molti concetti già acquisiti e richiese il concorso di mezzi matematici sempre più complessi; ed oggi più che mai solo dopo ardua e paziente fatica lo spirito può goderne le pure gioie. Da ciò l'odierna insistente richiesta di opere di volgarizzazione, cui neanche i più grandi scienziati hanno voluto sottrarsi. Uno dei meglio riusciti è il libro di CARLO STÖRMER, professore all' Università di Oslo, noto pei suoi profondi studi sulle aurore boreali, libro che per opera di R. CONTU esce ora in traduzione italiana col titolo « *Dalle stelle agli atomi* » (Hoepli, 1931, lire 20) e che presentiamo ai nostri lettori.

Rapida quanto suggestiva visione dell'universo, dalle unità fisiche più piccole a noi note fino alle immense galassie; arditi sguardi negli abissi del tempo, evoluzione delle stelle, età della Terra e nello sfondo i tre grandi misteri: elettrone, etere ed energia. Nitide figure integrano il testo e ne facilitano la comprensione. Indubbiamente i capitoli più belli sono quelli sulle aurore boreali; ed è naturale che sia così essendo questo l'argomento cui STÖRMER ha dedicato buona parte della sua attività scientifica. Vi palpita l'ansia dello scienziato che pazientemente interrogando con alterna vicenda la natura riesce a carpirne leggi sempre più generali. Perfette le fotografie delle aurore, prese dallo stesso autore.

La traduzione italiana contiene in più un capitolo sugli echi elettromagnetici ossia sulla riflessione delle onde R. T. sugli strati elettrici che si estendono fino al di là dell'orbita lunare.

R. CONTU non solo ha curato la traduzione del libro, ma col permesso dell'autore l' ha aggiornato mettendo pure in rilievo il concorso degli scienziati italiani nella soluzione dei problemi trattati.

Non avendo a disposizione il testo originale non possiamo confrontarlo colla traduzione; notiamo però che nella figura a pag. 84 è sfuggito un piccolo errore: il cerchietto indicato dalle freccie rappresenta Sirio B e non il Sole, che è il cerchio più a destra.

Ma ciò non toglie nulla al valore intrinseco del libro che, ne siamo certi, sarà favorevolmente accolto anche dagli astrofili.

f. d.

Responsabile: G. HORN-D'ARTURO
Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-IX

VOLUME ED ANNO I LUGLIO 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

LUIGI JACCHIA

LE STELLE VARIABILI

(Continuazione, vedi fascicolo di maggio)

VII. – LE VARIABILI DEL TIPO δ CEPHEI

Vengono denominate *variabili del tipo δ Cephei* oppure *cefeidi* quelle stelle che variano di splendore in modo continuo e regolare con periodi che vanno da poche ore a una sessantina di giorni circa. L'ampiezza della variazione è sempre molto piccola, in generale minore di $1^m.0$; in rari casi si raggiunge un'ampiezza di $1^m.5$. Il periodo rimane sensibilmente costante nel tempo; in qualche caso si è riscontrata una variazione periodica di esso, però tale variazione è sempre molto piccola nei confronti col periodo. La forma della curva di luce si mantiene generalmente abbastanza costante di periodo in periodo, tanto che si possono tracciare con sufficiente sicurezza delle curve *medie* risultanti dall'insieme delle osservazioni sparse lungo centinaia e spesso migliaia di periodi e ridotte ad un periodo solo. È questo anzi il procedimento che si usa comunemente per ottenere la curva di una cefeide: le osservazioni compiute durante un solo periodo sono sempre troppo scarse e distanziate fra loro per poter servire alla rappresentazione precisa della curva di luce.

La cefeide che possiede il periodo più breve è XX Cygni ($0^d.135$) (1); quella col periodo più lungo è RX Cephei ($58^d.5$). Se consideriamo attentamente i periodi di tutte le cefeidi, vediamo subito che essi non sono distribuiti uniformemente fra questi due limiti. Un primo forte addensamento dei periodi si ha intorno a $0^d.5$: quasi duecento variabili possiedono periodi compresi fra $0^d.3$ e $0^d.6$. A questo segue una grande lacuna che corrisponde ai periodi fra $0^d.81$ e $1^d.50$: nessuna cefeide ha un periodo che cada entro questo intervallo. Ai limiti della lacuna si trovano i periodi delle variabili *UZ Cassiopeiae* ($P = 0^d.81$) e *VW Monocerotis* ($P = 1^d.53$). Di qui, aumentando il periodo, cresce il numero delle cefeidi fino a raggiungere un secondo massimo verso 5^d. Oltre duecento

(1) Una variabile scoperta recentemente nell'Idra da H. VAN GENT e che sembra essere una cefeide, possiede un periodo di $0^d.070$.

cefeidi possiedono periodi maggiori di $1^d.5$. Vediamo dunque che le cefeidi sono divise dalla lacuna in due classi quasi ugualmente numerose che differiscono fra loro per la lunghezza del periodo. Come vedremo in seguito, oltre alla diversità del periodo, si riscontrano fra le variabili delle due classi ancora altre differenze, specialmente per quanto riguarda la curva di luce e l'andamento della *period-luminosity curve*; sicchè si può parlare di una divisione non solo formale, ma anche avente un vero significato fisico. Le cefeidi della prima classe si sogliono chiamare *cefeidi a corto periodo* oppure — dal nome della più luminosa fra esse — variabili del tipo *R R Lyrae*. Quelle della seconda classe sono dette *cefeidi a lungo periodo*.

La diversa frequenza delle cefeidi in funzione del periodo è messa bene in evidenza dal diagramma che riportiamo qui sotto. In continuazione alle cefeidi abbiamo fatto figurare nel diagramma anche le variabili del tipo RV Tauri e quelle tipo Mira Ceti, che — come abbiamo veduto — formano una successione unica con le cefeidi. In ascisse si trova il logaritmo del periodo (in luogo del periodo, per ragioni grafiche); in ordinate il numero delle variabili comprese entro un intervallo di 0.2 unità logaritmiche del periodo, avente il punto di mezzo nell'ascissa considerata. Nel diagramma risultano nitidi i due massimi corrispondenti ai periodi di $0^d.5$ e 5^d; di gran lunga più importante è però il massimo intorno a 300^d che corrisponde alle variabili del tipo Mira.

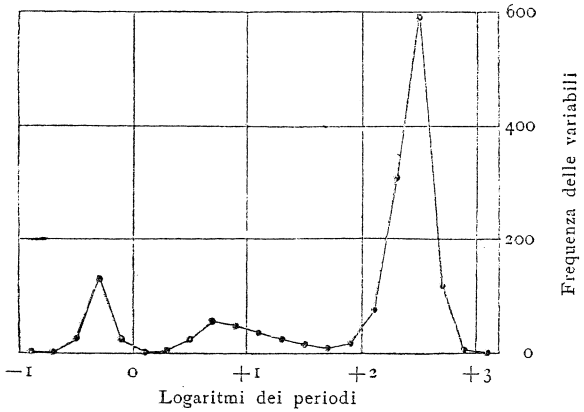


Fig. 1. - Frequenza delle variabili in funzione del periodo.

Le curve di luce. – Le cefeidi a corto periodo presentano quasi tutte curve di luce molto asimmetriche, con aumenti straordinariamente rapidi (talvolta della durata di un sesto del periodo), massimi acuti e minimi molto piatti. Alcune di esse specialmente le cefeidi che si ritrovano assai numerose negli ammassi globulari, presentano una fase di splendore quasi costante al minimo. Secondo una denominazione — a dir la verità, molto infelice — di HARTWIG, esse vengono talvolta chiamate variabili del tipo *Antalgol* perchè le loro curve offrono qualche rassomiglianza con quelle delle variabili del tipo Algol, quando dette

curve si guardino capovolte. Più spesso però esse vengono chiamate *variabili d'ammasso* (in inglese *cluster type*).

Le cefeidi a lungo periodo presentano meno spiccata l'asimmetria della curva di luce e meno forte è in esse la differenza fra le durate del minimo e del massimo. Fra esse si trovano anche delle variabili con curva simmetrica o in cui per lo meno il ramo ascendente ha una durata pressochè uguale a quella del ramo discendente. Le cefeidi che presentano curve simmetriche si trovano riunite spesso sotto il nome di *variabili del tipo ζ Geminorum*: questo sottogruppo non ha però alcuna ragione di sussistere perchè — come è stato mostrato da HERTZSPRUNG — vi è per le cefeidi a lungo periodo una stretta relazione fra la lunghezza del periodo e la forma della curva di luce. Per questa relazione ad alcuni particolari periodi ($2^d.0$, $3^d.2$, $10^d.0$, 13^d) corrisponde una curva sensibilmente simmetrica; fra un tipo e l'altro di curva si ha un graduale passaggio e non un salto brusco.

Vale la pena di soffermarsi un po' su questa interessante relazione fra periodo e curva di luce. Nella figura abbiamo riprodotto dal lavoro originale di HERTZSPRUNG le curve di luce caratteristiche per ogni singolo periodo: esse sono disposte in ordine di periodo crescente in modo che risulti evidente la loro lenta evoluzione. Dalla figura risulta che le cefeidi con periodi di $2^d.0$ hanno curva simmetrica e piccola ampiezza. Aumentando il periodo a $2^d.9$ cresce l'ampiezza e diviene più rapido l'aumento. A $3^d.3$ la curva è di nuovo simile a quella che corrisponde a $2^d.0$. Da $3^d.7$ a $6^d.3$ la curva si mantiene pressochè costante con aumenti rapidi e grande ampiezza. Fra $6^d.4$ e $8^d.4$ si nota sul ramo discendente un'onda secondaria via via sempre più notevole, mentre il rimanente della curva resta invariato. Fra $9^d.5$ e 11^d la curva è simmetrica con ampiezza abbastanza forte e presenta una gibbosità a forma di punta intorno al massimo. Fra 12^d e 13^d la curva è ancora simmetrica, ma regolare. Fra 14^d e 20^d l'ampiezza aumenta considerevolmente, mentre il ramo ascendente diventa ripido e presenta un' inflessione assai marcata. Infine da 23^d in poi la curva è regolare, con aumenti rapidi e grande ampiezza.

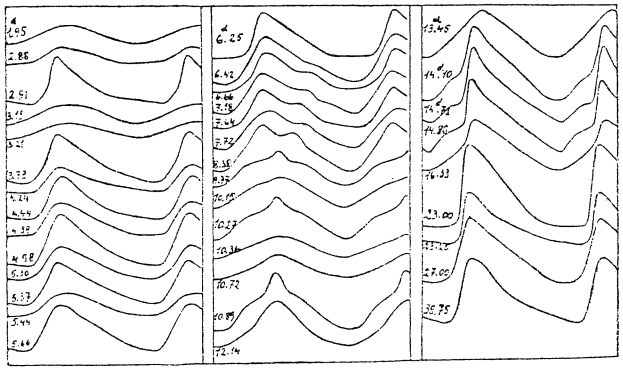


Fig. 2. - Curve di luce delle cefeidi in funzione del periodo.

Abbiamo detto che in generale le curve delle cefeidi variano poco da un periodo all'altro. Ciò non toglie che vi siano anche delle variabili del tipo δ Cephei in cui la forma della curva di luce presenta sensibili variazioni nel tempo. Talvolta queste variazioni si effettuano lentamente, altre volte invece irregolarmente, da un periodo al successivo. Casi abbastanza frequenti di curve variabili si hanno nelle cefeidi a corto periodo.

Nelle figg. 3 e 4 abbiamo riprodotto rispettivamente la curva *media* di RS Bootis quale risulta da uno studio accurato di F. C. JORDAN con l'impiego di un abbondante materiale di osservazione e alcune curve singole della variabile ottenuta in diverse notti di osservazione da F. LAUSE all'Osservatorio di Heidelberg (1). Particolarmente notevole in queste curve è il diverso splendore raggiunto dalla variabile nei singoli massimi: la differenza raggiunge $0^m.4$ sopra un'ampiezza totale di $1^m.4$.

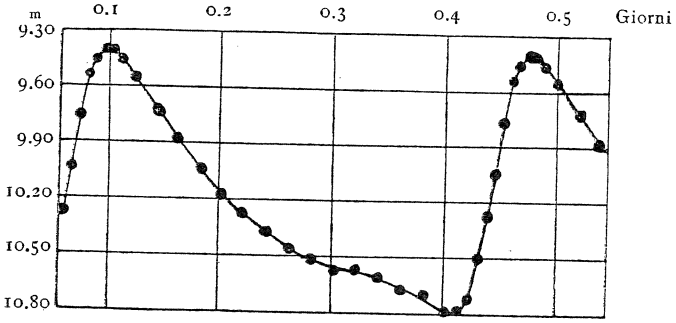


Fig. 3. - Curva media di RS Bootis.

La variabilità della curva di luce può generare incertezza nel tracciare le curve medie: ad essa devono ascriversi per la massima parte le piccole fluttuazioni secondarie che alcuni autori hanno creduto di riconoscere nelle curve delle cefeidi a corto periodo.

Le variazioni del periodo. – Per quanto regolari, i periodi delle cefeidi sono soggetti in parecchi casi a variazioni abbastanza sensibili che hanno l'effetto di alterare — sempre in piccola misura — le epoche dei massimi e dei minimi calcolate con un periodo costante. Se tali deviazioni siano periodiche o irregolari non è ancora possibile dire con tutta sicurezza. Spesso i termini armonici aggiunti al periodo lineare per ottenere una maggiore concordanza con le osservazioni sono talmente complicati che riesce difficile immaginare che debbano rimanere costanti nel tempo: in gran parte tali termini armonici servono più a scopo retrospettivo che a scopo di previsione. Varî autori hanno del resto emesso l'ipotesi che le variazioni del periodo si effettuino irregolarmente, anche per salti. In ogni caso le deviazioni dei massimi e minimi osservati da quelli calcolati

(1) Ringrazio qui il sig. LAUSE che gentilmente volle inviarmi queste curve, anticipandole da un lavoro ancora inedito.

è sempre ripetiamo, piccolissima. Eccezionale è il caso di RR Geminorum in cui le deviazioni raggiungono $\frac{1}{11}$ del periodo. A titolo di esempio riportiamo qui gli elementi di RR Geminorum con i termini secolari e armonici dati dal catalogo di PRAGER per l'anno 1931:

$$\text{Max. helioc.} = \text{J. D. } 2419521.937 + 0^d.39726858\, E - 0^d.1383 \cdot 10^{-8}\, E^2 + 0^d.046 \operatorname{sen}(0°018\, E + 72°)$$

(E indica il numero dei massimi trascorsi da quello fondamentale).

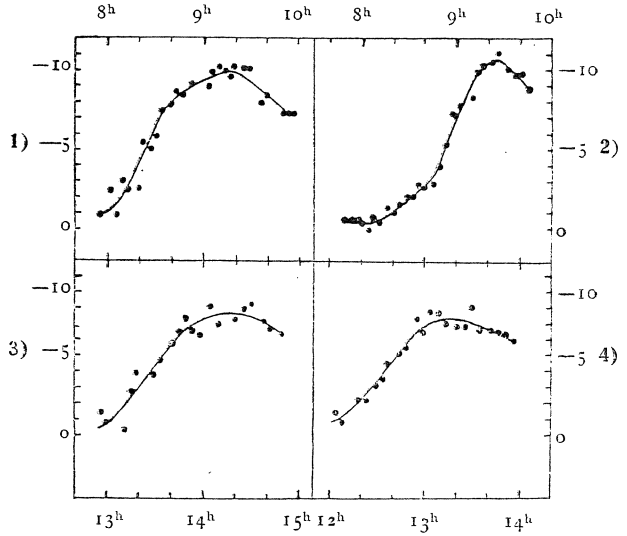


Fig. 4. - Singole curve di luce di RS Bootis.
1) 25 agosto 1930; **2)** 28 agosto 1930; 3) 12 marzo 1931; **4)** 26 marzo 1931.
Le ordinate rappresentano gli spostamenti del cuneo del fotometro. (1 grado = $0^m.14$ circa).

Esame spettroscopico. – Molto interessanti sono le cefeidi dal punto di vista spettroscopico. Ciò non tanto per le particolarità dello spettro, quanto per le variazioni che in esso si riscontrano in funzione della fase di splendore e del periodo.

1°. Relazione fra periodo e spettro. – Tutte le cefeidi, salvo tre di cui ci occuperemo alla fine di questo capitolo, presentano spettri di assorbimento delle classi da A a K. Il tipo spettrale è in stretta relazione con il periodo, come risulta facilmente dal diagramma della fig. 5: avviene cioè che le cefeidi con periodo breve presentino spettri meno avanzati, nell'ordine di successione (1), di quelle con periodo lungo. Di questa relazione fra periodo e spettro abbiamo già fatto cenno parlando delle variabili del tipo RV Tauri:

(1) L'ordine di successione degli spettri è il seguente: O, B, A, F, G, K, M, N.

cefeidi possiedono periodi maggiori di $1^d.5$. Vediamo dunque che le cefeidi sono divise dalla lacuna in due classi quasi ugualmente numerose che differiscono fra loro per la lunghezza del periodo. Come vedremo in seguito, oltre alla diversità del periodo, si riscontrano fra le variabili delle due classi ancora altre differenze, specialmente per quanto riguarda la curva di luce e l'andamento della *period-luminosity curve*; sicchè si può parlare di una divisione non solo formale, ma anche avente un vero significato fisico. Le cefeidi della prima classe si sogliono chiamare *cefeidi a corto periodo* oppure — dal nome della più luminosa fra esse — variabili del tipo *R R Lyrae*. Quelle della seconda classe sono dette *cefeidi a lungo periodo*.

La diversa frequenza delle cefeidi in funzione del periodo è messa bene in evidenza dal diagramma che riportiamo qui sotto. In continuazione alle cefeidi abbiamo fatto figurare nel diagramma anche le variabili del tipo RV Tauri e quelle tipo Mira Ceti, che — come abbiamo veduto — formano una successione unica con le cefeidi. In ascisse si trova il logaritmo del periodo (in luogo del periodo, per ragioni grafiche); in ordinate il numero delle variabili comprese entro un intervallo di 0.2 unità logaritmiche del periodo, avente il punto di mezzo nell'ascissa considerata. Nel diagramma risultano nitidi i due massimi corrispondenti ai periodi di $0^d.5$ e 5^d; di gran lunga più importante è però il massimo intorno a 300^d che corrisponde alle variabili del tipo Mira.

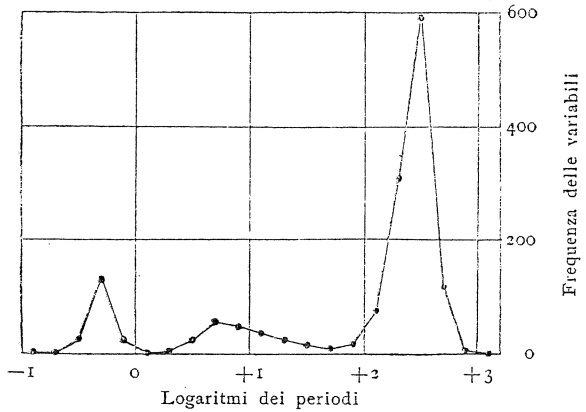


Fig. 1. - Frequenza delle variabili in funzione del periodo.

Le curve di luce. – Le cefeidi a corto periodo presentano quasi tutte curve di luce molto asimmetriche, con aumenti straordinariamente rapidi (talvolta della durata di un sesto del periodo), massimi acuti e minimi molto piatti. Alcune di esse specialmente le cefeidi che si ritrovano assai numerose negli ammassi globulari, presentano una fase di splendore quasi costante al minimo. Secondo una denominazione — a dir la verità, molto infelice — di HARTWIG, esse vengono talvolta chiamate variabili del tipo *Antalgol* perchè le loro curve offrono qualche rassomiglianza con quelle delle variabili del tipo Algol, quando dette

curve si guardino capovolte. Più spesso però esse vengono chiamate *variabili d'ammasso* (in inglese *cluster type*).

Le cefeidi a lungo periodo presentano meno spiccata l'asimmetria della curva di luce e meno forte è in esse la differenza fra le durate del minimo e del massimo. Fra esse si trovano anche delle variabili con curva simmetrica o in cui per lo meno il ramo ascendente ha una durata pressochè uguale a quella del ramo discendente. Le cefeidi che presentano curve simmetriche si trovano riunite spesso sotto il nome di *variabili del tipo ζ Geminorum*: questo sottogruppo non ha però alcuna ragione di sussistere perchè — come è stato mostrato da HERTZSPRUNG — vi è per le cefeidi a lungo periodo una stretta relazione fra la lunghezza del periodo e la forma della curva di luce. Per questa relazione ad alcuni particolari periodi ($2^d.0$, $3^d.2$, $10^d.0$, 13^d) corrisponde una curva sensibilmente simmetrica; fra un tipo e l'altro di curva si ha un graduale passaggio e non un salto brusco.

Vale la pena di soffermarsi un po' su questa interessante relazione fra periodo e curva di luce. Nella figura abbiamo riprodotto dal lavoro originale di HERTZSPRUNG le curve di luce caratteristiche per ogni singolo periodo: esse sono disposte in ordine di periodo crescente in modo che risulti evidente la loro lenta evoluzione. Dalla figura risulta che le cefeidi con periodi di $2^d.0$ hanno curva simmetrica e piccola ampiezza. Aumentando il periodo a $2^d.9$ cresce l'ampiezza e diviene più rapido l'aumento. A $3^d.3$ la curva è di nuovo simile a quella che corrisponde a $2^d.0$. Da $3^d.7$ a $6^d.3$ la curva si mantiene pressochè costante con aumenti rapidi e grande ampiezza. Fra $6^d.4$ e $8^d.4$ si nota sul ramo discendente un'onda secondaria via via sempre più notevole, mentre il rimanente della curva resta invariato. Fra $9^d.5$ e 11^d la curva è simmetrica con ampiezza abbastanza forte e presenta una gibbosità a forma di punta intorno al massimo. Fra 12^d e 13^d la curva è ancora simmetrica, ma regolare. Fra 14^d e 20^d l'ampiezza aumenta considerevolmente, mentre il ramo ascendente diventa ripido e presenta un' inflessione assai marcata. Infine da 23^d in poi la curva è regolare, con aumenti rapidi e grande ampiezza.

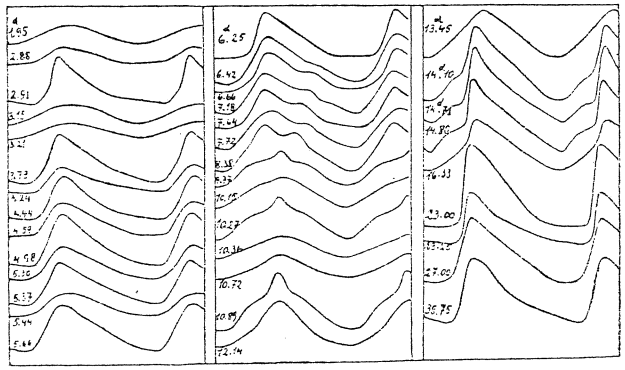


Fig. 2. - Curve di luce delle cefeidi in funzione del periodo.

abbiamo detto cioè che anche le variabili di quel tipo rientrano nella *period-spectrum curve* quando si assuma come periodo l'intervallo fra due massimi o due minimi successivi, senza distinzione fra principali e secondarî. Abbiamo veduto inoltre che anche le variabili del tipo Mira Ceti obbediscono alla *period-spectrum curve*. Si troveranno pertanto nel nostro diagramma oltre alle cefeidi anche le variabili dei tipi RV Tauri e Mira Ceti. Le classi spettrali sono portate in ascisse e in ordinate si trovano i logaritmi dei periodi.

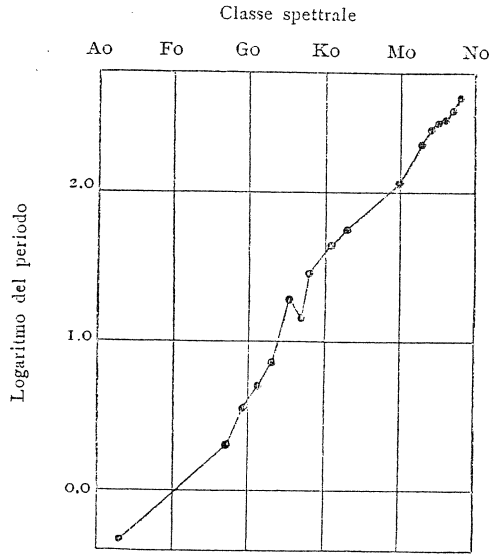


Fig. 5. - Relazione fra periodo e classe spettrale nelle cefeidi e nelle variabili a lungo periodo.

2°. Relazione fra fase e spettro. – Lo spettro di una singola cefeide non rimane costante, ma varia in funzione della fase di luminosità che la variabile presenta. Al minimo le cefeidi hanno spettri più avanzati che al massimo: così p. es. lo spettro di SU Cygni è di tipo A7 al massimo e di F7 al minimo; quello di RT Aurigae varia da A7 a G1, quello di δ Cephei da Fo a G2, ecc. Questa variazione di classe spettrale è naturalmente accompagnata da una corrispondente variazione del colore. L'indice di colorazione è maggiore al minimo che al massimo: in δ Cephei esso ha il valore di + 0m.45 al massimo, mentre al minimo raggiunge + 0m.92; l'indice di colorazione di S Sagittae varia da + 0m.56 a + 0m.92, quello di RS Bootis da — 0m.15 a + 0m.52, ecc. In conseguenza di ciò le cefeidi offrono sulle lastre fotografiche un'ampiezza di variazione maggiore che all'osservatore visuale.

La differenza fra l'ampiezza fotografica e l'ampiezza visuale è data evidentemente dalla differenza fra i valori estremi assunti dall'indice di colorazione.

Data la piccola ampiezza delle cefeidi, la differenza fra l'ampiezza visuale e quella fotografica è in generale molto rilevante: spesso i due valori stanno nel rapporto da 1 a 2. Citiamo qui l'esempio di XZ Cygni che visualmente presenta un'ampiezza di 0m.6, mentre fotograficamente varia entro limiti separati da una differenza di ben 1.m2.

3°. Variabilità della velocità radiale in funzione della fase. – Osservando la posizione delle righe negli spettri delle cefeidi, si può notare che esse non rimangono immobili lungo tutto il periodo. Si osserva anzi una deviazione sistematica dalla posizione media a seconda della fase di luce. Intorno al massimo di luce le righe presentano il massimo spostamento verso il violetto; intorno al minimo la massima deviazione verso il rosso. È noto che uno spostamento delle righe spettrali dalla posizione normale indica che la sorgente che emette le radiazioni luminose è in moto nel senso radiale rispetto all'osservatore (effetto Doppler). Se lo spostamento delle righe è variabile, allora evidentemente risulterà variabile anche la velocità radiale della sorgente. Si potrà dire quindi che la velocità radiale delle cefeidi è variabile e presenta un massimo positivo (allontanamento dall'osservatore) intorno al minimo di luce e un massimo negativo (ravvicinamento all'osservatore) intorno al massimo di luce. In generale la curva della velocità radiale riproduce in modo inverso tutte le particolarità della curva di luce. Disegnate in scala conveniente, l'una è l'immagine speculare dell'altra.

Per spiegare questa variabilità della velocità radiale è necessario ammettere che i gas che costituiscono la superficie delle stelle vadano oscillando, avvicinandosi e allontanandosi a vicenda rispetto all'osservatore, e che l'oscillazione abbia un periodo identico a quello della variazione luminosa. Il conoscere se tali oscillazioni costituiscano o no una vera *pulsazione* della massa intera della stella è un problema che ci interesserà fra poco.

Alcuni autori, forse più per gioco che per altro, hanno voluto interpretare questo fenomeno della velocità radiale variabile come dovuto alla presenza di un secondo corpo ruotante intorno all'astro principale: in tal guisa si sono calcolate — in base alle curve di velocità radiale — le orbite di molte cefeidi considerate come doppie spettroscopiche. Non occorre dire quanto peso sia da dare a questi semplici esercizî di calcolo che evidentemente non rappresentano nessuna realtà fisica. Qualche autore ha voluto bensì ammettere che la variazione della luce fosse dovuta a *maree* intense provocate sopra un astro centrale di debolissima densità da parte di un satellite più piccolo e assai più denso. Qualche altro ancora ha voluto far apparire le cefeidi come stelle di forma ellissoidale, allungate nel senso del satellite che, girando intorno alla stella, avrebbe provocato la rotazione degli assi dell'ellissoide e conseguentemente una variazione apparente della luce per un osservatore distante. Come appare evidente a chiunque, nessuna di queste teorie che presuppongono la duplicità delle cefeidi riesce a spiegare le particolarità della curva di luce. Anzitutto non si spiegherebbe perchè l'aumento di splendore si effettua sempre più rapidamente della diminuzione; inesplicabili poi sarebbero le fluttuazioni secondarie nella curva di luce. Inoltre il satellite dovrebbe talvolta eclissare parzialmente il corpo cen-

trale; secondo la curva della velocità radiale l'occultazione dovrebbe avvenire intorno al periastro e questo a sua volta sul ramo ascendente della curva di luce. Ora come è noto universalmente, l'aumento di splendore delle cefeidi non presenta nessuna inflessione che possa essere paragonata a un'eclisse.

Osserveremo ancora — obbiezione capitale — che non è certamente ammettendo la duplicità delle cefeidi che si può spiegare la variazione della loro classe spettrale e del loro colore. D'altronde EDDINGTON ha dimostrato in modo molto evidente che il satellite, per girare intorno all'astro centrale nel tempo limitato da un periodo fotometrico, dovrebbe essere situato addirittura *all' interno* della stella; ciò evidentemente è impossibile e bisogna respingere in via assoluta la teoria della duplicità.

Rimangono quindi — uniche superstiti — a dare la spiegazione della variazione della luce solo quelle teorie che implicano una variazione periodica dello stato fisico apparente della stella. Sono queste le teorie di EDDINGTON e di JEANS: su di esse ritorneremo fra poco, poichè prima dobbiamo parlare di un altro problema molto importante.

La *period-luminosity curve*. – Dobbiamo ora occuparci brevemente di uno dei più suggestivi risultati dello studio delle cefeidi, di una meravigliosa legge che ha dato agli astronomi nuovi mezzi per scandagliare lo spazio che circonda il nostro sistema stellare e per misurare le distanze di quelle immense congerie di stelle e di materia cosmica che sono le nebulose spirali. Vogliamo parlare della relazione fra periodo e luminosità nelle cefeidi, scoperta da Miss LEAVITT nel 1912. In quell'anno E. C. PICKERING, allora direttore dell' Osservatorio di Harvard College (U. S. A.), comunicò una curiosa scoperta fatta da Miss H. S. LEAVITT studiando alcune cefeidi situate nella piccola nube di Magellano. Disponendo le cefeidi in ordine di periodo crescente essa osservò che, quanto più lungo era il periodo, tanto più luminosa appariva la stella. Delle 25 cefeidi studiate nessuna faceva eccezione alla regola: essa potè costruire un diagramma da cui la relazione fra periodo e luminosità risultò una funzione pressochè lineare (noteremo — per una ragione che chiariremo in seguito — che tutte le cefeidi studiate avevano periodi maggiori di un giorno).

Se una tale legge si verificava nel sistema stellare della piccola nube di Magellano, era logico supporre — in base all'uniformità delle leggi naturali — che essa potesse verificarsi anche in altri sistemi distanti. La piena conferma di questa supposizione venne data dall'esame delle numerose cefeidi che via via si andarono scoprendo negli ammassi globulari: per tutte le cefeidi a lungo periodo contenute in ogni singolo ammasso si poterono costruire delle curve rappresentanti la relazione fra periodo e luminosità; ciascuna di queste curve mostrava un andamento parallelo a quello delle altre. Abbiamo detto che ciò si verificò per tutte le cefeidi a *lungo periodo*. Quelle a corto periodo risultarono anch'esse in accordo con la curva dedotta dalle cefeidi a lungo periodo; soltanto per esse detta curva risultò inflettersi fino a divenire quasi parallela all'asse delle ascisse, non verificandosi alcuna sensibile differenza nello splendore medio delle singole stelle. Per questa ragione le cefeidi a corto periodo non possono

servire da sole a tracciare la nostra curva: si comprenderà ora perchè abbiamo fatto notare che le cefeidi impiegate da Miss LEAVITT erano tutte a lungo periodo.

Sovrapponendo l'una all'altra tutte le curve ottenute per ogni singolo sistema stellare, si ottenne una curva molto sicura che veniva a rappresentare le intensità *relative* di splendore delle cefeidi in funzione del periodo: tale curva fu detta la *period-luminosity curve*. Ripetiamo che le intensità luminose portate sulle ordinate del diagramma erano soltanto *relative*, non essendo note le distanze degli ammassi globulari e della piccola nube di Magellano, le cui cefeidi avevano servito al tracciamento della curva. Qualora si fosse riuscito a determinare in modo preciso lo splendore *assoluto* sia pure di una sola cefeide, ecco che la *period-luminosity curve* avrebbe immediatamente dato il mezzo di ricavare la luminosità assoluta di *tutte* le altre cefeidi; data questa, poi, si sarebbero potute determinare in modo sicuro la distanza di tutti i sistemi stellari contenenti delle cefeidi nel loro interno.

Se la *period-luminosity curve* era valida per i lontani sistemi della nube di Magellano e per gli ammassi globulari, essa doveva sussistere pure per il nostro sistema della Via Lattea. Era dunque fra le cefeidi galattiche che si doveva ricercare per vedere se fosse stato possibile misurare la distanza di qualcuna di esse. Malauguratamente tutte le cefeidi investigate si rivelarono tanto lontane da noi, da far fallire tutti i tentativi di determinarne la distanza con i soliti metodi trigonometrici. Che fare allora? Si doveva rinunciare, forse per lungo tempo, a conoscere le distanze che ci separano dai nostri universi-fratelli proprio nel momento in cui si era venuti a possedere un nuovo potente metodo di ricerca che mancava di un solo dato per poter dare a larghe mani i suoi frutti?

SHAPLEY pensò che — nell' impossibilità di misure dirette — i metodi della statistica avrebbero potuto condurre a risultati abbastanza approssimati, tali insomma da poterci dare un' idea dell'*ordine* di grandezza del nostro universo visibile. Un aiuto ci veniva dato dai moti propri apparenti delle stelle. Questi, come è noto, sono svariatissimi per grandezza e direzione; qualora però si consideri l' insieme di tutte le stelle, risultano più veloci le stelle vicine di quelle lontane. Ciò è dovuto evidentemente a un semplice effetto di prospettiva.

Si sono potute costruire delle tabelle che dànno il moto proprio apparente medio delle singole stelle in funzione della distanza dal Sole. In tal modo se si considerano p. es. 100 stelle i cui moti proprî siano conosciuti, non si potrà determinare la distanza di ogni singola stella; si potrà invece ricavare la distanza *media* dell' insieme di tutte quelle stelle. Ora se queste stelle sono cefeidi, è evidente che non ci è necessario, per piazzare al suo posto giusto la *period-luminosity curve*, di conoscere la distanza esatta di ciascuna di esse: basterà al nostro scopo conoscere la loro distanza media.

Invece di 100 cefeidi, SHAPLEY ne trovò soltanto undici con moto proprio e luminosità apparente ben conosciuto. Per mezzo di esse egli determinò approssimativamente l'altezza a cui si doveva piazzare la *period-luminosity curve*; l'errore probabile era dell'ordine del 50%. Questo avveniva nel 1915. Da quell'epoca ad oggi numerose altre cefeidi galattiche hanno potuto essere incluse

nel calcolo, essendo stati studiati i loro moti proprî; in seguito a ciò si sono potuti grandemente migliorare i primi risultati ottenuti da SHAPLEY.

Il diagramma della *period-luminosity curve* che qui riproduciamo è quale venne tracciato per la prima volta da SHAPLEY: attualmente — in seguito alle

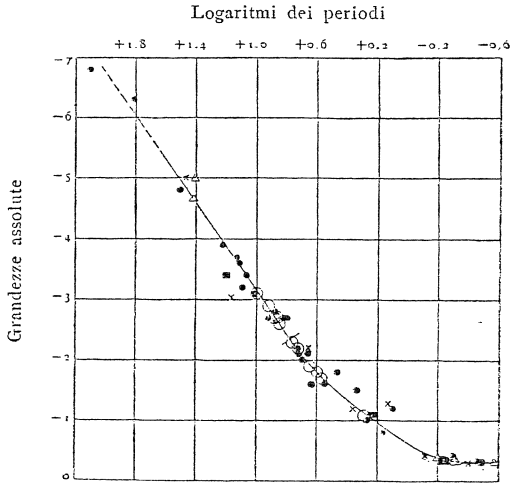


Fig. 6. - La *Period-luminosity curve* per le cefeidi.

(*Astrophysical Journal*, Vol. 48, pag. 104)

ricerche di WILSON, STRÖMBERG, SCHILT, MALMQUIST, GERASIMOVIČ e altri — tutte le distanze ricavate per mezzo della curva di SHAPLEY vengono diminuite del 40% per metterle d'accordo coi nuovi risultati sperimentali. La correzione da apportarsi alle grandezze assolute di SHAPLEY è di + 1m.1 circa. Al medesimo risultato è giunto recentemente anche KIPPER utilizzando un nuovo metodo originale basato sulla teoria pulsatoria delle cefeidi. L'errore probabile è ridotto così al 10%.

Ora un rapido esame dei risultati ottenuti nella determinazione delle distanze per mezzo della *period-luminosity curve*. Il metodo delle parallassi trigonometriche ci aveva permesso di scandagliare lo spazio intorno al nostro sistema solare fino a una profondità di circa cento anni-luce; le cefeidi hanno portato questo limite un milione di volte più lontano. Si è saputo così che gli ammassi globulari formano una specie di corona che circonda il nostro sistema galattico, rimanendo nelle immediate vicinanze di esso, a distanze comprese fra 10000 e 15000 anni-luce. Le nebulose spirali si sono rivelate essere universi paragonabili per dimensioni alla nostra Via Lattea: le più vicine fra esse distano da noi mezzo milione di anni-luce e le più lontane che i potenti telescopi americani ci rivelano sono separate da noi da una distanza tale che la luce non impiega meno di cento milioni di anni per superarla.

La *period-luminosity curve* ci istruisce ancora sulla grandezza assoluta delle cefeidi. Da essa risulta che tutte le cefeidi sono delle stelle giganti; quelle con periodi molto lunghi offrono poi una luminosità veramente colossale, tale da farle uscire dal quadro comune dato dal diagramma di HERTZSPRUNG-RUSSELL e da farle classificare sotto il nome di super-giganti. A un periodo di 50 giorni corrisponde una grandezza assoluta — 4m.5; le cefeidi con tale periodo sono dunque più luminose del Sole (grandezza assoluta + 4m.9) di 9m.4, ossia emettono 5700 volte più luce di quanta esso ne emette. Solo poche stelle sono più luminose delle più splendenti fra le cefeidi. La più luminosa stella di tutto il cielo, S Doradus, ha una grandezza assoluta di — 7m.8: ciò corrisponde a un'emissione di luce 330000 volte maggiore di quella del nostro Sole. S Doradus dista da noi quasi centomila anni-luce; in conseguenza di questa enorme distanza essa ci appare in cielo come una stellina di nona grandezza, 25 volte meno luminosa delle ultime stelle visibili a occhio nudo.

Distribuzione galattica. – Le cefeidi a lungo periodo sono raggruppate molto strettamente intorno al piano della Via Lattea. Altrettanto non avviene per le cefeidi a corto periodo che si ritrovano nelle latitudini galattiche più disparate. È questa una differenza in più fra cefeidi a lungo e a corto periodo.

(*continua*)

NOTIZIARIO

GEOGRAFIA ASTRONOMICA

Lo studio della così detta «Geografia Astronomica», di importanza fondamentale per le scuole di Geografia, ed altrettanto essenziale come introduzione all'Astronomia, non porta in generale al profitto desiderabile se non viene avvivato con dichiarazioni di ordine sperimentale.

I trattatisti, pur riconoscendo l'importanza basilare dell'argomento, si limitano invece, generalmente, a suggestioni dichiarative sopra disegni o schemi. Spesso non è neppure ricordato il vecchio armamentario delle sfere armillari.

Dovrebbe pertanto venir salutata con piacere la comparsa di un nuovo materiale per lo studio della Geografia astronomica, elaborato attraverso una lunga pratica d'insegnamento dal Prof. Carlo Bonacini, dell'Osservatorio di Modena, e che viene costruito dalle «Officine Galileo».

Dei tre apparecchi costituenti questo nuovo strumentario crediamo appunto conveniente dare notizia ai nostri lettori. In questo numero della Rivista appare la descrizione del primo fra essi: seguiranno nei numeri successivi quelle degli altri due apparecchi della terna.

« HORIZONTARIUM »

La struttura di questo primo apparecchio è ispirata al concetto di riprodurre la situazione normale di fatto, che si presenta spontaneamente all'occhio durante la osservazione del mondo esterno alla terra; la quale può riassumersi così: « In qualunque luogo della terra noi apprendiamo come luogo degli astri una calotta emisferica, limitata dal piano dell'orizzonte, e avente per asse la verticale: col suo moto continuo la emisfera si afferma completamente indipendente dal piano fisso dell'orizzonte ». La coppia *Orizzonte-Verticale* diventa così un caposaldo naturale di riferimento per giudicare degli eventuali mutamenti della volta celeste.

Pertanto un dispositivo che voglia imitare il vero, deve offrire all'osservatore: *a)* una mezza sfera come luogo degli astri, con la possibilità di tramutarsi per rotazione attorno ad un suo raggio; *b)* un piano fisso, a contorno circolare, rappresentante l'orizzonte, che stia a base di essa e col suo asse costantemente verticale: il tutto, indipendente dalla volta mobile; *c)* la possibilità di adattare questa condizione per ogni punto della terra, cioè per ogni orizzonte, mediante inclinazione da 0° a 90° dell'asse di rotazione rispetto all'orizzionte stesso.

Tutto questo è appunto concretato nell'*Horizontarium*.

In questo apparecchio la sfera celeste è rappresentata da una sfera armillare (di 40 cm. di diametro). Dato che l'osservatore studia *dall'esterno*, e deve poter vedere nell'interno, per giudicare i rapporti fra cielo e terra, si potrebbe invero pensare ad una sfera cava di vetro su cui fossero segnate le stelle: (ed è anzi questo uno dei modi già usati in taluni apparecchi: da un primo attribuito ad Archimede, fino ad uno degli ultimi esistenti nel famoso museo di Monaco, anteriori al moderno *Planetarium* Zeiss). Ma se questo è il modello che parrebbe consentire una maggiore simiglianza al vero, esso però resta troppo nudo, senza riferimenti per servire di base ad uno studio sistematico del cielo; è fragile, ed offre inoltre gravi difficoltà costruttive.

Invece, poichè nello studio dei rapporti cielo-terra, la sfera e considerata spesso come un tutto, non è assolutamente necessaria la presenza delle stelle, e può bastare una sfera comunque individuata, che si penserà come luogo degli astri. Piuttosto pare indispensabile potersi subito orientare su quella sfera; cioè individuare i luoghi più importanti nei riguardi del moto diurno apparente, e visto dai diversi orizzonti. Ed ecco perchè appare conveniente migliorare l'antica sfera armillare; nel senso che alle armille si ricorra non solo per dare l'idea generica della rotondità, ma colla introduzione di un numero sufficiente di esse si preparino gli elementi per gli scopi astrometrici.

Nelle sfere armillari tradizionali gli sfereografi furono soliti far figurare soltanto i *coluri* fra i meridiani; e fra i paralleli, oltre l'*equatore*, i *tropici* ed i *circoli polari*. La sfera armillare dell'*Horizontarium* ha invece ventiquattro meridiani; e dei paralleli, oltre i cinque fondamentali suddetti, porta anche quelli di declinazione 45°: ciò che par logico, in quanto i commenti su questa declinazione sono particolarmente interessanti per noi (vedi figura 1).

Volendo poi che di questa sfera armillare completa l'osservatore veda soltanto una metà, come cupola sormontante il piano dell'orizzonte, si fa intanto intervenire nell'interno di essa un disco opaco, fisso, passante per il centro della sfera, che di questa diventa appunto un *limitatore*, ed offre anche modo all'osservatore di pensarvisi al centro. L'invito a ciò viene da una sbarretta normale al disco, solidale a questo nel suo centro, e rappresentante la verticale; la quale sta inoltre ad indicare continuamente lo Zenit sulla sfera celeste. (Nella figura 1 la coppia *Orizzonte-Verticale* risalta in bianco).

Il disco rappresentante l'orizzonte non è solidale colla gabbia armillare, ma del tutto indipendente da essa, pur essendovi contenuto: e ciò perchè non soltanto deve lasciar libera la cupola sormontante di girare su sè stessa attorno all'asse comune dei meridiani (asse polare), ma per prestarsi a rappresentare tutti gli orizzonti deve anche consentire alla sfera di assumere rispetto a questi tutte le inclinazioni possibili del suo asse (fra 0° e 90°).

Questo problema meccanico, a prima vista non facile, è risolto nell'*Horizontarium*, sostenendo l'asse della sfera esternamente soltanto per il polo inferiore, con un braccio curvo girevole attorno alla direzione di uno dei diametri equatoriali, e con un sostegno particolare, a bilico, del disco-orizzonte attorno a questa stessa direzione.

Con questo dispositivo è ottenuto che, nonostante il moto di rotazione della sfera e le diverse inclinazioni del suo asse, il suo centro, che è anche centro del disco-orizzonte, *resta immobile nello spazio*, e il disco stesso rimane *costantemente orizzontale*. E pertanto il disco e l'asticciuola verticale da esso sorgente, diventano il caposaldo spontaneo a cui riferire i moti della sfera.

Mentre poi l'asse della sfera si inclina, una sbarretta mobile (che nella sfera parallela si confonde coll'altra fissa rappresentante la verticale, come nelle figure 2 e 3), sta a concretare l'asse stesso, puntando al polo: cosicchè dalle due sbarrette resta sempre indicato al centro dell'orizzonte l'angolo di colatitudine, che individua esattamente il particolare orizzonte di cui si sta studiando la situazione (vedi figura 1).

Dal disco, che funge evidentemente da orizzonte *matematico*, la sfera celeste resta continuamente divisa in due parti uguali; di cui una, la superiore, sarebbe quella visibile dall'orizzonte stesso, e l'altra quella invisibile. Ma perchè questa condizione di visibilità o meno venga realizzata in pieno per l'osservatore, e d'altra parte per ottenere che l'indipendenza della sfera dall'orizzonte si affermi per lui nel modo migliore, cioè coll'assenza di ogni supporto comune visibile, si può ricorrere alla seguente disposizione:

Un tavolo anulare nero, bendato di nero anche lateralmente, il cui piano superiore prolunga il piano dell'orizzonte, maschera completamente la metà inferiore dell'apparecchio, e con questa ogni supporto (vedi figura 2 e seguenti). Così l'osservatore si trova davanti ad un modello della realtà visibile, senza alcun elemento di distrazione o di complicazione: giacchè perfino i moti stessi della sfera possono venir provocati senza che l'osservatore ne veda la causa (1). Così le apparenze relative al moto degli astri si presentano come nel vero: giacchè i punti della sfera (astri) sorgono e tramontano veramente, cioè appaiono, culminano e scompaiono. Le stelle circumpolari visibili non occore capire come e perchè siano tali: lo sono effettivamente ecc.

Sul tavolo mascheratore sono segnati in modo visibilissimo i quattro punti cardinali. Il contorno ottagonale di esso favorisce ancora più l'orientamento dell'insieme.

A far meglio risaltare e distinguere le parti dell'apparecchio su cui occorra di richiamare l'attenzione, contribuiscono poi le colorazioni diverse opportunamente

(1) Nelle classiche sfere armillari Tolemaiche l'orizzonte, come si sa, è rappresentato da un anello *esterno* (sic!) alla sfera celeste; ove l'osservatore non può quindi spontaneamente pensarsi, e per di più esso è visibilmente legato al sostegno generale.

scelte per esse. Così le armille della sfera sono azzurre: dei due coluri, distinguibili fra i meridiani anche perchè di filo più grosso, è colorato in verde quello che passa per il punto γ. Il disco-orizzonte, ed il suo asse (verticale) sono colorati in bianco; mentre la sbarretta-indice che punta al polo, è colorata in azzurro come la gabbia armillare.

La sfera armillare dell'*Horizontarium*, come fin qui descritta, è muta: cioè non contiene vera e propria rappresentazione di singoli astri. Osserviamo però che sopra di essa restano già individuati punti generici, in notevole quantità, cioè quelli di intersezione dei ventiquattro meridiani coi sette paralleli (centosessantotto), più i due poli. Ve n'ha dunque a sufficienza per esemplificare quanto si vuole; posto che una stella, in fondo, non è che un punto della sfera celeste. Ognuno comprende però come si possa applicare labilmente qua è là in luoghi diversi della sfera, un dispositivo rappresentante un astro tipo, od anche un gruppo di punti raffigurante una costellazione. Esempio: nella figura 2 si vede appunto applicata sulla sfera armillare uno schema concreto dell'Orsa Maggiore. Con queste applicazioni provvisorie, potrà rendersi più suggestiva e specializzata una determinata spiegazione.

Quanto è stato detto fin qui riguarda il cielo delle stelle, cioè il cielo notturno. Per quello diurno invece occorre evidentemente fare intervenire il sole. E per il sole l'*Horizontarium* è provveduto di una rappresentazione particolare.

Sulla sfera armillare è applicata una fascia opportunamente orientata, che sta a rappresentare l'*eclittica*, e lungo la linea mediana di questa è mobile un disco bianco raffigurante il sole. Il disco può essere spostato a piacere, per condurlo ad occupare la posizione che si desidera. Le figure precedenti e seguenti mostrano appunto questa fascia inclinata all'Equatore celeste di 23° e mezzo, e portante il dischetto. Il moto del disco è provocabile *a mano*, con estrema facilità: ma nulla vieta di rendere questo moto automatico ed anzi comandato dallo stesso congegno di orologeria che comandasse il moto di rotazione della sfera. Conviene però osservare che il moto a mano consente la massima prontezza nell'improvvisare una qualunque situazione dell'anno, o per passare da una ad un'altra anche non prossima; mentre ciò riesce necessariamente più lungo in un modello a movimento automatico.

La fascia eclittica è divisa in dodici archi uguali, colorati, alternatamente in tinte diverse, che stanno ad indicare le dodici parti dello Zodiaco corrispondenti ai mesi dell'anno. Su di ognuna è il *record* del segno corrispondente.

Pertanto riesce evidente come l'*Horizontarium* si presti a tutti i commenti relativi al corso del sole per le diverse latitudini e per le diverse epoche dell'anno; e pertanto a chiarire tutte le questioni relative alla successione dei giorni e delle notti, al soleggiamento stagionale, alle particolarità dei poli, ecc.

Le figure 3, 4, 5 e 6 mostrano appunto alcune delle tante situazioni possibili; diverse non solo per la posizione della sfera (*parallela*, *obliqua* più o meno, *retta*) ma anche per la posizione occupata dal sole.

È superfluo specificare minutamente i tanti argomenti che l'*Horizontarium* si presta direttamente ad illustrare, perchè è troppo facile rilevarli. Così ad esempio: tutti i commenti relativi all'orientamento, alla determinazione del *punto*, alla determinazione del mezzogiorno, ecc. Accenniamo piuttosto ad alcuni altri temi, il cui chiarimento non apparirebbe immediato, e pei quali l'apparecchio può pure prestare utilissimo servizio; allargando così il campo delle sue possibilità.

A) Coordinate celesti. – L'*Horizontarium*, come già si osservò, contiene gli elementi per un completo commento delle coordinate dei punti della sfera.

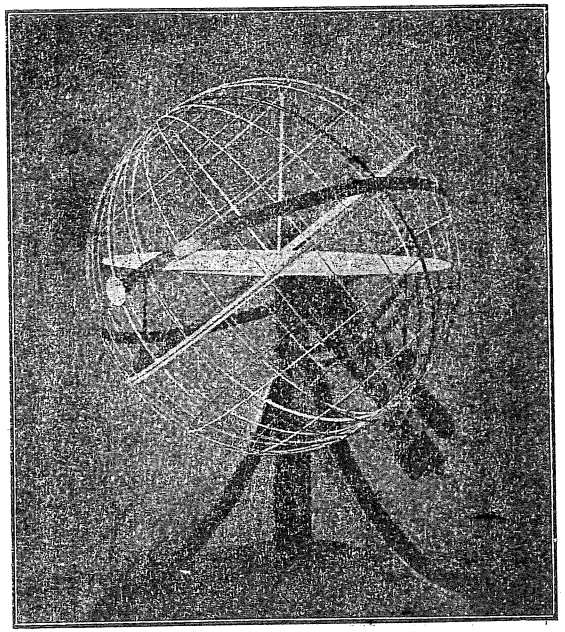


Fig. 1

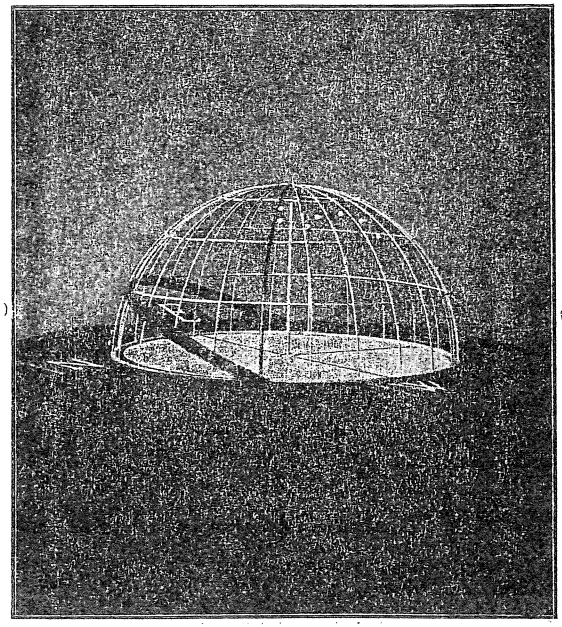


Fig. 2

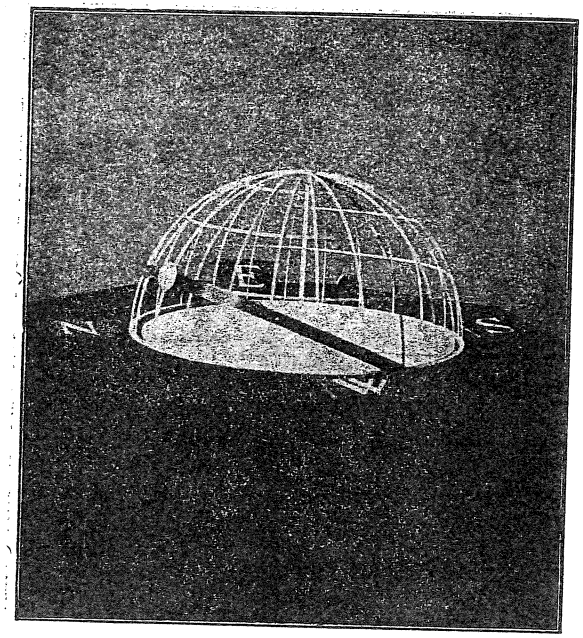


Fig. 3

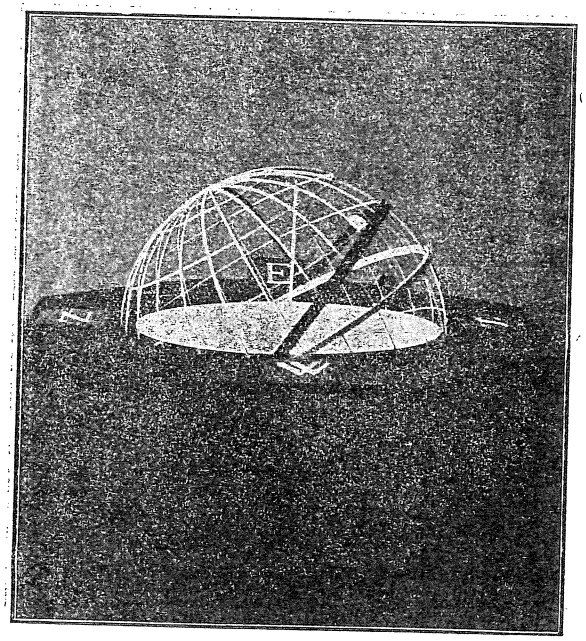


Fig. 4

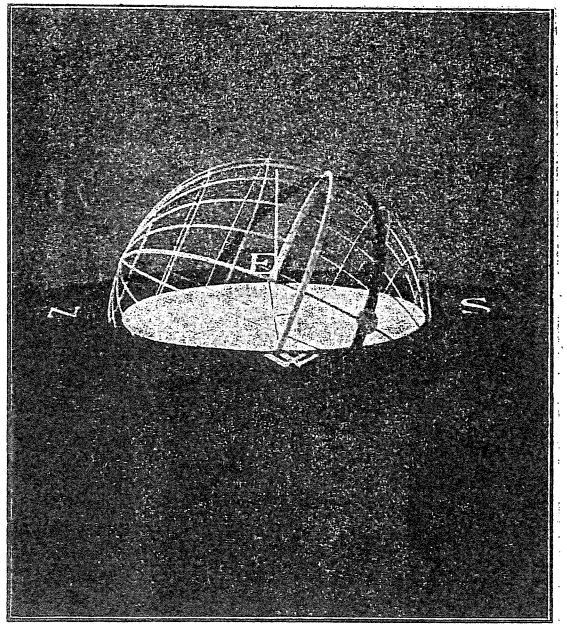


Fig. 5

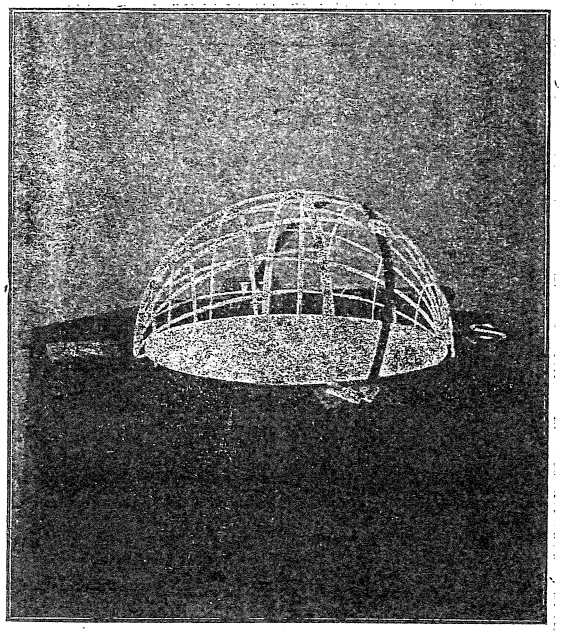


Fig. 6

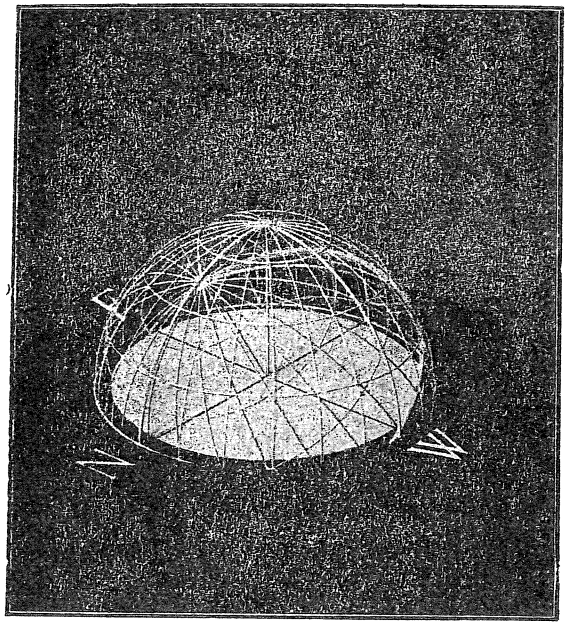


Fig. 7

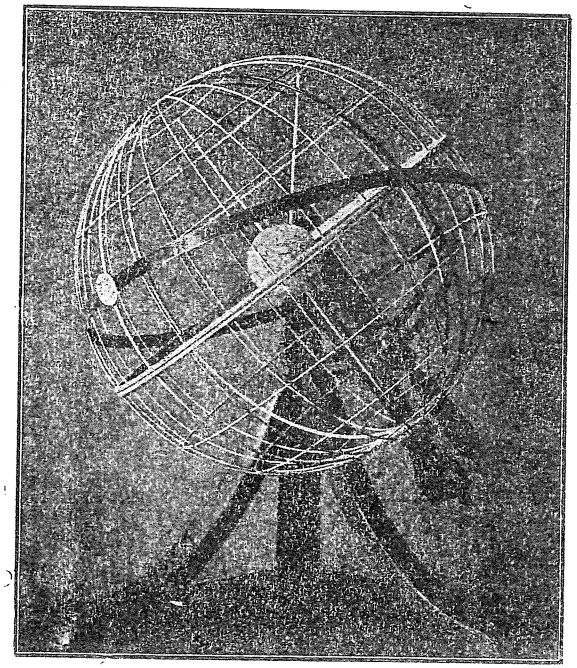


Fig. 8

In un primo tempo, durante lo studio della geografia astronomica, avviene che il discente, guidato dalla condizione naturale delle cose, tende a riferire l'emisfero celeste visibile ai piani verticali ed all'orizzonte; e così nasce appunto l'idea del sistema *altazimutale* di coordinate. Ma poi, assistendo al moto della sfera celeste, ed analizzandolo, prima pel suo orizzonte, poi per gli altri diversi, si persuade che quel sistema ha soltanto un valore *locale*; e che è un'altra la coppia a cui convien riferire i punti del cielo per una significazione generale, e cioè il fascio dei meridiani celesti e l'Equatore; e si viene così a formulare l'idea del sistema *equatoriale*.

Ma pur constatando ciò, non viene soppresso il carattere di spontaneità e di utilità del sistema altazimutale; il quale resta sempre della più alta importanza.

Ora per l'insegnamento sarebbe desiderabile concretare questa doppia situazione di cose, che è base a tanti argomenti interessanti di Astronomia Sferica: perchè i rapporti dei due sistemi di coordinate non fossero concepiti soltanto in astratto, per via matematica; ma visti, cioè collaudati coll'occhio. Ebbene la cosa si ottiene molto semplicemente sovrapponendo alla sfera armillare mobile dell'*Horizontarium*, un'altra emisfera armillare altazimutale fissa, che poggia sul tavolo nero e che incapsula in certo modo l'altra (vedi figura 7). È evidente come su questa disposizione riesca facile il confronto fra i diversi sistemi di coordinate celesti (ortogonali e polari), e come in particolare sia immediato l'apprendimento delle relazioni fra le altazimutali e le equatoriali; e, con particolare disposizione, anche fra queste e le eclitticali. Si realizza infatti una specie di *astrolabio sferico*.

Ma soprattutto conviene far notare la possibilità di dichiarazioni varie ed esaurienti sopra quel tale *triangolo astronomico* o *triangolo di posizione*, che forma argomento di studio importantissimo, ma altrettanto ostico per le scolaresche (1).

B) Si può inoltre osservare che con accessorî semplicissimi, applicabili con facilità, l'*Horizontarium* permette considerazioni sul moto apparente della luna: come permette d'altra parte commenti sperimentali sugli orologi solari orizzontali e verticali.

C) Dichiarazioni sulla sfericità della Terra. – Il disco limitatore della sfera celeste, figurante nell'apparecchio, è chiaro che rappresenta ad un tempo l'orizzonte sensibile ed il matematico: perchè la terra è ridotta ad un punto. Questa condizione, *voluta* dall'autore (in armonia al fatto che la nozione della sfera celeste è dato di senso, mentre quella della sfera terrestre è soltanto frutto di ragionamento), sembra togliere all'apparecchio un valore probativo nei riguardi della sfericità della terra. Ma così non è. Infatti man mano che coll'analisi del moto diurno della sfera celeste alle diverse latitudini si afferma l'idea della completezza di questa, e viene fatto di riferire spontaneamente i diversi orizzonti al binomio invariabile *equatore celeste-asse polare*, ecco affermarsi per processo naturale di integrazione la nozione della terra sferica, concentrica alla celeste: cioè, senza parere, la terra viene concepita inevitabilmente, anche dal profano, come sfera inviluppata dagli infiniti piani orizzontali ad essa tangenti.

Ma di più l'*Horizontarium* può far toccare con mano che durante il trapasso

(1) Allo scopo di rendere possibili valutazioni angolari in azimut, in altezza, ecc., l'apparecchio può essere provvisto (a richiesta) di una graduazione 0°-360° sull'orlo del tavolo nero orizzontale; e di un arco goniometrico 0°-90° profilato sulla sfera esterna, mobile su di uno zoccolo proprio, che può applicarsi ove piaccia sul tavolo stesso.

dalla sfera celeste retta alla parallela, o viceversa (cioè durante il viaggio fittizio dell'osservatore lungo il meridiano dall'Equatore al Polo, o viceversa), le variazioni di altezza della stella polare sull'orizzonte sono *proporzionali* alle variazioni di latitudine. E poichè il fatto si verifica lungo ogni meridiano, ecco che esso consente la dichiarazione diretta della sfericità della terra attraverso ad un'apparenza celeste che è veramente prova *esatta* della sfericità stessa (mentre le altre prove, ordinariamente citate, concludono soltanto per una *rotondità*).

D) TRASFORMAZIONE A SFERA ARMILLARE TOLEMAICA. – Se nell'*Horizontarium* si sopprime il tavolo nero mascherato, in modo che la sfera armillare appaia in tutta la sua interezza (come nella figura 1), il modello avrebbe puramente significato matematico, non figurando la terra che col suo centro. Invece, per considerazioni sintetiche, è conveniente che il sistema geocentrico appaia concretato come nelle antiche sfere Tolemaiche.

Ora la trasformazione dell'apparecchio in questo senso è facile con opportuna variazione; cioè sostituendo una piccola sfera terrestre centrata colla sfera armillare al dispositivo centrale fisso (orizzonte-verticale), che è appunto smontabile. L'aspetto della sfera così modificata appare dalla figura 8.

Allora, pur verificandosi i soliti difetti delle sfere Tolemaiche (cioè: visione dei supporti per la sfera mobile e per quella fissa, inverosimiglianza nel rapporto delle loro dimensioni, ecc.), il dispositivo può servire assai utilmente per tutte le dichiarazioni sui rapporti fra le due sfere: — e già con vantaggio grande sulla antica sfera Tolemaica, in quanto la sfera armillare dell'*Horizontarium* ha un sistema completo di meridiani e paralleli.

Ma per rendere ancora più efficace il modello, si sono conservate nel globo rappresentante la terra le due rette fondamentali di riferimento, cioè asse polare e verticale; e quest'ultima, con opportuno artificio meccanico è resa stabile durante le diverse inclinazioni dell'asse: cosicchè resta immediata la comprensione dei rapporti di posizione delle diverse verticali rispetto alla sfera celeste. Riesce particolarmente intuitiva la valutazione delle latitudini terrestri.

L'*Horizontarium* si può dunque trasformare in una sfera Tolemaica doppiamente perfezionata: che permette di valorizzare sinteticamente tutto quanto sia stato illustrato con la prima forma dell'apparecchio, e che d'altra parte non può presentare difficoltà di comprensione al discente, appunto per la preparazione già avvenuta. Invece la sfera Tolemaica antica, presentata senza preparazione è, se ben si pensa, di sapore dogmatico.

c. b. (continua)

ASTRONOMIA

COMETE

La cometa periodica di Encke è stata riscoperta il 21 giugno da J. BOBONE all'Osservatorio di Cordoba. Essa aveva l'aspetto di una nebulosità dello splendore complessivo di $9^m.0$ circa. La cometa va attualmente allontanandosi dal Sole ma avvicinandosi alla Terra; il perigeo sarà raggiunto il 12 luglio ed a quella data la cometa raggiungerà lo splendore di una stella di 7^a grandezza. Essa si troverà in buone condizioni di osservazione per l'emisfero australe; per le nostre latitudini invece essa sarà del tutto inosservabile.

Confrontando alcune lastre recenti con altre più antiche della medesima regione, il dott. K. REINMUTH, astronomo all'Osservatorio di Heidelberg, ha trovato la traccia di una cometa che apparve nel 1902 e passò allora inosservata. L'immagine della cometa è registrata in quattro fotografie prese durante le notti del 4 e del 5 marzo 1902; essa appare come una debole nebulosità della 12^a grandezza stellare ed il suo movimento è molto lento. La sua posizione sulle lastre risulta compresa all'interno del triangolo formato dalle stelle p^3, p^4 e p^5 Leonis. Lo spostamento osservato della cometa è troppo piccolo per poterne dedurre un'orbita, sia pure approssimativa.

Delle vecchie comete continua a essere osservata la cometa 1930 *b* (Beyer). Recentemente essa fu fotografata da G. VAN BIESBROECK a WILLIAMS BAY il 17 aprile e da MAX WOLF a Heidelberg il 15 e 16 giugno. Il suo splendore è di $16^m.0$ circa.

l. j.

PICCOLI PIANETI

Un telegramma del 13 giugno alla centrale astronomica di Copenaghen annunciava la scoperta di un altro «oggetto» mobile fatta dal dott. NAKAMURA dell'Osservatorio di Kwasan. Un semplice confronto con le effemeridi annuali del Rechen-Institut di Berlino permetteva di riconoscere l'identità dell'«oggetto» col pianetino 245 *Vera*. Dal fatto non si può ricavare che una sola morale: che è necessario usare un po' più di prudenza prima di annunciare una scoperta.

l. j.

RIUNIONE DI ASTROFILI

Per il 13 settembre prossimo è indetta una riunione amichevole di astrofili a Milano. Sede della riunione sarà il Planetario, gentilmente concesso dalla Direzione. Questa adunata farà seguito a quella tenutasi a Bologna il 25 maggio 1930. Tutti gli astrofili sono invitati a intervenire. Gli interessati saranno avvertiti dell'orario e del programma della riunione mediante apposito avviso.

METEOROLOGIA

LA TEMPERATURA NELLA STRATOSFERA

Sono note le conclusioni a cui recentemente sono giunti LINDEMANN e DOBSON riguardo alla temperatura della stratosfera intorno ai 60 Km. di altezza, valutata da questi autori a circa 300° assoluti in base a deduzioni tratte dallo studio delle stelle cadenti. Temperature così elevate non furono accolte senza dubbi e discussioni. Altri le spiegarono con l'assorbimento di energia solare nella regione delle piccole lunghezze d'onda (tra 2100 A e 2900 A) da parte dell'ozono, che a quell'altezza si trova in quantità notevole. Ma 300° assoluti sarebbero ancora pochi secondo quanto risulterebbe al WIPPLE da ricerche sistematiche fatte in Inghilterra mercè onde di esplosione e relativa velocità a grandi altezze.

Nella Riunione della Commissione Internazionale per lo studio dell'alta atmosfera, tenutosi a Madrid nel marzo scorso, il WIPPLE ha esposto in una relazione,

che ha sommamente interessato l'assemblea, i risultati a cui egli è pervenuto. A circa 45. Km. la temperatura sarebbe 376° As. e a 50 Km. 400°. Il gradiente termico nella ozonosfera risulterebbe al WIPPLE di 6° /Km di altezza e quindi, ove esso rimanesse costante, a 60 Km. la temperatura della zona aerea sarebbe oltre 460° As. (cioè oltre 187° C.)! La velocità di propagazione delle onde varierebbe da 343 m/s a 400 m/s tra 40 e 55 Km. di altezza dal suolo.

t. a.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI AGOSTO 1931

I Pianeti

Mercurio: Da ricercarsi con un binocolo nella prima metà del mese, basso sull'orizzonte occidentale, poco dopo il tramonto del Sole. L'8 agosto raggiungerà la massima elongazione dal Sole, a 27°21′ verso Est. Questa sarà la più forte elongazione dell'anno. Nella zona temperata australe il pianeta tramonterà due ore e mezzo dopo il Sole; per le nostre latitudini invece questa sarà un'elongazione assai sfavorevole e Mercurio seguirà il Sole nel tramonto di un'ora soltanto. La sera del 15 potrà essere ancora rintracciato, di splendore assai debole, circa 6° sotto la Luna.

Venere: Inosservabile a causa della sua prossimità al sole.

Posizione dei Pianeti (a 0^h T.U.)

	5 Agosto		15 Agosto		25 Agosto	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	10^h37^m8	+ 7°24′	$11^h\ 9^m2$	+ 2°23′	11^h14^m1	+ 0°14′
Venere	8 19.0	+20 25	9 9.6	+17 29	9 58.6	+13 44
Marte	12 8.2	— 0 25	12 30.9	— 3 0	12 54.2	— 5 36
Giove	8 26.3	+19 39	8 35.4	+19 8	8 44.2	+18 36
Saturno....	19 19.5	—22 5	19 16.9	—22 10	19 14.8	—22 15
Urano	1 12.3	+ 6 58	1 12.0	+ 6 55	1 11.2	+ 6 50
Nettuno ...	10 27.0	+10 29	10 28.3	+10 21	10 29.7	+10 13
Plutone....	—	—	—	—	—	—

Marte: Tramonta 2^h dopo il Sole all'inizio del mese e solo 1^h30 alla fine. Si trova nella Vergine che percorre con moto diretto. Nei giorni 16 e 17 agosto si troverà non lontano dalla Luna. Il 15 agosto presenterà un diametro apparente di 4″.5, la sua grandezza stellare sarà approssimativamente $1^m.7$.

Giove: Riappare all'alba alla fine della seconda decade del mese, basso sull'orizzonte orientale. Si trova nel Cancro, a poca distanza, verso Est, da ♂. Diametro polare: 29″8; grandezza stellare: $-1^m.4$.

Saturno: Osservabile in buone condizioni alla sera e durante la notte, a Est di π Sagittarii. Nei giorni 23 e 24 si troverà presso la Luna. Il 15 agosto asse maggiore degli anelli: 41″.0; diametro polare del pianeta: 16″.3; grandezza stellare: $0^m.4$.

Urano: Sorge di tarda sera, nei Pesci. Potrà essere rintracciato con l'aiuto della cartina pubblicata nel fascicolo di maggio. Diametro apparente: 3″.6; grandezza stellare: $6^m.0$.

Nettuno: Inosservabile perchè immerso nell'irradiazione del Sole, col quale passa in congiunzione il 29 agosto.

Plutone: Riappare al mattino nei Gemelli. Il suo debole splendore ($14^m.5$) lo rende inaccessibile ai telescopi di media potenza.

Fasi lunari: U. Q. il 6 a 17^h28^m; L. N. il 13 a 21^h27^m; P. Q. il 20 a 12^h37; L. P. il 28 a 4^h10^m.

Luna perigea il 15 a 11^h; apogea il 3 a 9^h e il 30 a 22^h.

Configurazioni planetarie nel mese di agosto 1931

Giorno 1 » 20^h: ☿ ☌ ♆ . . . . . ☿ 1° 13′ S.
» 4 » 19: ♁ ☌ ☾ . . . . . ♁ 2° 0′ S.
» 5 » 18: ☿ ☌ 37 Sex . . . . . ♐ 0° 16′ S.
» 6 » 19: ♀ ☌ ♃ . . . . . ♀ 0° 25′ N.
» 8 » 10: ☿ mass. elongaz. dal ☉ ☿ 27° 21′ E.
» 12 » 21: ♃ ☌ ☾ . . . . . ♃ 4° 12′ S.
» 13 » 8: ♀ ☌ ☾ . . . . . ♀ 3° 18′ S.
» 14 » 20: ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 2° 10′ S.
» 15 » 15: ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 5° 8′ S.
» 17 » 6: ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 0° 41′ N.
» 22 » 9: ☿ stazionario.
» 24 » 4: ☉ entra in ♍.
» 24 » 8: ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 5° 13′ N.
» 29 » 22: ♆ ☌ ☉.
» 31 » 19: ♀ ☌ ♆ . . . . . ♀ 0° 43′ N.

Per la spiegazione dei simboli celesti vedi il fascicolo di febbraio.

Effemeride dei passaggi del Sole al meridiano dell'Etna (15° Est Greenw.)

1931 Agosto	Passaggio al meridiano	1931 Luglio	Passaggio al meridiano	1931 Agosto	Passaggio al meridiano
2	$12^h\ 6^m\ 10^s.4$	12	$12^h\ 5^m\ 3^s.8$	22	$12^h\ 3^m\ 1^s.6$
4	12 6 1.7	14	12 4 43.7	24	12 2 31.1
6	12 5 50.7	16	12 4 21.3	26	12 1 58.8
8	12 5 37.3	18	12 3 56.8	28	12 1 24.9
10	12 5 21.7	20	12 3 30.2	30	12 0 49.5

l. j.

Agosto 1931 – OCCULTAZIONI LUNARI DI STELLE VISIBILI NELL'ITALIA SETTENTRIONALE E CENTRALE

Giorno	Stella	Gr.	Fenom.	Pino Torinese Long. — $0^h31^m.1$; lat. + 45°02′ T. M. Gr.	P	a	b	Firenze (Arcetri) Long. — $0^h45^m.0$; lat. + 43°45′ T. M. Gr.	P	a	b	Età della Luna	Note
4	147 B. Psc	5.9	Imm.	$2^h\ 3^m5$	341°	—	—	—	—	—	—	20d	(1)
»	»	»	Em.	2 34.0	293	—	—	—	—	—	—	20	(1)
5	19 Ari	5.8	Imm.	23 24.5	31	$+0^m2$	$+2^m1$	$23^h\ 21^m5$	36°	$+0^m1$	$+2^m1$	21	
6	»	»	Em.	0 19.5	267	−0.7	+1.6	0 22.0	260	−0.7	+1.7	21	
10	B.D.+27°880	7.0	Em.	1 22.0	198	+1.2	+2.7	—	—	—	—	25	
»	406 B. Tau	5.6	Imm.	1 22.5	51	+0.6	+1.7	—	—	—	—	26	
»	»	»	Em.	2 9.5	289	+0.2	+1.0	—	—	—	—	26	
19	43 Lib	5.7	Imm.	—	—	—	—	19 51.5	128	−1.1	−1.6	6	
20	A Sco	4.6	Imm.	18 41.5	53	−2.1	+0.1	18 48.5	53	−2.0	+0.2	7	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	19 35.5	239	−1.6	−2.2	7	
24	ω Sgr	4.8	Imm.	—	—	—	—	23 35.5	32	−0.4	+0.4	11	
27	50 Aqr	5.9	Imm.	—	—	—	—	23 55.0	10	−0.3	+1.8	14	
28	»	»	Em.	—	—	—	—	0 55.0	274	−2.2	−1.1	14	

(1) Immersione ed emersione dal lembo oscuro; fenomeno abbastanza raro.

I tempi dell'Immersione e dell'Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per gli Osservatori di Pino Torinese e Firenze (Arcetri), le cui coordinate si trovano sulla testata delle rispettive colonne.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della Luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti a e b sono le variazioni del tempo dell'occultazione che corrispondono ad uno spostamento del luogo di osservazione di 1° in longitudine e 1° in latitudine, rispettivamente. Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi e decimi* e presi coi segni:

$\Delta\lambda$ positivo verso Ovest e negativo verso Est
$\Delta\varphi$ positivo verso Nord e negativo verso Sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine dal luogo (Torino o Firenze) per cui è dato il tempo T_o del fenomeno, allora il tempo approssimativo T per il luogo di osservazione è dato da

$$T = T_o + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.
w. p. h.

ABBONATI CHE SI FANNO ONORE

I professori G. ABETTI e V. NOBILE hanno conseguito il Premio Reale dei Lincei.

Responsabile: G. HORN-D'ARTURO

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-IX

Egregio Signore,

Ella è invitata a intervenire alla riunione degli astrofili italiani che si terrà a Milano domenica 13 settembre 1931. L'adunata è indetta per le ore 10 antimeridiane nel fabbricato del Planetario (giardini di Porta Venezia), gentilmente concesso per l'occasione dalla Direzione del R. Osservatorio di Brera.

Durante la riunione si discuteranno i problemi che maggiormente interessano l'astrofilo nel momento attuale e i presenti esporranno i loro " desiderata „ e le loro proposte relative a un'eventuale associazione di dilettanti. Verranno inoltre tenute alcune brevi conferenze sopra argomenti di attualità astronomica.

La riunione si prolungherà nel pomeriggio di domenica ed eventualmente anche nel mattino di lunedì. Nel caso che la S. V. volesse partecipare alla riunione, Ella è vivamente pregata di darne comunicazione al sottoscritto possibilmente non più tardi del giorno 7 settembre.

Voglia gradire, egregio Signore, i miei più cordiali e distinti saluti.

L. JACCHIA

Osservatorio Astronomico della R. Università
di Bologna

VOLUME ED ANNO I

AGOSTO 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

E. BIANCHI

GIOVANNI KEPLERO (1)

Trecent'anni or sono, il 15 novembre del 1630, cessava di vivere GIOVANNI KEPLERO.

Se COPERNICO deve considerarsi il costruttore del vero sistema solare, giusto è chiamare KEPLERO il legislatore di esso.

E nessun luogo parve a noi più adatto, per commemorare il tricentenario kepleriano, di questo Planetario che accoglie l'apparecchio capace di dare esatta la dimostrazione delle leggi eterne del Cielo, riuscendo a riprodurre il corso dei pianeti attorno al Sole a mezzo di organismi i quali null'altro sono che dispositivi meccanico-ottici costrutti in dipendenza di quanto quelle leggi prescrivono.

***

Tutti sanno del cammino aspro e travagliato attraverso il quale si svolsero lo studio e la speculazione astronomica prima di raggiungere la verità, anche se talvolta intravvista dai genii del pensiero.

Abbozzata dai saggi dell'antichità, specie dai Caldei, una prima astronomia, fatta solo di osservazioni e calcoli elementari, e che da nessuna legge poteva trarre potenzialità di ricerca conclusiva; di tale astronomia, verso il VI secolo avanti Cristo, si impossessa la forte ed agile mente dei Greci, particolarmente attrezzata, per intima natura sua, alle speculazioni di ordine geometrico. Ed è il genio greco che, dal VI al III secolo avanti Cristo, arriva a conquistare, pressochè perfetto, il segreto del complesso solare con ERACLIDE PONTICO ed ARISTARCO da Samo, ai quali dobbiamo i primi spunti dell'esatto sistema eliocentrico, da loro intravvisto, così, 18 secoli prima di NICCOLÒ COPERNICO.

---

(1) Commemorazione fatta dal prof. BIANCHI EMILIO al Planetario di Milano nel dicembre 1930.

Ma dopo tale divinazione, di nuovo l'errore. E poi, per circa 14 secoli, il dominio assoluto della postulazione tolemaica. Di quella postulazione, cioè, che restava sempre schiava del preconcetto geocentrico; che aveva, sì, infrante tutte le sfere solide e trasparenti alle quali EUDOSSO ed altri credettero di poter appiccicare i corpi celesti, pianeti, sole e luna; che aveva, sì, (ricollegandosi in tal modo alle più luminose tradizioni greche), ridato libertà di movimento nello spazio agli astri; ma che, radicalmente viziata nelle fondamenta perchè geocentrica, non aveva potuto liberarsi dall'imbarazzo di complicazioni diverse (epicicli e deferenti) pur di dare ragione, almeno parziale, di quanto dicevano le osservazioni; e che, di conseguenza, era ed appariva ancor tanto complessa da far sì che lo stesso Alfonso di Castiglia, agli astronomi che stavano spiegandogli le Tavole Alfonsine calcolate sulla ipotesi tolemaica, dovesse alfine dire queste parole: «se nel creare il mondo Iddio mi avesse chiesto consiglio, io gli avrei raccomandato una maggiore semplicità!»

Parole allora quanto mai imprudenti, e che costarono al povero Alfonso l'accusa di aver bestemmiato Iddio e l'immediato abbandono da parte di tutti i suoi fedeli.

***

Gli è che i tempi non erano ancora maturi; ancora non si era fortificato quel movimento di pensiero che solo poteva dar forza di libero esame a quanti avessero voluto fare una revisione delle persuasioni filosofiche e scientifiche di allora. A quei tempi costituiva ancora uno sgomento insuperabile il pensare di togliere di mezzo tutte le incertezze e tutte le contraddizioni col lanciare la terra negli spazii; quella terra che, così sterminata e con tanti milioni di esseri viventi, tutti consideravano come l'unico centro possibile dell'universo; e che, d'altra parte, gli stessi sensi concorrevano a far ritenere come tale.

Inoltre un cosifatto concetto, che bisognava pur superare se si voleva battere il cammino della verità, era ritenuto assai più in armonia che ogni altro e colla filosofia allor sempre imperante e colla stessa lettera delle sacre scritture.

Solo una grande forza d'intelletto ed un ardimento materiato da profonda convinzione potevano passar sopra al dogmatismo dei tempi, e riprendere quella concezione eliocentrica che, pur nella nebulosità dei molti secoli ormai scorsi, restava e resta sempre priorità incontestabile di ERACLIDE e di ARISTARCO. Ebbene: nella prima metà del secolo XVI, ciò seppe fare NICCOLÒ COPERNICO. E son sua gloria imperitura quei «*De Revolutionibus orbium coelestium libri sex*» che videro la luce e diedero luce al mondo, proprio nel momento in cui l'autore di essi chiudeva per sempre gli occhi alla vita (1543).

E, se ARISTARCO, (per dirla con PLUTARCO), «non aveva più lasciato la Terra nel centro del tutto, ma aveva assegnato quel posto ad un astro migliore»; e se aveva opinato che il mondo è assai più grande di quanto era stato sino allora detto, e supposto che le stelle ed il Sole siano immobili e che la Terra si muove attorno al Sole come centro;

se questo aveva detto e pensato ARISTARCO da Samo, COPERNICO ridisse

e completò che il centro della Terra non è affatto il centro dell'universo; che le orbite dei pianeti hanno per centro il Sole, elevato così a dominatore dei cieli; che la sfera celeste ruota solo in apparenza, perchè è la Terra che ruota davvero intorno al proprio asse; infine, che siamo noi che ci muoviamo assieme alla Luna attorno al Sole, e che quindi i moti apparenti di quest'ultimo null'altro sono che il riflesso, per noi osservatori terrestri, dei moti reali nostri.

Questo disse COPERNICO; ed in più documentò tali sue asserzioni dimostrando insussistenti tutte quelle che potevano essere eventuali obiezioni, e rendendo palese come una tale concezione del mondo solare arrivasse a dare buona ragione di tutto quanto dicono e le apparenze e le osservazioni celesti.

Ad esempio, TOLOMEO ed i tolemaici dicevano: Se fosse vero che la terra gira in ventiquattro ore attorno al proprio asse e se fosse vero che essa rivoluisce attorno al Sole, come mai gli oggetti posti alla superficie terrestre non sono lanciati nello spazio? come mai essi non sarebbero preda dell'atmosfera che, dicevano i tolemaici, riempie tutto lo spazio interplanetario?

E Copernico risponde: Se, come voi dite, è tutta la sfera dei cieli che ruota e nel contempo non volete gli astri inchiodati su di essa, ma liberi e sospesi nello spazio; come mai allora essi pure nella velocissima rotazione non vengono lanciati tutti nella infinità dell'universo?

***

PLUTARCO ci ha anche tramandato che tutta la Grecia voleva tradurre ARISTARCO da Samo davanti ai giudici, quale denigratore della religione, per avere spodestato il sacro focolare del mondo, quando, ai fini di dar ragione dei moti celesti, fermò il cielo e fece muovere la Terra lungo un cerchio obliquo, ed insieme la fece ruotare attorno al proprio asse.

Se la cosa ha fondamento storico, possiamo dire, a questo punto, che, come non mancarono i ribelli alla concezione di ARISTARCO, così non mancarono quelli alla teoria copernicana. E ciò anche se COPERNICO si fosse ben guardato dal toccare il difficile argomento del presunto antagonismo fra nuove vedute e sacre scritture e nemmeno si fosse curato di muovere in guerra contro il dogmatismo delle tradizionali concezioni filosofiche; non solo, ma avesse scritto il «*De Revolutionibus*» in modo da essere solo accessibile a matematici di alto sapere, e con una prefazione non sua, ma tale creduta, con la quale si definivano i principii fondamentali dell'opera come semplici astrazioni geometriche dirette anche a dar ragione dei moti celesti, per facilitare quella riforma del calendario che la Chiesa da tanto tempo invocava.

Il fatto si è, (ed è questa circostanza essenziale ai fini del discorso nostro), che particolarmente ribelli contro la nuova teoria furono Martin Lutero e Melantone, vale a dire i Capi del movimento riformista; perchè essi, senza dubbio alcuno indotti dal capitale loro convincimento che unica fonte di fede fosse l'insegnamento di Cristo e degli Apostoli, interpretato secondo coscienza, credettero di scorgere senz'altro, fra vedute copernicane e giusta interpretazione della Bibbia, una contraddizione assolutamente insuperabile. Nulla obbiet-

tarono invece il Papa del tempo Paolo III (Farnese), nulla i suoi immediati successori.

Per fugare tutte le ostilità sarebbe stato necessario un argomento decisivo che dimostrasse la impossibilità di ogni altra concezione cosmica all'infuori della copernicana. Ma questo, COPERNICO, al tempo suo, non poteva dare; ed occorse l'opera di altri tre giganti del pensiero per giungere finalmente, circa un secolo e mezzo dopo COPERNICO, ad una solida e definitiva ricostruzione del nuovo edificio astronomico. Questi tre giganti furono: GIOVANNI KEPLERO, GALILEO GALILEI ed ISACCO NEWTON.

Dalla mente di COPERNICO era balzato il vero organamento del sistema solare; ma urgeva porlo subito sulla base di leggi generali ed eterne; non solo, ma urgeva altresì continuare la lotta contro tutte le persistenti negazioni opponendo ad esse documentazioni di valore insuperabile.

Ebbene; prima che GALILEO fissasse i principi meccanici sui quali poi NEWTON potè erigere la sua concezione della gravitazione universale come ragion di vita di tutti i moti celesti, GIOVANNI KEPLERO ebbe il merito di dare, pur nei tempi suoi, legislazione immortale alla concezione copernicana; perchè sono sue le leggi che fissano l'assetto di forma delle orbite dei pianeti ed il modo col quale essi le descrivono.

Ma a ben comprendere tutto il significato e tutta la grandezza dell'opera di GIOVANNI KEPLERO, ed insieme tutte le contingenze attraverso le quali essa dovette svolgersi, è pur necessario che ricordiamo sommariamente il momento storico nel quale visse questo legislatore dei cieli, dal 1550 al 1630 circa; perchè, circostanze diverse politico-religiose ed avvenimenti diversi che a tali circostanze sono connessi, ebbero parte decisiva nel destino dell'uomo, che oggi commemoriamo.

***

Tutti sanno come, in opposizione ed a freno del dilagante movimento riformista luterano, attuatosi nella prima metà del secolo XVI, si siano scatenate due controriforme; l'una cattolico-religiosa e l'altra politica, l'una all'altra strettamente collegate.

Ed è del pari noto come nessuna di queste due controriforme abbia saputo vincere quel movimento, anche se il mondo cattolico dimostrò nella lotta tenacia e forza ammirevoli. Fu solo possibile arrestare in parte il progresso delle nuove tendenze; ma poco fortunata fu sopratutto la controriforma politica; e, nazioni diverse videro definitivamente stabilita la nuova dottrina, che non era soltanto protesta contro i corrotti costumi della Chiesa, ma bensì anche manifestazione di un bisogno irresistibile di rinnovamento spirituale.

In altre parole, si ebbe, sì, nel Concilio di Trento il trionfo dell'assolutismo papale sia in materia dogmatica che disciplinare; brillarono, è vero, di vivida luce i Pontefici della serie riformatrice ed antiriformista, impersonati specialmente da Pio V (Ghislieri); il potere religioso riacquistò, sì, autorità e potenza colla restaurazione della Inquisizione e del Sant'Uffizio e colla istituzione della Congregazione dell'Indice, delle Missioni e dei nuovi ordini religiosi; tra questi

brillò, è vero, quello della Compagnia di Gesù, al quale la Chiesa andò debitrice della salvezza di alcune parti del mondo cattolico dal predominio protestante; ma altrettanto felici ed organici non furono di certo i risultati della così detta contro-riforma politica.

Ad esempio, di fronte all'opera svolta da Filippo II per consolidare ed allargare la preponderanza spagnola in Europa, sta l'opera sua in difesa del cattolicismo, dapprima reprimendo la propaganda protestante in Ispagna, poi scendendo in lotta contro di essa nelle Fiandre, in Francia ed in Inghilterra. Ma, insomma, la stessa indipendenza e prosperità conquistate allora dalla calvinista Olanda stanno a dimostrare il fallimento dell'opera di questo sovrano, là dove egli si era prefisso di annientare in tutta l'Europa occidentale il nuovo verbo riformatore.

Nè molto diversamente andarono le cose in Germania sotto gli Absburgo.

Nel 1556, quindici anni prima che nascesse KEPLERO assumeva la dignità imperiale germanica Ferdinando I, fratello di Carlo V. Negli Stati ereditarii austriaci ed in Germania la riforma luterana aveva fatto notevoli progressi; ma Ferdinando I, sebbene cattolico convinto, troppo impegnato nella lotta contro i Turchi che avanzavano minacciosi sotto il comando del grande Solimano, non oppose che una debole resistenza alle correnti riformiste.

Massimiliano II, poi, succeduto otto anni dopo a Ferdinando I, fu principe tollerantissimo della nuova fede; tanto che, sotto il suo imperio, il protestantismo raggiunse la massima diffusione così nell'Impero tedesco, come negli Stati ereditari austriaci della famiglia d'Absburgo.

Occorre arrivare al regno del figlio suo, Rodolfo II, che rimase sul trono per ben 36 anni (dal 1576 al 1612), per riscontrare un radicale mutamento nelle condizioni religiose di quelle regioni. Non che Rodolfo fosse uomo capace di far valere contro i luterani la sua fede e devozione al cattolicismo. Debole, strano, e tutto rivolto a questioni di alchimia e di astrologia, lasciò man libera ai Gesuiti, i quali seppero ricondurre in seno della Chiesa di Roma la Germania meridionale ed occidentale ed attenuarono l'efficacia della propaganda luterana e calvinista in Austria, in Boemia ed in Ungheria; in tale azione assecondati dall'Arciduca Ferdinando, cugino di Rodolfo, e che più tardi fu imperatore col nome di Ferdinando II.

Ma è inutile dire qui della reazione provocata dalla contro-riforma dei Gesuiti; delle conseguenti insurrezioni degli Stati austriaci contro Rodolfo; dei dissidi religiosi di Germania; della lotta della Germania luterana contro gli Absburgo; delle vicende del regno di Mattia, succeduto a Rodolfo, e della lunga, terribile guerra dei trent'anni che ne conseguì, alimentata dalla reazione della casa imperiale contro il prepotere della nobiltà tedesca ed austriaca, dall'acuirsi della lotta religiosa che vide la borghesia alleata della nobiltà in difesa della libertà confessionale, ed infine dalle ambizioni delle potenze straniere.

Il fatto si è che, salito al trono Ferdinando II, sotto di lui si afferma un nuovo periodo di assolutismo monarchico sulla base del trionfo del cattolicismo. Ad esso si ribellano i Boemi; e, in difesa della fede protestante, la insurrezione dilaga invadendo anche le terre germaniche. Però inutilmente, perchè

i due primi periodi del trentennale conflitto si chiudono con due trionfi di Ferdinando che accentua ancora più il suo accanimento contro la fede protestante.

Ebbene: è proprio durante le convulsioni politico-religiose che dominano Germania e Stati ereditari austriaci nel periodo abbracciato dai regni di Rodolfo II, Mattia e Ferdinando II (vale a dire fra il 1576 ed il 1630), che si svolge tutta la vita di GIOVANNI KEPLERO.

Potremo ora meglio comprenderne le vicende ed il destino.

***

Nato a Weil piccola città del Württemberg il 27 dicembre del 1571 (quando GALILEO aveva sette anni), appartenne GIOVANNI KEPLERO a famiglia protestante; ed ebbe una fanciullezza caratterizzata da prontezza d'ingegno ma da gracilità di salute e continue malattie.

Dopo quanto abbiamo visto circa la decisa ostilità dei Gerarchi protestanti alle idee eliocentriche di COPERNICO, e circa la lotta religiosa che infuriò nelle provincie tedesco-austriache tra cattolici e protestanti, possiamo ben facilmente arguire come la fede luterana di KEPLERO dovesse avere importanza capitale nel corso della sua vita; e ciò tanto più nei riguardi di un uomo il quale, è bene dirlo subito, non seppe mai far mistero dei suoi convincimenti scientifici.

Dopo i primi anni di studi preparatori alla scuola monastica di Adelberg, abbracciò la carriera ecclesiastica ed entrò nel seminario di Tubinga, che era a quei tempi uno dei maggiori centri di studio della teologia protestante luterana. Quivi, ammesso alla Facoltà filosofica, studiò matematiche ed astronomia sotto quell'abile maestro che fu il MAESTLINO (Maëstlin); e fu questi che, fautore nella sua intima persuasione delle vedute copernicane, insegnò al giovane KEPLERO i principii fondamentali del nuovo sistema eliocentrico, anche se ufficialmente (non dirò proprio per queto vivere, ma per obbligo di tradizione, e più ancora, per volere delle superiori autorità), professasse invece dalla cattedra le norme del dogma tolemaico.

Devesi senza dubbio alcuno, a questi retti e segreti insegnamenti del MAËSTLINO se KEPLERO potè iniziare la sua cultura astronomica assimilando, proprio come principii fondamentali del suo studio, i canoni nuovi del vero assetto geometrico circa il rivoluire dei mondi attorno al Sole.

E, d'altra parte, fu proprio questa la ragione per la quale KEPLERO, appena ventitreenne, fu obbligato ad interrompere i suoi studi teologici a Tubinga, per passare alla carica di docente di Matematica ed Astronomia nel Collegio di Gratz nella Stiria.

Egli, infatti, sollecitato dagli insegnamenti di MAESTLINO, volle studiare a fondo le teorie copernicane; ben presto ne riconobbe la verità, nè si ritenne dal pubblicamente professarla. Ma i gerarchi di Tubinga, tutti di fede luterana e quindi anticopernicani irreducibili, non videro di buon occhio le tendenze del giovane teologo; lo giudicarono non del tutto idoneo al ministero ecclesiastico; e, ben felici, adottarono il provvedimento di allontanarlo da Tubinga,

designandolo agli Stati protestanti della Stiria come degno di salire alla cattedra di Matematica di Gratz, allora vacante. Incominciavano per KEPLERO le dolorose vicende della vita sua!

Non fu senza esitazione che egli accettò l'offerta, anche perchè si riteneva impreparato al suo nuovo compito; ma vi si decise finalmente, ottenuta che ebbe l'assicurazione che con ciò non avrebbe perduto i suoi diritti alla promozione ecclesiastica nel Württemberg.

***

Compito annesso alla cattedra di Gratz era anche quello della compilazione di un Calendario annuo nel quale, in più dei dati astronomici relativi al corso del Sole e della Luna, dovevano trovar posto tutte quelle previsioni intorno al tempo e agli avvenimenti più probabili del nuovo anno, che ben può comprendersi quanto stessero a cuore dei lettori; certo ben più dei dati concernenti il corso dei cieli.

KEPLERO ebbe la somma ventura di azzeccare e vedere confermate dai fatti la maggior parte delle sue previsioni pubblicate per la prima volta nel calendario per l'anno 1595.

Indizio dei tempi: bastò questo, perchè gli fosse decretata grande fama e vasta nomea di grande astronomo! Chi meglio di tutti sapeva trattarsi di una fama per allora usurpata, era naturalmente lo stesso KEPLERO.

Ma da tale fortunato avvenimento trasse il giovane professore tranquillità di vita ed incoraggiamento vivissimo allo studio astronomico; ed alla grande opera di NICCOLÒ COPERNICO dedicò egli, con ogni possa, quell'esame profondo e tenace, dal quale doveva uscire a tal punto entusiasmato da dichiararsi ben lieto di fungere da «Chierichetto» al «grande Sacerdote» che sacrificava sull'altare.

Frutto di questi primi studi astronomici fu l'opera pubblicata da KEPLERO nel 1596 col titolo «*Il Prodromo delle dissertazioni sull'universo, contenente il mistero dell' Universo ecc.*», comunemente nota come «*Mistero cosmografico*» (*Mysterium Cosmographicum*).

In tale opera KEPLERO espone gli studi e le conclusioni sue circa l'indagine fatta per dare l'intima ragione non solo del numero, ma anche della disposizione in cielo dei pianeti; in altre parole, la relazione numerica che collega la distanza dei diversi pianeti dal Sole. Opera della quale certo oggi noi non possiamo dare che una valutazione prudenziale e riservata, ma che a quei tempi ebbe tanta eco nel mondo scientifico da riscuotere l'ammirazione ed il plauso di uomini come TYCHO BRAHE e GALILEO GALILEI.

Da essa rilevasi sopratutto l'entusiasmo di KEPLERO per i risultati raggiunti; e, più ancora, il suo fervido sentimento di ammirazione verso la Provvidenza che gli aveva concesso di tanto conquistare. È d'allora la famosa invocazione: «*Coeli enarrant Gloriam Dei*»; ed è di allora il proposito suo di ricercare diligentemente, come egli scrisse, «le ragioni onde erano così e non altrimenti tre cose: il numero, le grandezze ed i movimenti dei corpi celesti».

***

Ma intanto avvicinavasi l'anno ben doloroso per lui, il 1598. Doloroso per lui, ma indubbiamente decisivo per la gloria sua e per la fortuna della speculazione astronomica futura.

L'Arciduca Ferdinando d'Austria, che vedemmo poi imperatore col nome di Ferdinando II, reduce da un pellegrinaggio a Loreto, scioglieva il voto ivi espresso di indire una fiera persecuzione contro i protestanti del regno.

Tutti i ministri protestanti ed i professori della Stiria dovettero esulare; KEPLERO fuggì in Ungheria e non potè ritornare in sede se non dietro permesso speciale dell'Arciduca. Ma gli scolari suoi erano ormai dispersi, la persecuzione infieriva, la posizione di KEPLERO diventava di giorno in giorno sempre più precaria. La conclusione si fu che, nel 1600, egli dovette abbandonare definitivamente Gratz, anche perchè nel frattempo era stato rimosso dal posto in causa appunto della sua fede protestante; ed accettò di unirsi a Praga con TYCHO BRAHE onde accudire ai lavori astronomici in corso che TYCHO desiderava portare a termine.

Povero KEPLERO! inviso ai protestanti perchè copernicano, ai cattolici perchè protestante!

Possiamo dirlo subito: la vittoria di KEPLERO circa la conclusione delle leggi che governano i moti planetarii doveva scaturire proprio dalla collaborazione sua con un anticopernicano irreducibile quale era TYCHO BRAHE!

Questi, nei 21 anni passati in Danimarca ai servizi di quel re Federico II, aveva raccolto una ingente messe di osservazioni astronomiche compiute nella Specola « Uranisburgo » da lui stesso fondata nel 1576 sull'isola Hveen (oggi appartenente alla Svezia), per incarico e coi fondi del sovrano.

Trattavasi di osservazioni, per quei tempi, di precisione assai notevole, e che TYCHO aveva potuto raccogliere in grazia della sua abilità somma di osservatore principe. Tra esse interessavano sopratutto TYCHO BRAHE molte ed ottime misure di posizione del pianeta Marte; e l'interesse derivava da ciò che, con quelle osservazioni, egli si era proposto di dare il colpo di grazia alle nuove teorie copernicane, dimostrandone la inconciliabilità coi dati esatti delle posizioni dei pianeti in cielo.

TYCHO BRAHE era infatti tenace assertore di un suo sistema cosmico per il quale i pianeti dovevano, sì, descrivere le loro orbite attorno al sole; ma questo, alla sua volta, colla coorte dei pianeti, doveva girare annualmente attorno alla Terra, mentre tutta la sfera celeste doveva essa pure compiere effettivamente una rotazione in un giorno attorno alla Terra, ritenuta ferma, immobile, dominatrice, al centro dell'Universo.

Pur dopo 50 anni circa dalla comparsa del « *De Revolutionibus* » di COPERNICO, nella mente di TYCHO imperava ancora intatto il preconcetto geocentrico!

Portando seco quanto più aveva potuto raccogliere del materiale osservato in Danimarca, nel 1597 TYCHO (che dopo la morte del mecenate Federico II non si era più trovato a suo agio in quel paese), era passato in Germania, e nel

1599 vi aveva avuto la nomina di « Matematico Imperiale » dall'imperatore Rodolfo II, con l'incarico precipuo di redigere l'edizione di nuove tavole planetarie; quelle tavole che passarono poi famose nella storia dell'astronomia sotto il nome di « *Tavole Rudolfine* », e che fu KEPLERO a calcolare e poi a pubblicare nel 1627, tre anni prima di morire.

Il compito assegnato a TYCHO da Rodolfo II era grave assai, occorrevano aiuti; e fortuna volle che, per quanto vedemmo, uno di essi fosse proprio KEPLERO, astronomo già di grande fama ed esule allora dalla Stiria. Maggiore fortuna poi si fu che, proprio a KEPLERO, fossero affidate da elaborare quelle osservazioni di Marte fatte da TYCHO in Danimarca; e che, contrariamente alla speranza ed ai propositi suoi, nelle mani di KEPLERO divennero il mezzo indispensabile attraverso il quale egli si riprometteva di avere la chiave di volta per la più stringente dimostrazione della struttura eliocentrica del mondo solare.

(*continuazione e fine al prossimo numero*)

LUIGI JACCHIA

LE STELLE VARIABILI

(Continuazione, vedi fascicolo precedente)

Teorie emesse per spiegare la variazione delle cefeidi. – Le due teorie che attualmente si contendono il campo nell'interpretazione della variabilità delle cefeidi sono quelle di EDDINGTON e di JEANS.

Secondo la teoria di EDDINGTON, detta *teoria della pulsazione*, le cefeidi sarebbero stelle gassose il cui volume è soggetto a espansioni e contrazioni regolari che si compiono col periodo fotometrico. Per quanto conforme alla prima impressione che si riceve osservando il diagramma di una cefeide (è difficile sottrarsi all'idea che variazioni tanto rapide siano dovute ad una pulsazione) questa teoria è soggetta ad una quantità di obbiezioni a cui per ora essa non può far fronte in nessun modo. Enumeriamo qui sotto queste difficoltà:

1) Se — come ammette la teoria pulsatoria — il diametro della stella raggiunge un massimo nell'istante del massimo di luce, allora in quel momento la velocità radiale osservata (a parte quella dovuta al moto proprio della stella) dovrebbe essere nulla. Come abbiamo detto, invece, intorno al massimo di luce la curva della velocità radiale presenta un massimo negativo. Tutta la curva della velocità radiale risulta spostata di un quarto di periodo rispetto a quella che si dovrebbe prevedere secondo la teoria di EDDINGTON.

2) La teoria pulsatoria non dà la spiegazione dei massimi secondarî che si verificano talvolta sul ramo discendente della curva di luce. Ammesso anche che li potesse spiegare, la teoria richiederebbe però sempre una perfetta simmetria dei fenomeni osservati tanto sul ramo ascendente che sul ramo discendente della curva. Se cioè si osserva una inflessione secondaria sul ramo discendente

della stella, questa inflessione dovrebbe ripetersi per la medesima stella anche sull'altro ramo. Come già sappiamo, ciò non si verifica.

3) La pulsazione è un fenomeno instabile e — come è stato dimostrato da varî autori — non potrebbe sussistere in una medesima stella per più di 100 000 anni. In seguito a ciò il numero teorico delle cefeidi dovrebbe essere *immensamente* più piccolo di quello che si osserva attualmente.

4) JEANS fa notare ancora che secondo la teoria di EDDINGTON si dovrebbero poter trovare per le ampiezze della variazione tutti i valori possibili fra zero e un limite massimo. In una nota recentissima GERASIMOVIC crede di poter affermare in base a dati di osservazione che l'ampiezza iniziale di una cefeide non può essere inferiore a un certo limite; dato però che l'autore non dà la dimostrazione teorica della sua affermazione, dobbiamo considerare sempre ancora la teoria di EDDINGTON in contraddizione con l'osservazione anche a questo riguardo.

L'obbiezione più importante è evidentemente la prima; per vincerla i sostenitori della teoria della pulsazione hanno cercato di introdurre una quantità di fattori secondarî, come un fattore di smorzamento, oscillazioni non adiabatiche, ecc., che però sono risultati assolutamente insufficienti a spiegare le divergenze osservate. EDDINGTON conclude che vi deve essere una circostanza fisica speciale che interessa lo strato esterno della stella e di cui non si è tenuto conto nel calcolo.

La teoria di JEANS è detta anche *teoria della scissione*. Secondo essa le cefeidi sarebbero stelle in via di scissione a causa della loro rapida rotazione; esse sarebbero cioè le generatrici delle doppie spettroscopiche. La teoria di JEANS è stata concepita in molte varietà dal suo autore nelle diverse pubblicazioni dal 1919 al 1928. Noi parleremo qui dell'ultima forma in cui fu esposta nel libro *Astronomy and Cosmogony* che porta la data del 1928: come vedremo, questa teoria dà un'ottima spiegazione di quasi tutti i fatti osservati.

Secondo JEANS dunque la stella sarebbe costituita di una parte centrale, più densa, circondata da una atmosfera relativamente tenue. In seguito alla rapida rotazione il nucleo centrale — prima di scindersi — assumerebbe l'aspetto di un ellissoide a tre assi disuguali: l'asse maggiore giacerebbe evidentemente nel piano equatoriale della stella. Per contro l'atmosfera, non accompagnerebbe il nucleo centrale nel suo rapido moto di rotazione; per meglio dire il suo periodo di rotazione sarebbe di gran lunga maggiore di quello del nucleo, specialmente nelle zone più esterne (1). Perciò la parte esterna della stella — quella che noi possiamo vedere — conserverebbe quasi intatta la sua forma sferica.

Le estremità acute dell'ellissoide devono quindi produrre, nel movimento di rotazione del nucleo, una perturbazione in seno all'atmosfera, similmente a quanto fa in mare la prua di un battello in moto. Questa perturbazione si propaga in forma di onda fino ad arrivare alla superficie esterna dell'atmosfera; siccome poi la perturbazione avviene in ogni istante per la continuità del moto di rotazione, si deve poter osservare sulla superficie esterna un'onda che viaggia lungo l'equatore facendo un giro completo in un periodo della rotazione del nucleo. E poichè le estremità acute del nucleo ellissoidale sono due, l'osservatore vedrà passare due onde durante un periodo della rotazione; è chiaro poi che, per l'attrito del mezzo le due onde viaggiano un po' in ritardo rispetto alle estremità del nucleo. La perturbazione parte dalla zona centrale della stella, che — come è noto — si trova a temperatura assai più elevata della zona periferica; perciò il fronte dell'onda dovrà emettere più luce e calore che il rimanente della superficie. Quando l'onda appare all'orlo del disco visibile, allora si ha un aumento di luce accompagnato da un aumento di temperatura. Il massimo è raggiunto poco dopo, appena l'onda è apparsa del tutto; l'aumento di luce dovrebbe quindi essere molto rapido, come infatti si osserva. Nel momento del massimo l'onda presenta la massima velocità d'avvicinamento rispetto all'osservatore, d'accordo con la curva della velocità radiale. Subito dopo il massimo, luce e calore irradiato devono diminuire progressivamente, poichè l'onda viene a presentarci il suo fronte posteriore, meno luminoso di quello anteriore. La curva della velocità radiale dovrà seguire l'andamento della curva di luce in senso inverso. Appena l'onda sta per scomparire all'orlo del disco, ecco che appare l'onda opposta e si ha un nuovo aumento di luce col quale ricomincia il ciclo. Del ciclo apparente soltanto, però, perchè il ciclo *fisico* ricomincia solo col riapparire dell'onda successiva, dopo una rotazione intera. Questa duplicità del periodo fisico è perfettamente d'accordo con quanto si è detto nel capitolo delle variabili del tipo RV Tauri. JEANS dice ancora che «in migliore approssimazione si possono immaginare due sistemi di onde che viaggino sulla superficie della stella: l'una risultante dalle variazioni del campo gravitazionale alla superficie della stella, causate dalla rotazione del nucleo centrale allungato; l'altra prodotta dalla trasmissione della perturbazione meccanica». La successione di due di queste onde darebbe la spiegazione delle fluttuazioni secondarie nella curva delle cefeidi.

Progredendo il processo di scissione, la forma pseudo-ellissoidale del nucleo dovrebbe – secondo JEANS – divenire instabile. Il nucleo dovrebbe andare soggetto a pulsazioni il cui periodo sarebbe dapprima diverso da quello della rotazione. Quando i due periodi venissero a coincidere, verrebbe a mancare l'equilibrio e la stella si scinderebbe in due. JEANS spiega in questo modo la variazione delle stelle del tipo β Cephei (pseudo-cefeidi); la piccola ampiezza di tali stelle sembra però parlare contro questa spiegazione.

Obbiezioni si possono fare anche a questa teoria. La prima è anzi proprio una di quelle obbiezioni che JEANS stesso aveva mosso alla teoria di EDDINGTON: quella della distribuzione delle ampiezze. Secondo la diversa inclinazione del piano equatoriale della stella si dovrebbero osservare ampiezze di tutte le categorie comprese fra zero e un limite massimo: è chiaro infatti che se l'asse di rotazione della stella è diretto nel senso della visuale dell'osservatore, l'ampiezza della variazione sarà praticamente nulla; massima essa sarà invece quando l'asse

(1) Le ragioni meccaniche di questo fatto sono esposte nelle pp. 260-280 del citato volume *Astronomy and Cosmogony*. Trattandosi un problema assai complesso, non possiamo soffermarvici maggiormente e rimandiamo perciò il lettore studioso alla fonte originale.

è perpendicolare al raggio della visuale. Una seconda obbiezione sorge dalla difficoltà di trovare una variabile che possieda le caratteristiche richieste dalla teoria di JEANS per una stella sul punto di scindersi, la cui variazione cioè si possa spiegare con rotazione e pulsazione sovrapposte. Abbiamo già veduto che la variazione delle pseudo-cefeidi non si può spiegare a questo modo. Questa seconda difficoltà può essere però superata se si pensa all'estrema instabilità che possiede una stella sul punto di dividersi in due: lo stadio di pulsazione sarebbe probabilmente assai breve e ciò spiegherebbe la difficoltà di osservare un tale fenomeno.

Cefeidi anomale. – Due cefeidi escono dall'ordinario de le loro particolarità spettrali e per la curva di luce poco comune. Esse sono le seguenti:

1) *RU Camelopardalis*: Questa stella deve essere annoverata fra le cefeidi, quantunque presenti alcune caratteristiche che escono dal comune. Anzitutto il suo spettro presenta righe di emissione al minimo di luce (al massimo si osservano soltanto righe di assorbimento) ed appartiene alla classe K, il che è alquanto bizzarro, dato il suo periodo di 22^d. Al minimo lo spettro è classificato R secondo il *Henry Draper Catalogue* e secondo JOY. La curva poi è anomala essa pure: il massimo è piatto e il minimo è acuto. I rami ascendente e discendente hanno la medesima durata. La latitudine galattica è pure eccezionalmente elevata per una cefeide a lungo periodo.

2) *W Virginis*: Periodo $17^d.27$; spettro cGov. Nello spettro intorno al massimo di luce appaiono lucide le righe dell'idrogeno. Latitudine galattica eccezionalmente elevata (57°).

Variabili semiregolari collegate con le cefeidi. – Sono queste le due variabili TX *Aquilae* e *UU Herculis*. La prima ha un periodo medio di $34^d.84$ ed uno spettro notato (F?) nel catalogo di Prager per il 1931. La sua curva di luce è estremamente irregolare e molto variabile è la sua ampiezza. La seconda possiede uno spettro classificato Gov e quindi di cefeide. Il suo periodo normale è $45^d.2$; talvolta però la curva trascorre del tutto irregolare, con ampiezza piccolissima. Altre volte la variazione si effettua con un secondo periodo di 72^d che apparentemente non ha nulla di comune col primitivo periodo di 45^d. L'ampiezza totale della variazione di UU Herculis è di $1^m.0$.

Alcuni autori trattano a parte le variabili degli ammassi globulari, quantunque non vi sia una ragione ben definita per farlo. Noi abbiamo già parlato delle loro curve di luce e dei loro periodi e quindi poco ci resta da aggiungere sul loro conto.

Ricorderemo che le cefeidi degli ammassi globulari sono quasi tutte — salvo pochissime eccezioni — a corto periodo e che la loro curva mostra in genere massimi assai acuti, minimi in cui la luce permane spesso costante per qualche tempo e aumenti molto rapidi. Diremo ancora che studiando le variabili dell'ammasso ω Centauri SHAPLEY trovò che non tutte le curve di luce appartenevano al tipo ora descritto. Egli distinse tre classi di cefeidi, corrispondenti ai periodi medî $0^d.395$, $0^d.586$, $0^d.752$. La prima classe presenta curva simmetrica sinusoidale e piccola ampiezza ($0^m.5$). La seconda segue le caratteristiche solite delle variabili d'ammasso ed offre un'ampiezza di $1^m.3$. La terza ha una curva che corrisponde alla solita delle variabili tipo RR Lyrae ed ha un'ampiezza di $0^m.8$. Di gran lunga la più numerosa è la seconda classe.

Poche parole ancora sul numero delle variabili d'ammasso. Ognuno sa che non è possibile enumerare le stelle di un ammasso globulare. Nell'ammasso M. 13 di Ercole, partendo dall'esterno fino ad arrivare alla zona in cui per l'addensamento loro le stelle cessano di essere discernibili l'una dall'altra nelle fotografie eseguite col grande riflettore di M.t Wilson, si sono contate con metodi statistici circa 800 000 stelle. Evidentemente questa non è che una *minima* parte del numero delle stelle che fanno parte dell'ammasso, poichè la maggior parte di esse si trova vicino al centro. Non si potrà quindi parlare del numero *totale* delle cefeidi contenute in un ammasso globulare, ma soltanto di una percentuale rispetto alle stelle numerabili. In generale la quantità di stelle numerabili non è affatto molto grande, anzitutto perchè non tutte le fotografie possono essere prese col telescopio di M.t Wilson e poi perchè gli ammassi globulari sono per la massima parte assai meno appariscenti di M. 13. In generale di stelle numerabili ve ne sono appena poche centinaia o al più qualche migliaio per ogni ammasso. Ebbene, spesso oltre il 10 % di queste stelle appare variabile. Così in ω Centauri furono trovate 95 cefeidi, nell'ammasso M. 13 110, in M.5 72, ecc. Il numero totale delle cefeidi trovate negli ammassi globulari raggiunge attualmente il migliaio.

Come abbiamo già detto parlando della *period-luminosity curve*, le cefeidi non mancano neppure nei sistemi stellari più lontani quali le nubi di Magellano e le nebulose spirali. Le cefeidi trovate in questi sistemi sono tutte a lungo periodo. Ciò non indica affatto che le cefeidi a corto periodo debbano mancarvi: la causa della loro assenza è da ricercarsi nella loro luminosità assai minore (d'accordo con la *period-luminosity curve*), per cui, all'immensa distanza a cui si trovano, non possono essere scoperte coi mezzi ottici di cui attualmente disponiamo. Le cefeidi degli altri sistemi cosmici non differiscono in nulla dalle cefeidi galattiche.

(*continua*)

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

COMETE

Un telegramma del 18 luglio alla Centrale astronomica di Copenaghen annunciava la scoperta di una nuova cometa (1931 *b*) fatta dal dilettante astronomo NAGATA e confermata da MOORE all'Osservatorio di M.t Wilson. La seguente posizione veniva comunicata da MOORE:

Luglio 17 $16^h26^m.0$ T. U. $\alpha = 10^h41^m.0$; $\delta = +9°48'$ (1931.0).

Nessuna indicazione dello splendore della cometa.

Il 26 luglio venivano diramati i seguenti elementi parabolici calcolati da R. Zug e L. Berman, unitamente a una breve effemeride dal 26 luglio al 7 agosto:

Epoca del passaggio al perielio . . . T = 1931 Giugno 15.140 T. U.
Arco nodo-perielio . . . . . $\omega = 324°58'$
Long. del nodo ascendente . . . . . $\Omega = 191°08'$ } 1931.0
Inclinazione . . . . . $i = 41°24'$
Distanza perielica . . . . . q = 1.0800

Secondo osservazioni dello scrivente la cometa presentava ai primi di agosto lo splendore di una stella di grandezza $9^m.5$. La chioma era sensibilmente rotonda e il suo diametro misurava circa 2'. Attualmente la cometa va allontanandosi dal Sole e dalla Terra e quindi il suo splendore è in diminuzione. La posizione sfavorevole della cometa rende difficili le sue osservazioni in ambidue gli emisferi.

Le effemeridi che seguono sono state calcolate fino al 31 agosto da J. M. Vinter Hansen e per il mese di settembre dallo scrivente.

1931	Posizione 1931.0	1931	Posizione 1931.0	1931	Posizione 1931.0
Agos. 11	$12^h14^m.9$ +10°10'	Agos. 31	$13^h20^m.4$ +9°10'	Sett. 16	$14^h\ 5^m.5$ +8° 1'
15	12 29 .0 +10 2	Sett. 4	13 32 .1 +8 53	20	14 15 .9 +7 44
19	12 42 .5 + 9 42	8	13 42 .3 +8 37	24	14 26 .2 +7 28
23	12 55 .5 + 9 39	12	13 52 .7 +8 19	28	14 36 .1 +7 11
27	13 8 .1 + 9 25				

Lo splendore calcolato della cometa è di $10^m.2$ all'inizio di settembre e $10^m.6$ alla fine di detto mese. La correzione all'effemeride, sempre secondo lo scrivente, era il 9 agosto di $-0^m.7$, +2' e il 16 agosto $-0^m.8$, 0'.

Le posizioni della cometa di Encke osservate recentemente da Bobone a Cordoba indicano, secondo Crommelin, che il suo passaggio al perielio deve essere avvenuto 18^h prima di quanto sarebbe stato richiesto dagli elementi di Matkievicz. Questa differenza è eccezionalmente grande per questa cometa, la cui orbita è stata studiata tanto minuziosamente. La data corretta del passaggio al perielio è dunque 1931 Giugno 3.10 T. U.

L'ultimo numero della rivista *The Observatory* riporta alcune osservazioni fotografiche della cometa di Encke compiute a Johannesburg da H. E. Wood. Le osservazioni incominciano il 14 giugno, ossia una settimana prima dell'epoca della scoperta fatta da Bobone.

In *Astronomical Journal* N. 958 (1931, Luglio 14) G. Van Biesbroeck pubblica un interessante lavoro sulla cometa 1925 VII che porta il suo nome. Gli elementi definitivi della cometa, senza tener conto delle perturbazioni planetarie, sono i seguenti:

T = 1925 Ott. 2.97348 T. U.
$\omega = 106°24'12''.0$
$\Omega = 334\ 33\ 43.4$ } 1925.0
$i = 40\ 19\ 5.9$
q = 1.5662304
e = 1.0004276

L'eccentricità maggiore dell'unità ci dice che l'orbita così calcolata è iperbolica. Ora, come è noto, non tutti sono d'accordo nell'ammettere l'esistenza reale di orbite iperboliche. Generalmente quando si applicano le perturbazioni planetarie, l'orbita iperbolica risulta alla fine essere parabolica o persino ellittica. Tale è anche il caso della cometa 1925 VII. Infatti, applicando le correzioni per tutte le perturbazioni, l'eccentricità è risultata essere 0.999820. L'orbita appare quindi ellittica.

È attualmente cercata dagli astronomi la cometa periodica di Neujmin (1913 III) che durante il mese di agosto dovrà trovarsi, di splendore estremamente debole, nella parte meridionale di Perseo.

L'immagine della cometa scoperta da Reinmuth sulle lastre del 1902 è da attribuirsi, secondo Cunningham, alla cometa periodica 1925 II (Schwassmann-Wachmann). La differenza fra la posizione osservata e quella calcolata non tenendo conto delle perturbazioni planetarie (particolarmente importanti per questa cometa) è di soli 11^m in AR e di 1° ½ in declinazione. La direzione e la grandezza del movimento concordano perfettamente col calcolo. Nel 1902 la cometa si trovava vicina all'afelio; dato che il suo splendore stimato sulle lastre è della 12ª grandezza, si deve concludere che essa dovette subire in quei giorni uno di quei subitanei aumenti di splendore di cui si è parlato nel fascicolo di maggio.

Al momento di andare in macchina apprendiamo della scoperta di un'altra cometa, questa volta brillantissima. Essa è stata scoperta il mattino del 10 agosto a Saragozza da P. M. Ryves, noto osservatore di stelle variabili. Le posizioni seguenti furono comunicate finora alla centrale di Copenaghen:

1931	T.U.	Posizione 1931.0		Grand.	Luogo	Osservatore
Agos. 10	3^h30^m	$7^h53^m.0$	+23°48'	—	Saragozza	P. M Ryves
12	4	7 42 .0	+24 19	5.5	»	»
14	9 29 .0	8 4 .32.5	+22 45 46''	4.0	Williams Bay	G. Van Biesbroeck

La cometa presenta una coda di 1° di lunghezza ed è visibile ad occhio nudo all'alba. Il suo moto la conduce rapidamente in direzione del Sole, in modo che dopo il 20 agosto essa cesserà di essere visibile. L'orbita della cometa non è stata ancora calcolata, ma dalle osservazioni si deduce che essa si trova vicina al nodo discendente e all'interno dell'orbita della Terra. È quindi poco probabile che la cometa diventi in seguito ben visibile per le nostre latitudini.

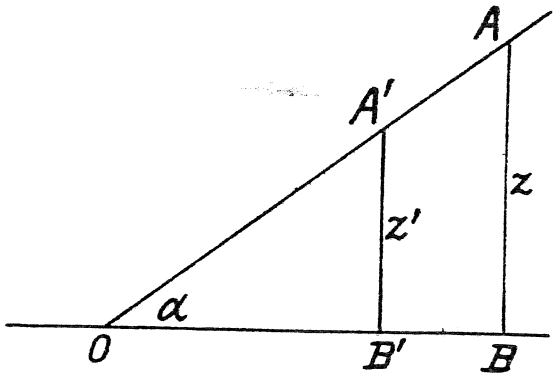
l. j.

UNA NUOVA CONFERMA DELL'ESISTENZA DI UNO STRATO ASSORBENTE NEL PIANO DELLA VIA LATTEA

Ai già citati lavori di Trümpler e Van de Kamp (1) sull'assorbimento della luce nel piano galattico è venuto ad aggiungersi di recente un breve ma importante articolo di K. F. Bottlinger e H. Schneller (2) in cui l'esistenza di tale assorbimento viene confermata con un metodo del tutto diverso da quelli finora seguiti nelle varie ricerche. Il metodo si basa sulla distribuzione spaziale delle cefeidi galattiche: di queste, come è noto (3), quelle a lungo periodo si raggruppano assai strettamente

(1) *Coelum*, aprile 1931, p. 92.
(2) *Zeitschrift für Astrophysik*, Bd. I, p. 339.
(3) *Coelum*, luglio 1931, p. 155.

intorno al piano della via lattea e perciò si prestano bene alla verifica dell'assorbimento. Le cefeidi presentano sulle altre stelle un grande vantaggio: che la loro distanza può essere determinata per tutte quando si conosce di ciascuna stella lo splendore apparente ed il periodo (1). Le distanze risulteranno naturalmente diverse a seconda che si tiene conto dell'assorbimento o no. Se ora si calcola per ciascuna cefeide la sua distanza dal piano galattino, questa — come è facile vedere, — risulterà pure influenzata dall'effetto dell'assorbimento. Sia infatti (v. la figura) OB la traccia del piano galattico; in O si trovi l'osservatore terrestre e in A la cefeide considerata, alla distanza AO calcolata non tenendo conto di un eventuale assorbimento. L'angolo α rappresenterà la latitudine galattica della cefeide.



Allora $AB = z = AO\ sen\ \alpha$ rappresenterà la distanza della cefeide dal piano galattico. Se si tiene conto dell'assorbimento della luce, la distanza della cefeide risulterà minore e la stella verrà ad essere situata p. es. in A'. Allora la nuova distanza dal piano galattico sarà $z' = A'B' = A'O\ sen\ \alpha$, che è minore del precedente valore z. Se dunque l'assorbimento esiste, le distanze dal piano galattico delle singole cefeidi, calcolate non tenendo conto dell'assorbimento stesso devono risultare più grandi di quanto sono realmente e la divergenza dovrà risultare tanto più forte, quanto più lontane sono le cefeidi con cui si ha da fare. In conseguenza di ciò si dovrà notare un aumento sistematico della distanza z delle cefeidi dal piano galattico col crescere della loro distanza, aumento che evidentemente non avrebbe nessuna ragione plausibile di esistere *in realtà*. Eseguendo i calcoli relativi, gli AA. trovano un aumento evidentissimo di z da 71 a 448 parsec per il crescere della distanza delle cefeidi da 0,6 a 16 Kiloparsec (1 Kiloparsec = 1000 parsec). Introducendo nel calcolo il valore trovato da TRÜMPLER per l'assorbimento, cioè $0^m.67$ per kiloparsec, l'aumento permane ancora, ma ridotto da 59 a 108 parsec. Perchè questo aumento di z (inspiegabile — ripetiamolo — se non si vuole ammettere l'esistenza di uno strato assorbente situato nel piano galattico) sparisca del tutto, bisogna ammettere un assorbimento ancora più forte di quello trovato da TRÜMPLER: circa $2^m.0$ per kiloparsec. Questo valore può sembrare a prima vista eccessivo, ma è corroborato da un altro fatto. Calcolando le distanze dal piano galattico per gli ammassi aperti

(1) *Coelum*, luglio 1931, p. 152-155.

che erano serviti a TRÜMPLER per ricavare il suo valore dell'assorbimento, si nota anche per essi un aumento progressivo di tale distanza col crescere del loro allontanamento. Per fare sparire un tale aumento bisogna ammettere anche qui un assorbimento di parecchio maggiore di quello ammesso da TRÜMPLER, ossia di circa 2^m per Kiloparsec come per le cefeidi.

Notiamo qui che non tutti gli astronomi sono concordi sull'esistenza reale di questo strato assorbente. SHAPLEY p. es. ammette che vi possano essere delle masse di materia oscura irregolarmente distribuite nello spazio, nega invece che si abbia una zona di assorbimento uniforme o quasi nel piano galattico. Per altro le stesse argomentazioni contrarie di SHAPLEY dànno adito alla possibilità di un assorbimento in latitudini galattiche estremamente basse e non contraddicono quindi affatto, in sostanza, coloro che ammettono l'esistenza dello strato assorbente.

l. f.

LA DISTANZA DEL CENTRO DELLA VIA LATTEA IN RELAZIONE CON L'ASSORBIMENTO DELLA LUCE NEL PIANO GALATTICO

La questione della rotazione della Galassia e della determinazione del suo centro è già stata trattata in uno degli ultimi fascicoli di *Coelum* (giugno 1931, pag. 132).

Nel N. 957 (1931 Giu. 5) dell'*Astronomical Journal* P. VAN DE KAMP si domanda quale influenza possa avere sulla determinazione della distanza di tale centro l'esistenza dello strato assorbente che recenti ricerche tendono a localizzare nel piano della Via Lattea. Escludendo le distanze calcolate mediante le costanti di rotazione della Galassia (ancora troppo incerte per poter servire di base a un calcolo) e non tenendo conto dell'assorbimento, si ottengono con diversi metodi distanze varianti da 14000 a 17000 parsec. Introducendo nel computo il valore trovato da TRÜMPLER ($0^m.67$ per kiloparsec) per l'assorbimento, la distanza media viene ridotta a 12-13000 parsec. Se invece si assume per l'assorbimento la costante di $2.^m0$ per kiloparsec trovata da BOTTLINGER e SCHNELLER, la distanza media risulta di 9000 parsec circa. Come si vede, lo strato assorbente ha una parte importante in tutte le determinazioni di distanze che hanno per base metodi fotometrici.

l. f.

LA CURVA DI LUCE DELLA NUOVA VARIABILE SCOPERTA DA VAN GENT

Come si ricorderà (*Coelum*, marzo 1931, pag. 68) recentemente fu scoperta all' Osservatorio di Johannesburg da H. VAN GENT una variabile il cui periodo risultò essere il più breve di quanti attualmente sono conosciuti ($0^d.069746$). Cinquantasei fotografie a breve posa (da 2 a 20^m l'una) eseguite col rifrattore di 26 pollici dell' Osservatorio di Johannesburg (succursale dell'osservatorio americano dell' Università di Yale, da non confondersi con l'*Union Observatory* pure di Johannesburg) hanno permesso a H. L. ALDEN (1) di costruire una curva di luce molto più esatta di quella

(1) *Astronomical Journal*, n. 958, 1931 luglio 14.

data da VAN GENT. Condizione essenziale per le osservazioni fotografiche di una variabile così rapida è la breve posa: a questa d'altra parte si oppone il debole splendore (14^m-15^m) della variabile; è necessario perciò ricorrere a grandi strumenti.

Le fotografie di VAN GENT erano state prese con pose di 30 minuti ciascuna, durata che costituisce un *terzo* del periodo della variabile. È comprensibile che la curva così ottenuta potesse essere solo approssimata. La curva costruita da ALDEN mostra delle curiosissime particolarità: l'aumento dello splendore della variabile si effettua lentamente con un' inflessione. Il massimo è acuto; la diminuzione che segue è dapprima enormemente rapida (da $14^m.1$ a $15^m.0$ in dieci minuti) poi più lenta fino al minimo. Gli estremi della variazione sono $14^m.05$ e $15^m.12$; l'ampiezza è quindi appena maggiore di una grandezza. Dalla curva di luce risulta chiaro che la variabile è una cefeide; essa è pertanto l'unica fra tutte le cefeidi a corto periodo conosciute che presenti una diminuzione più rapida dell'aumento. L'asimmetria della curva è veramente impressionante: nel primo tratto del ramo discendente la diminuzione si effettua ben sei volte più rapidamente che l'aumento.

Fra le cefeidi a lungo periodo una sola, secondo quanto risulta da una discussione dello scrivente, presenta un ramo discendente più rapido dell' ascendente. È questa BL Herculis: il suo periodo è di $4^d.217$ e di questo ben $2^d.71$ sono impiegati nell'aumento dello splendore.

l. j.

GEODESIA

LA FORMOLA NUMERICA INTERNAZIONALE PER LA GRAVITÀ NORMALE

Verso la metà del XVIII secolo CLAIRAUT, nell'ipotesi che la Terra fosse composta di strati omogenei limitati da superfici ellissoidiche coassiali di rotazione, ammettendo una certa legge per la variazione dell'eccentricità da un ellissoide all'altro, stabiliva la celebre formola che fino ai giorni nostri fu considerata il miglior ponte gettato tra le misure di gravità e le determinazioni dei parametri dell'ellissoide terrestre.

Doveva però passare più di un secolo prima che STOKES, in due memorie pubblicate nel 1849 venisse ad enunciare con il suo celebre teorema la possibilità di determinare univocamente la gravità in ogni punto esterno al pianeta data che sia una superficie di livello chiusa ed esterna ad esso, la massa e la velocità angolare; dimostrando in tal modo l' indipendenza del campo esterno della gravità dalla legge di distribuzione della massa nell' interno, indipendenza che libera la formola di CLAIRAUT da qualsiasi ipotesi intorno alla costituzione interna del pianeta, aumentandone in tal modo di gran lunga il suo valore per quanto riguarda le applicazioni allo studio della forma della Terra.

Il caso particolare del problema di STOKES riguardante la determinazione del campo gravitazionale esterno ad un pianeta, nel caso in cui l'assegnata superficie di equilibrio sia un ellissoide racchiudente tutte le masse, venne studiato dal Prof. PIZZETTI il quale diede alla fine dello scorso secolo la soluzione completa mediante formole finite. Per l'ellissoide di rotazione la gravità sulla superficie e nello spazio esterno risultò esprimibile mediante funzioni circolari inverse; come pure risultò esprimibile rigorosamente la relazione fra le costanti dell'ellissoide ed i valori della gravità al polo e all'equatore, la quale ridotta a forma approssimativa coincide con la formola di CLAIRAUT.

In questi ultimi anni il Prof. SOMIGLIANA riprendendo le ricerche, brillantemente le completa, le coordina e ne deduce, quasi immediatamente, dalle formole date dal PIZZETTI, altre semplicissime che hanno tutti i caratteri necessari per l'applicabilità numerica e pratica.

In particolar modo importante è il contributo che può portare questa teoria nella rappresentazione effettiva del campo reale della gravità normale alla quale debbono essere riferiti i valori della gravità osservata.

I primi a ritenere l'opportunità della scelta del campo gravitazionale ellissoidico, come campo normale della gravità, sono stati i Proff. LAMBERT e SOMIGLIANA.

Sotto il punto di vista teorico-meccanico, la definizione ellissoidica della gravità normale — come ha mostrato recentemente anche il Prof. SILVA — non può avere una base teorica propriamente detta.

Per questa ragione sembrerebbe logico che la superficie di riferimento dovesse essere uno degli sferoidi che discendono dalla teoria del potenziale delle masse fluide ruotanti, studiati da HELMERT, WIECHERT, DARWIN, nei quali l'ellissoide di rotazione rientra solo nel caso in cui la Terra sia supposta omogenea, cosa inammissibile.

Ma dopo l'adozione dell'ellissoide internazionale di Madrid come superficie di riferimento della direzione del settore gravitazionale era perfettamente logico di adottare anche per lo studio della grandezza del settore stesso, — ossia dell' intensità della gravità — gli stessi elementi. Osservando poi che lo scostamento tra l'ellissoide e uno qualunque degli sferoidi suddetti è molto piccolo, — il suo valore massimo essendo di circa un milionesimo del raggio medio terrestre — poco importa nella pratica il prendere l'una o l'altra di queste superfici come superficie di riferimento. Cosicchè anche se l'adozione di un ellissoide non presenta una base teorica rigorosa, ragioni pratiche di omogeneità, nel riferire le misure, l'opportunità di paragonare il campo di gravità reale con un campo rigorosamente definito, portano a considerare come campo di riferimento quello dell'ellissoide internazionale.

Molto si è scritto in questi ultimi anni in questo campo di ricerche; ricordiamo che la formola di SOMIGLIANA per la gravità normale, nel caso dell'ellissoide di rotazione, è stata sviluppata dal Prof. CASSINIS, in serie di rapida convergenza in funzione dello schiacciamento e del decremento relativo della gravità dell'equatore al polo. Il Prof. SILVA dopo aver esaminato i diversi modi secondo i quali si può definire la gravità normale, fissava anche il valore della gravità equatoriale) $\gamma_0 = 978{,}049$ cm sec^{-2} meglio accordantesi con il complesso delle misure gravimetriche fino ad ora eseguite.

Di modo che la formola internazionale per la gravità normale presentata dal Prof. CASSINIS, anche a nome del Prof. SOMIGLIANA, accolta all'unanimità alla recente Assemblea di Stoccolma dell' Unione Geodetica e Geofisica Internazionale, si può scrivere

$$\gamma_0 = 978.049\ [1 + 0.0052884\ \sin^2\varphi - 0.0000059\ \sin^2 2\varphi]$$

avendo posto per l'ellissoide internazionale di Madrid: asse maggiore 6378380; schiacciamento $\frac{1}{297}$, e per la velocità angolare di rotazione della Terra 0,000072921.

s. b.

NUOVA EDIZIONE DELL'OPERA *DE REVOLUTIONIBUS* RIPRODUCENTE IN FOTOTIPIA L'INTERO MANOSCRITTO AUTOGRAFO DI NICOLÒ COPERNICO

L'Osservatorio di Praga ha intrapreso, per suggerimento dell'Unione astronomica internazionale, la pubblicazione del manoscritto autografo di Copernico, col consenso del conte Nostitz, suo fortunato proprietario. Si sa che l'unica edizione completa di quest'opera immortale, che vide la luce vivente l'autore, fu curata dal suo amico e discepolo G. G. RETICO nella lontana Norimberga (1543). È strana la diversità di lezione che in più punti si riscontra fra lo scritto e lo stampato, poichè si sa con sicurezza che il manoscritto nostitziano, di cui stiamo parlando, fu posseduto dal RETICO, che lo lasciò morendo al suo erede Valentino Ottone (1547); successivamente il prezioso codice passò in proprietà del prof. Christmann di Heidelberg (1603) e più tardi del boemo G. A. Comenius (1614); per poco non andò distrutto, col resto della biblioteca del Comenius, durante la guerra dei trent'anni, nel sacco di Fulnek. Nel 1626 il conte Ottone Nostitz lo assicurò alla sua famiglia che lo custodisce tuttora. Soltanto nel 1840 però fu riconosciuto dal dottor HILLARDT come autografo del gran NICOLÒ, così che tutte le ristampe del *De Revolutionibus* furono condotte sulla già ricordata edizione principe del 1543.

L'Italia che giustamente considera COPERNICO come un frutto maturato nelle sue famose scuole del Rinascimento, che il geniale alunno frequentò per quasi otto anni, Bologna (1496-1500), Roma (1500), Padova (1501-1503), plaude alla nobile iniziativa della nazione boema, ed il lettore che desiderasse un esemplare della nuova edizione (che si farà soltanto se sarà adeguato il numero dei sottoscrittori) potrà prenotarlo presso l'Osservatorio astronomico di Praga, il cui indirizzo esatto è: *Observatoire national de la Rep. tchecoslovaque Klementinum, Praha.* Il manoscritto consta di 212 fogli: il volume che lo riproduce costerà ai sottoscrittori più solleciti (fino al primo ottobre del corrente anno) Lire italiane 680, dopo quell'epoca L. 850.

ADUNANZE DEL COMITATO ASTRONOMICO NAZIONALE E DELLA SOCIETÀ ASTRONOMICA ITALIANA

Durante il Congresso della *Società Italiana per il progresso delle Scienze* che avrà luogo quest'anno a Milano nella seconda decade di settembre si riuniranno pure il Comitato astronomico nazionale e la Società astronomica italiana in giorno da destinarsi.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI SETTEMBRE 1931

I PIANETI

Mercurio: In congiunzione inferiore col Sole il 5 settembre. Incomincia ad essere visibile all'alba all'orizzonte orientale, verso il 13 settembre. Il suo splendore va aumentando rapidamente e cresce pure la sua distanza dal Sole. Il 21 settembre raggiunge la massima elongazione dal Sole, a 17°50′ verso Ovest. Questa distanza è una delle minime fra quelle che Mercurio raggiunge nelle sue elongazioni, cadendo la data dell'elongazione massima appena 34 ore prima di quella del perielio del pianeta. Ciò nonostante l'elongazione presente sarà una delle più favorevoli per le nostre latitudini a causa della declinazione di Mercurio, assai più boreale di quella del Sole. Il 21 settembre il pianeta sorgerà $1^h\,3/4$ prima del Sole e presenterà lo splendore di una stella della grandezza $-0^m.1$. La sua visibilità perdurerà buona fino alla fine del mese. Il 30 settembre sorge ancora $1^h\,1/4$ prima del Sole ed appare della grandezza stellare $-0^m.9$. Durante tutto il mese Mercurio rimarrà nella costellazione del Leone, presso ρ nei giorni dal 15 al 20, poi fra ρ e χ fino al 24. Il 24 settembre passerà assai vicino a χ ed il 27 presso σ.

Venere: Invisibile. In congiunzione superiore col Sole l'8 settembre.

POSIZIONE DEI PIANETI (a 0^h T. U.)

	5 Settembre		15 Settembre		25 Settembre	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio ..	$10^h45^m.9$	+ 3°44′	$10^h29^m.6$	+ 8°34′	$11^h\,3^m.2$	+ 7°38′
Venere	10 50.6	+ 8 53	11 36.6	+ 4 3	12 22.2	— 1 0
Marte	13 20.7	— 8 27	13 45.5	— 10 58	14 11.2	— 13 24
Giove	8 53.6	+ 18 0	9 1.7	+ 17 28	9 9.3	+ 16 56
Saturno ...	19 13.2	— 22 19	19 12.3	— 22 21	19 12.2	— 22 22
Urano	1 10.2	+ 6 43	1 9.0	+ 6 36	1 7.6	+ 6 27
Nettuno ..	10 31.3	+ 10 4	10 32.6	+ 9 56	10 34.0	+ 9 49
Plutone ...	7 32.1	+ 22 8	7 32.9	+ 22 7	7 33.4	+ 22 7

Marte: Si sperde nei crepuscoli della sera fra le brume dell'orizzonte occidentale. Il 14 settembre potrà essere ricercato, circa 3° sopra la falce lunare, poco dopo il tramonto del Sole. Il suo splendore sarà quello di una stella di 2ª grandezza. Percorre con moto diretto la costellazione della Vergine.

Giove: Rifulge al mattino, poco alto sull'orizzonte orientale, contrastando vivamente per il suo splendore con le deboli stelle del Cancro che va attraversando rapidamente con moto diretto. Il 9 ed il 10 settembre apparirà relativamente vicino alla falce lunare. Il 15 settembre il suo diametro polare apparente misurerà 30″.4; il suo splendore sarà della grandezza stellare $-1^m.4$.

Saturno: Astro della sera, nel Sagittario, presso π. Il 21 settembre è stazionario; il 20 passa in larga congiunzione con la Luna. Il 15 settembre presenta un diametro polare apparente di 15″.6; l'asse maggiore degli anelli è di 39″.3; la sua grandezza stellare è $0^m.6$.

Urano: Sorge alla sera, nei Pesci. Per rintracciarlo, vedi la cartina pubblicata nel fascicolo di maggio. Il 15 settembre, diametro apparente 3″.6; grandezza stellare $5^m.9$. È ben visibile con un binocolo.

Nettuno: Potrà essere ricercato con un binocolo oppure con un piccolo cannocchiale verso gli ultimi giorni del mese, con l'aiuto della cartina pubblicata nel fascicolo di gennaio. La sua vicinanza a ρ Leonis ne faciliterà l'identificazione.

Plutone: Nei Gemelli, invisibile nei piccoli telescopi.

Fasi lunari: U. Q. il 5 a $8^h\,21^m$; L. N. il 12 a $5^h\,26^m$; P. Q. il 18 a $21^h\,37^m$; L. P. il 26 a $20^h\,45^m$.

Luna perigea il 12 a 18^h; apogea il 27 a 4^h.

Configurazioni planetarie nel mese di Settembre 1931

Giorno 1 a 1^h: ♁ ☌ ☾ . . . . . ♍ 2° 7′ S.
» 4 » 11 : ☿ ☌ ♀ . . . . . ☿ 5° 45′ S.
» 5 » 1 : ☿ ☌ inferiore ☉
» 7 » 9 : ☿ ☌ χ Leo . . . . . ♌ 0° 4′ S.
» 9 » 17 : ♎ ☌ ☾ . . . . . ♎ 3° 58′ S.
» 10 » 7 : ☿ ☌ ♆ . . . . . ☿ 3° 51′ S.
» 10 » 21 : ♀ ☌ σ Leo . . . . . ♌ 0° 18′ N.
» 11 » 8 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 5° 4′ S.
» 11 » 8 : ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 2° 5′ S.
» 12 » — : Eclisse di ☉ invisibile in Italia.
» 12 » 7 : ♀ ☌ ☾ . . . . . ♀ 0° 2′ S.
» 14 » 11 : ☿ stazionario.
» 14 » 22 : ♂ ☌ ☉ . . . . . ♂ 2° 13′ N.
» 17 » 8 : ☿ ☌ ♆ . . . . . ☿ 0° 56′ N.
» 20 » 13 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 5° 17′ N.
» 21 » 2 : ☿ mass. elongazione dal ☉ . . ☿ 17° 50′ W.
» 21 » 20 : ♄ stazionario.
» 23 » 18 : ☿ ☌ η Vir . . . . . ♌ 0° 4′ N.
» 24 » 1 : ☉ entra in ♎, inizio dell'autunno astronomico.
» 24 » 17 : ☿ ☌ χ Leo . . . . . ♌ 0° 4′ S.
» 26 » — : Eclisse di ☾ visibile in Italia.
» 27 » 14 : ☿ ☌ σ Leo . . . . . ♌ 0° 1′ S.
» 28 » 5 : ♁ ☌ ☾ . . . . . ♍ 2° 3′ S.

Effemeridi dei passaggi del Sole al meridiano dell'Etna (15° Est Greenw.)

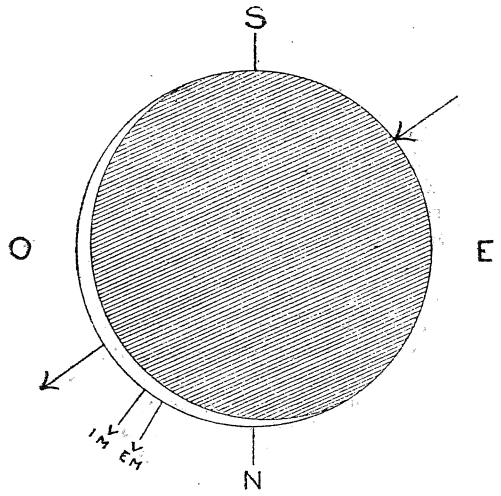
1931 Settem.	Passaggio al meridiano	1931 Settem.	Passaggio al meridiano	1931 Settem.	Passaggio al meridiano
1	$12^h\ 0^m\ 12^s.8$	11	$11^h\ 56^m\ 54^s.0$	21	$11^h\ 53^m\ 22^s.7$
3	11 59 34.8	13	11 56 12.3	23	11 52 40.4
5	11 58 55.8	15	11 55 30.1	25	11 51 58.5
7	11 58 16.0	17	11 54 47.7	27	11 51 17.2
9	11 57 35.3	19	11 54 5.1	29	11 50 36.7

l. j.

Settembre 1931 – Occultazioni lunari di stelle visibili nell'Italia Settentrionale e Centrale

Giorno	Stella	Gr.	Fenom	Pino Torinese Long. — $0^h31^m.1$; lat. + 45°2′ T. M. Gr.	P	a	b	Firenze (Arcetri) Long. — $0^h45^m.0$; lat. + 43°45′ T. M. Gr.	P	a	b	Età della Luna	Note
4	χ Tau	5.3	Em.	$21^h56^m.0$	302°	—$0^m.1$	+$0^m.5$	—	—	—	—	22^h	
7	W. Z. C. 452	6.8	Em.	3 0.0	291	—1.1	+0.7	—	—	—	—	25	
14	α Vir (Spica)	1.2	Imm.	9 21.0	128	—0.4	+0.2	$9^h22^m.0$	128°	—$0^m.5$	+$0^m.1$	2	
»	»	»	Em.	10 22.5	302	—0.8	+0.2	10.25.0	303	—0.9	+0.1	2	
26	BD — 0°32	(9.0)	Imm.	20 2.0	111	—1.8	+1.5	—	—	—	—	—	(1)
»	»	»	Em.	20 41.5	175	+0.2	+3.0	—	—	—	—	—	(1)
27	171 B. Psc.	6.3	Imm.	—	—	—	—	20 20.0	80	—1.1	+1.7	15	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	21 25.0	304	—0.5	+2.4	15	
29	27 Ari	6.4	Imm.	22 58.5	345	—	—	22 50.0	1	+0.4	+3.6	17	
»	»	»	Em.	23 24.5	306	—	—	23 37.0	288	—2.8	0.0	17	
30	ζ Ari	4.8	Imm.	—	—	—	—	19 52.0	103	—0.1	—1.2	18	
»	»	»	Em.	20 41.0	210	+0.4	+2.2	20 37.0	204	+0.4	+2.3	18	

(1) Durante l'eclisse lunare.



L'occultazione di α Virginis (Spica) del 14 settembre, veduta da Arcetri.
(Le freccie con le indicazioni *Im.* ed *Em.* danno la direzione della verticale al momento dell'immersione e dell'emersione rispettivamente).

I tempi dell'Immersione e dell'Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per gli Osservatori di Pino Torinese e Firenze (Arcetri), le cui coordinate si trovano sulla testata delle rispettive colonne.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della Luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti a e b sono le variazioni del tempo dell'occultazione che corrispondono ad uno spostamento del luogo di osservazione di 1° in longitudine e 1° in latitudine, rispettivamente. Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi e decimi* e presi coi segni:

$\Delta\lambda$ positivo verso Ovest e negativo verso Est
$\Delta\varphi$ positivo verso Nord e negativo verso Sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine dal luogo (Torino o Firenze) per cui è dato il tempo T_o del fenomeno, allora il tempo approssimativo T per il luogo di osservazione è dato da

$$T = T_o + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.
w. p. h.

L'eclisse parziale di Sole del 12 settembre 1931

Questa eclisse sarà visibile soltanto in una parte ristretta del globo e precisamente sulle coste dell'Alaska e nello stretto di Bering. All'istante della fase massima dell'eclisse generale il disco del Sole apparirà intaccato per 0.047 del suo diametro solamente. Ecco le fasi dell'eclisse:

Principio dell'eclisse generale	5^h13^m0
Fase massima	5 41.2
Fine dell'eclisse generale	6 9.5

L'eclisse totale di Luna del 26 settembre 1931

La sera del 26 settembre avrà luogo un'eclisse totale di Luna col seguente orario:

Ingresso della Luna nella penombra	17^h40^m6
Ingresso della Luna nell'ombra	18 54.2
Principio dell'eclisse totale	20 5.5
Fase media dell'eclisse totale	20 48.0
Fine dell'eclisse totale	21 30.5
Egresso dall'ombra	22 41.7
Egresso dalla penombra	23 55.3

In Italia la Luna sorgerà verso le 18 ore (a Bologna a $18^h\,2^m$) e perciò sarà visibile interamente l'eclisse da parte dell'ombra; sarà inosservabile invece la prima parte dell'eclisse dovuta alla penombra, parte poco importante per le osservazioni. La grandezza dell'eclisse sarà di 1.326 unità del diametro lunare.

L'intaccatura da parte dell'ombra avrà inizio nel punto del disco lunare distante 45° dal punto Nord, contando i gradi nel senso Nord-Est-Sud-Ovest; l'egresso dall'ombra avverrà alla distanza di 257° dal punto Nord nel senso sopradetto.

l. j.

OCCASIONISSIMA Vendesi cannocchiale astronomico con obbiettivo di 110 mm., costruito da ottima Casa, corredato da cinque oculari, dei quali uno terrestre, da 70 a 275 ingrandimenti, cannocchiale cercatore piede tipo Cauchoix. — A. Trevisan, Castelfranco Veneto.

Responsabile: G. Horn - D'Arturo

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-IX

Volume ed Anno I Settembre 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

E. BIANCHI

GIOVANNI KEPLERO

(Continuazione e fine)

Anche Tycho Brahe, come Lutero ed altri, era fisso nel convincimento che Copernico fosse in netto conflitto con le Sacre Scritture; Keplero, invece, non era trattenuto da preconcetti di tale natura, e potè quindi dare pieno sviluppo alle sue ricerche sulle osservazioni di Marte; sviluppo che fu tanto più libero e conclusivo in quanto Tycho Brahe nel 1601 veniva a morte, e Keplero, (nominato Matematico Imperiale al suo posto, sia pure con stipendio dimezzato e non sempre regolarmente corrisposto), restava in esclusivo possesso degli scritti e delle misure del suo predecessore.

L'acutezza di mente di Giovanni Keplero appare davvero singolare sol che si consideri l'uso che egli seppe fare di quelle misure.

Pienamente persuaso di dover subordinare ogni teoria alla prova dei fatti considerati con giusta ragione critica, dopo aver raggiunto una prima conclusione teorica, non ne fu soddisfatto, perchè l'acuta sua mente lo induceva a riconoscere in talune deviazioni delle osservazioni di Tycho rispetto a quella teoria, non già delle imperfezioni delle misure, bensì una imperfezione della teoria stessa.

E scrive: « Giacchè la divina bontà ha dato a noi in Tycho Brahe un osservatore molto accurato, le cui osservazioni, come è dimostrato in questi calcoli, sono affette dell'errore di 8 primi (d'arco), è giusto che noi dobbiamo riconoscere con gratitudine e far uso di questo dono di Dio... E se non possono essere trascurati, *questi 8 primi soli aprono la strada alla completa riforma dell'astronomia* e formano l'argomento trattato in questa parte di quest'opera ».

Così egli scrive in quei « *Commentarii sui movimenti di Marte* » che preludevano alla maggior opera sua. È ben ammirevole la profondità di critica e la imperturbabilità e serenità di mente che traspaiono da queste parole, degne davvero di uno spirito scientifico altissimo.

Dopo aver avanzato ipotesi su ipotesi, dopo lunga ed ardua fatica di lunghi e laboriosi calcoli, arrivò egli così alla scoperta delle due prime sue famose leggi, delle quali l'una dice che i pianeti descrivono attorno al Sole delle orbite piane

ed ellittiche con il Sole in uno dei due fuochi, l'altra che le aree descritte dal raggio che va dal Sole al pianeta sono proporzionali ai tempi impiegati a descriverlo.

Tale scoperta fu da KEPLERO resa pubblica nel 1609 con l'opera famosa ora ricordata e che denominasi « *Astronomia nova* » o anche, come dicemmo, « I Commentarii sui movimenti del pianeta Marte ».

Colla prima legge venne corretta l'assunzione copernicana che ammetteva le orbite dei pianeti tutte circolari; colla seconda si stabilisce il ritmo di variazione della velocità dei pianeti nelle diverse parti dell'orbita; velocità massima in vicinanza del sole, velocità minima nei tratti dal sole più lontani.

Così, e solamente così, trovavano spiegazione le apparenti anomalie di moto del pianeta Marte visto dalla Terra. E giustamente KEPLERO coronò con il simbolo della Vittoria quella figurazione geometrica attraverso la quale era giunto alla dimostrazione dell'assunto!

***

Raggiunta la scoperta per il caso dell'orbita di Marte, KEPLERO, che aveva ferma fede nell'armonia dell' Universo, armonia da lui già intravvista nell'entusiastico « *Mistero Cosmografico* », ben presto fu certo che quelle due leggi fossero estensibili a tutti i pianeti del sistema solare, Terra compresa.

E maturò il piano dell'opera più vasta dedicando l' « Astronomia Nova » all' imperatore Rodolfo II con una invocazione che è insieme una affermazione dei nuovi propositi, e una bella, abile dimostrazione all' imperatore della necessità di mezzi pel compimento dell' impresa.

Paragona egli lo studio fatto sul primo pianeta, ad una lotta contro il dio della guerra, Marte; il dio ribelle, che appare così condotto, vinto e schiavo, ai piedi dell' imperatore, obbligato ormai a comportarsi, per l'avvenire, secondo i canoni della lealtà, vale a dire, in obbedienza alle leggi planetarie scoperte. Accenna poscia ai molti altri parenti di Marte (Giove, Saturno, Venere e Mercurio) che è bene andare a catturare anche essi lassù nel cielo con una spedizione (ecco il vaticinio della estensione di quelle leggi a tutto il sistema solare), per la quale occorre quel nerbo di guerra (leggi danaro) che l' imperatore doveva dare a lui onde permettergli di raccogliere un esercito adeguato allo scopo.

Noi non sappiamo fino a qual grado ascoltasse Rodolfo l' invocazione di KEPLERO; sappiamo però che la invocata spedizione deve aver avuto luogo, perchè KEPLERO estese a tutti i pianeti le sue prime due leggi consacrando i risultati nell'altra opera che denominasi « *L' Epitome della astronomia di Copernico* »; non solo, ma nel 1619, dieci anni dopo l'annunciazione delle due prime, egli potè coronare la sua legislazione del sistema solare, promulgando la terza legge che collega le dimensioni delle orbite dei vari pianeti coi tempi che essi impiegano a percorrerle intere; legge per la quale, appunto, vige proporzionalità fra i quadrati dei tempi di rivoluzione di due pianeti qualunque attorno al sole e le terze potenze delle rispettive distanze medie dal sole stesso. Tale nuova scoperta è scritta nel celebre suo libro: « *L'Armonia del Mondo* » (*Harmonices Mundi Libri V*).

E così, se prescindiamo dalla divinazione della forza misteriosa alla quale vanno ascritti tutti i moti celesti (divinazione, come già dicemmo, riserbata ad ISACCO NEWTON), l'edificio Copernicano appariva ormai ben corretto nella sua struttura e governato da principii generali che nessuno ormai poteva più scardinare. Talchè vivissimo è lo sprazzo di luce e di sicura gloria che gettano sul nome di KEPLERO quelle sue leggi.

Per esse tutte le molteplici fantasticherie ed ipotesi che nel corso di ben 20 secoli erano state successivamente avanzate a spiegazione dell'organamento dei moti planetarii, dileguarono fugate dalla stringente ed insuperabile verità nuova; per esse, come dice lo stesso KEPLERO, « i pianeti e la terra stessa si librarono nello spazio come uccelli nell'aria ».

Tanto che riteniamo superfluo di fare un esame, sia pur breve, della rimanente opera di KEPLERO da noi fin qui non considerata.

Così, ad esempio, crediamo inutile spendere parole per discutere se e fino a qual punto si debba, nella concezione di KEPLERO, identificare colla gravitazione universale newtoniana la forza avente sede nel Sole, da KEPLERO precisata come dominatrice dei moti planetarii. E nemmeno crediamo di dover parlare qui di molte altre sue scoperte nel campo del sistema solare.

Si discute da taluno circa il valore intrinseco del suo Trattato sulle « *Comete* » e circa la esattezza o meno del fatto che GIOVANNI KEPLERO prestasse fede alla influenza di tali astri sul corso delle vicende umane.

Per noi, più che tutto il resto, appaiono parole di serena e sicura fede scientifica quelle colle quali egli afferma che « vi sono molti argomenti per provare il movimento annuo della terra attorno al Sole, come vi sono comete in cielo ». a significazione dei suoi convincimenti circa l'esistenza di un gran numero di comete ed insieme circa la ineluttabilità della postulazione eliocentrica.

***

Ma è bene che volgiamo ormai alla fine di questo discorso.

Nel 1612, succeduto a Rodolfo il fratello Mattia poco amante delle scienze, KEPLERO si venne a trovare in posizione precaria, tanto che, pur conservando le sue funzioni di Matematico Imperiale, onde assicurarsi un po' di salario dovette accettare il posto di docente di Matematica alla scuola superiore di Linz in Alta Austria. Ed a Linz, rifiutata la cattedra di matematica offertagli da Bologna nel 1617, e rifiutato del pari l' invito fattogli da Giacomo I di passare alla Corte inglese, avrebbe potuto continuare in pace l'opera sua se i torbidi religiosi e politici dai quali, come vedemmo, scaturì poi la guerra dei trent'anni e sopratutto l' infierire della lotta cattolica contro i protestanti, non lo avessero obbligato nel 1626 ad abbandonare quella città per rifugiarsi ad Ulm; dove, nel 1627, diede alla luce la sua opera di maggior mole, se non di maggiore importanza assoluta; quelle « *Tavole Rudolfine* », cioè, già da noi ricordate, e che vanno considerate come il risultato della collaborazione di due grandi uomini: TYCHO BRAHE e GIOVANNI KEPLERO, l'uno concettualmente agli antipodi dell'altro per quanto concerne l'organamento del mondo solare.

Nel 1630, ormai stanco per le continue vicende della sua agitatissima vita, KEPLERO si vide costretto a recarsi a Regensburgo, per reclamare dalla Dieta i molti arretrati di stipendio non ancora avuti. Ma per le fatiche del viaggio ammalò e quivi morì nel cinquantanovesimo anno di età.

***

La vita e l'opera di Giovanni KEPLERO inducono a considerazioni diverse che in parte abbiamo già fatto nel corso del nostro dire.

Qui vogliamo conchiudere con una considerazione di ordine particolare ed una di ordine generale.

Non ci sembra fuori di luogo una domanda: Qual corso avrebbe mai avuto la indagine astronomica dopo COPERNICO se KEPLERO non fosse stato condotto dalle vicende politico-religiose del tempo ad unirsi a quel TYCHO BRAHE che solo possedeva nelle sue osservazioni il mezzo per decidere circa l'effettiva struttura del sistema solare; e che, infatuato del suo sistema geocentrico, certo non sarebbe mai assurto alla verità? Chi mai, alla morte di TYCHO, sarebbe stato il nuovo possessore ed utilizzatore di quelle preziosissime misure di Marte?

Ben può dirsi che le avversità dalle quali fu travagliata la vita di GIOVANNI KEPLERO parvero predisposte perchè egli, nella sofferenza, dovesse trovare il conforto di veder compiuto il trionfo della sua persuasione eliocentrica.

GIOVANNI SCHIAPARELLI in una bellissima lettera polemica al Padre MÜLLER che aveva creduto di poter muovere rimprovero a GALILEO per una non sufficiente valutazione della terza legge di KEPLERO, così scrive dell' « Armonia del Mondo » e di quella legge:

« Per quanto concerne la terza legge, io perdono facilmente a GALILEO che egli non abbia saputo riconoscerne l' importanza. L' ha forse riconosciuta il P. RICCIOLI tanto più studioso delle opere altrui e tanto bene informato di ciò che si faceva dagli astronomi di quel tempo? Quella legge rimase occultata nell' immenso oceano di fantasticherie onde si compone il grosso volume dell' « Harmonices Mundi ».

« Ciò che nocque ad essa e in generale a molte delle cose di KEPLERO fu l'abbondanza veramente eccessiva di speculazioni sfrenate e fantastiche appena tollerabili in un pitagorico o in un neoplatonico dell'antico stampo. Egli, non ricercava metodicamente al modo che, dietro l'esempio di GALILEO, usano i moderni, seguendo un procedimento logico nel quale, date le premesse, tutti debbono consentire, ma tirava ad indovinare, con una straordinaria potenza di speculazione, il vero stato delle cose. E se non faceva falsa strada si deve attribuire a ciò, che la sua immaginazione aveva per contrappeso una lealtà ed una sincerità senza pari, sicchè era pronto a respingere le proprie fantasie appena avesse ragione di dubitarne. Questo sistema, molto per forza di genio, e anche un po' per fortuna, lo condusse a grandi scoperte, ma difficilmente avrebbe dato buoni frutti in mano di un altro ».

In queste parole, che forse nel significato strettamente letterale oltrepassano di alcun poco lo stesso convincimento in proposito del grande astronomo di Brera,

è tuttavia data una pittura della personalità potente di GIOVANNI KEPLERO, ben degno di essere chiamato tenace, libero, onesto ed intelligentissimo indagatore del corso dei cieli.

Tenace; perchè solo una costanza irreducibile, e che non conosce difficoltà e tempo, poteva condurlo in porto, attraverso le mille incognite che presentava allora il problema di porre la concezione copernicana sulla base di leggi generali.

Libero; perchè solo svincolandosi dalle pastoie delle postulazioni filosofiche e delle interferenze dogmatiche, aveva sentito di poter conseguire la vittoria.

Onesto; perchè solo una struttura intellettuale capace di rigettare qualunque ritrovato che non fosse rigorosamente documentabile poteva condurlo alla meta della verità.

Intelligentissimo: perchè solo una mente nutrita di vivacissimo ingegno poteva fargli intravvedere dapprima, e poi capire, quale era il significato effettivo delle anomalie presentate dalle osservazioni di Marte fatte da TYCHO; nel senso che esse anomalie null'altro rappresentavano che questo: la necessità di sostituire alla ipotesi di orbite circolari, un'altra ipotesi che fu quella delle orbite ellittiche.

Soltanto uno studio paziente ed intelligente; solo un alto e vero senso scientifico potevano aiutare a compiere il miracolo; che era, pensiamoci bene, non solo di mettere il Sole invece della Terra al comando effettivo di tutte le orbite planetarie, ma metterlo per di più non già nel centro di esse, bensì eccentrico, vale a dire in uno dei due fochi delle ellissi orbitali.

E tutto ciò in un'epoca nella quale nulla ancora si sapeva della forza misteriosa che doveva essa sola essere assunta come determinante di un tale assetto, e nella quale non erano pochi e poco autorevoli coloro che persistevano a rigettare la concezione eliocentrica di COPERNICO.

Oggi, con l'animo libero da preconcetti e da pressioni tradizionali ed ormai imbevuto delle verità dell'universo, ci è facile affacciare delle riserve od anche delle critiche. Ma riportiamo un poco colla mente e col sentimento a quei tempi burrascosi; guardiamo in faccia e misuriamo nel loro valore efficiente le opposizioni di allora ad ogni convincimento che non fosse in accordo colle credenze e colle posizioni filosofiche dominanti; pensiamo all' immane sforzo spirituale che era necessario per liberare il pensiero dal peso enorme delle apparenze celesti, tutte concordi nel trascinare ad una concezione geocentrica; consideriamo lo stato ancora bambino della tecnica strumentale, capace soltanto di permettere misure di scarsa precisione; teniamo presenti, infine, la immaturità e tenuità dei postulati fisico-meccanici noti a quei tempi.

Ci sarà facile allora, e soltanto così, adeguatamente capire e misurare in tutto il suo vero valore la grandezza spirituale e morale di questi precursori. Comprenderemo allora la necessità di dare venia alle manchevolezze piccole e grandi, per fissarci soltanto sul significato immenso delle loro benemerenze che vanno ricordate e meditate non solo in loro gloria e memoria, ma anche, e sopratutto, a nostro ammonimento.

***

Ma nel dire « a nostro ammonimento », ho sbagliato. No! Noi che della ricerca scientifica, serena e pura abbiamo fatto ragione essenziale della nostra vita, non sentiamo nessun bisogno di essere ammoniti circa il valore spirituale di queste sì alte conquiste del pensiero.

Ne sono invece bisognosissimi tutti coloro i quali, dibattuti e schiavi nel meschino e compassionevole circolo vizioso dei loro apriorismi filosofici, non arretrano nemmeno di fronte alla bestemmia colla quale vorrebbero balbettare di crisi mortale della scienza d'oggi.

No! La scienza vera, che essi non sanno, quella che si appoggia sulle basi granitiche gettate dei precursori, che non conosce dogmi aprioristici, e che dalla sua stessa incorruttibilità è lanciata verso mete sempre più feconde, non è in pericolo affatto. Può avere delle crisi; del tipo di quella che, per la Fisica, FRANCESCO SEVERI seppe, giorni fa, magistralmente dipingere ed interpretare.

Ma non è permesso che interloquiscano in proposito coloro i quali, colle loro facilissime fantasticherie, una sola cosa dimostrano: e cioè di non capire nemmeno che trattasi di crisi benefiche di potenza e non già di crisi pericolose di vitalità.

Crisi di potenza, che null'altro testimoniano se non la piena e superba vigoria della speculazione scientifica odierna, capace di assurgere alle più belle verità, si riferiscano esse, ad esempio, alla struttura ed essenza del microscopico sistema dell'atomo, oppure alla struttura ed essenza dell'immane sistema universale. Verità che la storia del pensiero, se capìta, insegna essere raggiungibili soltanto colla sofferenza severa e colla indomita tenacia, attraverso periodi storici fondamentali, dei quali quello impersonato dai nomi di NICCOLO COPERNICO, GIOVANNI KEPLERO, GALILEO GALILEI ed ISACCO NEWTON è esemplare luminosissimo e, nel senso che ho detto, davvero ammonitore.

LUIGI JACCHIA

LE STELLE VARIABILI

(Continuazione, vedi fascicolo precedente)

VIII. – LE STELLE DEL TIPO β CEPHEI E LE VARIABILI RILEVATE DALLA CELLULA FOTOELETTRICA

Attualmente si ritengono collegate con le cefeidi alcune stelle di classe spettrale compresa fra B e F che offrono una variazione assai piccola ed estremamente rapida con periodo sensibilmente costante. La loro curva di luce sembra variabile col tempo; a ragione della loro piccola ampiezza esse sono difficilmente studiabili e le loro osservazioni fotometriche vengono compiute impiegando esclusivamente delle cellule fotoelettriche, sensibilissime alle più piccole variazioni di splendore. Gli spettri di queste stelle rivelano, per tutte, velocità radiali variabili in modo sincrono con la variazione della luce, come nelle cefeidi. Le stelle che presentano queste caratteristiche sono dette del tipo β *Cephei* o *pseudo-cefeidi*.

Alcune stelle *invariabili* offrono il carattere spettroscopico di queste stelle Poichè nelle *variabili* del tipo β Cephei si osservano talvolta ampiezze appena sensibili ($0^m.02$), tali da rendere persino dubbia la variazione di luce, non c'è ragione alcuna per non incorporare in questo gruppo anche quelle stelle invariabili che hanno un comportamento spettrale analogo ad esse. Pertanto anche queste ultime stelle vengono classificate fra le pseudo-cefeidi.

Diamo qui sotto l'elenco delle stelle che finora sono state riconosciute appartenere a questo tipo. Il periodo in tutti è casi è stato determinato spettroscopicamente, giacchè riesce assai più facile studiare le variazioni spettrali di queste stelle che quelle luminose.

Stella	Ampiezza	Periodo	Spett.	Stella	Ampiezza	Periodo	Spett.
τ Cyg	0^m00	$0^d.143$	Fon	β CMa	0^m00	$0^d.25130$	B1k
γ UMi	0.05	0.14335	A2n	γ Boo	0.05	0.29030934	A3n
γ Lyr	0.04	0.15	B9sp	β UMa	0.02	0.31234	A0
ν Eri	0.1	0.15430	B2	ε UMa	0.038	0.95203	A2s
g UMa	0.00	0.155	A1n	20 Tau	0.00	?	B9s
δ Cet	0.00	0.16122	B2	μ Tau	0.00	?	B3
β Cep	0.05	0.1904795	B1s	ι Aql	0.00	?	B5
12 Lac	0.13	0.193089	B2n	9 Cep	0.00	?	B2p

Le numerose osservazioni fotoelettriche di stelle lucide ($> 7^m.0$) eseguite all'Osservatorio di Babelsberg da GUTHNICK, PRAGER e dalla sig.na GÜSSOW hanno rivelato l'esistenza di numerose stelle, principalmente delle classi spettrali B ed A, la cui luce è variabile di pochi centesimi di grandezza. Nella maggior parte dei casi l'esame spettroscopico ha mostrato per esse velocità radiali variabili; non è stato sempre possibile, però, di mettere d'accordo le misure fotometriche con quelle della velocità radiale. La variazione di alcune di queste stelle si svolge uniformemente secondo una curva di luce pressochè sinusoidale. È quasi sicuro che tali variazioni dipendono dalla rotazione rapida della stella che ha effetto di darle l'aspetto di un ellissoide di Jacobi; l'atmosfera di queste stelle avrebbe qui una parte secondaria, tale da non produrre una variazione sul tipo delle Cefeidi come si potrebbe prevedere in base alla teoria di Jeans. Per altre stelle invece la variazione si compie senza ordine apparente e la spiegazione della loro variabilità rimane ancora un enigma. Non diamo qui l'elenco di queste stelle: citeremo solo, fra le più note, α Lyrae, α Geminorum, α Canum ven., α Cygni.

IX. – LE VARIABILI A LUNGO PERIODO

Sotto questo nome generico furono e sono ancora attualmente comprese tutte le variabili che variano in modo continuo e sinsibilmente regolare con periodi compresi fra 60^d e 700^d. L'enorme varietà delle curve di luce, degli spettri e delle ampiezze impone di necessità una suddivisione razionale. Quella che noi qui proponiamo soddisfa a tutti i dati di osservazione finora acquisiti. A base della classificazione è stata posta una raccolta su carta millimetrata delle curve di luce di *tutte* le variabili a lungo periodo finora studiate, raccolta che venne compiuta dallo scrivente negli ultimi quattro anni.

L'ordine col quale i tre sottogruppi sono descritti non corrisponde ad alcuna successione nel senso fisico: abbiamo incominciato con la descrizione delle variabili del tipo Mira Ceti unicamente per comodità, giacchè alcune delle loro caratteristiche si ritrovano anche negli altri sottogruppi e sarebbe difficile parlarne se già non si fossero studiate le variabili del tipo Mira. Se si volessero ricollegare le variabili a lungo periodo con le variabili del tipo RV Tauri a attraverso queste alle Cefeidi, si dovrebbe seguire l'ordine seguente: 1°. X Monocerotis, 2°. Mira Ceti, 3°. R Leporis. Ma di questo verrà parlato più avanti.

1. – *Le variabili del tipo Mira Ceti.*

Definizione. – Vengono denominate stelle del tipo *Mira Ceti* quelle variabili che presentano le seguenti caratteristiche:

a) Periodi compresi fra 100^d e 700^d.

b) Ampiezze comprese fra 3 e 10 grandezze.

c) Spettri delle classi M o S con righe *lucide* dell'idrogeno intorno al massimo di luce (particolarmente brillanti le righe $H\gamma$ e $H\delta$).

Il ramo ascendente della curva di luce è di regola di minor durata del ramo discendente; solo in rari casi si ha una diminuzione sistematicamente più rapida dell'aumento. Nelle variabili con periodi brevi (100^d-200^d) l'aumento non si effettua gran che più rapidamente della diminuzione. Per periodi maggiori si possono distinguere due classi di variabili che vanno gradualmente staccandosi l'una dall'altra.

Nell'una, aumentando il periodo, cresce pure la rapidità dell'aumento. A questa classe appartengono p. es. (in ordine di periodo crescente) R Ursae maj., o Ceti, V Camelopardalis. Le variabili di questa classe mostrano, con l'aumentare del periodo, ampiezza crescente, minimi via via più piatti e massimi più acuti.

Nell'altra, assai meno numerosa della prima, aumentando il periodo cresce la durata dell'aumento, tanto che ai periodi più lunghi (400^d-500^d) corrisponde un aumento molto più lento della diminuzione. Variabili di questa classe sono p. es. (in ordine di periodo crescente) R Virginis, V Cassiopeiae, S Bootis, e T Cassiopeiae.

Per distinguere rapidamente le due classi, di cui dovremo ancora parlare in seguito, denomineremo *classe A* la prima e *classe B* la seconda.

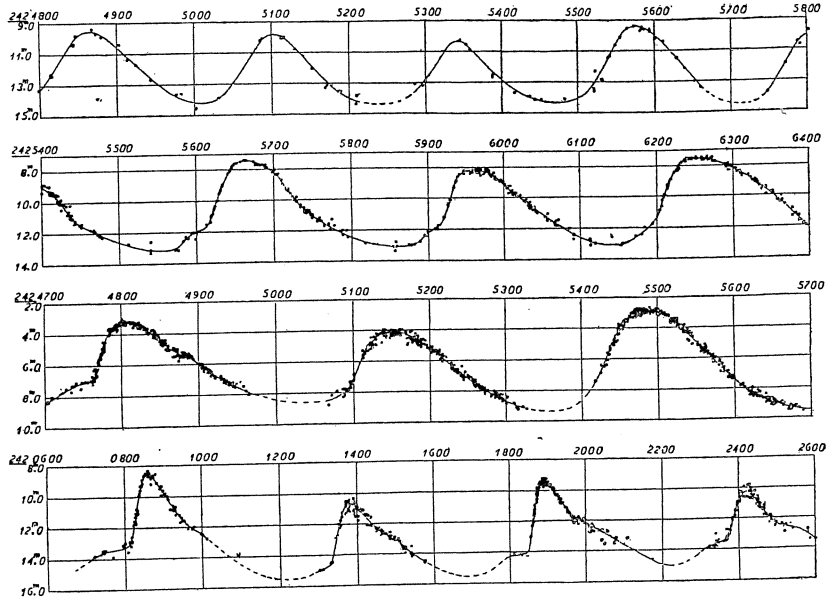


Fig. 1. – Variabili a lungo periodo della classe *A* disposte in ordine di periodo crescente. Dall'alto in basso: SV Herculis ($P = 240^d$), R Usae Maj. ($P = 301^d$), o Ceti ($P = 332^d$), V Camelopardis ($P = 514^d$).

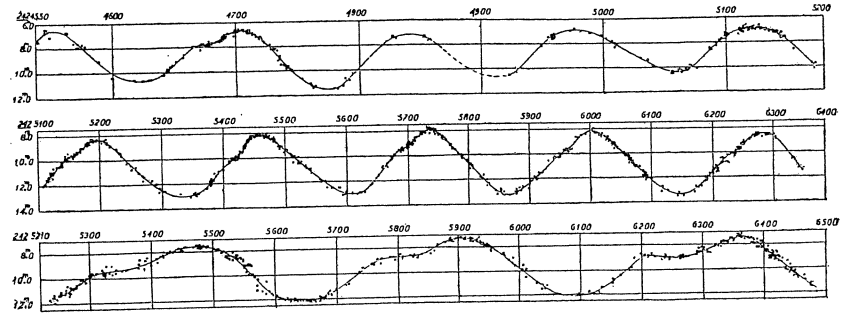


Fig. 2. – Variabili a lungo periodo della classe *B* disposte in ordine di periodo crescente. Dall'alto in basso: R Virginis ($P = 145^d$), S Bootis ($P = 270^d$), T Cassiopeiae ($P = 445^d$).

Noteremo qui che — a parità di periodo — le variabili della classe A sembrano possedere indici spettrali lievemente più elevati di quelli della classe B.

Le variazioni del periodo. – I periodi delle variabili del tipo Mira, come pure quelli di tutte le variabili a lungo periodo in generale, non rimangono costanti nel tempo. Nella maggior parte dei casi l'intervallo fra due massimi o due mi-

nimi successivi varia di poco e senza regola fissa intorno a un valore medio. In qualche caso più raro la variazione del periodo assume valori considerevoli e si effettua lentamente, un ciclo estendendosi spesso sopra una cinquantina e più di periodi semplici. Qualche volta si può esprimere la variazione del periodo con un termine armonico sinusoidale; molto spesso però le formole trovate corrispondono abbastanza bene, sì, alle osservazioni passate, ma non alla previsione di quelle future, essendo la variazione del periodo un fenomeno troppo irregolare per essere assoggettato all'analisi matematica. Assolutamente eccezionale è il caso di R Hydrae, il cui periodo ha presentato dall'epoca della sua scoperta ad oggi una variazione lentissima e regolare fra 547 e 403 giorni.

Variabili doppie. – Si hanno dei casi di variabili del tipo Mira che formano una stella doppia con un compagno invariabile o poco variabile. Talvolta il compagno è tanto vicino che non può essere rivelato se non spettroscopicamente o con l'aiuto dei più potenti telescopi. Allora, se lo splendore del compagno è intermedio fra le grandezze massima e minima della variabile, questa presenterà una curva estremamente appiattita verso il minimo. Il caso non è molto appariscente in Mira Ceti, il cui compagno è di 10ª grandezza, ossia all'incirca, dello splendore che la variabile raggiunge al minimo e anzi un po' inferiore. È notevolissimo invece in X Ophiuchi il cui compagno di $8^m.6$ (leggermente variabile) la fa apparire quasi costante al minimo per oltre un terzo del periodo. Anche AB Cygni presenta probabilmente il medesimo fenomeno.

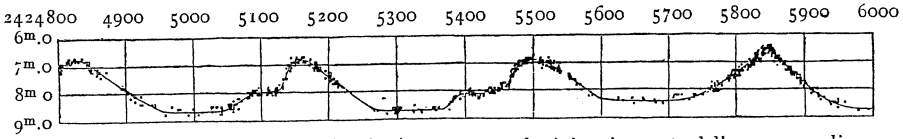


Fig. 3. – Curva luce d di X Ophiuchi (La costanza al minimo è causata dalla presenza di una stella assai vicina che non si può separare dalla variabile negli strumenti di media potenza).

Generalità, curve di luce. – Le stelle del tipo Mira Ceti sono le più numerose fra tutte le variabili. Attualmente se ne contano oltre 1500. Nella gran maggioranza dei casi la loro curva di luce trascorre liscia, senza irregolarità. Spesso però si nota sul ramo ascendente un'inflessione più o meno marcata. Talvolta l'inflessione è così forte da generare un arresto nell'aumento della luce per un intervallo di tempo anche abbastanza considerevole. Rarissime volte soltanto l'inflessione degenera in un minimo secondario: quando ciò si verifica, il minimo secondario è sempre assai poco pronunciato. A differenza di quanto avviene per le cefeidi, il ramo discendente della curva di luce è generalmente liscio. Solo *eccezionalmente* si nota in esso una lieve inflessione.

Fatto caratteristico nelle stelle del tipo Mira è la grande variabilità della curva di luce. Non si conosce infatti nessuna stella di questo tipo la cui curva non presenti qualche variazione da un periodo all'altro. Spesso queste variazioni sono così grandi che, ponendo l'una vicina all'altra due curve che rappresentino la variazione di una stessa stella in due periodi diversi, si stenta a trovare una qualsiasi rassomiglianza fra loro. Sia lo splendore minimo che quello

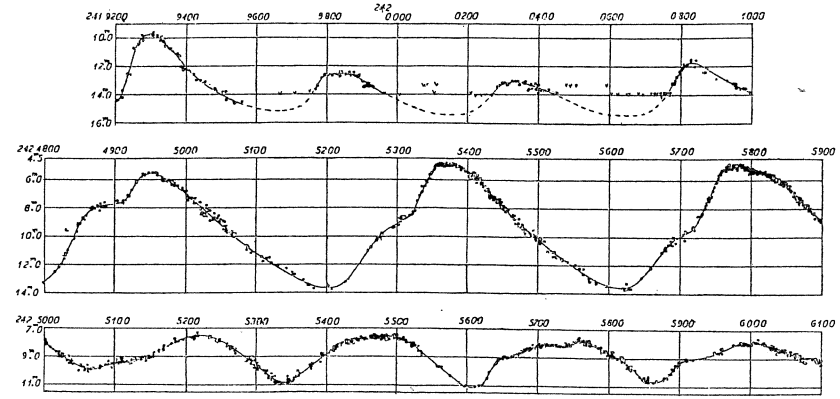


Fig. 4. – Diagramma illustrativo delle particolarità presentate dalle variabili del tipo Mira Ceti. Dall'alto in basso: 1° RW Lyrae: massimi molto diversi per splendore; 2° χ^2 Cygni: inflessioni sul ramo ascendente; 3° V Bootis: curva assai variabile.

massimo presentano forti differenze da un periodo all'altro. In alcuni casi le grandezze raggiunte dalla variabile nei singoli massimi differiscono fra loro di oltre quattro unità (V Delphini, RW Lyrae, RV Cassiopeiae). Gli estremi della variazione di RW Lyrae sono $9^m.5$ e $15^m.5$: talvolta la variabile raggiunge appena la 13ª grandezza al massimo. Lo splendore minimo varia un po' meno di quello massimo, tuttavia si hanno anche per esso dei casi in cui l'oscillazione oltrepassa due grandezze.

(*continua*)

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

COMETE

La vicinanza al Sole della cometa di Ryves (1931 *c*) ha impedito finora ulteriori sue osservazioni. Intanto un primo sistema di elementi parabolici è stato calcolato da L. E. CUNNINGHAM:

Passaggio al perielio . . . T = 1931 agosto 25. 900 T. U.
Arco nodo-perielio . . . . ω = 168° 26′
Long. del nodo ascendente Ω = 101° 4′ } 1931.0
Inclinazione . . . . . i = 169° 11′
Distanza perielia . . . . q = 0.0730

In base a questi elementi fu calcolata l'effemeride seguente, dovuta a CUNNINGHAM per il tratto fino al 31 agosto, a H. JENSEN dal 31 agosto al 2 ottobre ed allo scrivente per le epoche dal 6 al 30 ottobre.

Agosto	19	8^h39^m9	$+20°47'$	Settembre	24	10^h48^m9	$+3°24'$
	23	9 28.9	+ 16 51		28	10 49.8	+ 3 10
	27	10 37.8	+ 7 47	Ottobre	2	10 50.5	+ 2 57
	31	10 44.3	+ 5 37		6	10 51.2	+ 2 45
Settembre	4	10 44.9	+ 4 57		10	10 51.7	+ 2 33
	8	10 45.5	+ 4 33		14	10 52.0	+ 2 24
	12	10 46.2	+ 4 13		18	10 52.1	+ 2 14
	16	10 47.1	+ 3 55		22	10 52.1	+ 2 5
	20	10 48.0	+ 3 39		26	10 51.8	+ 1 59
					30	10 51.2	+ 1 53

Di qui risulta che la cometa diverrà di nuovo visibile all'alba a partire dalla fine della seconda decade di settembre. Il suo splendore andrà rapidamente diminuendo. Se fattori secondarî non interverranno a modificare lo splendore intrinseco della cometa la sua grandezza apparente sarà 6^m0 verso il 10 settembre, 6^m5 al principio di ottobre e 7^m2 alla fine di questo mese. Essa sarà quindi un oggetto alla portata di ogni binocolo.

La cometa 1913 III (Neujmin) che era attesa al perielio per il marzo di quest'anno ed avrebbe dovuto essere visibile come un oggetto di 14ª grandezza in luglio ed agosto, non è stata ritrovata. Il calcolo le assegna per il mese di settembre lo splendore di una stella di 16ª grandezza, sicchè è poco probabile che essa venga ancora riscoperta per questa volta.

La cometa 1924 IV (Wolf) dovrebbe ritornare al perielio nel giugno 1932 e la sua ricerca verrà iniziata già fin d'ora. Essa si troverà fino alla fine dell'anno al confine fra le costellazioni di Andromeda e Pegaso e il suo splendore sarà quello di una stellina di 18ª grandezza circa.

È ancora osservabile, con difficoltà sempre crescente, la cometa 1931 *b* (Nagata). Non abbiamo creduto opportuno estendere le sue effemeridi al mese di ottobre, dato il suo debole splendore e le cattive condizioni di visibilità.

l. j.

BREVE RIVISTA DELLE NOTIZIE ASTRONOMICHE

Il numero di agosto delle *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* riporta le seguenti notizie.

UNA NUBE DI NEBULOSE EXTRAGALATTICHE è stata scoperta nella costellazione del Cancro da E. F. CARPENTER e da E. HUBBLE. Essa si estende sopra un'area di oltre un grado quadrato e conta circa 150 componenti, tutte di splendore compreso fra 14^m5 e 17^m0. La sua posizione in cielo è $8^h16^m + 21°20'$ (1931.0). Dallo splendore delle nebulose si deduce che questa nube dista dalla galassia circa 42 milioni di anni-luce. Il suo diametro sarebbe di 700.000 anni-luce; quello delle singole nebulose di circa 15.000 anni-luce.

LA DISTANZA DELLA NEBULOSA DI ORIONE è stata rideterminata da R. J. TRÜMPLER che trova per essa il valore di 1800 anni luce, cifra tre volte maggiore di quella

della nebulosa, presso il famoso trapezio costituito dalla stella multipla θ Orione, formerebbero un ammasso non dissimile dagli altri ammassi galattici. Queste stelle deboli non si lasciano fotografare con le lastre ordinarie a causa della disturbante azione della nebulosa. All'A. fu perciò necessario utilizzare delle lastre alla criptocianina ed un filtro rosso-cupo che, combinati, assorbono in gran parte la luce della nebulosa senza diminuire eccessivamente la luce delle stelle. In seguito furono raccolti degli spettrogrammi per tutte le stelle dell'ammasso più brillanti dell' 11ª grandezza fotografica e fu costruita la relazione fra grandezza fotografica e classe spettrale, relazione abbastanza concorde, tale da confermare la reale consistenza dell'ammasso. Dal confronto di questa col diagramma di Hertzsprung-Russell fu poi determinata la distanza. Il diametro della nebulosa di Orione risulta con ciò di 25 anni-luce. Essa è pertanto un oggetto relativamente piccolo in paragone alle altre nebulose diffuse.

LA MASSA DEL SATELLITE DI NETTUNO è stata determinata da S. B. NICHOLSON, A. VAN MAANEN e H. C. WILLIS in base alla perturbazioni da esso inflitte al pianeta. Il materiale di osservazione è costituito da fotografie prese in tredici notti fra l' 8 e il 22 marzo 1931 e da tre lastre addizionali posteriori. L'epoca delle fotografie fu fatta coincidere con quella della stazionarietà di Nettuno (15 maggio) per facilitare le misure allo stereocomparatore e le riduzioni. Il valore ottenuto per la massa del satellite è di 0.09 unità della massa terrestre, con un' incertezza di 0.026 in più o in meno.

LA VELOCITÀ DELLA LUCE PROVENIENTE DALLE NEBULOSE EXTRAGALATTICHE è stata determinata da GUSTAF STRÖMBERG e trovata identica a quella proveniente da tutte le altre sorgenti conosciute. La ricerca era stata fatta per vedere se il forte spostamento verso il rosso delle righe spettrali delle nebulose extragalattiche, attualmente attribuito a forti velocità di allontanamente non potesse essere attribuito invece ad una diversa velocità della luce che dalle nebulose stesse ci arriva. Si sa che l'elemento che caratterizza una data radiazione nello spettro è la frequenza ν di questa. Dalla nota relazione $c = \lambda\nu$, ove c indica la velocità della luce e λ la lunghezza l'onda della radiazione, ricaviamo che — se si suppone c costante per ogni sorgente — ad ogni frequenza ν dovrà corrispondere sempre un valore unico di λ. Se invece si suppone c variabile da sorgente a sorgente, allora ad un unico valore di ν corrisponderanno valori di λ diversi pure da sorgente a sorgente. Se si fosse potuto dimostrare che la velocità della luce proveniente dalle nebulose è maggiore di quella proveniente dalle sorgenti conosciute (p. es. le stelle), allora non ci sarebbe stato bisogno di ricorrere a velocità favolose di allontanamento per spiegare il forte aumento di λ nello spettro delle nebulose extragalattiche. Invece, nulla di tutto questo.

Per la determinazione della velocità della luce furono determinate le costanti di aberrazione di 6 nebulose appartenenti ad un gruppo di nebulose nell' Orsa maggiore, distante dalla galassia circa 70 milioni di anni-luce e per le cui componenti HUBBLE aveva trovato una velocità radiale di +11700 Km. sec. (È noto che l'aberrazione stellare è data da v/c ove v è la proiezione della velocità della Terra nella sua orbita sulla perpendicolare al raggio visuale della stella; siccome v è conosciuta in ogni istante, dalla misura dell'aberrazione si deduce immediatamente la velocità della luce c). Le costanti di aberrazione furono trovate identiche a quelle precedentemente determinate per le stelle e perciò concordanti con una velocità della luce uguale a quella delle sorgenti terrestri.

Il periodo di variazione della velocità radiale della stella Boss 1074 è stato determinato da R. E. Sanford e trovato di anni 17.11. Se questa stella è una doppia spettroscopica, essa ha dunque uno dei periodi più lunghi che si conoscano.

La nebulosa variabile N. G. C. 2261 è stata fotografata varie centinaia di volte a partire dal 1916 da C. O. Lampland all' Osservatorio Lowell a Flagstaff. Le variazioni di splendore sono lente e sembrano associate a quelle della stella variabile R Monocerotis che forma il nucleo della nebulosa.

La variabile rapida di Van Gent (v. *Coelum*, fascicoli di marzo e agosto 1931) è stata osservata fotograficamente a M^t Wilson da N. U. Mayall che ne ha perfezionato il periodo, trovando per esso il valore $0^d06974683$. Secondo questo autore la variazione si estende da 14^m5 a 15^m75. È confermata la rapidità del ramo discendente della curva.

l. j.

LA PERIODICITÀ DELLE MACCHIE SOLARI E UNA PRETESA SCOPERTA ASTRONOMICA

È noto da parecchio tempo che il periodo delle macchie solari coincide a un dipresso all' intervallo fra due ritorni successivi dei pianeti ad allineamenti simili od opposti rispetto al Sole. Di questa coincidenza si sono occupati a varie riprese molti astronomi, ottenendo tutti risultati simili e spesso identici. Le prime ricerche coronate da successo furono compiute nel 1890 da Sellmeier che trovò una coincidenza fra i massimi di macchie e gli allineamenti dei tre pianeti Giove, Terra e Venere. In seguito, per non citare che quelli che lavorarono con successo, l'ungherese Gáspár nel 1924 — tenendo conto dell'azione attrattiva dei pianeti sul Sole ed introducendo nel calcolo tutti i pianeti da Mercurio a Nettuno (asteroidi esclusi, naturalmente) — trova per le macchie un periodo teorico di anni 11.25066, praticamente identico a quello reale. Vengono inoltre giustificati dallo studio del Gáspár il grande ciclo di 90 anni indicato da See e quello di 22 anni abbracciante due periodi semplici e corrispondente alla polarità magnetica delle macchie ed a varî altri fenomeni solari.

L'anno successivo il dilettante francese Malburet trova che le azioni di Mercurio, Venere, Giove e della Terra sono sufficienti a spiegare le fluttuazioni delle macchie dall' inizio delle osservazioni ad oggi. Il periodo da lui ottenuto varia lievemente a seconda dell'estensione di tempo che si considera, come per le macchie solari. Il valore medio è circa 11^a08.

Recentemente H. Lorenz ha ripetuto il calcolo di Gáspár, ottenendo — come è logico — i medesimi risultati. In più però egli ha voluto calcolare quale sarebbe la latitudine eliografica a cui dovrebbero formarsi le macchie all' inizio del ciclo secondo la teoria planetaria. Il valore ottenuto, $\pm 29°5$, coincide perfettamente con quello osservato, avvalorando la tesi delle influenze planetarie.

Di quale natura sia l'azione che i pianeti esercitano sul Sole non è ancora possibile dire. Che si tratti unicamente di maree è quasi da escludersi, dato che queste, come risulta dal calcolo, sotto l'azione combinata di tutti i pianeti arrivano appena all'ordine di grandezza del millimetro. È sulla natura fisica di questa azione che dovrà concentrarsi ora l'attenzione di questi studiosi, rappresentando essa la parte più importante e complessa della questione. È comprensibile infatti che lo studio degli allineamenti planetari è ormai esaurito e che per ripeterlo a proprio piacimento [illegible] di pazienza e di una macchina calcolatrice:

Gli studi che qui abbiamo citato sono tutti serii ed i loro autori non hanno fatto grandi schiamazzi per rendere noti i loro piccoli contributi a questa questione di non primaria importanza in Astronomia. È uscito per contro in questi giorni un volume tutt'altro che serio sull'argomento scritto dal ben noto improvvisatore di scoperte scientifiche Raffaele Bendandi, preveditore di terremoti a lunga scadenza in altri tempi, prima che alcuni benemeriti scienziati gli chiudessero la bocca a difesa della Scienza italiana. In questo libro l'autore ripete esattamente il procedimento del Malburet, trascurando però l'azione di Mercurio e limitandosi quindi ai tre pianeti Venere, Terra e Giove. Risultato: un periodo teorico di anni 11,071010325 (!) per le macchie solari. Fatto questo, l'autore proclama ad alta voce di aver risolto in modo definitivo, *per primo*, il problema delle macchie solari: non si discute nemmeno che esse siano dovute a maree causate dai pianeti: questa è — secondo lui — una cosa talmente evidente da non aver bisogno di commenti. Relegando la modestia fra i cimelii inutili, egli non esita a paragonare la sua « scoperta » a quella di Copernico, Keplero e Newton ed impiega pagine e pagine per dimostrare che una scoperta come la *sua* non si fa che una volta in due o tre secoli. Non occorre dire che la scoperta, a detta dell'autore, è fatta *a gloria d'Italia e a beneficio dell'umanità*!

Le 322 pagine del libro sono una tale raccolta di spropositi, che difficilmente se ne potrebbe immaginare una più ricca. In esse il lettore può imparare che la luce bianca è monocromatica, che lo spettro solare contiene poco più di trecento righe, che le righe dello spettro di un raggio di luce che passa attraverso a dei vapori diventano *nere in causa dell'assorbimento*. Potrà apprendere la scoperta fatta sulla carta dal Bendandi stesso, in base a un *nuovo metodo* e ad *osservazioni teoriche* (sic!) rigorosissime, di un pianeta transnettuniano di cui manca soltanto la longitudine eliocentrica; potrà sapere che le macchie solari durante il ciclo undecennale trasmigrano da un emisfero all'altro del Sole, che le correnti discendenti nelle macchie solari trovano conferma nell'esistenza di un campo magnetico entro le macchie stesse, ecc.

Alcuni fatti di cronaca astronomica vi sono pure amabilmente inventati o desunti da.... sicura fonte giornalistica: così la scoperta di un secondo pianeta transnettuniano e la *fotografia* della corona solare per opera di Lyot. Le *Astronomische Nachrichten*, il secolare giornale astronomico tedesco, vi diventano un'*effemeride* e sono poste nell'elenco sgrammaticato delle quattro effemeridi *consultate* (!!!) per il calcolo. Insomma, la cosa migliore che possiamo fare per smentire questo Newton all'uno per mille è quella di consigliare l'acquisto del volume (1) allo scopo di rendersi conto *de visu* degli spropositi stampati e delle millanterie in esso disseminate. Le 25 lire che il volume costa non saranno del tutto mal spese, perchè la prefazione del libro è un vero capolavoro. Per la cronaca aggiungeremo che, dopo questo, l'autore annuncia un mezza dozzina di altri volumi in cui esporrà nuove scoperte.

l. j.

INFLUENZA DI FATTORI ASTRONOMICI SULL' INTENSITÀ DI RICEZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Già nel 1929 H. T. Stetson e G. W. Pickard pubblicarono i risultati dei loro studi sulla relazione fra le macchie solari e l' intensità di ricezione dei segnali R. T. Essi constatarono che ad un aumento dell'attività solare corrisponde una diminuzione dell' intensità di ricezione. L' influenza è maggiore nel caso delle macchie iso-

(1) Raffaele Bendandi: Un principio fondamentale dell' Universo. - Faenza, presso l'Autore.

late ed è notevolmente ridotta se si tratta di macchie bipolari. Ciò non sorprende se si pensa che le macchie bipolari costituiscono un sistema magnetico chiuso: le linee di forza vanno da una macchia alla macchia gemella e gli elettroni, copiosissimi in queste eruzioni solari, non possono abbandonare che in piccola quantità la superficie solare. Se la macchia è isolata le sue linee di forza sono aperte e si allontanano pressochè radialmente dal Sole. Gli elettroni le seguono con moto a spirale ed alcuni si spingono sino alle regioni superiori dell'atmosfera terrestre modificando la densità elettrica e l'altezza dello strato di Kennelly-Heaviside. Si sa che l'esistenza di questa regione ionizzata o conduttrice a un'altezza di 80-100 km. è necessaria per spiegare i fenomeni che accompagnano la propagazione delle onde elettromagnetiche. Essa si comporta come una lastra metallica: se viene colpita dalle onde sotto un angolo superiore a un certo limite, le riflette e le rimanda verso la superficie terrestre. L'intensità di ricezione sei segnali dipende oltre che da altri fattori anche dalla densità elettrica e dall'altezza di questo strato.

Gli autori credono inoltre di aver constatato un sottoperiodo di 15 mesi in relazione coi massimi secondari dell'attività solare e con variazioni parallele nella intensità di ricezione delle onde. Questo periodo è circa uguale a due rivoluzioni siderali di Venere ($224^d.70$) ed uguale a cinque riv. sid. di Mercurio ($87^d.97$). Siccome l'azione gravitazionale dei pianeti è minima gli autori sono dell'opinione che essa debba attribuirsi all'azione elettrostatica dei pianeti supposti carichi di elettricità negativa.

Questa spiegazione sembra concordare coi fatti ulteriormente osservati che riguardano l'influenza della Luna sull'intensità dei segnali elettromagnetici.

H. T. Stetson (Pap. Perkins Obs. n. 8) misurò l'intensità dei segnali di un'onda di 397^m in funzione dell'angolo orario della Luna e della sua altezza sull'orizzonte e trovò che l'intensità dei segnali era massima per un angolo orario compreso fra 10^h e 14^h, quando cioè la Luna si trovava alla culminazione inferiore.

Secondo l'idea preferita dall'A. la Luna avrebbe anch'essa carica negativa e per induzione elettrostatica produrebbe sullo strato di Heaviside una specie di *maree elettroniche* cioè una variazione dell'altezza di questo strato. Ad un innalzamento corrisponderebbe un aumento dell'intensità di ricezione.

Notiamo che quest'ultima dipende da un gran numero di fattori disparati e noi ne misuriamo solo l'effetto globale. È dunque necessario estendere le misure a una lunga serie di anni prima di poter separare gli effetti delle singole cause agenti.

f. d.

ASTROFISICA

ALBERTO MICHELSON E LA MISURA DEI DIAMETRI STELLARI

Il 9 maggio moriva a Pasadena il celebre fisico Alberto Michelson. Benchè nato in Germania svolse tutta la sua attività scientifica negli Stati Uniti, specialmente nel Ryerson Laboratory dove era professore. Dotato di profonda intuizione e di eccezionali qualità di osservatore ideò ed eseguì molte esperienze fondamentali per lo sviluppo delle scienze fisiche.

Ad Annapolis, quando era ancora un giovane ed ignoto istruttore, ebbe dai suoi superiori l'incarico di illustrare l'esperienza di Foucault e di fare una determinazione della velocità della luce. Si accorse che le sue misure erano assai più esatte di

quelle eseguite precedentemente da altri sperimentatori. Si può anzi dire che questo fatto decise dell'indirizzo dei suoi studi: egli si diede esclusivamente all'ottica fisica apportandovi preziosi contributi.

Dal 1885 al 1889 collaborò in tre importantissime ricerche con E. W. Morley professore di chimica alla Western Reserve University. Determinò il coefficiente di trascinamento dell'acqua corrente sull'etere. Ideò l'interferometro che porta il suo nome e che permette di misurare delle distanze di un centesimo della lunghezza d'onda. Perfezionato e modificato, a seconda delle esigenze, dai suoi allievi e da altri questo dispositivo oggi viene adoperato per varie misurazioni. Coll'interferometro il Michelson inoltre dimostrò che non si poteva in nessun modo determinare la velocità assoluta della terra. Questa esperienza rimasta famosa diede origine e base solida alle teorie di Lorentz, Fitzgerald e Einstein. Collo stesso apparecchio misurò il metro campione in lunghezze d'onda; stabilì così la relazione fra lunghezza d'onda e la nostra unità di misura rendendo possibile la misura assoluta delle lunghezze d'onda.

Interessatosi al fenomeno Zeeman per facilitare lo studio delle componenti delle righe spettrali in un campo magnetico (struttura fina) costruì il *reticolo a scaglioni* dando nuovo impulso allo sviluppo della fisica atomica. Su consiglio di T. C. Chamberlin egli determinò, sempre in base a metodi interferenziali, la rigidità della terra trovando che essa era pressapoco rigida come l'acciaio.

Però la sua più grande passione rimase fino all'ultimo la misura esatta della velocità della luce. Nel 1926 pubblicò la media di una lunga serie di osservazioni incominciate nel 1924. Ma conscio dell'importanza del problema volle dare alle sue misure esattezza ancora maggiore. Si rimise all'opera e mentre stava rivedendo i suoi calcoli lo colse la morte nel suo settantanovesimo anno.

In astronomia il principio interferenziale viene applicato nella risoluzione delle doppie spettroscopiche e nella misura dei diametri stellari.

Michelson illustrò il metodo in una pubblicazione apparsa nel 1891 e all'Osservatorio di Lick misurò il diametro dei satelliti di Giove. Solo nel 1920-21 egli potè applicare il metodo alla misura del diametro di α Orionis.

Come è noto, è assolutamente impossibile determinare per mezzo del micrometro il diametro apparente di una stella, perchè il dischetto luminoso che vediamo non è l'immagine della stella. Si ha la spiegazione del fatto ammettendo che la luce sia un fenomeno vibratorio caratterizzato dalla sua lunghezza d'onda (distanza fra due creste successive dell'onda). Quando la luce di una stella arriva al telescopio ai bordi dell'obbiettivo si producono dei fenomeni di diffrazione. L'obbiettivo equivale ad un foro circolare tagliato in uno schermo: ogni suo punto colpito da un raggio luminoso si comporta come se diventasse a sua volta sorgente di luce ed emette raggi in tutte le direzioni. Nel nostro caso (fig. 1) trattandosi di una lente convergente (non indicata in figura) i singoli fasci convergono in infiniti punti situati nel piano focale F.

In O avremo certamente luce perchè vi arriva il fascio diretto. Consideriamo invece un altro punto qualsiasi P. In esso arrivano le onde che partono dai vari punti della fenditura compresi fra gli estremi a e b. Le azioni di queste onde elementari si sommano in P. Per il diverso cammino percorso questa somma potrà in certe condizioni essere anche nulla. Allora in P avremo oscurità. Nella stesse condizioni di P si trovano tutti i punti del piano F che hanno eguale distanza da O; avremo dunque un anello oscuro con centro in O. Ripetendo lo stesso ragionamento per gli altri punti del piano focale avremo in definitiva che la macchia centrale luminosa sarà circondata da anelli alternativamente chiari ed oscuri, i cosidetti anelli di diffrazione

La macchia centrale costituisce il *disco spurio di Airy*. Si dimostra che per un obbiettivo circolare di diametro D il disco di Airy ha un diametro d dato dalla relazione

$$d = 1.22 \frac{\lambda}{D}$$

ove λ è la lunghezza d'onda media proveniente dalla stella. Questa formola ci dice che il diametro dell'immagine apparente della stella non è in nessuna relazione col suo diametro angolare effettivo. Per diminuire il diametro dell'immagine di diffrazione potremo aumentare l'apertura dell'obbiettivo. Applicando la formola al grande telescopio di M' Wilson otteniamo per d il valore 0.055 mentre sappiamo che il diametro angolare delle stelle è in generale minore di 0.01 e ben poche lo superano.

La misura micrometrica diretta è dunque impossibile. Ebbene, FRESNEL espresse l'idea che la natura ondulatoria della luce, cioè quella che costituiva l'unico ostacolo, poteva diventare sommamente utile, se convenientemente applicata. MICHELSON realizzò l'apparecchio.

Il principio fisico si basa sul fenomeno di interferenza fra raggi di luce provenienti da *due fenditure diverse*. Le due fenditure sono dunque essenziali. Consideriamo la figura 2; S è l'onda che proviene dalla stella, a e b sono le due fenditure, subito dietro ad esse c'è l'obbiattivo, F è il piano focale ed F' è il piano focale ribaltato per mostrare il fenomeno che ivi si osserva. Le fenditure sono sottili e allungate in direzione perpendicolare al piano del foglio; si noti però che la distanza fra le fenditure ed il piano focale dovrebbe essere in realtà assai maggiore. In O si avrà l'immagine di diffrazione della stella; però i raggi che la determinano provengono da due fenditure distinte e nei vari punti compresi entro il disco di Airy le singole copie di onde non arriveranno sempre in fase, cioè la cresta di un'onda potrà anche incontrare la valle dell'altra onda. Ogniqualvolta ciò succederà la luce sarà annullata. In conclusione il dischetto sarà attraversato da una serie di zone luminose (m) ed oscure (n) (frangie di interferenza); e siccome la forma e la direzione delle frangie dipende dalla forma delle fenditure esse saranno rettilinee e parallele alle fenditure. Le frangie sono molto addossate e bisogna osservarle con forte ingrandimento. La distanza fra le frange dipende dalla distanza fra le fenditure: quando una aumenta l'altra diminuisce.

Risoluzione delle doppie spettroscopiche. – Puntiamo il telescopio su una stella che sappiamo essere doppia (per osservazioni fatte collo spettroscopio) ma di cui non conosciamo la distanza angolare delle componenti perchè al telescopio essa appare come un'unica stella. Davanti all'obbiettivo poniamo lo schema colle due fenditure parallele equidistanti dal centro e girevoli intorno all'asse del telescopio. Ognuna delle due stelle darà nel piano focale un sistema di frangie. Se per avventura avremo disposto le fenditure in modo che la loro congiungente sia normale alla congiungente delle due stelle, i due sistemi di frangie saranno sovrapposti: avremo la fig. 3 dove i due puntini indicano la posizione relativa delle stelle.

Conosceremo così l'*angolo di posizione* del sistema stellare binario (angolo compreso fra la congiungente delle due stelle e il cerchio orario passante per la stella più luminosa). Girando ora le fenditure di un angolo retto, i due sistemi di frangie saranno sfasati. La distanza fra le frangie come si è detto dipende dalla distanza delle fenditure. Ebbene regoliamo questa distanza in modo che le frangie luminose di una stella vengano a cadere esattamente nelle frangie oscure dell'altra stella. Notiamo la distanza fra le fenditure per cui ciò avviene e indichiamola con D_0. Il disco di Airy appare ora quasi uniformemente illuminato: le frange sono al minimo

di visibilità (fig. 4). MICHELSON ha dimostrato che, nota questa distanza critica fra le due fenditure, si può risalire alla distanze angolare delle due stelle mediante la formola assai semplice

$$\text{distanza angolare} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda}{D_0},$$

dove λ è la lunghezza d'onda media della luce proveniente dalla stella. Con questo metodo ANDERSON nel 1920 separò il sistema di Capella. In Italia abbiamo due interferometri di questo tipo, costruiti dal prof. M. MAGGINI: uno a Catania e l'altro a Teramo.

Questa però non è l'applicazione principale del metodo, perchè si può procedere alla risoluzione delle stelle doppie con un apparecchio assai più semplice: lo spettroscopio.

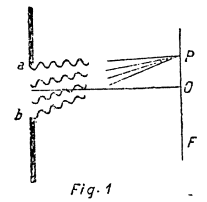


Fig. 1

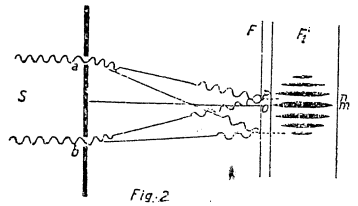
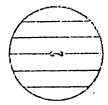
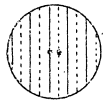


Fig. 2


Fig. 3


Fig. 4

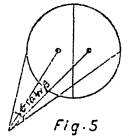


Fig. 5

Fig. 6

Misura dei diametri stellari. – I diametri stellari non sono invece accessibili con gli altri metodi. Il problema è essenzialmente lo stesso ma presenta maggiori difficoltà.

Supponiamo che il disco stellare sia uniformemente illuminato; dividiamolo in due semidischi (fig. 5) ed immaginiamo che l'energia luminosa di ogni semidisco sia tutta concentrata nel centro delle aree. Abbiamo così ricondotto il problema al caso precedente: consideriamo cioè la stella come un sistema di stelle doppie molto vicine. Operiamo come prima: regoliamo la distanza fra le fenditure fino alla minima visibilità delle frangie, cioè fino a che il disco appaia uniformemente illuminato e notiamo la distanza D_0 per cui ciò avviene. Introducendo questo valore nella formola sopra indicata non otterremo il diametro angolare della stella, ma solo la distanza angolare dei due centri delle aree in cui si è supposto divisa la stella. Si dimostra facilmente che questa distanza è uguale a $\frac{41}{100}$ del diametro apparente della stella. Basterà quindi cambiare nella formola il coefficiente numerico e si avrà

$$\text{diametro angolare} = 1.22 \frac{\lambda}{D_0}.$$

Nel nostro ragionamento però abbiamo ammesso che il disco stellare avesse luminosità uniforme; se si tiene conto dell'oscuramento dei bordi bisogna aumentare del 17 % il valore ottenuto colla formola.

Si noti che non è assolutamente necessario che i due fasci interferenti provengano dallo stesso obbiettivo. Per misurare distanze angolari molto piccole bisogna allontanare molto le due fenditure. Col dispositivo dell' interferometro a verga (beam interferometer) la distanza fra le fenditure può superare l'apertura dell'obbiettivo (fig. 6). Sull'obbiettivo del telescopio è fissata una putrella con quattro specchi inclinati a 45°; di questi due sono fissi (M_1, M_2) e gli altri due mobili. La figura illustra sufficientemente il dispositivo. Esso è installato sul grande telescopio di M^t^ Wilson; la distanza fra i due specchi mobili M_3, M_4 può raggiungere m. 16.50. Si è applicato questo interferometro al grande telescopio non per la sua grande apertura ma sopratutto per la solidità e la perfetta stabilità del suo montaggio che permette di applicarvi una verga abbastanza lunga senza tema di flessioni delle sue strutture.

La prima misura di diametri stellari è stata la determinazione del diametro angolare di Betelgeuse fatta da PEASE e MICHELSON il 13 dicembre 1920. Si trovò che il suo diametro è uguale a 450 diametri solari. Più tardi si determinarono anche i diametri di Arturo e di Antares trovando rispettivamente 300 e 28 diametri solari. La densità media di queste giganti rosse deve essere cento volte minore della densità della nostra atmosfera. Dato il diametro di una stella si può anche risalire alla sua temperatura: si trovano valori concordanti con quelli ottenuti con altri metodi.

f. d.

ATMOSFERA

INTORNO ALL'ASCENSIONE DEL PROF. PICCARD NELLA STRATOSFERA

Mentre si fa ancora attendere la pubblicazione dei risultati dell'esplorazione della stratosfera, durante la quale il prof. PICCARD salì all'altezza di 15,871 m. (ove notò la temperatura di — 60° C e la pressione di 76 mm.) vogliamo informare i nostri lettori sulle esperienze e sulle determinazioni che si intendevano eseguire in quelle altezze superate solo dai palloni sonda.

Premettiamo alcune nozioni sullo stato elettrico dell'atmosfera. Esso dipende dalla presenza di ioni e di elettroni. Gli ioni non sono altro che i residui elettrici prodotti per la scissione delle molecole neutre. Generalmente si ammette che l'atmosfera abbia dal punto di vista elettrico la seguente costituzione:

Nella prossimità del suolo l'aria per contatto colla terra assume la sua carica negativa. Questo stato elettrico però diminuisce rapidamente e all'altezza di un metro si inverte diventando positivo. La ionizzazione in questa zona è dovuta principalmente alla radioattività terrestre. La natura e l' intensità della sua ionizzazione dipendono inoltre fortemente dalle condizioni meteorologiche. Lo stato elettrico positivo aumenta coll'altezza, passa per un massimo e ritorna a diminuire. Entriamo allora nello strato in cui avviene l'assorbimento quasi totale dei raggi ultravioletti provenienti dal Sole. Il suo stato elettrico varia dunque dal giorno alla notte e gli ioni dei due segni praticamente si equivalgono. Procedendo ancora si incomincia a notare la presenza di elettroni liberi di origine solare. La loro densità aumenta rapidamente e raggiunge il massimo valore all'altezza di circa 80-100 km. costituendo il cosidetto strato di *Kennelly-Heaviside*. Più in su la densità elettronica diminuisce lentamente fino ai margini dell'atmosfera (altezza massima delle aurore polari).

La scoperta dei raggi cosmici o ultrapenetranti e la loro importanza per la ionizzazione atmosferica impostano nuovi problemi. Si tratta di ricercare elementi atti a svelarne l'origine e di studiare la loro azione specifica sulle molecole dell'atmosfera. Questo era il compito principale che il prof. PICCARD si era prefisso.

Le esperienze fondamentali erano quattro — come ha dichiarato lo stesso prof. PICCARD in una intervista concessa alla *Science et la Vie* e pubblicata nel N. 170. —

Colle prime due si intendeva misurare la ionizzazione globale dell'atmosfera, cioè quella dovuta alla totalità dei fattori agenti. Le ultime due avrebbero invece indicato unicamente la ionizzazione provocata dai raggi ultrapenetranti.

1. *Misura del gradiente elettrico.* – La tensione elettrica dell'aria rispetto al suolo aumenta coll'altezza. Il gradiente elettrico è l'aumento di questa tensione per ogni metro d'altezza e si misura in V/m (Volta per metro).

Per averne la misura il Prof. PICCARD intendeva servirsi di un collettore a vena liquida, metodo di misura dovuto sostanzialmente a W. THOMSON. Un cavo di caucciù lungo un centinaio di metri era fissato da un capo alla navicella per mezzo di un anello isolante mentre l'altro capo pendeva liberamente nell'aria. Attraverso il tubo si sarebbe fatta scorrere una vena d'alcool che avrebbe assunto il potenziale elettrico esistente all'estremità del cavo, cioè quello della zona d'aria di un centinaio di metri più bassa dell'aria che circondava la navicella. L'estremità del cavo mediante un filo conduttore era in connessione con un elettrometro. Si sarebbe così determinata la tensione esistente fra i due punti. Ma al momento del distacco l'anello isolante si ruppe e l'esperienza non si potè più eseguire.

2. *Densità degli ioni.* – Anche con questo metodo si sarebbe misurata solo la ionizzazione globale. Su un'asta sporgente dalla navicella erano fissati due cilindri, cavi, concentrici in modo da formare le placche di un condensatore, che dall'interno venivano portate a potenziali di segno opposto. Gli ioni dell'aria a seconda della loro carica si sarebbero depositati su una delle due armature facendo diminuire la loro tensione reciproca. Nota la variazione di questa tensione e la quantità d'aria passata attraverso le armature (dedotte dalla velocità di discesa dell'aerostato) si sarebbe dedotto il numero di ioni per cm^3 e la variazione della ionizzazione coll'altezza. Per captare tutti gli ioni è però necessario che la velocità di flusso dell'aria sia inferiore a un certo valore critico. La valvola dell'aerostato invece si inceppò e non potendosi regolare la velocità di discesa non fu possibile eseguire l'esperienza.

3. *Ionizzazione in volume dovuta ai soli raggi ultrapenetranti.* – Da *camera di ionizzazione* serviva un recipiente contenente un gas alla pressione di parecchie atmosfere; la ionizzazione in recipienti chiusi è certamente dovuta almeno in parte ai raggi ultra-penetranti ed è tanto più intensa quanto maggiore è la densità del gas.

L' intensità del fenomeno si misura con un elettrometro.

4. *Computo degli ioni prodotti dai raggi cosmici.* – La camera di ionizzazione è costituita dal cosidetto *tubo di Geiger*: un'ampolla con del neon rarefatto. Le molecole sono dunque relativamente più rare e minore è la probabilità che una di esse venga colpita da un raggio cosmico. La ionizzazione avviene perciò a intervalli di tempo registrabili. Ogni qualvolta si forma uno ione si distrugge l'equilibrio elettrostatico stabilito da una pila fra la parete argentata del tubo e un altro elettrodo interno all'ampolla; di conseguenza le fogliette dell'elettroscopio collegato cogli elettrodi cadono bruscamente. In questo modo si contano gli ioni formati e il loro numero è proporzionale all' intensità dei raggi cosmici.

In complesso si può dire che le due ultime esperienze sono ottimamente riuscite.

f. d.

ESPLORAZIONE DELL'ALTA ATMOSFERA MEDIANTE RAZZI

Si apprende che il prof. ROBERT H. GODDARD continua, e pare con fortuna, i suoi esperimenti col «Racket» o «razzo» a ROSWELL (Nuovo Messico). Perfezionandolo e utilizzando una continua combustione di idrogeno in ossigeno liquido egli ha potuto farlo penetrare fino a grandi altezze, e spera di riuscire a spingerlo ad altezze anche maggiori per ricuperarlo a poca distanza di tempo con una discesa resa regolare da un paracadute. Resta a perfezionare lo stabilizzatore automatico e il registratore delle osservazioni meteoaerologiche. La Smithsonian Institution of Washington e in questi ultimi tempi anche i fratelli GUGGENHEIM provvedono a finanziare questa impresa scientifica di tanta importanza.

(Dal Boll. dell'*American Meteorological Society*). *t. a.*

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI OTTOBRE 1931

I PIANETI

Mercurio: È ancora visibile all'alba, basso sull'orizzonte orientale, nei primi due o tre giorni del mese. Di qui fino alla fine di ottobre rimane sempre invisibile, passando in congiunzione superiore il 18.

Venere: Invisibile a causa della sua prossimità al Sole.

Marte: Invisibile a causa della sua prossimità al Sole.

Giove: Durante il mese passa dalla costellazione del Cancro a quella del Leone. È visibile al mattino: al principio del mese sorge a $1^h\frac{1}{2}$, alla fine di ottobre poco prima di mezzanotte. Il giorno 7 si troverà vicino alla falce lunare. Il 15 ottobre presenta un diametro polare apparente di 32″.4, la sua grandezza stellare è $-1^m.6$.

Saturno: Visibile alla sera nel Sagittario, presso π. In quadratura col Sole il giorno 11. Larga congiunzione con la Luna il 17. Il 15 ottobre il suo diametro polare apparente misura 15″.0, l'asse maggiore degli anelli 37″.4; la sua grandezza stellare è $0^m.7$.

POSIZIONE DEI PIANETI (a 0^h T. U.)

	5 Ottobre		15 Ottobre		25 Ottobre	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio ..	$12^h\ 4^m5$	+ 1°33′	$13^h\ 8^m3$	— 5°58′	14^h10^m1	— 12°59′
Venere	13 7.9	— 6 3	13 54.4	— 10 34	14 42.4	— 15 20
Marte	14 37.9	— 15 42	15 5.6	— 17 50	15 34.4	— 19 44
Giove	9 16.4	+ 16 26	9 22.8	+ 15 59	9 28.4	+ 15 34
Saturno ...	19 12.8	— 22 22	19 14.1	— 22 21	19 16.0	— 22 18
Urano	1 6.1	+ 6 18	1 4.6	+ 6 9	1 3.2	+ 6 0
Nettuno ..	10 35.2	+ 9 41	10 36.4	+ 9 35	10 37.4	+ 9 29
Plutone ...	7 35.8	+ 22 2	7 36.0	+ 22 2	7 36.1	+ 22 3

N. B. - *Per errore le posizioni di Plutone date nel fascicolo di agosto sono riferite all'equinozio* 1900.0 *invece che all'equinozio vero.*

Urano: In ottime condizioni di visibilità, passando in opposizione l'11 ottobre. È facilmente identificabile mediante un binocolo, con l'aiuto della cartina pubblicata nel fascicolo di maggio. Diametro apparente 3″.6; grandezza stellare $5^m.9$.

Nettuno: Visibile al mattino, nel Leone. Per la sua indentificazione con l'aiuto della cartina pubblicata nel fascicolo di gennaio, è necessario un buon binocolo oppure un piccolo cannocchiale. La sua grandezza stellare è $7^m.8$; il suo diametro apparente 2″.4.

Plutone: Nei Gemelli, invisibile nei piccoli telescopi. Grandezza stellare $14^m.5$ circa.

Fasi lunari: U. Q. il 4 a $21^h\ 15^m$; L. N. l'11 a $14^h\ 6^m$; U. Q. il 18 a $10^h\ 20^m$; L. P. il 26 a $14^h\ 34^m$.

Luna perigea l'11 a 6^h; apogea il 24 a 6^h.

CONFIGURAZIONI PLANETARIE NEL MESE DI OTTOBRE 1931

Giorno 7 a 11^h: ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 3° 39′ S.
» 8 » 21 : ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 2° 0′ S.
» 11 » — : Eclisse di ☉ invisibile in Italia.
» 11 » 6 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 2° 21′ N.
» 11 » 7 : ♄ □ ☉.
» 11 » 17 : ♃ ☍ ☉.
» 12 » 7 : ♀ ☌ ☾ . . . . . ♀ 3° 7′ N.
» 13 » 17 : ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 3° 25′ N.
» 17 » 20 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 5° 13′ N.
» 18 » 18 : ☿ ☌ superiore ☉.
» 24 » 10 : ☉ entra in ♏.
» 25 » 9 : ♃ ☌ ☾ . . . . . ♃ 1° 56′ S.

EFFEMERIDI DEI PASSAGGI DEL SOLE AL MERIDIANO DELL'ETNA (15° EST GREENW.)

1931 Ottobre	Passaggio al meridiano	1931 Ottobre	Passaggio al meridiano	1931 Ottobre	Passaggio al meridiano
1	$11^h\ 49^m\ 57^s.1$	11	$11^h\ 46^m\ 59^s.8$	21	$11^h\ 44^m\ 49^s.6$
3	11 49 18.7	13	11 46 29.5	23	11 44 30.6
5	11 48 41.6	15	11 46 1.2	25	11 44 14.2
7	11 48 6.0	17	11 45 35.0	27	11 44 0.7
9	11 47 31.9	19	11 45 11.1	29	11 43 50.2
				31	11 43 42.7

L'ECLISSE PARZIALE DI SOLE DELL'11 OTTOBRE 1931

Questa eclisse sarà visibile nella parte australe dell'America meridionale, nell'Oceano Pacifico australe e nelle Terre Antartiche. All'istante della fase massima generale il disco del Sole apparirà eclissato per 0.901 dal suo diametro. Ecco le fasi dell'eclisse:

Inizio dell'eclisse generale . . . . . $12^h\ 1^m0$
Fase massima dell'eclisse 13 54.9
Fine dell'eclisse generale 15 49.0

l. j.

Ottobre 1931 – Occultazioni lunari di stelle visibili nell'Italia Settentrionale e Centrale

Giorno	Stella	Gr.	Fenom.	Pino Torinese Long. — $0^h31^m.1$; lat. + 45°2′				Firenze (Arcetri) Long. — $0^h45^m.0$; lat. + 43°45′				Età della Luna	Note
				T. M. Gr.	P	*a*	*b*	T. M. Gr.	P	*a*	*b*		
1	66 Ari	6.1	Em.	5^h53^m5	263°	—1m1	—1m1	—	—	—	—	19h	
5	BD +27°1337	6.4	Em.	4 32.5	243	—1.8	+1.9	—	—	—	—	23	
»	4 Cnc	6.2	Em.	23 38.5	297	0.0	+0.6	—	—	—	—	23	
7	W. Z. C. 623	7.7	Em.	2 42.5	254	—0.3	+2.0	—	—	—	—	25	
19	χ Cap	5.3	Imm.	21 39.5	358	+0.9	+2.3	21^h35^m5	12°	+0m3	+1m3	8	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	22 23.0	286	—1.3	—2.2	8	
23	80 B. Psc.	6.3	Imm.	20 14.5	12	—0.5	+2.4	20 14.5	21	—0.7	+2.2	12	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	21 27.5	263	—2.1	+0.4	12	
24	147 B. Psc.	5.9	Imm.	20 52.5	42	—1.1	+1.8	20 55.0	50	—1.4	+2.5	13	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	21 18.0	227	—1.4	+1.5	13	
26	19 Ari	5.8	Imm.	—	—	—	—	18 28.0	83	—0.5	+1.7	15	
»	»	»	Emm.	—	—	—	—	19 26.5	210	—0.2	+2.2	15	
28	104 B. Tau	5.5	Emm.	18 28.0	227	+0.4	+1.8	18 24.0	222	+0.5	+1.9	17	

I tempi dell' Immersione e dell' Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per gli Osservatori di Pino Torinese e Firenze (Arcetri), le cui coordinate si trovano sulla testata delle rispettive colonne.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della Luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti *a* e *b* sono le variazioni del tempo dell'occultazione che corrispondono ad uno spostamento del luogo di osservazione di 1° in longitudine e 1° in latitudine, rispettivamente. Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi* e *decimi* e presi coi segni:

$\Delta\lambda$ positivo verso Ovest e negativo verso Est
$\Delta\varphi$ positivo verso Nord e negativo verso Sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine dal luogo (Torino o Firenze) per cui è dato il tempo T_0 del fenomeno, allora il tempo approssimativo T per il luogo di osservazione è dato da

$$T = T_0 + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.
w. p. h.

Responsabile: G. Horn-D'Arturo

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-IX

Volume ed Anno I Ottobre 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

L. SORMANO

L'OPERA DI G. V. SCHIAPARELLI SUL PIANETA MARTE

Coi primi due volumi dell'Edizione Nazionale delle Opere di G. V. Schiaparelli (1) è compiuta la ristampa di tutte le pubblicazioni relative al pianeta Marte, che comprendono, oltre le sette Memorie principali apparse negli « Atti della R. Accademia dei Lincei », gli scritti minori che sono: o Note preliminari di misure eseguite o di scoperte fatte sul pianeta, o riassunti delle Memorie, oppure scritti di divulgazione o di sintesi. Vi sono ancora due recensioni: una dell'opera del Cerulli: *Marte nel* 1896-97; l'altra sull'opera del Lowell: *Observations of the Planet Mars during the opposition of* 1894-95.

Non era più possibile agli studiosi procurarsi tutte le sette memorie ed in special modo la prima e la terza; è bene perciò che la pubblicazione delle « Opere complete » abbia cominciato con questi due volumi dedicati interamente a Marte. A chiunque in Italia si occupi di questa materia, è noto quante premure vengano loro fatte dai loro corrispondenti esteri per la ricerca e l'acquisto delle famose Memorie, e quanto ben accolta sia stata questa ristampa. Non c'è dunque che da rallegrarsene, non essendo possibile farsi un esatto concetto dell'opera areografica dello Schiaparelli in altro modo che non sia l'attenta lettura degli scritti originali, nei quali, a molte obbiezioni che sono state fatte e si fanno a quest'opera è già esaurientemente risposto nella diligente e sincera relazione delle osservazioni riferita nel testo delle Memorie con precisione di dati e con perfezione di forma.

La pubblicazione di questi due volumi rende opportuno un riassuntivo esame dei lavori dello Schiaparelli su Marte, fra i più lungamente e animatamente discussi, e sui quali, a dir vero, non si potrebbe asserire con sicura coscienza che sia stata detta l'ultima parola. L'ammirazione per il grande astronomo non deve impedire per nulla un'intera libertà di discussione: e sarebbe strano

(1) Le Opere di G. V. Schiaparelli pubblicate per cura della Reale Specola di Brera. (Ulrico Hoepli, Editore-Libraio della Real Casa, Milano). Tomo I (1929); Tomo II (1930).

che ciò fosse in quanto le conclusioni che oggi sembrano le più probabili mettono in nuova luce, anzi in miglior luce, rilevando le complesse e complicate difficoltà delle osservazioni areografiche, la somma abilità ed il metodo mirabile con cui il grande astronomo di Brera ha condotto le sue ricerche, così feconde e chiarificanti nei risultati. E del resto tanto il CERULLI quanto il MAGGINI che hanno a fondo e più che esaurientemente studiato la formazione delle immagini, o dei fenomeni di Marte, sono appunto tra coloro, che meglio in grado di giudicarlo, più apprezzano il lavoro dello SCHIAPARELLI; sul quale, ripetiamo, a voler dare un giudizio fondato e imparziale, necessita sopratutto lo studio diligente del testo, chè l'opera di questo grande osservatore è rivelata dai disegni molto imperfettamente, essendo essi redatti con intendimenti scientifici e non artistici (e ciò si può dire in genere per quasi tutti gli osservatori di Marte), e non rappresentano il vero aspetto delle immagini telescopiche; tanto meno facili a riprodurre quanto più perfette. Disegni e Planisferi vanno considerati per quello che sono realmente: illustrazioni del testo.

Si leggano infatti le due citazioni seguenti, sull'aspetto della superficie di Marte. La prima è dello SCHIAPARELLI: « ..... nella maggior parte dei luoghi il fondo è formato da diverse gradazioni di rosso chiaro, o di aranciato, o di giallo. Quello che rimane è occupato da vere macchie, in cui dominano colori di un tipo più scuro, diversi in diverse località, con intensità differente. Prevalgono il grigio, il bruno, qualche volta il nero, ma solo sopra linee e striscie di poca ampiezza. Spesso le aree coperte da colori differenti sono divise da una netta linea di separazione; ma non di rado accade che dall'un colore all'altro vi è un passaggio graduale, quello che si dice una sfumatura. Tutto l'insieme dà l'idea di un magnifico e ricco musaico di gemme sparse su fondo d'oro diversamente ombreggiato, che nessun pittore fino ad oggi ha saputo rappresentare nemmeno con lontana approssimazione. Le immagini di Marte che gli astronomi disegnano stando ai loro telescopi, oltre che all'imitazione sempre molto imperfetta della linea, per difficoltà che qui sarebbe lungo e inutile descrivere, non dànno alcuna esatta idea dei colori » (1).

Tali parole sono tolte da un articolo dello SCHIAPARELLI su cui dovremo tornare, perchè in esso trovasi l'espressione esatta di quello che rimase fino all'ultimo il suo intimo convincimento, in mezzo alle discussioni sollevate dai fenomeni da lui descritti.

Ed ecco ora la seconda citazione, di un altro osservatore di Marte, il cui pensiero sulla natura delle immagini telescopiche di Marte era in perfetta opposizione a quello dello SCHIAPARELLI. Il Dott. CERULLI, nel desiderio di riuscire in qualche modo nella rappresentazione approssimata di ciò appunto che nessun pittore ha saputo fare neppur lontanamente, indicava nei seguenti termini ciò che avrebbe dovuto essere descritto dal disegno: « Si tratta di fare un acquerello che visto da vicino sembri una carta geografica, ripiena di macchie piccole e grandi, alcune bianche d'argento, altre gialle dorate, altre più

(1) SCHIAPARELLI — *Il Pianeta Marte*, in «Natura ed Arte», A. XIX, n. 1 (1° Dicembre 1909). V. *Opere*, Tomo II, pag. 396.

minute, di color marrone. Tutte queste macchie devono essere ben delimitate dallo stesso loro colore senza che nel tracciamento dei termini entri per nulla la matita. Preparato questo fondo si rappresentano sopra di esso in color marrone *non* uniforme, cioè in diverse gradazioni di tinta *marrone*, le note macchie del planisfero di Marte, la Gran Sirte, il Sabeo, ecc. ecc. Ma queste macchie non vanno dipinte con continuità. Bensì là dove le macchie sottostanti presentano lacune ed interruzioni, le macchie soprapposte restano anch'esse interrotte. Così il planisfero solito deve risultare a chi guarda il disegno da gran distanza, quando cioè scompaiono *le macchie chiare* rimaste scoperte » (2).

Vi è, come si vede, un accordo sostanziale in ciò che i due astronomi hanno veduto; per comprendere quindi come tale accordo non concluda in risultati concordanti, e per avere una giusta idea del come si mostri la struttura della superficie di Marte è utile fare qualche riflessione sulle dimensioni dei dischi su cui essa appare. In telescopi di medie dimensioni, cioè con obbiettivi da 30 a 50 centimetri di apertura, possiamo considerare come valor medio di un'amplificazione conveniente, in buone condizioni di visibilità, quello di 450; e poichè il diametro apparente del disco di Marte, nelle epoche in cui è utilmente osservato varia da 10 a 25 secondi d'arco, l'immagine telescopica appare sotto un diametro angolare compreso fra 4500 e 11250 secondi.

Ciò vuol dire, teoricamente, da due volte e mezza a circa sette volte il diametro della luna ad occhio nudo (1800″); ma sarebbe errato credere che le condizioni di osservazione siano per i due oggetti celesti uguali sotto uguali dimensioni angolari, perchè, mentre le immagini lunari ingrandite fino a dieci volte si possono quasi sempre considerare perfette, quelle di Marte amplificate 450 volte non lo sono se non per brevi istanti e in pochi giorni per ogni opposizione.

Si noti che la dimensione angolare di 1000 secondi è quella sotto cui si vede un circolo di un millimetro di diametro alla distanza di poco più di 20 centimetri dall'occhio; le dimensioni del disco telescopico di Marte corrispondono dunque a quelle di circoli del diametro di mm 4,5 a 12, visti alla detta distanza; i disegni delineati dagli astronomi con un diametro di sei a dieci centimetri di diametro sono quindi fortissimi ingrandimenti fatti a vista d'occhio di tali piccoli dischi apparenti. Le fotografie di Marte che si sono ottenute negli ultimi venticinque anni, ci dànno di Marte una rappresentazione, quanto alla grandezza, pochissimo diversa dall'immagine telescopica. Se riflettiamo a ciò, molte cose si chiariscono, che altrimenti rimarrebbero oscure; il fatto è che se noi, con mezzi puramente fisici, ingrandiamo le fotografie di Marte fino alle dimensioni dei disegni, otteniamo delle figure che con essi non hanno più quasi nulla di comune.

A motivo delle difficoltà derivanti da un tale stato di cose, fino al 1877 la carta di Marte rimase incerta persino nelle sue linee fondamentali. Eppure a queste osservazioni si erano applicati strumenti di non trascurabile potenza, e particolari minuti e difficili di questo o quel punto della superficie di Marte erano stati veduti volta a volta da questo o quell'osservatore, il che prova che non solo la potenza dei telescopi usati era adeguata, ma ancora che le condizioni

(1) Lettera del 27 Novembre 1911.

di osservazione erano state buone, almeno per certi periodi. Era però necessario per orientarsi nel dedalo di apparenze complicate e mutevoli un metodo di osservazione rigoroso, non meno, e forse più, che acutezza di vista; un esame critico e una selezione costante e sapiente dei risultati materiali d'osservazione; occorrevano determinazioni precise di posizione dei punti fondamentali, tanto da poterli identificare con sicurezza nonostante le diverse apparenze dovute al mutare delle coordinate areografiche del centro del disco, ed infine occorreva dare ad apparenze talvolta vaghe una certa definizione, indispensabile per rappresentarle in una carta areografica; cosa quest'ultima d'una difficoltà somma, sia per contenere la definizione nei limiti strettamente indispensabili, sia per ottenerla col minimo scarto dalla verità.

È questo il lavoro che lo SCHIAPARELLI ha mirabilmente eseguito. Le sue carte, nelle loro grandi linee e nella realtà sostanziale se non formale dei particolari, non hanno avuto dopo tutto che conferme sempre più decisive; e in loro favore testimonia indiscutibilmente il fatto che la nomenclatura dello SCHIAPARELLI, non solo per la sua attraenza, ma sopratutto per la sua comodità è stata universalmente adottata, e usata senza che mai occorresse falsarne l'applicazione o forzarne l'impiego.

Lo SCHIAPARELLI ha avuto così l'imperitura gloria di stabilire l'Areografia su basi sicure, togliendola dallo stato in cui era, di incertezza e confusione: la carta di Marte del 1879, se si pensa che fu eseguita col cannocchiale di Merz di soli otto pollici di apertura, si potrebbe dire miracolosa, se non fosse invece la semplice dimostrazione di quanto possano la perseverante applicazione ed un metodo scientifico rigoroso a servizio di una mente geniale. Mentre nessuno credeva possibile l'applicazione del micrometro all'immagine di Marte, lo SCHIAPARELLI lo ha fatto con gesto audace, e con l'intuito del vero scienziato, cosicchè la determinazione delle coordinate areografiche dei punti principali venne compiuta con un indiscusso e duraturo successo; la determinazione della posizione della neve polare australe riuscì di una precisione superiore all'attesa, e la direzione dell'asse polare, determinata colle osservazioni combinate del 1877 e del 1879, venne confermata da quelle del 1882 con un accordo sorprendente « tale da non lasciar nulla a desiderare » (1).

Il metodo veramente scientifico di osservazione è quello per cui ogni osservazione singola viene discussa, analizzata e pesata confrontandola con tutte le altre, allo scopo di determinarne in qualche modo il *valor medio*; qui però non soccorre il calcolo matematico, fissando procedimenti e formole, di applicazione se non materiale, almeno generale ed uniforme: questa determinazione del valor medio dell'osservazione, e conseguente stato medio degli oggetti osservati, che sarà, ad esempio rappresentato dalla forma della penisola di Deucalione, delle Atlantidi e del Simoenta, non può provenire che da un senso infallibile di analisi critica congiunte ad un'accuratezza e abilità di coordinamento

(1) *Opere*, Tomo I, pag. 404.

delle osservazioni veramente singolari (1). Ma questa determinazione dello stato medio (2) non è possibile, e l'osservazione è importante assai per queste nostre riflessioni sull'opera dello SCHIAPARELLI, senza che a forme un po' vaghe e mutevoli si dia una certa definizione di contorni, una semplificazione di struttura, insomma senza una schematizzazione di forme che ne renda possibile una descrizione sia grafica sia letterale; tutta la difficoltà consiste nel procedere nel giusto senso, e possibilmente con giusta misura; cosa quest'ultima assai più difficile perchè avviene che, continuando le osservazioni, col tirocinio, coll'educazione dell'occhio, la definizione delle macchie è fatta inconsciamente dall'occhio stesso in grado sempre crescente, e in modo sempre meno avvertito. Ma se anche questa giusta misura viene un poco oltrepassata, purchè sia osservata la prima condizione del giusto senso, il male non è tanto grande ed i risultati perdono poco della loro utilità a patto che siano interpretati rettamente e non si domandi alle descrizioni grafiche ciò che esse non contengono e quindi non possono dare; così procedendo prudentemente non soltanto non avverrà che delle forme geometriche tutte speciali a Marte si dia una falsa interpretazione, nè che si cada nelle opposte esagerazioni della negazione assoluta o della affermazione letterale, ma da esse potranno trarsi deduzioni preziose per avanzare nella conoscenza fisica di questo pianeta.

Ed ecco che siamo condotti ad analizzare quella parte dell'opera dello SCHIAPARELLI che comincia col 1882 e che si è conclusa con un planisfero di Marte che è tutto un complicato sistema di linee, generalmente archi di circolo massimo, talvolta semplici, talvolta doppie, ma sempre con un carattere di geometrica regolarità; quella parte dell'opera cioè che è stata la più discussa, e che oggi ancora dopo cinquant'anni non ha cessato di appassionare gli animi, divisi da opposti e inconciliabili convincimenti, nonostante i numerosi studi di Marte e nonostante la felice circostanza che a partire dalla metà di questo periodo di tempo, la fotografia, applicata con successo sia intervenuta, a prestare il suo concorso prezioso.

Prezioso sì, ma talvolta sconcertante, come risulterà dal seguito, e tale quindi da lasciar sussistere quasi tutte le cause di disparità di opinioni.

Che esistano su Marte condizioni speciali che producono o favoriscono il

(1) È importante notare che lo SCHIAPARELLI, sopratutto nelle prime opposizioni da lui osservate, non disegna dischi molto ricchi di particolari, mentre questi sono numerosi ed esatti nelle sue Mappe Areografiche. Ciò si deve alla bontà del suo metodo d'osservazione, da lui efficacemente indicato in poche righe, a proposito di Mercurio: « ... ho avuto Mercurio nel campo telescopico « parecchie centinaia di volte, ed in più di 150 giorni è stato possibile di vedervi qualche mac- « chia, o almeno qualche cosa degna di essere notata. E ne ho fatto in tutto questo tempo circa « 150 disegni, i quali benchè, a dir vero, siano di valore molto disuguale, pure tutti, qual più, « qual meno, hanno concorso a produrre i risultati della presente investigazione ». (*Astr. Nachr.*, n. 2944, col. 241).

(2) Adoperiamo per brevità questa espressione, ma si intenda che si vuole indicare: quella forma che dedotta dal complesso delle osservazioni rappresenta con maggior approssimazione l'aspetto più comune o più frequente.

manifestarsi di questa geometria, in altre parole, che questa geometria abbia un fondamento nella realtà dei fatti sarebbe poco scientifico, allo stato attuale della questione, negare. L'aspetto delle macchie da molti detto *naturale*, in contrapposto a quello geometrico che suggerisce l'idea di *artificio* si può benissimo ritenere più corrispondente alla realtà delle configurazioni marziane, quale deve essere il prodotto di quelle cause secondarie che perturbano e talvolta nascondono l'estrinsecazione delle grandi leggi generali, che per molti e molti indizi sembrano manifestarsi o essersi manifestate su Marte con una intensità o con una regolarità sconosciute sulla Terra. E non sarebbe affatto assurdo pensare che la limitata potenza dei mezzi ottici usati dallo SCHIAPARELLI sia stata in un certo senso una circostanza felice, impedendo di oltrepassare quel punto oltre il quale gli effetti delle perturbazioni giungono ad occultare quelli delle leggi generali.

Queste riflessioni suppongono naturalmente che le linee di Marte non siano semplicemente il risultato di un raggruppamento di macchie disposte irregolarmente e riunite dall'occhio, non secondo definite e semplicissime leggi fisiologiche, ma in modo prettamente soggettivo. Indubbiamente l'occhio vede più facilmente ciò di cui conosce l'esistenza e ha spesso una illusoria e pur netta sensazione di ciò che vuole vedere; si ammetterà però senza difficoltà che nè l'una nè l'altra cosa può essere avvenuta, almeno in principio, per lo SCHIAPARELLI, il quale ha *scoperto* ciò che non era stato veduto ancora.

La questione dell'immagine di Marte è stata trattata dal CERULLI e sviluppata dal MAGGINI, abbiamo detto, più che esaurientemente, perchè discute e spiega il processo di formazione delle immagini quale si svolge non solo in osservatori prudenti ed avveduti, e poco inclini per natura a sostituire la soggettività propria all'obbiettività esterna dei fatti, ma in chiunque, forzando la visione, e col desiderio anche inavvertito di compiere dei « tours de force » si lascia vincere dalle fugaci apparenze di immagini fittizie che si sovrappongono, deformandola, all'immagine reale, o la sostituiscono addirittura.

Non è però giusto confondere e giudicare in blocco gli osservatori delle due classi, perchè l'opera di quelli che appartengono alla prima è d'una utilità più immediata, mentre quella degli altri va esaminata con prudente giudizio critico, o piuttosto con tutta circospezione.

In tutti i casi le idee del CERULLI e del MAGGINI, nel loro sviluppo più spinto e nelle ultime conclusioni sono di difficile accettazione, almeno se non se ne precisa il significato. Affermare che col miglioramento della visione nulla resterà della Gran Sirte o di Taumasia, vuol dire letteralmente che tali macchie, visibili su Marte con tutta facilità, non meno nelle immagini telescopiche che in quelle fotografiche, non hanno maggior consistenza reale delle linee sottili e dei punti piccolissimi che sono ritenuti fenomeni d'integrazione; la teoria dei baricentri ottici, degna in realtà della più grande considerazione non sembra applicabile all'insieme di una figura tanto definita nella forma da poterne accertare le mutazioni in epoche diverse, secondo le variate condizioni di presentazione, quali appunto si richiedono dalle regole della projezione ortografica di figure giacenti su una superficie sferica. L'effetto fisiologico delle immagini fittizie è

a ragione invocato quando queste sono punti minuti o linee sottili, non solo, ma ancora quando pur presentando una piccola ma sensibile estensione esse hanno una regolarità geometrica assoluta; può essere invocato, salvo a porre la questione delle peculiari caratteristiche del suolo marziano che favorisce queste integrazioni in un modo e in un grado sconosciuto agli altri pianeti. Un valentissimo osservatore di Marte, G. FOURNIER, del quale i disegni possono essere esattamente interpretati senza che quasi mai sia necessario richiamare le ultime conclusioni della teoria ottica, scrive: « Il m'est arrivé, exceptionnellement à la vérité, d'observer des canaux linéaires et noirs, de l'objectivité desquels je reste convaincu. Que ces canaux soient réellement des objets *continus* à la surface de la planète, ou qu'ils soient formés d'*éléments alignés*, les deux faits sont d'un égal intérêt, car ils présentent une formation, une structure toute spéciale à la planète Mars » (1).

Quale giudizio critico sull'opera dello SCHIAPARELLI si può dunque dare oggi, dopo quarant'anni di verifiche e di discussioni? Questo primo, intanto: che se lo studio fisico di Marte avesse continuato a progredire colla velocità che egli vi aveva impressa, non dovrebbe più rimanere alcun dubbio relativamente ai fatti da lui osservati, o alla loro interpretazione; invece, e ciò torna a tutto merito del grande astronomo di Milano, gli astronomi tutti, in questo campo, non hanno saputo fare in tutto questo periodo tanto, quanto egli in poco più di dodici anni; forse perchè, salvo poche eccezioni, non si è saputo o voluto più lavorare costantemente, in ogni occasione, ma solo quando la messe si prometteva abbondante; le opposizioni meno favorevoli furono quindi ordinariamente trascurate, e così rimane aperta la grande e capitale questione: se le poligonazioni e le geminazioni siano appunto caratteristiche di Marte quando si trova più lontano dal Sole, o presenta al Sole l'emisfero boreale, che è notabilmente diverso da quello australe. Si è dimostrato sufficientemente che essendo Marte prossimo al perielio, ed essendo estate per l'emisfero australe, quando l'irradiazione solare ha un'intensità una volta e mezza quella di Marte all'afelio, la geometria di Marte non si manifesta. Lo SCHIAPARELLI era del resto della stessa opinione, perchè scriveva: « Ho ricevuto dal Prof. HALE alcune delle sue fotografie di Marte fatte con un riflettore di 100 piedi di foco e 44 pollici di diametro, dei cui effetti *visuali* il detto professore dice *mirabilia*. Delle fotografie egli stesso è poco soddisfatto, e dice che spera di poter fare molto meglio. Afferma che nè egli, nè nessun altro dell'Osservatorio Wilson ha potuto vedere una sola linea con precisione, e che non vi era traccia di poligonazioni. Io gli credo, giacchè lo stesso è intervenuto a me nel 1877 e nel 1892 e in altri anni ancora. Quando le linee e le poligonazioni appariranno di nuovo, le vedrà anche lui » (2).

Invece Marte è trascurato, sopratutto dai grandi strumenti, appunto quando alle maggiori difficoltà derivanti dalla maggiore distanza sarebbe necessario sup-

(1) Lettera del 22 Aprile 1926.
(2) Lettera del 31 Gennaio 1910.

plire con maggiori mezzi e più intensa applicazione; di conseguenza i risultati sono molto disuguali per le diverse posizioni del pianeta sulla sua orbita.

Lo SCHIAPARELLI ebbe fino all'ultimo il convincimento della realtà delle linee e delle geminazioni: mai è andato, circa la loro interpretazione, al di là dell'ammettere la possibilità che esse fossero formate da elementi discontinui ed irregolari, ma allineati, come egli stesso aveva avuto più volte occasione di verificare; che esse fossero effetto di imperfetta visione o provenissero da cattive condizioni di immagine, egli lo negò sempre, dichiarando nettamente di *non comprendere* come si potesse sostenere ciò, quando egli poteva affermare con sicurezza che le linee erano vedute meglio e tanto più definite e regolari quanto più buona era la visione e migliori erano le immagini. Non si può però negare che il fatto *asserito* dallo SCHIAPARELLI che le poligonazioni sono caratteristiche delle opposizioni afelie, trova una *logica spiegazione* nei principii della teoria ottica, i fautori della quale non negano già la realtà delle osservazioni e delle apparenze, ma l'obbiettività delle cose osservate. Fra l'*asserzione* e la *spiegazione*, la decisione non è facile: occorrerebbero osservazioni di Marte nei punti estremi dell'orbita perfettamente comparabili fra loro, cosa difficile ad ottenersi a motivo della diversità della distanza, e impossibile in causa della diversa latitudine del centro del disco di Marte.

Noi pensiamo che la teoria ottica, come altra teoria di assai maggior portata, possa essere di due gradi: teoria ristretta e teoria generalizzata; che quest'ultima non sia applicabile sempre ed a tutti gli osservatori, e che la prima non sia altro che la constatazione della limitata potenza separatrice dell'occhio umano, che si manifesta sempre in qualunque stadio di visione; e che, mentre i disegni di molti osservatori, e fra essi appunto il CERULLI ed il MAGGINI, non possono essere spiegati se non facendo intervenire la teoria ottica generalizzata, altri molti, fra cui quelli dello SCHIAPARELLI per la maggior parte, si interpretano perfettamente con quella ristretta.

Non è possibile per esempio applicare nella sua interezza la teoria ottica ai disegni dell'ANTONIADI, o a quelli di LOCKYER di quasi settant'anni or sono; i primi dei quali confermano sostanzialmente le carte dello SCHIAPARELLI, mentre i secondi, per la mancanza appunto di quella definizione o schematizzazione che noi ci ostiniamo a credere scientificamente necessaria sono rimasti per tanti anni sterili pur contenendo un prezioso ed abbondante materiale di studio. Le configurazioni disegnate da questi osservatori si possono dire *reali* con quello stesso grado di sicurezza con cui si può affermare realtà della superficie solare un puntino nero od un trattino visto ad occhio nudo, e che rappresenta, come si sa, un complicato sistema di scuri e di ombre; con quello stesso grado di sicurezza con cui dal serpentino di BEER e MÄDLER si constata l'esistenza del Sabeo su Marte.

Neppure è possibile seguire la teoria ottica nelle sue ultime conseguenze che giungono a negare la realtà di ogni variazione osservata su Marte. Essa ha ben dimostrato che molte variazioni sono dovute semplicemente a diversi stadi della visione, e che altre, che sembrano importantissime, non sono che l'effetto com-

attivo dell'occhio: un ponte od un canale possono balzar netti e cospicui dal presentarsi anche di una sola minutissima macchia chiara in una regione d'ombra, o scura in una regione chiara, con una sproporzione fra causa ed effetto che senza la teoria ottica non si potrebbe spiegare. Ma oltre che si ha qui veramente da fare con variazioni reali benchè manifestantisi con apparenze esagerate ed ingannevoli, si sono verificate su Marte variazioni importanti che ci sembrano ben a torto negate dal MAGGINI, ad esempio quelle nello Stretto di Pandora, testimoniate in modo indubbio anche dalla fotografia; neppure è possioile negare che variazioni importantissime si siano accertate nel lago del Sole, sulla riva occidentale della Gran Sirte (ad es.: Foce dell'Astabora), nè che variazioni a periodo più o meno determinato avvengano nella Gran Sirte stessa, nel mare Acidalio e in tutte le terre che giacciono sul 45° parallelo australe. Infine riteniamo che, anche ammettendo che le linee di Marte non siano striscie regolari ed uniformi, le osservazioni dello SCHIAPARELLI dimostrino sufficientemente la realtà di quella variazione nel corso del Sistema Eufrate-Arnon-Kison da lui notata nell'opposizione del 1888, anche se non ci è possibile sapere alcun che sulla natura di tale variazione.

(*continuazione e fine al prossimo numero*)

LUIGI JACCHIA

LE STELLE VARIABILI

(Continuazione, vedi numero precedente)

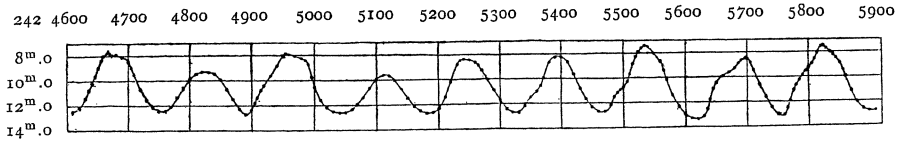
LE VARIABILI DEL TIPO MIRA CETI

Periodicità doppia ed altre curiosità. – Nel capitolo relativo alle stelle del tipo RV Tauri avevamo detto che anche nelle variabili del tipo Mira Ceti si verificano alcuni fatti che ci inducono a credere che il periodo fisico di tali stelle sia il doppio del periodo fotometrico. I fatti osservati sono i seguenti.

a) Alcune variabili del tipo Mira presentano massimi alternativamente lucidi e deboli; l'alternanza dura talvolta per brevi periodi, altre volte per lunghi tratti di tempo, scompare e riappare spesso spostata di fase. La curva di luce è spesso completamente diversa nei due periodi con massimo lucido e debole rispettivamente, ma si ripete anch'essa dopo due periodi. Variabili che presentano questo fenomeno sono:

X Aql	R Equ	R Lyn	V Peg
T Aqr	R Gem	T Nor	R Ser
R Cae	RV Her	R Oct	T UMa
X Cam	T Hor	S Oct	RS UMa
RW Car	R Ind	Z Oph	Z Vel

b) Talvolta, pur rimanendo i massimi poco diversi fra loro per splendore, la curva di luce presenta *alternativamente* forme assai differenti. Tale è p. e. il caso di T Her.



Curva di luce X Camelopardalis (si notino i massimi alternativamente lucidi e deboli.

Fra le variabili del tipo Mira quella che ha il periodo più breve è SS Herculis (106d.4); quella col periodo più lungo è VX Sagittarii (730d.4). La prima avrebbe uno spettro M2 (ossia senza righe di emissione) secondo H. A. 79,3, tuttavia la sua curva di luce e l'ampiezza non lasciano alcun dubbio che si tratti di una vera e propria variabile del tipo Mira. È quasi certo che la mancanza dell'indicazione — *e* nel suo spettro è dovuta ad una svista o ad un cattivo esame della lastra fotografica su cui lo spettro fu registrato.

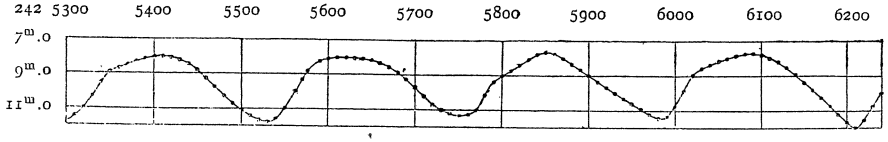
Come curiosità citeremo ancora alcune coppie di variabili della classe di Mira Ceti che appaiono vicinissime in cielo ed hanno periodi, ampiezze e grandezze medie, pressochè identiche. Tali sono p. es. R e S Columbae, S e T Geminorum, W e X Draconis. Ci sembra quasi impossibile che l'esistenza di queste coppie sia dovuta unicamente al caso.

Distribuzione galattica. – Anche le variabili del tipo Mira mostrano una certa preferenza ad aggrupparsi verso la Via Lattea. Un fatto curioso è inoltre che la concentrazione galattica sembra essere tanto maggiore, quanto più grande è il periodo.

Gli spettri delle variabili del tipo Mira Ceti.

1. *Generalità.* – Gli spettri delle variabili del tipo Mira Ceti appartengono tutti, senza eccezione, alle classi M e S e presentano per la massima parte della fase di variazione luminosa alcune righe lucide dell'idrogeno. Sarà opportuno ricordare che non vi è differenza sostanziale fra le categorie M e S. Nella classe M l'elemento predominante è l'ossido di titanio che dà origine a numerose bande oscure. Nella classe S le bande di assorbimento costituiscono pure la parte più caratteristica dello spettro; solamente, invece di essere dovute all'ossido di Titanio, sono generate dall'ossido di zirconio. Di gran lunga più numerose sono le variabili di spettro M che costituiscono il 90-92 % del numero totale delle variabili del tipo Mira con spettro conosciuto. Quelle di classe S sono una trentina in tutto.

Una particolarità che contraddistingue le curve di luce delle variabili di spettro S è quella di avere quasi tutte massimi più piatti e minimi più acuti delle variabili di classe M di corrispondente periodo.



Curva di luce di S Ursae maioris (Spettro Se; si noti la larghezza dei massimi).

Gli spettri delle variabili TY Cygni, SS Herculis, X Pegasi e T Sculptoris sono attualmente catalogati nella classe M senza righe di emissione. Le curve di luce di queste variabili sono però tipiche della classe di Mira Ceti ed è quindi probabile che le righe di emissione siano sfuggite ad un esame sommario degli spettri.

In relazione con la loro classe spettrale, tutte le variabili del tipo Mira presentano una colorazione spiccatamente rossastra. I loro indici di colorazione sono compresi tutti fra + 1m.3 e + 2m.0 e sono variabili leggermente anche per ogni singola variabile in funzione della fase, come vedremo fra poco.

2. *Relazioni fra periodo e spettro.* – Come per le Cefeidi e le variabili del tipo RV Tauri propriamente detto, anche le stelle del tipo Mira Ceti mostrano una stretta correlazione fra periodo e spettro. Nel quadro che segue sono dati i periodi medî corrispondenti ad ogni singola suddivisione spettrale. Lo spettro segnato è quello che corrisponde al massimo di luce.

Spettro	Periodo	Spettro	Periodo
M3e	217	M6e	311d
M4e	256	M7e	363
M5e	300	M8e	432

Abbiamo già veduto che le variabili del tipo Mira continuano singolarmente bene la *period-spectrum curve* delle Cefeidi, attraverso il tramite delle stelle del tipo RV Tauri.

3. *Relazioni fra fase e spettro.* – Pure in analogia con quanto avviene nelle Cefeidi e nelle variabili del tipo RV Tauri, lo spettro varia in funzione dello splendore della variabile. L'indice spettrale è più elevato al minimo che al massimo, come può vedersi dalla seguente tabella che dà la classe spettrale di *Mira Ceti* in funzione dello splendore (i dati sono estratti da uno studio di A. H. Joy).

Splendore	Spettro	Splendore	Spettro
3m1	M 5.2 e	6m4	M 8.0 e
3.7	M 6.3 e	7.7	M 8.4 e
4.6	M 6.9 e	8.9	M 9.0
5.5	M 7.6 e		

In ragione di questa variazione, le variabili del tipo Mira appaiono un po' più rosse al minimo che al massimo.

Le righe lucide dell'idrogeno non sono sempre visibili: esse scompaiono generalmente intorno al minimo di luce. Secondo lo studio citato di Joy, le righe Hγ e Hδ appaiono nello spettro di Mira Ceti quando il suo splendore tocca nell'aumento la 7a grandezza: dapprima si rende visibile Hδ e poco dopo anche Hγ. Esse raggiungono la massima intensità circa un mese dopo il massimo di luce, Hδ rimanendo sempre più lucida di Hγ. Di qui diminuiscono progressivamente in intensità, ma con diversa

rapidità, tanto che Hγ diventa più lucida di Hδ. Quando la variabile tocca in diminuzione l'8ª grandezza, scompaiono del tutto. *Intorno al minimo Hγ e Hδ sono visibili come righe di assorbimento.* Come si vede, vi è uno sfasamento in senso ritardatario di circa un mese rispetto alla curva di luce per quanto concerne la visibilità delle righe lucide dell'idrogeno.

Oltre alle intense righe di emissione dell'idrogeno, appaiono nello spettro di Mira Ceti molte altre righe lucide più deboli, dovute ad altri elementi. In tutto (comprese quelle dell'idrogeno) ne furono contate 49, corrispondenti in parte al ferro, al silicio, al manganese ed al magnesio. Tutte queste righe scompaiono intorno al minimo o subito dopo, sicchè si ha, poco dopo il minimo di luce, un intervallo di tempo della durata di 20-40 giorni, durante il quale non è visibile nello spettro nessuna riga di emissione.

4. *Variazione nelle posizioni delle righe spettrali.* – Per quanto nello spettro di Mira Ceti e delle variabili del suo tipo siano presenti alcune righe lucide, tuttavia la grande maggioranza delle righe che in esso si riscontrano è di assorbimento. Osservando le posizioni relative delle due diverse specie di righe, si nota che quelle lucide sono alquanto spostate verso il violetto rispetto alla posizione che dovrebbero occupare nella serie delle righe di assorbimento. La quantità di cui esse sono spostate non è però costante, ma varia in funzione della fase di luce. Per Mira Ceti lo spostamento è massimo circa 60 giorni dopo il massimo di luce e si annulla intorno al minimo. Esprimendo lo spostamento in differenze Δ di velocità radiale fra le due specie di righe, Joy ha ottenuto per Mira Ceti i seguenti valori in funzione della fase:

Fase	Δ	Fase	Δ
16ᵈ	+ 16.7 Km	148ᵈ	+ 6.1 Km
49	19.1	163	0.9
78	17.9	194	0.3
96	17.4	297	14.0
116	12.2	317	16.1
134	7.7		

Δ è presa nel senso $A - E$, ove con A è indicata la posizione delle righe di assorbimento e con E quella delle righe di emissione. Le fasi sono contate a partire dal massimo di luce (Fase 0ᵈ). Il minimo di luce cade alla fase 215ᵈ.

La curva della velocità radiale dedotta dallo spostamento delle righe di assorbimento ha un andamento sincrono con la curva di luce, con un massimo positivo (di allontanamento) intorno al massimo di luce ed un massimo negativo (di avvicinamento) intorno al momento di luce minima. Si noterà che questo andamento è esattamente opposto a quello che si osserva nelle Cefeidi.

Le righe di emissione hanno per contro un andamento diverso: la massima velocità radiale positiva che da esse si deduce cade intorno al minimo della curva di luce (forse un po' dopo), mentre il massimo negativo ha luogo 90 giorni dopo che lo splendore della variabile ha raggiunto il suo massimo.

L'escursione totale è di circa 12 Km. tanto per le righe di assorbimento che per quelle di emissione.

Tutto ciò indica che la stella è composta di due strati gassosi: uno centrale più denso che dà lo spettro di assorbimento ed uno esterno, costituito per massima parte di idrogeno, dal quale partono le radiazioni che dànno origine alle righe di emissione. Le correnti in seno a questi due strati devono aver luogo in senso opposto ad ogni istante. Come ciò avvenga non è stato ancora spiegato fino ad oggi.

5. *Temperatura, energia calorifica e luminosa.* – Le temperature che si deducono dagli spettri delle variabili del tipo Mira sono assai basse: esse sono comprese tutte fra 1600° e 4000°. Naturalmente in corrispondenza alle variazioni spettrali varia anche la temperatura: intorno al massimo essa ammonta a circa 300°-500° più che al minimo.

Molto interessanti sono i risultati delle misure radiometriche ottenute all'Osservatorio di Mt. Wilson da E. Petitt e S. B. Nicholson. Misurando con un radiometro l'*energia totale* emessa dalla variabile χ^2 Cygni, essi poterono notare che nel mentre lo splendore della stella aumentava da 12ᵐ.0 a 4ᵐ.3, ossia diveniva 1300 volte maggiore, l'energia totale variava soltanto nel rapporto da 1 a 1.3, Ciò indica chiaramente che l'enorme variazione di splendore che il nostro occhio osserva non è l'effetto di una reale variazione corrispondente dell'energia emessa dalla stella, ma un fenomeno per buona parte apparente, dovuto cioè al fatto che l'energia raggiante ci arriva dall'astro secondo le diverse fasi del periodo con lunghezze d'onda differenti, per cui il nostro occhio è diversamente sensibile. Intorno al minimo di luce la stella emette infatti principalmente radiazioni calorifiche (di grande lunghezza d'onda), per cui il nostro occhio è poco sensibile, mentre intorno al *massimo* una gran parte dell'energia è emessa sotto forma di radiazioni attiniche (di piccola lunghezza d'onda) facilmente percepibili dall'occhio umano.

Per le poche variabili su cui si sono potute compiere delle investigazioni dirette, le intensità bolometriche al massimo di luce stanno a quelle al minimo nel rapporto 2 : 1 o 3 : 1. Dalle temperature dedotte dagli spettri intorno ai massimi ed ai minimi di luce si ricava circa il medesimo rapporto, applicando la legge di Stefan. Ora il curioso si è che, andando a calcolare in base alle variazioni dell'intensità bolometrica ed alla lunghezza d'onda effettiva (facilmente deducibile dalla classe spettrale o dall'indice di colorazione) quale dovrebbe essere l'ampiezza fotometrica visuale, si trova per questa un valore assai minore di quello osservato. Per Mira Ceti Joy trova in questo modo un'oscillazione teorica di 22.9 : 1 corrispondente a un'ampiezza di 3ᵐ.45, contro una variazione osservata di 6ᵐ.0 circa, equivalente a un rapporto di 250 : 1. Recentemente, con un metodo più esatto, eseguendo un'integrazione rigorosa là dove Joy ne aveva usato una approssimata [1], Armellini è giunto a un risultato poco differente, ancora minore: 16.8. Ciò corrisponderebbe ad un'ampiezza di 3ᵐ.07.

Per spiegare questo fatto bisogna ammettere che intorno al minimo l'atmosfera della stella assorba in gran parte i raggi visibili, lasciando passare invece

[1] Ci sia permesso qui di osservare che non ci sembra un'*ipotesi tanto semplice quanto grossolana*, come la qualifica il prof. G. Armellini nella sua nota pubblicata nei *Contributi Scientifici del R. Oss. sul Campidoglio, N. 33* (*Nuova Serie*), quella del Joy di ammettere che l'occhio umano sia sensibile solo alle radiazioni [illegible]

quelli calorifici e che al massimo i raggi visibili vi passino per contro quasi indisturbati. Bisogna pensare, cioè, che intorno al minimo si formino nell'atmosfera della stella materie capaci di assorbire le radiazioni di piccola lunghezza d'onda. Secondo JOY l'assorbimento potrebbe essere operato dall'ossido di titanio che, come è noto, ha una parte preponderante nella composizione di queste stelle. È da notarsi che la formazione di queste materie opache nell'atmosfera della stella verso il minimo di luce trova la sua naturale spiegazione nella teoria di MERRILL ,di cui ci occuperemo fra qualche momento.

Grandezza assoluta, volume e densità. – La media grandezza assoluta delle variabili del tipo Mira intorno al massimo di luce è + $0^m.1$ circa. In base a questo dato ed all'indice di colorazione è possibile calcolare approssimativamente i loro diametri. Tutti i calcoli finora eseguiti dànno per i singoli diametri valori molto elevati: da 100 a 200 volte il diametro solare. Per Mira Ceti è stato trovato un diametro pari a 300 volte quello del Sole. Ciò corrisponde a un volume di 27 milioni di volte il Sole, ossia di oltre 39 trilioni di volte quello della Terra. Ripetiamo però che queste cifre non sono esatte, ma soltanto grossolanamente approssimate, essendo possibile un errore del 50 % e più ancora (1). Ad ogni modo, per quanto grande sia l'errore possibile, tuttavia rimane fuori di dubbio che si tratta di diametri enormi.

Ammettendo che le variabili del tipo Mira abbiano una massa ragionevole (masse troppo forti sarebbero in contrasto con le osservazioni spettroscopiche, sia per quanto riguarda la larghezza delle righe di assorbimento che per l'effetto Einstein che dovrebbe allora farsi sentire in maniera apprezzabile), si deve concludere che la loro densità deve essere piccolissima. Si ammette oggi generalmente che la densità media di Mira Ceti sia di circa due millesimi della densità dell'aria al livello del mare.

Teorie. – Le teorie presentate per spiegare la variazione delle stelle del tipo Mira sono assai numerose. La vecchia teoria della rotazione di astri irregolarmente coperti di macchie è ormai di gran lunga sorpassata e, nonostante un debole tentativo di GUTHNICK di risuscitarla, non merita più la nostra attenzione, non essendo essa sufficiente a spiegare le caratteristiche della curva di luce e le variazioni spettrali. Lo stesso dicasi della teoria delle *maree* di KLINKERFUES, la quale vorrebbe che la variazione sia prodotta da maree intense provocate sull'astro centrale da un satellite molto denso. Anche qui, come già per le Cefeidi, si è calcolato che il satellite dovrebbe avere un'orbita *interna*

quanto approssimato, è usato correntemente e con buoni risultati in tutti i lavori relativi agli indici di colorazione ed alle temperature delle stelle. Del resto il fatto stesso che attraverso la sua lunga integrazione il prof. ARMELLINI abbia ottenuto un risultato praticamente identico a quello del JOY prova a sufficienza che il metodo non è affatto cattivo.

(1) Questa incertezza non dipende tanto dall'inesattezza dei dati o del metodo, quanto dal fatto che possono entrare in giuoco fattori sconosciuti che affrettano in maniera sensibile le misure. Uno di questi fattori può essere p. es. quello che produce la differenza fra l'ampiezza

alla superficie della stella stessa, il che è assurdo. Pure insufficiente è la vecchia teoria di R. WOLF e SCHÖNFELD, secondo cui le fluttuazioni luminose sarebbero originate da una frequenza periodicamente variabile di macchie sulla superficie della stella, in analogia col ciclo undecennale delle macchie solari. È facile vedere infatti che non c'è nemmeno una variabile del tipo Mira che possieda un periodo paragonabile a quello solare (il periodo più lungo che si conosca è di 734^d); poi l'ampiezza della variazione che si osserva è di gran lunga troppo forte per poter essere spiegata con la semplice formazione di macchie. In terzo luogo si dovrebbero osservare, secondo questa teoria, fluttuazioni luminose secondarie irregolari ed assai cospicue, in corrispondenza alla formazione o al dissolvimento delle singole macchie ed in relazione alla rotazione della stella: come è noto, tali variazioni non si verificano. Per ultimo osserveremo ancora che i massimi di macchie solari sembrano corrispondere ad un'emissione un po' maggiore o almeno non minore di energia da parte del Sole: se il fenomeno fosse di identica natura nelle variabili del tipo Mira, un massimo di macchie non potrebbe corrispondere più ad un minimo di luce.

Più vicina ad una spiegazione razionale è la *veil theory* di MERRILL. Secondo questa il ciclo della variazione di luce si effettuerebbe nel modo seguente. Dopo il massimo si formerebbe nell'atmosfera della stella uno strato di gas condensati (probabilmente di calcio) che assorbirebbero le radiazioni luminose e, in minor misura, quelle calorifiche della fotosfera. In tal modo la luminosità apparente della stella diminuirebbe, mentre lo schermo opaco continua ad immagazzinare calore. Ad un certo punto, per il calore assimilato, lo schermo gassoso si scioglierebbe e si avrebbe un aumento di luce fino al massimo, dopo il quale ricomincia il ciclo. Come abbiamo già veduto, questa teoria rende conto molto bene della differenza enorme fra la variazione dell'intensità bolometrica e quella dell'intensità luminosa. Essa è d'accordo anche con le variazioni della classe spettrale e, secondo lo scrivente, può spiegare inoltre perchè le righe lucide dell'idrogeno spariscono dallo spettro della stella intorno al minimo. Si può immaginare infatti che l'idrogeno formi l'inviluppo esterno dell'atmosfera stellare e sia quindi soggetto alle più forti variazioni di temperatura. Intorno al minimo di luce le zone più lontane della stella si troverebbero a temperatura relativamente bassa, gli atomi di idrogeno che le compongono non irradierebbero per proprio conto e fungerebbero da strato invertente per le zone interne. La parte dell'atmosfera di idrogeno più vicina alla fotosfera emetterebbe invece ancora energia luminosa; questa passando attraverso lo strato invertente esterno darebbe origine alle righe idrogeniche di assorbimento che si osservano al minimo. Al massimo invece lo strato esterno irradierebbe esso pure, originando delle righe di emissione al posto di quelle che prima apparivano di assorbimento. Il tempo necessario al calore per propagarsi fino alle zone esterne rende conto dello sfasamento nella variazione dell'intensità delle righe di emissione in rapporto con la curva di luce. Come si vede, fotosfera ed atmosfera avrebbero nella stella funzioni del tutto diverse e ciò può spiegare il perchè della differenza variabile delle velocità radiali dedotte dalle righe di assorbimento e di emissione rispettivamente.

mento si dovrebbe ammettere ancora che la fotosfera sia in lieve pulsazione con un periodo uguale a quello fotometrico; ammissione questa più che naturale se si pensa che le variabili del tipo Mira sono la naturale continuazione delle Cefeidi, in cui la fluttuazione luminosa è un fenomeno associato ad una pulsazione (non intendiamo qui di parlare di pulsazioni vere e proprie, ma solo di pulsazioni *apparenti*: il meccanismo della teoria di JEANS si può interpretare p. es. come una pulsazione apparente). Queste *pulsazioni* nella fotosfera su cui ritorneremo parlando delle altre teorie, siano esse dovute ad una causa o all'altra, produrrebbero le variazioni di temperatura necessarie per il nostro ciclo. Il vario spostamento delle righe di emissione si può immaginare dovuto alle correnti di evezione e di convezione nell'atmosfera stellare: com'è da attendersi infatti, il comportamento di queste ultime righe appare leggermente più sfasato ancora, rispetto alla curva di luce, di quanto non lo sia la curva dell'intensità delle righe.

Diremo ancora a proposito della *veil theory* che la preponderanza del calcio nello strato assorbente non sembra molto verosimile; secondo JOY il composto in esso predominante sarebbe l'ossido di titanio, quello che produce le bande caratteristiche in tutti gli spettri delle variabili del tipo Mira. Una diversa composizione dello strato assorbente potrebbe dare la spiegazione della diversità che si osservano nelle curve, giacchè a seconda delle sostanze che compongono detto strato, esso si formerebbe o dissolverebbe durante il ciclo più o meno facilmente. In particolare ciò potrebbe servire a spiegare i massimi di durata sistematicamente maggiore del comune che si riscontrano nelle variabili di spettro Se, le quali, come è noto, presentano le bande dell'ossido di zirconio al posto di quelle dell'ossido di titanio.

(continua)

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

COMETE

Due nuovi sistemi di elementi, parabolico l'uno ed ellittico l'altro, sono stati calcolati per la cometa 1931 *b* (Nagata) da C. H. SMILEY e A. C. D. CROMMELIN rispettivamente. Essi sono riportati qui sotto.

T	=	1931 Giu. 12.0823	Giu. 11.822 T. U.
ω	=	320° 34′ 41″	320° 11′ 15″
Ω	=	191 6 37	191 14 2
i	=	42 14 29	42 18 58
e	=	1.000000	9.9942088
q	=	1.051986	1.047728
P	=	—	703.5 anni
Calcolatore . .		C. H. SMILEY	A. C. D. CROMMELIN

(1931.0)

Secondo osservazioni di CHOFARDET a Besançon, il 5 e il 6 ottobre la cometa appariva di decima grandezza, in buon accordo con lo splendore calcolato. Attualmente essa si trova nella costellazione del Serpente, non lungi dalla Vergine, di modo che la sua osservazione è assai difficile. All'epoca della sua scoperta essa appariva di 7ª grandezza. Come già fu riferito dai giornali, lo scopritore MASANI NAGATA, è un coltivatore giapponese domiciliato in America, possessore di un piccolo telescopio col quale ama osservare il cielo. La scoperta avvenne casualmente, durante una ricerca per vedere Nettuno.

La cometa 1931*c* (Ryves) dovrebbe essere ora visibile al mattino, alquanto debole di splendore. Ecco le sue posizioni per il novembre, da noi calcolate in base agli elementi di CUNNINGHAM (v. *Coelum*, agosto 1931).

1931,	0h T.U.			1931,	0h T.U.		
Nov.	3	10h 50m.5	+ 1°48′	Nov.	19	10h 42m.9	+ 1°52′
	7	10 49 .3	+ 1 46		23	10 40 .1	+ 1 58
	11	10 47 .5	+ 1 46		27	10 36 .7	+ 2 8
	15	10 45 .4	+ 1 47	Dec.	1	10 32 .7	+ 2 20

Queste posizioni possono essere in errore di due o tre gradi, dato che gli elementi utilizzati per il calcolo sono basati sopra un arco eliocentrico assai piccolo.

Un nuovo sistema iperbolico di elementi è stato calcolato da E. C. BOWER e M. L. MILLER, in base alle osservazioni americane dal 14 al 19 agosto:

T = 1931 agosto 25. 88234 T. U.
ω = 166°48′48″
Ω = 101 35 17 (1900.0)
i = 169 15 9
e = 1.012467
q = 0.076095.

Un'effemeride, riferita allo scomodo equinozio 1900.0 (si noti che anche gli elementi sono riferiti a quest'epoca) venne calcolata in base a questa nuova orbita. Noi ne ripetiamo qui la parte che riguarda i mesi di novembre e dicembre, ridotta al 1931.0 (Posizioni a 0h T. U.):

Nov.	4	10h 58m.1	+ 0°38′	Dic.	4	10h 40m.4	+ 1°2′
	14	10 54 .7	+ 0 33		14	10 28 .8	+ 1 42
	24	10 48 .9	+ 0 40		24	10 14 .2	+ 2 40

Come si vede, queste posizioni si scostano poco da quelle calcolate con gli elementi di CUNNINGHAM.

Lo splendore della cometa continua a declinare, per quanto meno rapidamente: durante il mese di novembre esso dovrebbe passare da 8m.5 a 9m.0. Notiamo qui incidentalmente che le grandezze calcolate che furono riportate nel fascicolo di settembre sono in errore di oltre una grandezza, essendo basate sopra uno splendore-base troppo elevato.

Il mattino dell'8 ottobre la cometa fu cercata dallo scrivente a mezzo del rifrattore di 152 mm. dell'Osservatorio di Bologna. Il chiaro di luna rendeva il campo del cannocchiale piuttosto illuminato. Fu esaminata un'area di quasi 50 gradi quadrati senza che alcun oggetto nebuloso più appariscente della 10ª grandezza potesse

essere veduto. Il 20 ottobre, con ottime condizioni di cielo, la cometa rimase ancora ostinatamente ribelle ad ogni ricerca. Questo ci indica che la cometa deve essere ora più debole del previsto: la cosa era del resto prevedibile, poichè le comete che si avvicinano molto al Sole, come è il caso della 1931 *c*, brillano di splendore assai effimero e la loro luce diminuisce, dopo il loro passaggio al perielio, molto più di quanto vorrebbe il calcolo con la formula empirica $\frac{1}{r^2\Delta^2}$.

Un telegramma della centrale di Copenaghen in data 26 settembre annuncia che S. B. NICHOLSON all'Osservatorio di Mt. Wilson ha trovato sopra una lastra fotografica del 17 settembre un oggetto di 15ª grandezza, di aspetto stellare, la cui posizione ed il cui movimento corrispondono a quelli della cometa 1913 III (Neujmin). Ecco la posizione osservata:

Sett. 17 $12^h\,18^m.0$ T.U. $\alpha = 4^h\,43^m.8$, $\delta = +38°\,29'$;
movimento giornaliero: $+\,40^s$ $+\,9'$.

L'oggetto non presenta traccia di nebulosità, ma ciò non pregiudica la sua identificazione con la cometa cercata, poichè anche nel 1913 la cometa di Neujmin apparve spesso di forma perfettamente stellare. Un'effemeride calcolata da CROMMELIN in base a nuovi elementi rappresenta la posizione ed il movimento della cometa a meno di 1'. L'identificazione è dunque fuori di dubbio.

All'ultimo momento apprendiamo che il dott. S. B. NICHOLSON ha ritrovato un'immagine della cometa sopra una lastra del 20 agosto. Due ulteriori fotografie furono compiute la sera del 18 settembre. Tutte si accordano bene con l'effemeride di CROMMELIN. NICHOLSON fa osservare che gli elementi di VAN BIESBROECK per per questa cometa, pubblicati in A. J. N° 940 rappresentano le posizioni osservate se si sposta l'epoca del passaggio al perielio da 1931 mag. 9.96 T. U. ad apr. 29.75 T. U. Secondo VAN BIESBROECK l'epoca sarebbe da portarsi ad apr. 29.50.

La cometa 1930 *b* (Beyer) è stata fotografata ancora a Williams Bay da G. VAN BIESBROECK il 12 e il 13 agosto, di 17ª grandezza. Queste saranno probabilmente le ultime osservazioni della cometa, poichè il suo splendore in continua diminuzione non permetterà di seguirla più oltre.

l. j.

BREVE RIVISTA DELLE NOTIZIE ASTRONOMICHE

IL PIANETA MERCURIO È STATO FOTOGRAFATO per la prima volta con risultato positivo da F. QUÉNISSET all'Osservatorio di Juvisy la sera dell'11 aprile 1931. Su dieci fotografie fatte nell'intervallo fra $18^h\,57^m$ e $19^h\,15^m$ T. U., sei dànno immagini nitide che mostrano un buon numero di dettagli della superficie planetaria. Le macchie registrate sulle fotografie erano visibili quella sera anche visualmente all'equatoriale di $0^m.240$. Si ricorderà che lo stesso QUÉNISSET fu il primo a fotografare le macchie di Venere nel 1911 e nel 1921 (1).

UNA NUOVA VARIABILE RAPIDISSIMA del tipo cefeide è stata scoperta da E. HERTZSPRUNG su lastre dell'Osservatorio di Johannesburg esposte da H. VAN GENT. La stella è C. P. D. $-44°\,2376$, $7^m.8$, la cui posizione è $8^h\,9^m\,58^s.9$ $-44°\,11'.0$ (1875.0) Nel *Henry Draper Catalogue* essa è registrata col numero 69213 e notata di spettro Fo. Il periodo ricavato da 268 osservazioni fotografiche è $0^d.111574$ ($\pm\,0^d.000002$ e.m.). L'ampiezza totale è $0^m.3$ circa (questa cifra necessita, secondo lo scopritore, ulteriore revisione). L'aumento dello splendore è di poco più rapido della diminuzione; null'altro però è possibile dire sulla curva di luce, perchè, data la luminosità della variabile e la lunghezza delle pose fotografiche (un'ora e mezza), le stime fotometriche risultano poco sicure (1).

(1) *Bull. of the Astr. Inst. of the Netherlands*, N.° 224. Vedi anche *L'Astronomie*, Juin 1931.

Questa nuova variabile è molto interessante per due ragioni. Anzitutto perchè il periodo è il più breve che si conosca dopo quello della variabile rapida di VAN GENT (vedi *Coelum*, fascicoli di marzo e agosto). In secondo luogo perchè insieme con RR Lyrae essa è la più lucida cefeide a corto periodo che si conosca. Ciò indica che la stella si trova relativamente vicina a noi. Assumendo per lo splendore medio il valore $7^m.8$ dato nella C. P. D., se ne può facilmente calcolare la distanza basandosi sulla relazione fra periodo e luminosità nelle cefeidi. La curva di SHAPLEY con la correzione $+\,1^m.1$ oggi generalmente accettata dà per la grandezza assoluta della variabile il valore $+\,0^m.9$. La differenza da $7^m.8$ è di $6^m.9$, il che corrisponde a un rapporto nell'intensità luminosa di 1 : 576 circa. La distanza della variabile è quindi di $10 \times \sqrt{576}$ parsec, ossia di 240 parsec circa. Questa distanza corrisponde a 780 anni-luce.

L'ESTINZIONE DELLA LUCE NELL'ATMOSFERA DI GIOVE è stata misurata da D. J. EROPKIN all'Osservatorio di Taschkent, mediante osservazioni fotografiche delle curve di luminosità dei satelliti durante le eclissi. Dal confronto della curva teorica, che si può calcolare supponendo il pianeta privo di atmosfera, con la curva osservata, l'autore deduce che l'estinzione dei raggi luminosi ai quali è sensibile la lastra fotografica da lui usata è del 9 % circa.

Per chi volesse conoscere il procedimento del calcolo, diamo qui un breve riassunto dell'articolo. L'eclisse di un satellite corrisponde ad un'eclisse di Sole per opera di Giove per un osservatore situato sul satellite. L'eclisse avviene in condizioni molto diverse che un'eclisse di Sole sulla Terra: veduto p. es. dal 1° satellite, il corpo eclissante, Giove, ha un diametro di 20° mentre il Sole misura solo 6'. Se non vi fosse atmosfera, la luce solare ricevuta da un punto determinato del satellite dovrebbe rimanere rigorosamente costante fino all'immersione del disco solare dietro il pianeta e di qui dovrebbe diminuire fino alla scomparsa completa del Sole. La zona del satellite su cui il disco solare appare parzialmente eclissato è la *zona di penombra*. Tenendo conto di questa e della velocità del satellite nella sua rivoluzione, si può calcolare abbastanza facilmente quale dovrebbe essere la curva di luce del satellite durante lo svolgersi dell'immersione nell'ombra o dell'emersione dalla medesima. Consideriamo un'immersione: sia t_0 l'istante dell'inizio dell'eclisse *totale*, t un istante qualsiasi e t_1 un istante del periodo di luce costante al massimo prima dell'eclisse. $\varphi(t)$ rappresenti la quantità di luce riflessa dal satellite all'istante t secondo la curva teorica. Sarà $\varphi(t_0) = 0$ e $\varphi(t_1) = 1$ se assumiamo come splendore unitario quello prima dell'eclisse. In realtà, in causa dell'atmosfera del pianeta, il fenomeno si svolgerà diversamente, sia per l'effetto della rifrazione che *ritarda* il momento dell'eclisse, che per l'assorbimento della luce che produce una diminuzione dello splendore apparente del satellite prima ancora che esso giunga nell'ombra del pianeta. Sia allora $\psi(t)$ la quantità di luce riflessa dal satellite e *osservata* a un determinato

tempo t. La quantità $q = \int_{t_1}^{t_0} \varphi(t)dt - \int_{t_1}^{t_0} \psi(t)dt$ darà la differenza fra la quantità di luce che dovrebbe essere riflessa dal satellite durante lo svolgimento di tutta l'eclisse se l'atmosfera non vi fosse e quella che nel medesimo tempo viene effettivamente riflessa. q rappresenta cioè l'estinzione totale della luce del Sole quale è osservata dal satellite durante il passaggio di questo nell'atmosfera di Giove. L'estinzione *totale* Q, estesa cioè a tutta l'atmosfera di Giove, si ha subito dal rapporto $Q = \frac{\pi r^2\left(1 + \frac{q}{\rho}\right)^2 - \pi r^2}{\pi r^2}$, ove r è il semidiametro medio di Giove e ρ la semidurata del passaggio del satellite davanti al disco del pianeta.

Per Q si ottiene, come si è detto, il valore di circa 0.09 col metodo fotografico. Visualmente questo valore sarebbe naturalmente minore, dato che le radiazioni di grande lunghezza d'onda sono meno assorbite di quelle a lunghezza d'onda piccola.

Noteremo ancora che per eliminare in parte l'azione disturbatrice dell'intensa luce di Giove, le osservazioni furono compiute quando il pianeta era in quadratura col Sole, poichè, come è noto, a quell'epoca le eclissi dei satelliti hanno luogo a una certa distanza dall'orlo di Giove. Le lastre usate sono le Illford-Monarch trattate con un procedimento speciale allo scopo di eliminare la corona fittizia che proverrebbe dalla luce di Giove. La durata delle singole pose fu sempre di 10 secondi. Aggiungeremo che questi risultati non sono definitivi, dato che il metodo di fotometria fotografica utilizzato non è del tutto rigoroso (1).

l. j.

METEOROLOGIA

PUNTI DI SIMMETRIA IN BAROGRAMMI ITALIANI

Nel fascicolo di marzo si accennò in una breve nota ai *punti di simmetria* nei barogrammi, riferendoci ai lavori eseguiti all'estero. Completavamo le notizie sull'argomento informando i lettori di *Coelum* delle ricerche posteriori fatte in Italia. Se ne è occupato in un coscienzioso ed elaborato studio il prof. FRANCESCO CASTRIOLA dell' Ufficio *Presagi* di Roma (2). Preso in esame l'andamento delle pressioni barometriche a Roma, registrate all' Osservatorio del Campidoglio nell' intervallo gennaio 1928-maggio 1930, l'A. ferma la sua attenzione particolarmente sui semestri freddi, perchè nei semestri estivi compresi in detto intervallo la curva presenta oscillazioni deboli e senza interesse. Invece i due inverni 1928-29 e 1929-30 mostrano carattere completamente diverso: quello eccezionalmente freddo e perturbato, questo mite e tranquillo.

Inoltre era interessante il periodo suddetto anche perchè il WEICKMANN a Lipsia aveva trovato l'esistenza di un punto di simmetria molto netto, il quale cadeva il 21 dicembre 1928. Si offriva quindi la possibilità di utili confronti. Il metodo usato dal CASTRIOLA per l'analisa dei barogrammi fu quello della *perequazione*, comodo

(1) *Zeitschr. für Astrophysik*, Bd. III, p. 163.
(2) Annali dell'Uff. Presagi. Vol. III, 1930, IX.

per l'esame di lunghi tratti di curva e poco sensibile alle piccole variazioni di periodo delle onde da eliminare. Lo scopo dello studio è in questo primo tempo solo qualitativo, ricercando l'A. quali oscillazioni fondamentali concorrano alla formazione del barogramma intorno al punto di simmetria, e in che senso debba intendersi la loro persistenza. Dalle curve bariche riportate si vede chiaramente che il punto di simmetria per l'andamento della pressione a Roma nell' intervallo sopra riportato cade tra il 21 e il 22 dicembre 1928 in buonissimo accordo, come si vede, col risultato trovato per Lipsia dal WEICKMANN. La correlazione tra le due curve, quella diretta e quella ottenuta col rovesciamento intorno al punto di simmetria, mostra una corrispondenza soddisfacente tra i massimi ed i minimi più spiccati; meno buona nei rimanenti tratti laterali, specie a causa di una forte oscillazione prodottasi nella seconda decade di febbraio, della quale oscillazione manca la corrispondente tra la terza decade di ottobre e la prima di novembre. Schematizzando il barogramma considerato, questo si può ritenere costituito di una successione di onde con periodo medio di 9 giorni, sovrapposta ad un'altra con periodo medio di 16 giorni.

Un'analoga ricerca per l' intervallo dal 1° novembre 1930 al 3 maggio 1931 mette in evidenza il punto di simmetria tra il 31 gennaio e il 1° febbraio, con migliore corrispondenza che nell' intervallo prima considerato. Un punto di simmetria secondario cade poi intorno al 24 dicembre presso a poco cioè all'epoca dell'anno precedente.

Questi studi attendono però nuovi sviluppi, in vista dell' interesse teorico e pratico che indubbiamente presentano.

t. a.

Per mancanza di spazio dobbiamo rimandare al prossimo numero le relazioni dell' eclisse di Luna ed il resoconto delle riunioni di Milano.

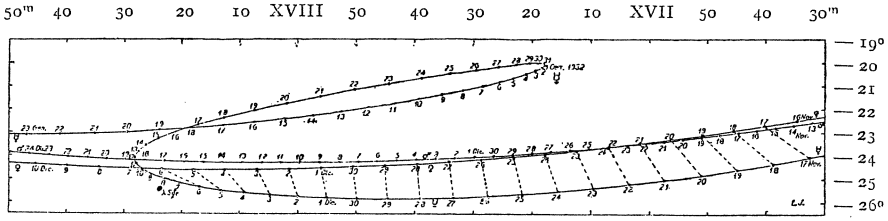
FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI NOVEMBRE 1931

I PIANETI

Mercurio: Invisibile nella prima metà del mese, potrà essere rintracciato alla sera a partire dal giorno 17 circa, approfittando della sua vicinanza a Venere da cui dista 2° ½ verso SW. Fino alla fine di novembre continua ad allontanarsi lentamente dal Sole, accostandosi sempre più a Venere. Il massimo ravvicinamento dei due pianeti (a poco più di un grado di distanza) si avrà il giorno 1° dicembre; non sarà questa però una vera *congiunzione* nel senso astronomico della parola, perchè durante tutto il lungo periodo di vicinanza in cielo, Mercurio non avrà mai la medesima ascensione retta di Venere. Infatti, dopo aver quasi raggiunto Venere nella sua rapida corsa ed essere arrivato a distarne solo 27^s in AR, Mercurio rallenta il suo cammino, distanziandosi nuovamente da Venere che ha conservato quasi inalterata la velocità del suo moto apparente. Lo svolgimento del fenomeno è ben

visibile nel diagramma qui unito, in cui oltre ai tracciati di Venere e Mercurio, è segnato anche il percorso di Marte che si troverà pure nella medesima regione alla stessa epoca. Le singole posizioni di Mercurio e Venere di giorno in giorno dal 17 novembre al 7 dicembre sono collegate con segmenti tratteggiati che dànno la distanza e l'angolo di posizione dei due pianeti. Lo splendore di Mercurio rimane costante durante tutta la seconda metà del mese a — 0m.3: esso è quindi inferiore di tre grandezze esattamente a quello di Venere.



Le congiunzioni planetarie del novembre 1931.

Venere: Riappare alla sera, verso occidente, verso la metà del mese. Il 15 novembre tramonta 53m dopo il Sole (per Bologna); alla fine del mese questo ritardo ammonta a 1h 15m. Il suo splendore apparente è — 3m.3; al cannocchiale presenta l'aspetto di un dischetto quasi perfettamente circolare, del diametro di 10″.6. Essa potrà servire per rintracciare con facilità Mercurio e Marte (vedi quanto è detto di questi due pianeti).

Marte: Inosservabile a causa della sua prossimità al Sole. Chi volesse rintracciarlo malgrado il suo debole splendore (2ª grandezza), potrà servirsi della sua vicinanza a Venere ed a Mercurio dal 15 al 24 novembre. Le sue posizioni sono riportate nel diagramma della congiunzione planetaria di questo mese. La congiunzione con Venere avrà luogo il giorno 19, quella con Mercurio il 21. Per la sua osservazione è necessario un piccolo cannocchiale.

Giove: All'inizio del mese sorge a mezzanotte, alla fine a 22h ¼. Si trova nel Leone, presso ψ, e va accostandosi lentamente a Regolo. In quadratura col Sole il 15. Il giorno 4 passa in congiunzione con la Luna. Il 15 novembre presenta un diametro polare apparente di 35″.2; la sua grandezza stellare è — 1m.8.

Saturno: Nel Sagittario, a Est di π ed a SE di ρ. Tramonta a 21h ¼ all'inizio del mese e a 19h ½ alla fine. Il 13 ed il 14 novembre si trova presso la Luna. Il 15 novembre: asse maggiore degli anelli 35″.7, diametro polare apparente 14″.2, grandezza stellare 0m.8.

Urano: Visibile al binocolo alla sera e durante la notte, nei Pesci. Lo si può rintracciare con l'aiuto della cartina pubblicata nel fascicolo di maggio. Diametro apparente 3″.5, grandezza stellare 5m.9.

Nettuno: Visibile nella seconda parte della notte presso ρ Leonis. Per rintracciarlo, vedi la cartina pubblicata nel fascicolo di gennaio. Diametro apparente 2″.4, grandezza stellare 7m.8.

Plutone: Nei Gemelli, invisibile nei piccoli telescopi. Grandezza stellare 14m.5

Posizione dei Pianeti (a 0h T. U.)

	5 Novembre		15 Novembre		25 Novembre	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	15h 17m6	— 19°21′	16h 19m9	— 23°28′	17h 21m6	— 25°38′
Venere	15 37.3	— 19 27	16 29.4	— 22 17	17 23.2	— 24 2
Marte	16 7.3	— 21 31	16 28.3	— 22 48	17 10.3	— 23 42
Giove	9 33.5	+ 15 12	9 37.1	+ 14 57	9 39.6	+ 14 47
Saturno ...	19 18.9	— 22 14	19 22.1	— 22 8	19 25.8	— 22 1
Urano.....	1 1.6	+ 5 51	1 0.4	+ 5 43	0 59.3	+ 5 37
Nettuno ...	10 38.4	+ 9 24	10 39.0	+ 9 20	10 39.5	+ 9 18
Plutone....	7 35.8	+ 22 5	7 35.6	+ 22 6	7 35.1	+ 22 8

Fasi lunari: U. Q. il 3 a 8h 18m; L. N. il 9 a 23h 55m; P. Q. il 17 a 3h 13m; L. P. il 25 a 8h 10m.

Luna perigea l'8 a 16h; apogea il 20 a 18h.

Configurazioni planetarie nel mese di Novembre 1931

Giorno	4 a 1h:	♃ ☌ ☾	♃ 3° 13′ S.
»	5 » 4:	♀ ☌ ♎ Lib.	♎ 0° 2′ N.
»	5 » 7:	♆ ☌ ☾	♆ 1° 50′ S.
»	11 » 1:	☿ ☌ ☾	☿ 2° 44′ N.
»	11 » 6:	☿ ☌ ♂ Sco	♎ 0° 18′ S.
»	11 » 6:	♀ ☌ ☾	♀ 4° 16′ N.
»	11 » 13:	♂ ☌ ☾	♂ 4° 4′ N.
»	14 » 8:	♄ ☌ ☾	♄ 5° 1′ N.
»	15 » 1:	♃ □ ☉ .	
»	19 » 4:	♀ ☌ ♂	♀ 0° 5′ N.
»	21 » 2:	☿ ☌ ♂	☿ 1° 39′ S.
»	21 » 14:	♇ ☌ ☾	♇ 1° 55′ S.
»	23 » 7:	☉ entra in ♑.	

Effemeride dei passaggi del Sole al meridiano dell'Etna (15° Est Greenw.)

1931 Novemb.	Passaggio al meridiano	1931 Novemb.	Passaggio al meridiano	1931 Novemb.	Passaggio al meridiano
2	11h 43m 38s.4	12	11h 44m 7s.0	22	11h 45m 59s.1
4	11 43 37.3	14	11 44 22.8	24	11 46 31.2
6	11 43 39.7	16	11 44 42.0	26	11 47 6.4
8	11 43 45.4	18	11 45 4.4	28	11 47 44.7
10	11 43 54.5	20	11 45 30.2	30	11 48 25.8

Novembre 1931 – OCCULTAZIONI LUNARI DI STELLE VISIBILI NELL'ITALIA SETTENTRIONALE E CENTRALE

Giorno	Stella	Gr.	Fenom.	Pino Torinese Long. -0^h31^m1; lat. $+45°02'$ T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Firenze (Arcetri) Long. -0^h45^m0; lat. $43°45'$ T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Età della Luna	Note
1	*c* Gem	5^m5	Imm.	—	—	—	—	$22^h\ 2^m5$	120°	-0^m3	$+0^m6$	21	
»	»	»	Em.	22^h58^m0	254°	0^m0	$+1^m7$	22 55.5	246	0.0	+2.0	»	
17	50 Aqr	5.9	Imm.	18 48.0	46	—1.3	+0.7	18 52.0	55	—1.3	+0.5	8	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	20 10.5	231	—0.9	+0.2	»	
19	20 Psc.....	5.6	Imm.	17 5.0	345	—	—	16 59.5	357	0.0	+3.0	10	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	17 46.5	285	—2.9	+0.4	»	
25	23 Tau	4.3	Imm.	1 7.5	61	—1.6	+0.2	1 13.	66	—1.6	—0.1	16	(1)
»	η Tau	2.9	Imm.	2 0.0	41	—1.5	+1.0	2 4.5	44	—1.3	+0.7	»	(2)
»	23 Tau	4.3	Em.	—	—	—	—	2 29.5	267	—1.0	—1.3	»	(1)
»	27 Tau	3.7	Imm.	2 47.0	73	—1.0	—0.8	2 51.5	75	—0.9	—0.9	»	(3)
»	28 Tau	5.2	Imm.	2 53.0	54	—1.1	0.0	2 57.0	57	—1.1	—0.2	»	(4)
»	η Tau	2.9	Em.	3 0.0	294	—0.6	—2.5	3 5.0	293	—0.5	—2.7	»	(2)
»	28 Tau	5.2	Em.	—	—	—	—	3 58.5	285	—0.2	—1.9	»	(4)
»	27 Tau	3.7	Em.	—	—	—	—	3 59.0	266	—0.4	—1.3	»	(3)
27	49 Aur	5.1	Imm.	—	—	—	—	23 51.5	89	—1.7	+0.8	18	
28	»	»	Em.	1 9.0	280	—1.9	—0.2	1 15.6	276	—2.0	—1.0	19	
29	*c* Gem....	5.5	Em.	6 33.0	329	+0.1	—2.6	—	—	—	—	20	

(1) Merope; (2) Alcione; (3) Atlante; (4) Pleione.

Notevole durante questo mese è l'occultazione delle Pleiadi il giorno 25. Sfortunatamente cade proprio in quel giorno la data della Luna piena, sicchè le osservazioni saranno faticose e difficili e lo spettacolo perderà molto della sua bellezza.

I tempi dell'Immersione e dell'Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per gli Osservatori di Pino Torinese e Firenze (Arcetri), le cui coordinate si trovano sulla testata delle rispettive colonne.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della Luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti *a* e *b* sono le variazioni del tempo dell'occultazione che corrispondono ad uno spostamento del luogo di osservazione di 1° in longitudine e 1° in latitudine, rispettivamente. Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi* e *decimi* e presi coi segni:

$\Delta\lambda$ positivo verso Ovest e negativo verso Est
$\Delta\varphi$ positivo verso Nord e negativo verso Sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine dal luogo (Torino o Firenze) per cui è dato il tempo T_0 del fenomeno, allora il tempo approssimativo T per il luogo di osservazione è dato da

$$T = T_0 + a\Delta\lambda + b\lambda\varphi$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.
w. p. h.

Responsabile: G. HORN-D'ARTURO

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-IX

VOLUME ED ANNO I NOVEMBRE 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

I. SORMANO

L'OPERA DI G. V. SCHIAPARELLI SUL PIANETA MARTE

(Continuazione e fine)

Applicata nella giusta misura all'opera dello SCHIAPARELLI, la teoria ottica, nonchè infirmarne il valore, ne renderà più proficuo lo studio permettendone una esatta interpretazione; si vedrà che essa non ha soltanto ormai, come molti credono, un valore *storico*, ma che conserva un valore documentario prezioso, sul quale non è stato ancora pronunciato il giudizio definitivo. Ed è bene che essa sia stata ora posta tutta intera a disposizione degli studiosi, e che così si eviti ch'essi ne abbiano una imperfetta, se non errata, conoscenza da fonti indirette. Vediamo ad esempio che l'ANTONIADI, che pure ha giudicato l'opera schiaparelliana con notevole serenità e sincerità, a pagine 28 e 29 della sua bella opera sul Pianeta Marte, fa dei raffronti fra i risultati di Milano e quelli di Meudon, non sostanzialmente errati, ma un po' mancanti di quella precisione che si richiede nelle opere scientifiche.

Nessuno che possa consultare la memoria sesta del grande astronomo italiano, troverà nei disegni del 1888 una figura che corrisponda con esattezza alla fig. 6 del libro dell'ANTONIADI. D'altra parte, non da un particolare, ma dal complesso va giudicata un'opera qualunque, e se si esamina l'intera serie dei disegni della memoria sesta si troverà che l'affermazione che l'andamento del Sistema Eufrate-Arnon-Kison disobbedisca alle regole della prospettiva non trova punto conferma: anzi *risulta ben provato il contrario*. È chiaro che la sincerità e la lealtà con cui lo SCHIAPARELLI ha sempre riferito sulla sua opera scientifica non gli permettevano per nessuna ragione di modificare i disegni fatti al telescopio per adattarli, vuoi a regole geometriche, vuoi a preconcetti o a convinzioni; e ciò posto, e tenendo conto delle inevitabili inesattezze della determinazione a vista d'occhio delle posizioni dei diversi punti sul disco di Marte (si ricordi a questo proposito ciò che abbiam detto delle dimensioni dei dischi telescopici in confronto ai disegni), e ancora della difficoltà di percezione dei particolari più minuti ivi indicati, si vedrà che appunto questi disegni sono tanto corretti rispetto alle regole della projezione ortografica quanto è possibile praticamente. Ma ecco senz'altro ciò che scrive lo SCHIAPARELLI in quell'arti-

colo pubblicato nel 1909 sul periodico « Natura ed Arte » che già abbiamo citato e su cui ritorniamo per la sua importanza fondamentale:

« Quando un canale è collocato in modo da traversare il disco di Marte nel suo centro, appare come una linea retta formante un diametro. Ma girando il pianeta intorno al suo asse, in capo ad una o più ore, il canale si presenta in prospettiva molto diversa e s'incurva tanto più fortemente in apparenza quanto più è distante dal centro. Queste variazioni di forma e di curvatura si possono spiegare secondo le regole della prospettiva facendo l'ipotesi, che i canali siano aderenti alla superficie del pianeta, o almeno pochissimo distanti; la concordanza è tale, che di quell'ipotesi nessuno può dubitare. Questo fatto, che è stato verificato centinaia e migliaia di volte, basta da solo a dissipare qualunque dubbio potesse nascere intorno alla realtà dei canali, e non lascia luogo a parlar di illusioni ottiche » (1).

Alquanto discutibile ci sembra pure il raffronto che l'ANTONIADI fa nelle figure 7 ed 8. Pur prescindendo dal fatto che la fig. 7 è un composto qualche poco arbitrario di carte e disegni diversi dello SCHIAPARELLI, non è esatto comprendere nel periodo d'osservazione delle forme ivi delineate (indicato: *entre* 1877 *et* 1890) gli anni 1877 e 1879; la figura 8 è invece un complesso di macchie osservate nel 1909, 1911, 1924, 1926. La suddetta inesattezza basta a nascondere il vizio che è nel paragone delle due figure, la prima fondata tutta ed esclusivamente su opposizioni afelie, mentre la seconda è il risultato di osservazioni fatte durante le opposizioni perielie; paragone che poi non sta perchè i termini sono risultati ottenuti in epoche molto distanti fra loro, su un pianeta la cui mutabilità è stata dall'ANTONIADI stesso illustrata con osservazioni di altissimo valore.

In conclusione, le Memorie dello SCHIAPARELLI costituiscono ancora, oltre che un'opera mirabile, un prezioso materiale di studio, e attendono ancora il giudizio imparziale che ne consacri l'indiscutibile valore, l'onesto presentarsi e la sincera fede in se stesse.

Dalla conclusione della Memoria settima (2) si vede che lo SCHIAPARELLI, esaminate diligentemente le fotografie del 1907, aveva riposto in esse, e nella fotografia in genere applicata a Marte una fiducia senza riserve, parendogli di riscontrare nei piccoli vetrini inviatigli dal LOWELL, ancor più della semplice conferma delle poligonazioni da lui vedute nel Marte telescopico: una fitta rete di linee intersecantisi, tale da lasciarlo perplesso e dubbioso, non già per la scarsa, ma per la troppa loro evidenza: punto persuaso abbandonò lo studio che ne aveva intrapreso; senonchè dopo aver ricevuto nel settembre 1909 relazione delle osservazioni che l'ANTONIADI stava allora eseguendo a Meudon, scriveva: « Mi rincresce molto di non essere più in grado di verificare *de visu* sul pianeta quanto egli afferma di aver veduto. In molti punti egli è d'accordo colle fotografie Lowell del 1907, e mostra che i miei dubbi su certe strane configurazioni

(1) *Opere*, Tomo II, pagine 399 e 400.
(2) *Opere*, Tomo II, pag. 473.

di quelle fotografie erano in gran parte senza fondamento. Ciò mi restituisce un po' di fede in quelle fotografie e mi dà un po' di coraggio a proseguire lo studio che aveva da più settimane abbandonato. Ma l'assicuro che se quelle fotografie risulteranno *intieramente* fedeli, la poca fede degli scettici sarà posta a ben dura prova! Altro che canali e geminazioni! » (1).

Di quei giorni appunto egli mandava la Memoria Settima all'Accademia dei Lincei.

Qualche mese dopo però, la sua fiducia in queste fotografie era di nuovo molto diminuita. Invero, chi esamini attentamente le fotografie Lowell 1907 trova in esse una granulazione abbastanza grossolana, che non può indicare una struttura propria del suolo marziano, la quale dovrebbe avere carattere e conformazione apparente diverse al centro del disco e nelle vicinanze dei bordi. Il CERULLI la riteneva almeno in parte realmente dovuta a Marte, e corrispondente a quella struttura a mosaico avvertita nei momenti di visione ottima; ma l'attento esame di fotografie eseguite a pochi secondi d'intervallo porta ad escludere tassativamente che questa granulazione possa essere altra cosa all'infuori di una irregolarità di fondo propria delle fotografie, senza che il pianeta concorra in qualche modo a formarla (2). Nulla quindi possiamo dedurre dalle linee manifeste che si rivelano ad una attenzione sostenuta, e che sembrano trarre origine da questa granulazione; ma per altre che sono indipendenti da essa, il fatto solo che la granulazione non sia sufficiente a cancellarle è una prova della loro realtà. Ad ogni modo considerando queste fotografie per se stesse indipendentemente da ciò che esse rappresentano, non è dubbio che esse dànno alla teoria ottica una buona conferma.

Ne daremo un suggestivo esempio, dal quale non vorremmo che venisse tratta un'esagerata illazione, ma che vale comunque, fatta ogni riserva circa la sua applicazione al Marte vero, a illustrare la teoria suddetta, sopratutto ponendo attenzione ad una particolarità che riferiremo.

Una delle fotografie del 1907, ottenuta il 28 luglio, e indicata col n. 16 della serie da lui studiata, mostrò allo SCHIAPARELLI nelle regioni del Titonio, del Gange e del lago Niliaco un complesso di linee semplici e doppie veramente sorprendente. Alcune di queste linee si possono verificare con relativa facilità, ma non tutte; se non si trattasse che di acutezza di vista, dovrebbe un occhio qualunque, semplicemente armato di una lente di ingrandimento, scorgere ciò che un occhio più capace vede con un ingrandimento minore, ma questo non si verifica affatto. Con un'osservazione più accurata, si riesce dopo qualche tempo a vedere alcune nuove linee, però senza ottenerne una visione netta. Ma v'ha di più. Con mezzi puramente fotografici possiamo ottenere del piccolo disco di circa 5 millimetri un ingrandimento fino alle dimensioni dei consueti disegni di Marte: allora ogni linea sparisce e non rimane che un irregolare complesso di piccole macchie, ove l'aspetto noto delle configurazioni areografiche non è

(1) Lettera del 9 ottobre 1909.
(2) In alcune fotografie del 1911 cortesemente inviateci dal Lowell è scritta l'avvertenza: «*Do not use a magnificer* ».

più che grossolanamente accennato; si ha cioè qualche cosa d'analogo, crediamo, a ciò che riferisce il MAGGINI della regione del lago del Sole, apparsagli per brevi istanti quale « una distesa di pietre di varie dimensioni vedute a distanza » (1). Non vi è naturalmente più che una semplice analogia, non essendo la granulazione dovuta a Marte.

Si osservi ora che basta rimpicciolire l'immagine ingrandita mediante una forte lente negativa perchè tosto ricompaiano le forme e le linee note (2). Vedi figg. 1 e 2.

La particolarità a cui abbiamo accennato è la seguente: invece di rimpicciolire l'immagine otteniamo ugualmente di far riapparire le linee e le forme mediante una conveniente sfocatura sì che la granulazione sparisca; ed in questo modo resta forse spiegato il fenomeno constatato dalla teoria del passaggio istantaneo dall'immagine definita a quella a mosaico, senza mutazione di grandezza dell'immagine, come accade negli istanti, brevissimi, di visione perfetta.

E fin qui siamo perfettamente d'accordo col MAGGINI e col CERULLI (3); ma non ci sentiamo più di seguirli quando essi affermano che lo stadio di visione Schiaparelliano, una volta sorpassato, perde ogni valore: la nostra opinione è decisamente opposta. Nell'esempio fotografico, il fatto che le configurazioni e le linee spariscono nei forti ingrandimenti e ritornano col ripristino delle primitive dimensioni si spiega facilmente e in modo perfettamente naturale colla diversa *origine* delle due figurazioni sovrapposte, ma indipendenti. Su Marte invece, l'apparizione delle linee sotto certe condizioni conserva tutto l'interesse che avrebbero le linee realmente definite, come bene osserva il FOURNIER di cui abbiamo citato le parole, se pure non ne acquista uno maggiore.

Il 25 aprile 1910, lo SCHIAPARELLI, a proposito di quello che chiamava il suo « ultimo parto areografico » scriveva: « ... a vero dire, non esce fuori con speranza di troppo buona accoglienza da parte del pubblico scientifico; ma su questo punto ho la coscienza sicura, e quello che ha da essere, sarà ».

Già in altra occasione, egli aveva scritto sull'opera sua le parole seguenti, colle quali concluderemo: « ... ormai sono avvezzo a vedere i miei lavori ora stimati più di quello che valgono, ora meno. Simili apprezzamenti non mi fanno più nè caldo nè freddo, specialmente quando si tratta di persone che non si sono occupate *ex professo* della materia. Ma sono sempre riconoscente anche alle critiche, quando fatte con equità e con quella urbanità che è uno dei principali doveri nelle discussioni scientifiche. Il tempo e i progressi della scienza faranno giustizia di tutto e di tutti » (4).

I. SORMANO

(1) MAGGINI - *Martis Phaenomena*, pag. 89.

(2) Si osservi in modo particolare l'apparizione del Fonte di Gioventù e del Chrysorrhoas geminato.

(3) Potrebbe ritenersi che la replicata citazione di MAGGINI e CERULLI seaza accennare mai, ad es. a MAUNDER, ANDRÈ e a DANJON sia effetto di dimenticanza. Ciò non è. La ragione di questa esclusività è semplicemente questa: che presso i nostri due italiani la teoria ottica ha un reale fondamento scientifico, che a nostro avviso manca negli altri.

(4) Lettera dell'11 maggio 1909.



Fig. 1. Ingrandimento di parte di una fotografia di Marte ottenuta il 28 luglio 1907 da Lowell.

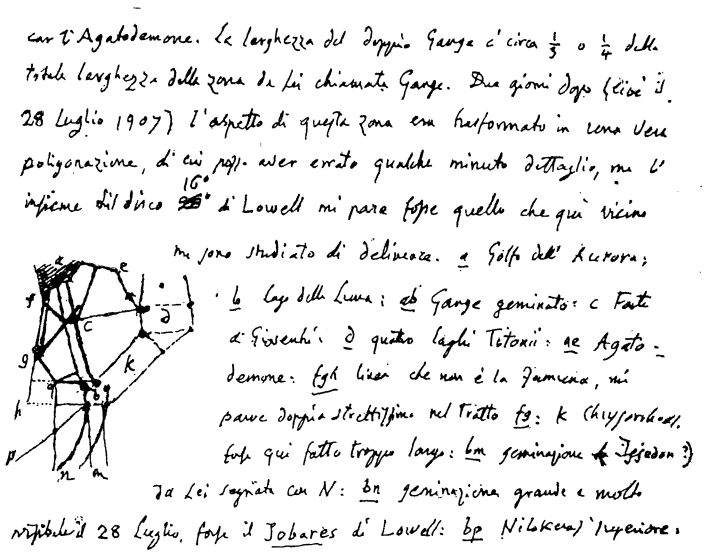


Fig. 2. - Riproduzione di parte di una lettera di G. Schiaparelli in data 12 Agosto 1909 sulla fotografia della fig. 1.ª con uno schizzo di apparenze in essa osservate.

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

COMETE

Il 10 ottobre la centrale astronomica di Copenaghen otteneva una comunicazione telegrafica che annunciava la problematica scoperta di una cometa visibile ad occhio nudo, fatta il 5 novembre da J. W. DURRAD a Leicester. In seguito furono comunicate le seguenti posizioni: (BAA Circ. 106, UAI Circ. 343 e BZ 38)

1931	T. U	Posizione	Grandezza	Luogo	Osservatore
Novembre 6	—	$11^h30^m + 80°$	occhio n.	Leicester	J. W. Durrad
7	—	10 0 + 70	»	»	»
9	—	9 0 + 68	»	»	»

Il 10 novembre la cometa fu cercata invano con un binocolo per osservazioni notturne da A. SCHWASSMANN all'Osservatorio di Bergedorf (Amburgo); la stessa sera ed al medesimo osservatorio furono fatte da A. A. WACHMANN due fotografie della regione, sulle quali non si potè trovare alcuna traccia dell'oggetto. Ricerche di G. B. LACCHINI all'Osservatorio di Pino Torinese l'11 mattina non furono coronate da miglior successo. L'eccezionale maltempo imperversante su tutta l'Europa nella seconda decade di novembre ha per ora impedito ogni altra osservazione relativa al problematico oggetto.

La cometa 1931 *c* (Ryves) fu riosservata varie volte alba dopo la sua congiunzione col Sole, da G. VAN BIESBROECK a Yerkes (9 ottobre) e da G. B. LACCHINI a Pino Torinese (14, 15, 18, 19 e 21 ottobre); inoltre essa venne veduta dallo scoritore P. M. RYVES nei giorni 16, 18, 19 e 21 ottobre. Van BIESBROECK la notò di 9ª grandezza, LACCHINI fra la 10ª e l'11ª. Nessuna traccia di coda. La correzione alle effemeridi calcolate in base agli elementi di CUNNINGHAM era circa $-0^m.3$ in AR e $+9'$ in declinazione durante tutta la seconda decade di ottobre.

La cometa periodica di Neujmin I (1913 III) di cui si era annunciato il ritrovamento nello scorso numero di questa rivista, venne osservata ancora il 13 ottobre da HUBBLE col riflettore di 100 pollici dell'Osservatorio di Mt. Wilson. Essa appariva di 17ª grandezza.

Ritorna ora in buone condizioni di osservazione la cometa 1925 II (Schwassmann-Wachmann) che si trova nel Cancro e dovrebbe apparire di 17ª grandezza. Essa sarà probabilmente seguita coi massimi telescopî. Attualmente essa si trova già vicina all'afelio.

Oltre alla cometa 1924 IV (Wolf), dovrebbe ora ritornare visibile la 1918 III (Schorr), situata secondo i calcoli nella parte meridionale della costellazione di Pegaso.

l. j.

L'ECLISSE LUNARE DEL 26 SETTEMBRE 1931

La sera del 26 settembre il cielo era sereno in quasi tutta l'Italia, sicchè numerose furono le persone che poterono osservare il fenomeno. Alla redazione della nostra rivista sono giunte varie relazioni dell'eclisse e ci dispiace che la ristrettezza dello spazio non ci consenta di riportarle per intero. Ci limiteremo pertanto a darne qui sotto dei brevi riassunti.

All'Osservatorio di Pino Torinese. – Osservatore: G. B. LACCHINI.

Furono compiute 126 fotografie su tre lastre di dimensioni 18 × 24 cm. a mezzo del rifrattore Astro Tessar Zeiss di 20 cm. di apertura ($f = 1 : 5$) diaframmato a 10 cm. per l'ingresso e l'egresso. Sulle fotografie furono determinati gli istanti dei contatti con l'ombra; i dati qui riferiti sono incerti a $\pm$ 0m.5.

Ingresso della Luna nell'ombra . . .	18h 54m
Principio dell'eclisse totale.	20 4.8
Fine » »	21 30
Egresso della Luna dall'ombra. . . .	22 41.5

All'Osservatorio di Bologna. – Osservatore: L. JACCHIA.

La penombra si rese visibile a partire da 18h 40m, particolarmente ben visibile ad occhio nudo. Furono notati i momenti dell'immersione nell'ombra di alcuni crateri, come segue: a 19h 0m.5 Aristarco; a 19h 14m.7 Copernico (centro); a 19h 40m.3 Tycho (centro). A 21h 10m 1s.5 venne occultata dalla Luna eclissata la stella BD — 0°.32, di 9ª grandezza: osservazione un po' difficile in causa della forte luminosità del disco lunare, quantunque il fenomeno abbia avuto luogo durante la totalità. Durante tutta la fase della totalità furono eseguite misure fotometriche a stima dello splendore globale del disco lunare, Ecco i valori notati, espressi in grandezze stellari:

20h 18m	— 3m5	21h 2m	— 2m3	21h 25m	— 3m8
20 28	— 2.6	21 12	— 2.7	21 28	— 3.9
20 35	— 2.2	21 17	— 3.1	21 29	— 4.1
20 43	— 2.1	21 20	— 3.4	21 30	— 4.4
20 53	— 2.0	21 23	— 3.6		

La curva costruita in base a questi dati ha un andamento perfettamente simmetrico rispetto al punto di luminosità minima che cade a 20h 48m, in esatta coincidenza con la fase media della totalità. Il minimo splendore raggiunto dalla Luna fu — 2m.0, valore che corrisponde all'incirca allo splendore medio di Giove. All'inizio ed alla fine della totalità l'intensità luminosa del disco lunare eguagliava quella di Venere al massimo fulgore. Il colore globale del disco eclissato fu stimato compreso fra i gradi 4 e 5 della scala di OSTHOFF. Questo valore può sembrare un po' basso, data la colorazione rosso-cupa osservabile in alcune zone del disco, ma si deve pensare che esso risulta dalla media di tutte le colorazioni osservate, fra cui non ultima quella verdastra nella parte più lontana dal centro dell'ombra.

Le osservazioni delle immersioni dei crateri nell'ombra e quelle dell'occultazione di BD — 0° 32 furono compiute all'equatoriale Cooke di 152 mm. di apertura.

All'Osservatorio privato di A. Micheli di Piacenza. — Osservatore: A. MICHELI.

La poderosa batteria di strumenti astronomici ha funzionato egregiamente per l'osservazione dell'eclisse. Furono utilizzati i seguenti strumenti:

Telescopio Schaer di 310 mm. d'apertura .	ingrand. usato	80 ×
Rifrattore Busch di 160 mm. d'apertura .	» »	30 ×
Cannocchiale Zeiss con obb. apocromatico 130 mm. d'apertura	» »	70 ×
Cercatore di 80 mm. d'apertura	» »	8 ×

« Non furono determinati i momenti delle immersioni ed emersioni dall'ombra, dato che il contorno dell'ombra non era ben definito. Fino a circa metà dell'eclisse la parte oscurata della Luna conservò una tinta grigiastra, ma assai oscura; assunse poi gradatamente il caratteristico colore rosso rame. Al cannocchiale si notava assai bene che la tinta nelle immediate vicinanze della parte ancora illuminata aveva sfumature fra il verde e l'azzurro. Agli inizî dell'eclisse, cioè quando non era oscurato che un terzo circa del disco lunare, anche con un cannocchiale luminoso si riusciva a mala pena a distinguere i caratteri topografici del nostro satellite. In seguito invece si vedevano con grande facilità ed anzi meglio che nella più spiccata luce cinerea ».

Qualche minuto prima che l'ombra cogliesse Copernico, fu osservato un anello oscuro che circondava la base del cratere. Durante tutta la fase della totalità fu notato che l'orlo della Luna più lontano dal centro dell'ombra rimaneva assai luminoso, tanto da dare la sensazione, specie all'inizio ed alla fine della totalità, che la Luna non fosse eclissata totalmente.

Il sig. MICHELI ci fa rilevare come in realtà sia poco esatto parlare di eclisse da parte dell'*ombra*, dato che a causa della rifrazione atmosferica terrestre il cono d'ombra della Terra non giunge effettivamente alla distanza della Luna. Dato che l'argomento è di interesse generale, abbiamo pensato fosse buona cosa parlarne più in esteso ai nostri lettori. Essi troveranno trattata la questione dopo la fine della presente nota.

A Reggio Emilia il geom. CELSO FERRARI ha osservato l'eclisse con un cannocchiale di 110 mm. di apertura munito di oculare ingrandente 64 volte. A 19h 1m fu notata l'immersione completa nell'ombra di Aristarco, a 19h15m quella di Copernico. Mentre Copernico veniva coperto del tutto nell'ombra, appariva parzialmente eclissato anche Platone.

A Firenze il sig. SILVIO DEL ROCCA ha compiuto alcune misure a stima dell'intensità di ricezione dei segnali R.T. La relazione appare a parte, esorbitando essa dal comune quadro delle osservazioni.

l. j.

L'ECLISSE LUNARE DEL 26 FEBBRAIO E LE EMISSIONI RADIOELETTRICHE

È noto come le emissioni radioelettriche in genere, siano influenzate grandemente nella loro propagazione da un effetto indiretto della luce solare.

A questo proposito, in occasione di una eclisse di sole avvenuta alcuni anni or

sono, furono fatti studi sul comportamento delle onde, mediante una apposita emissione di segnali effettuati dalla stazione radio di Parigi FL. (Tour Eiffel).

Pur essendomi noto che dette esperienze non hanno dato resultati notevoli neppure ad osservatori di valore (1), ho voluto restare in ascolto delle emissioni radioelettriche nelle ore dell'eclisse lunare del 26 febbraio, pensando che nonostante gli effetti della luce riflessa dalla luna siano infinitamente meno importanti per la propagazione delle radio-onde di quelli della luce diretta del sole, tuttavia il presumibile minor effetto sulle radioonde stesse della mancanza della luce riflessa in rapporto a quella diretta, veniva almeno in parte ad essere compensato dal fatto che mentre nell'eclissi di sole soltanto una piccola parte della Terra viene ad essere interessata dal fenomeno per un dato tempo, nell'eclisse di Luna tutto un emisfero del nostro pianeta viene a subire la mancanza della luce lunare contemporaneamente.

L'ascolto è stato effettuato con un piccolo apparecchio a tre valvole per onde medie (250-600 metri) che dà solitamente le principali stazioni in debole altoparlante usando come collettore la rete d'illuminazione. Il circuito è la classica rivelatrice con reazione preceduta da uno stadio di preamplificazione in alta frequenza ,e valvola finale di potenza con accoppiamento a trasformatore. La stima dell'intensità dei segnali è stata effettuata ad orecchio, non avendo avuto modo di preparare alcun strumento di misura, cosa questa che mi riprometto di fare alla prossima occasione.

L'ascolto, limitato alle stazioni della media Europa con particolare riguardo alle stazioni vicine, è stato effettuato solo dopo che la Luna è entrata nell'ombra ($18^h\ 54^m$) e ciò per evitare che la variazione nella intensità dei segnali che si nota dopo il tramonto del sole potesse falsare di troppo i resultati dell'ascolto stesso.

Dopo circa le ore 19 l'intensità dei segnali è andata gradatamente e sensibilmente aumentando per tutte le stazioni ad onde medio-lunghe, toccando un massimo verso le $20^h\ 15^m$ e mantenendovisi fino alle ore 21 e 33 minuti primi, ora in cui i segnali sono di nuovo tornati a decrescere.

Le stazioni ad onda mediocorta sono invece rimaste pressochè costanti in intensità, durante e dopo l'eclisse. Da notare l'assenza quasi assoluta di evanescenze e di parassiti atmosferici, riducendosi questi ultimi ad un debolissimo continuo crepitio. Durante il massimo d'intensità, coincidente con la fase totale dell'eclisse, alcune stazioni ad onda mediolunga, appena e non sempre percepibili nella sera precedente ed in quella successiva al fenomeno, erano intese chiaramente e con intensità notevole.

In definitiva, credo di poter concludere dalla mia modesta osservazione che durante l'eclisse si è avuta una migliore propagazione delle onde di λ 400-600 metri (750-500 Kw) mentre non è il caso di occuparsi dei parassiti atmosferici dipendendo questi quasi esclusivamente dalle condizioni meteorologiche del momento e, pur non essendo il caso di trarre deduzioni da una osservazione isolata e non condotta in modo rigoroso, mi pare che l'aumento d'intensità dei segnali, quando fosse provato in modo sicuro, starebbe a dimostrare che anche la luce solare riflessa ha un effetto non indifferente sulla ionizzazione dell'alta atmosfera (strato di Heaviside) dalla quale come è noto dipende in gran parte la propagazione delle radioonde. Constatazione questa che non urta troppo con la logica.

Gradirei conoscere i resultati di eventuali ascoltatori in special modo su lunghezze d'onda oltre i 600 metri.

SILVIO DEL ROCCA

(1) L'autore non ricorda forse qui i risultati positivi ottenuti durante l'eclisse del 29 maggio 1919, negli esperimenti fra l'isola di S. Elena e l'osservatorio di Meudon. - *N. d. R.*

IL GIOCO DELLA RIFRAZIONE ATMOSFERICA TERRESTRE NELLE ECLISSI DI LUNA

È esatto parlare di ingresso della Luna nell'*ombra* o del suo egresso dalla medesima? A rigor di termini no, poichè il cono d'ombra della Terra che, secondo la costruzione geometrica si estenderebbe fino alla distanza di 216 raggi terrestri a partire dal centro della Terra, viene ridotto dalla rifrazione atmosferica terrestre in guisa tale da ridursi a un quinto del predetto valore, a soli 43 raggi terrestri di lunghezza. Poichè la Luna gravita intorno alla Terra alla distanza di 60 raggi terrestri, risulta che il cono d'*ombra* effettiva della Terra non giunge sino al nostro satellite. Poichè — come ci fa notare il sig. MICHELI di Piacenza — la questione è poco trattata nei comuni manuali di astronomia, diamo qui una descrizione particolareggiata del fenomeno.

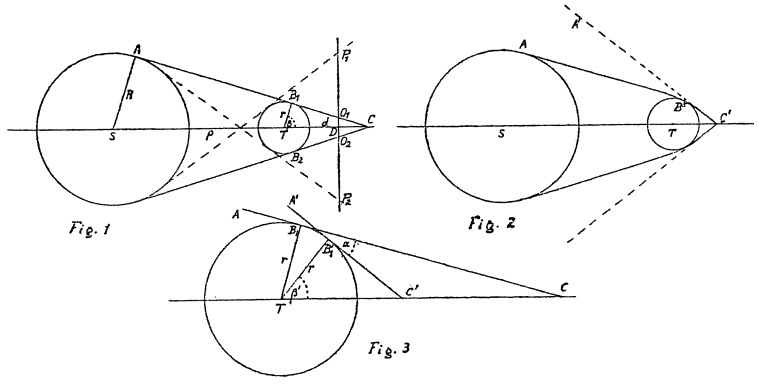
Sia (fig. 1) in S il Sole il cui raggio SA si indichi con R. In T si trovi la Terra, di raggio $B_1T = r$. La distanza ST dei centri dei due astri sia ρ. Non tenendo conto della rifrazione atmosferica, la sezione assiale del cono d'ombra terrestre sarà allora B_1CB_2, ove il significato di B_1 e B_2 non ha bisogno di ulteriore spiegazione, essendo evidente nella figura. Sopra uno schermo ideale situato in D, il tratto O_1O_2 è immerso nell'ombra geometrica, mentre le zone O_1P_1 e O_2P_2 si trovano nella penombra. Dalla similitudine dei triangoli rettangoli CB_1T e CAS è facile ricavare la distanza $CT = d$ del vertice del cono d'ombra dal centro della Terra. Si ha infatti:

$$d : (\rho + d) = r : R$$

da cui

$$d = \frac{r\rho}{R - r}.$$

Quale raggio r della Terra si dovrà prendere quello polare. È evidente infatti che perchè un punto determinato si trovi nell'ombra, il Sole vi deve apparire total-



mente eclissato dalla Terra. Assumendo per valore di r il raggio equatoriale, si avrebbero dei punti dell'*ombra* in cui il diametro equatoriale apparente della Terra è maggiore del diametro solare, ma quello polare non arriva a coprire in lunghezza il disco

del Sole. È chiaro allora che tali punti non si trovano effettivamente nell'*ombra*: di qui la necessità di assumere per valore di r il semidiametro polare della Terra.

Adottando per la parallasse solare il valore di 8″.80, facendo $r = 1$, si ha: $R = 109{,}09$, $\rho = 23518{,}1$; da cui $d = 217{,}6$. Possiamo calcolare ora anche l'angolo $\beta = \widehat{B_1TC}$ perchè ci occorrerà più tardi. Si ha $\cos\beta = \frac{r}{d}$ da cui $\beta = 89^\circ\,44'\,12''$. Dunque, senza tener conto della rifrazione, il cono d'ombra della Terra arriva fino a 217,6 raggi polari terrestri a partire dal centro della Terra.

Introduciamo nel calcolo la rifrazione atmosferica terrestre. In conseguenza di questa i raggi solari in prossimità della Terra vengono deviati in modo che il cono d'ombra si chiude in un punto C' assai più vicino a T (fig. 2). Vediamo quale è l'angolo di cui vengono deviati i raggi che radono la superficie terrestre. Nel punto segnato in figura con B'', l'estremo lembo superiore del Sole sfiora l'orizzonte. Ora, come sappiamo, la rifrazione normale all'orizzonte (a 0° di temperatura ed alla pressione di 760 mm. di mercurio) è di $36'\,36''$. Dunque il raggio solare partito da A è stato deviato nel suo cammino fino a B'' di $36'\,36''$. Nell'uscire dall'atmosfera terrestre esso dovrà subire ancora una volta la stessa rifrazione. La deviazione totale sarà quindi $2 \times 36'\,36'' = 1^\circ\,13'\,12''$. In conseguenza di questa deviazione per un osservatore posto in C' il raggio proveniente da A sembrerà provenire invece da A'.

Possiamo così passare senz'altro a calcolare la distanza $d' = C'T$ del vertice del nuovo cono d'ombra dal centro della Terra. Ci servirà a questo scopo la fig. 3. In T è la Terra. AC è il raggio del lembo superiore del Sole tangente alla Terra, corrispondente al raggio AC della fig. 1. In conseguenza della rifrazione esso viene deviato, come si è detto, di un angolo $\alpha = 1^\circ\,13'\,12''$ e giungerà in C', ove l'osservatore lo vedrà ancora tangente alla Terra, ma proveniente da A'. Il punto in cui il nuovo raggio $A'C'$ tocca la Terra sia B'_1. $\widehat{B_1TC}$ è l'angolo β della fig. 1. Sia ora $\widehat{B'_1TC} = \beta'$. $\widehat{B_1TB'_1} = \beta - \beta'$ è uguale ad α, poichè i due angoli hanno i lati corrispondenti perpendicolari. Allora

$$\beta - \beta' = \alpha \quad ; \quad \beta' = \beta - \alpha\,.$$

Di qui si ha $\beta' = 88^\circ\,31'\,0''$.

Dal triangolo TB'_1C si ricava subito $TC' = d' = r \sec\beta'$. In cifra si ha $d' = 38.6$. Questa è la distanza del vertice del cono d'ombra *effettivo* dal centro della Terra, espressa in semidiametri polari terrestri. In realtà però questa cifra deve essere aumentata del 9 % in causa dell'estinzione dei raggi in seno all'atmosfera terrestre. I raggi solari che passano nelle regioni più basse dell'atmosfera terrestre vengono assorbiti totalmente, sicchè il cono d'ombra ne risulta un po' allungato. Si ammette in generale che il vertice del cono si trovi a una distanza uguale a 43 volte il semidiametro della Terra.

In conseguenza del fatto che il cono d'ombra non giunge fino alla distanza della Luna, questa ci appare sempre debolmente illuminata durante le eclissi. Il colore rossastro che essa assume è dovuto al fatto che la nostra atmosfera, carica di pulviscoli d'ogni specie e di vapor acqueo, produce un assorbimento *selettivo* sui raggi luminosi che la attraversano. Le radiazioni di piccola lunghezza d'onda vengono assorbite più di quelle di lunghezza d'onda maggiore, sicchè i raggi solari che escono dall'atmosfera dopo averla attraversata appaiono spogli delle radiazioni attiniche e assumono per il nostro occhio la caratteristica tinta rossastra. Il colore rosso sarà tanto più marcato, quanto maggiore è lo strato di atmosfera attraversata: è

questa la ragione per cui le zone del disco lunare più distanti dal centro dell'ombra, che ricevono ancora la luce solare che ha attraversato gli altri strati dell'atmosfera, appaiono colorate meno intensamente delle altre ed hanno una tonalità che maggiormente si avvicina a quella della luce solare naturale.

Un'immagine evidente del fatto si ha portandosi con la mente sul nostro satellite durante un'eclisse lunare. Si ha colà un'eclisse di Sole operata dalla Terra che appare all'osservatore come un disco nero del diametro di 2 gradi, quattro volte maggiore di quello del Sole. Durante la fase cosidetta *totale*, la Terra apparirà in cielo nerissima e circondata da un anello sottile e luminoso di colore rossastro: l'aureola atmosferica. Questo anello non è altro che l'*immagine di una parte del Sole* rifratta dall'atmosfera della Terra. In conseguenza della presenza dell'aureola colorata, l'oscurità non sarà completa sulla Luna ed il suolo apparirà debolmente illuminato, così come noi lo vediamo in quei momenti dalla nostra base di osservazione terrestre.

Le condizioni atmosferiche terrestri possono quindi influire sulla luminosità della Luna durante le eclissi; non bisogna dimenticare però che questa è funzione, per massima parte, della *grandezza* dell'eclisse totale. È chiaro infatti che il disco lunare apparirà tanto più scuro, quanto più è vicino all'asse dell'ombra.

l. j.

LE PARALLASSI SPETTROSCOPICHE ED I LAVORI DELL'OSSERVATORIO DI MERATE

Dei metodi che attualmente vengono impiegati nelle determinazioni delle distanze stellari, quello che permette di ottenere la più vasta messe di risultati è senza dubbio il metodo spettroscopico. Per mezzo di esso è oggi possibile conoscere la distanza di ogni stella di cui ci siano noti lo spettro e la grandezza apparente. Questi due elementi sono stati oggi determinati per tutte le stelle più luminose della 9ª grandezza visuale, ed anche per alcune stelle più deboli situate in regioni selezionate del cielo. In tutto si conoscono fino a oggi gli spettri e le grandezze di oltre 250.000 stelle. Da questa cifra enorme risulta immediata la grande importanza del metodo spettroscopico.

Spieghiamo in breve come si fa a determinare la *parallasse spettroscopica* di una stella. Anzitutto poche parole di storia. Nel 1905 l'astronomo olandese E. HERTZSPRUNG scopriva che le stelle rosse, si dividevano in due categorie distinte, le cui componenti differivano fra loro enormemente per quanto concerne il volume e la luminosità. Egli chiamò rispettivamente giganti e nane le stelle delle due classi. Nel 1914 l'americano RUSSELL confermò i risultati di HERTZSPRUNG e, basandosi sopra un materiale di osservazione più completo, riuscì a trovare una stretta relazione che passa fra la classe spettrale e la luminosità assoluta di ogni stella.

Una piccola parentesi, qui, per dire che cosa è la luminosità assoluta di una stella. Non occorre ricordare che se le stelle ci appaiono più o meno luminose in cielo, ciò non dipende soltanto dal loro splendore intrinseco differente dall'una all'altra, ma anche dalle diversità delle loro distanze da noi. Se noi perciò vogliamo conoscere lo splendore intrinseco, effettivo di ogni stella, dobbiamo tener conto della sua distanza. Per paragonare fra loro le luminosità delle singole stelle, ci converrà considerare lo splendore che esse ci presenterebbero se fossero situate tutte ad una distanza fissa scelta a piacere. Per questa distanza-base gli astronomi hanno scelto la distanza

di 10 parsec (1), ossia di 32,6 anni-luce. La grandezza stellare di una stella portata idealmente a questa distanza, si chiama *grandezza assoluta*. Per passare dalle grandezze apparenti alle grandezze assolute, data la parallasse, vale la seguente formula

$$M = m + 5 + 5 \log p \qquad (1)$$

ove M è la grandezza assoluta, m la grandezza apparente e p la parallasse espressa in secondi.

Chiusa la parentesi, proseguiamo nel nostro argomento. RUSSELL costruì un diagramma in cui figuravano in ascisse gli spettri e in ordinate le grandezze assolute. Da questo diagramma si potè vedere che le stelle bianche, delle classi spettrali B ed A sono tutte giganti, di grandezza assoluta molto elevata e che la loro luminosità intrinseca va decrescendo col procedere della classe spettrale da B verso A e, più avanti, verso F. Quando si arriva alla classe F, le stelle incominciano a dividersi nelle due classi delle giganti e delle nane. La differenza, dapprima poco accentuata, va aumentando sempre più via via che si passa alle classi G, K e M. Nella classe delle nane la luminosità va decrescendo col procedere della classe spettrale e la curva continua senza interruzione quella delle giganti bianche. Le stelle che si trovano su questo tratto continuo di curva a partire dalla classe B fino ad arrivare alla classe M, sono dette appartenenti alla *serie principale* (ingl. *main sequence*). Questo nome deriva dal fatto che la maggior parte delle stelle conosciute vi fa parte. Le giganti per contro aumentano lievemente di luminosità col progredire della classe spettrale, per modo che la differenza fra le due classi (giganti e nane) è massima per le stelle più rosse, di classe M. Alcune stelle delle classi G, K e M escono dai limiti normali del diagramma, essendo eccezionalmente luminose. Esse sono dette *super-giganti*. A queste appartengono le variabili cefeidi. Altre, rarissime, sono di grandezza assoluta paragonabile a quella delle nane più piccole, pur possedendo spettri delle classi B ed A. Sono queste le cosidette *nane bianche*. Abbiamo detto che sono rarissime, ma l'aggettivo si riferisce unicamente alla scarso numero che di esse ci è noto. A causa del loro debole splendore, esse sfuggono infatti alle nostre investigazioni e noi non ne conosciamo che le più vicine. È probabile anzi che le *nane bianche* siano in realtà degli oggetti comunissimi nello spazio.

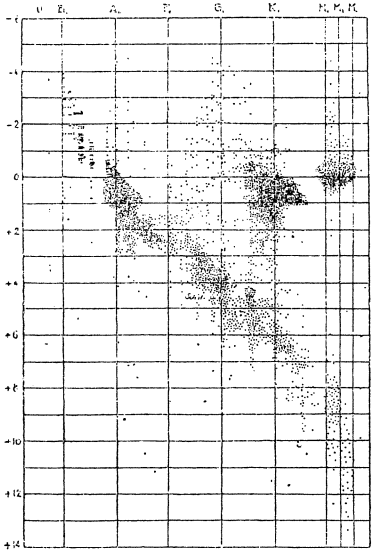


Fig. 1. - Diagramma di RUSSELL
In ascisse i tipi spettrali; in ordinate le grandezze assolute (dall' articolo di H. MINEUR ne *L'Astronomie*, Janvier 1931).

Dall'epoca del primo diagramma di RUSSELL il materiale di osservazione è andato arricchendosi sensibilmente ed oggi la relazione fra periodo e spettro è conosciuta con buona approssimazione. Prova ne sia il diagramma qui unito, costruito da MINEUR nel 1930. La dispersione delle grandezze assolute nel diagramma, e specialmente nella serie principale, raggiunge appena una grandezza e la curva media si può tracciare con un'incertezza di pochi decimi di grandezza soltanto. Le divergenze della curva media possono essere spiegate in parte ammettendo che ad ogni singola classe spettrale corrisponda non un valore rigorosamente determinato dello splendore, ma un certo intervallo di splendore entro cui quello della stella deve necessariamente cadere. D'altra parte è sicuro che le divergenze dalla curva media sarebbero assai minori se fossero noti con maggior sicurezza lo splendore, la classe spettrale e la parallasse di ogni stella utilizzata per la costruzione del diagramma. Ma su questo ritorneremo fra un momento.

(1) Un parsec è la distanza a cui la parallasse è di un secondo ed equivale a 3,26 anni-luce.

Fin qui abbiamo parlato della relazione fra la classe spettrale e la grandezza assoluta, ma non abbiamo ancora fatto menzione della sua applicazione alle determinazioni di distanze stellari. Il procedimento è semplicissimo. Si abbia una stella di cui sia nota la classe spettrale e la grandezza apparente m. Dal diagramma di RUSSELL si ricava subito la grandezza assoluta M in funzione della classe spettrale e dalla differenza fra la grandezza assoluta e la grandezza apparente della stella si deduce immediatamente la sua distanza, sapendo che l'intensità luminosa apparente di una sorgente luminosa è inversamente proporzionale al quadrato della sua distanza dall'osservatore; se si volesse avere invece la parallasse, senza calcolare la distanza, si applicherebbe la formola (1).

Nel primo caso la distanza d della stella, espressa in parsec, è $d = 10 \sqrt{\frac{J}{J_0}}$ ove J e J_0 rappresentano le intensità luminose corrispondenti rispettivamente alle grandezze assoluta ed apparente, intensità calcolate con la solita formola di POGSON: $\log J \doteq 1 - 2.5 \log m$. (Per evitare ogni confusione — che, purtroppo, si riscontra in parecchi volumi, anche autorevoli — ripetiamo qui che il numero 2.5 che sta a fattore di $\log m$ è l'inverso di 0.4, logaritmo della costante fotometrica, e non la costante stessa che è invece 2.512).

Nel secondo caso, si ha subito dall'equazione (1)

$$\log p = \frac{1}{5} (M - m - 5)$$

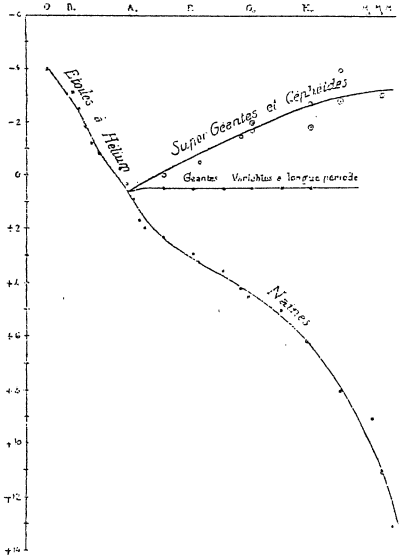


Fig. 2. - I diversi rami del diagramma di RUSSELL
(*L'Astronomie*, Janvier 1931).

Abbiamo detto che dal diagramma di RUSSELL si deduce la grandezza assoluta in funzione della classe spettrale. Ciò è vero, ma si avrebbe una indesiderata ambiguità per le classi spettrali avanzate (da G a M) per cui ad un medesimo spettro corrispondono due possibili grandezze assolute, l'una sul ramo delle giganti e l'altro su quello delle nane. Fortunatamente gli spettri delle stelle giganti differiscono sensibilmente da quelli delle nane, specialmente per quanto riguarda la larghezza delle righe e inoltre sono state trovate fra giganti e nane della medesima classe spettrale differenze sistematiche nelle velocità radiali (maggiori per le nane) e negli indici di colorazione (maggiori per le giganti), talchè ogni confusione è praticamente eliminata.

Perchè le parallassi spettroscopiche possano essere sfruttate con un alto grado di precisione, è naturalmente necessario che per le stelle utilizzate nel diagramma-base si conoscano con esattezza i tre elementi parallasse, grandezza apparente e spettro. Perchè il primo elemento, la parallasse, sia tale da dare affidamento, è necessario scegliere le stelle fra le più vicine a noi, perchè per le più lontane la parallasse trigonometrica è così piccola da riuscire di difficile ed incerta misura. Potranno essere inoltre introdotte nel diagramma alcune stelle doppie, per cui le parallassi dinamiche calcolate in base al loro movimento orbitale offrono un grado di precisione abbastanza elevato. Il secondo elemento, la grandezza apparente, è conosciuto ormai con sufficiente esattezza per tutte le stelle maggiori di $8^{m}.0$, grazie ai lavori fotometrici di PICKERING, MÜLLER, KEMPF e HASSENSTEIN. Per avere il terzo elemento, lo spettro, si usa attualmente il grandioso *Henry Draper Catalogue*, pubblicato dall'Osservatorio di Harvard, il quale fornisce gli spettri di 225 300 stelle. Questo catalogo rappresenta uno dei più colossali lavori di classificazione che siano mai stati compiuti nella storia dell'Astronomia ed è immenso il progresso che già si è potuto compiere grazie al suo aiuto, nonostante che siano trascorsi appena sette anni dalla sua completa pubblicazione. Tuttavia la sua precisione in fatto di classificazione spettrale, quantunque più che sufficiente per comuni lavori statistici, non è ancora tale da soddisfare ad una accuratissima costruzione del diagramma di RUSSELL. Le fotografie che servirono di base al catalogo furono prese con un cannocchiale munito di prisma obbiettivo, metodo praticissimo che permette di registrare sopra una sola lastra gli spettri di tutte le stelle che appaiono nel campo del cannocchiale; praticissimo per la rapidità di lavoro che grazie ad esso è possibile, ma assai meno preciso — si capisce — che se gli spettri sono fotografati ad uno ad uno con accuratezza. Gli spettri fotografati col prisma obbiettivo presentano infatti dispersione piuttosto piccola e spesso sono tanto addossati l'uno all'altro, che la loro classificazione può diventare alquanto difficile. Bisogna ancora aggiungere il fatto che una piccola irregolarità nella guida del cannocchiale ha l'effetto di distorcere le righe di *tutti* gli spettri della lastra, con grave danno per un confronto esatto con gli spettri-campione.

Un'esatta classificazione degli spettri stellari si sta compiendo ora all'Osservatorio di Merate (succursale dell'Osservatorio di Brera a Milano) a mezzo del potente riflettore Zeiss di 1 metro di apertura, munito di uno spettrografo costruito pure dalla Casa Zeiss. Fino al 1929 erano stati pubblicati i risultati della classificazione di 420 spettri delle classi A e F (1), ma a quanto ci consta il numero attuale degli spettri catalogati supera il migliaio. Il lavoro procede ora un po'a rilento a causa della deficienza di personale.

Le stelle studiate spettroscopicamente a Merate sono tutte maggiori della 6ª grandezza visuale; in tal guisa gli spettri appaiono sulle lastre nitidi e facili a classificarsi. Queste classificazioni spettrali dovranno servire in primo luogo ad una migliore determinazione del diagramma di RUSSELL; fatto ciò, si potranno poi migliorare le ricerche sulla distribuzione spaziale delle stelle nel sistema galattico.

Per intanto, allo scopo di raccogliere il vasto materiale di parallassi spettroscopiche sparse qua e là nelle più svariate pubblicazioni, il prof. G. CECCHINI dell'Osservatorio di Merate ha provveduto a compilare un catalogo generale delle parallassi stellari (1). Questo catalogo, se pure da un lato, cioè per le stelle più luminose della grandezza 6.5, interferisce col *Catalogue of bright stars* pubblicato nel 1930 da F. SCHLESINGER (2), è tuttavia utile per le stelle più deboli che non sono poche.

Il catalogo è la prima parte di un lavoro intitolato « Ricerche sulla frequenza delle grandezze assolute delle stelle delle diverse classi spettrali », di cui la seconda parte tratta della distribuzione delle grandezze assolute (3). In essa, adoperando un vasto materiale di osservazione e sottoponendo i dati ad una critica rigorosa, l'Autore intende di ottenere una nuova e più precisa determinazione della relazione fra grandezza assoluta e classe spettrale. Nel suo insieme il lavoro è pubblicato con grande abbondanza di tabelle comparative, con molti diagrammi, di cui parecchi in tavole fuori testo, di modo che ognuno può seguire l'Autore sin nelle minuzie dei suoi procedimenti.

l. j.

(1) G. CECCHINI e G. B. PACELLA: *Classificazione spettrale di 400 stelle dei tipi A ed F.* Pubbl. del R. Oss. di Merate (Como), N. 3 (1929).

(1) G. CECCHINI: *Ricerche sulla frequenza delle grandezze assolute delle stelle delle diverse classi spettrali.* Parte I. « Catalogo generale di Parallassi stellari ». Pubbl. del R. Oss. di Merate, N. 4 (1931).

(2) *Yale University Observatory*, 1930.

(3) G. CECCHINI: Titolo citato; Parte II. *Distribuzione delle grandezze assolute.* Pubbl. del R. Oss. di Merate, N. 5 (1931).

LA RIUNIONE DEGLI ASTROFILI AL PLANETARIO DI MILANO E L'ADUNANZA DELLA SOCIETA ASTRONOMICA ITALIANA

Rispondendo all'invito allegato a *Coelvm*, oltre trenta astrofili convennero la mattina del 13 settembre al Planetario di Milano, ricevuti dal Presidente della riunione, sig. L. JACCHIA e dal conferenziere del Planetario, sig. C. LOMBARDI. Dopo alcune parole del Presidente per ricordare i progressi compiuti nel campo della divulgazione astronomica dall'epoca dell'ultima riunione (a Bologna, nel maggio 1930), venne aperta una discussione sopra l'eventuale necessità di costituire in Italia una associazione di astrofili. Il problema era già stato prospettato alla riunione di Bologna ed allora si era formato provvisoriamente un gruppo di astrofili, denominato « Bononia », i cui membri ricevevano delle circolari informative periodiche riguardanti i progressi nel campo astronomico. Con l'apparire di *Coelvm*, che assorbì le predette circolari, il piccolo gruppo si sciolse automaticamente, essendo ormai assolto il suo còmpito che era quello di arrivare alla pubblicazione di una rivista astronomica. Ora però l'aspetto della questione era diverso, poichè gli astrofili erano già in possesso di una rivista periodica e l'associazione avrebbe dovuto avere scopi essenzialmente organizzativi. Tutti i presenti si trovarono d'accordo nell'ammettere che la necessità di un'associazione c'era, giacchè l'astrofilo che studia per proprio diletto e per accrescere il suo patrimonio spirituale, sente il bisogno di scambiare le proprie idee con quei pochi che le intendono e vorrebbe sapersi appoggiato ed incoraggiato nei suoi studî da qualche professionista.

L'ing. LOCATELLI di Milano ricordò giustamente a questo proposito la sezione astronomica del Circolo Filologico milanese che esisteva ai tempi del CELORIA; essa teneva delle riunioni ogni domenica ed ogni volta il buon CELORIA vi faceva qualche conferenza di argomento astronomico. La sezione possedeva anche un rifrattore di 120 mm. di apertura che ora — a quanto risulta — è in vendita.

Si considerò pertanto la possibilità di istituire dei centri regionali di astrofili, a somiglianza dell'estinta sezione milanese. In alcune città, come a Milano, a Torino e a Bologna, gli astrofili sono particolarmente numerosi e la cosa non dovrebbe riuscire difficile con un po' di buona volontà da parte di tutti. Una volta costituiti alcuni centri regionali, questi potrebbero essere posti tutti sotto un'unica direzione in modo da formare un'associazione nel vero senso della parola e non semplicemente una raccolta di abbonati ad una rivista come accade per varie associazioni scientifiche. Il Presidente ricordò che esiste già attualmente in Italia una Società Astronomica che accoglie nel suo seno astronomi di professione e dilettanti: la Società Astronomica Italiana con sede a Milano, all'Osservatorio di Brera. Essa finora non ha avuto modo di occuparsi della complessa questione dell'organizzazione degli astrofili, ma — pregata di dare l'appoggio ad un'iniziativa culturale — sarebbe stata certamente lieta di farlo.

La proposta dei centri regionali posti sotto un'unica direzione fu accolta favorevolmente dai presenti e si decise che i desiderii espressi dalla Riunione degli Astrofili fossero portati a conoscenza della Società Astronomica Italiana che avrebbe tenuto la sua adunanza annuale l'indomani. Il lettore troverà nella relazione di quest'ultima quanto si riferisce alla proposta fatta.

Esaurite le discussioni, il sig. JACCHIA tenne una conferenza dal titolo « L' Universo visibile » illustrata da 27 proiezioni. La conferenza, che tratta della costituzione dell'Universo e delle recenti vedute sulla sua struttura, sarà pubblicata quanto prima in *Coelvm*.

Levata la seduta antimeridiana, la riunione fu ripresa alle ore 15. Il sig. LOMBARDI illustrò ai presenti il Planetario Zeiss e le sue possibilità nel campo didattico e fece seguire alle spiegazioni una rappresentazione completa di tutti i moti della vôlta celeste, del movimento dei pianeti, del Sole, della Luna, ecc. I presenti furono vivamente interessati dalla spiegazione ed ammirarono la grande perfezione dello strumento donato da Ulrico Hoepli alla città di Milano.

Seguì una breve comunicazione del sig. A. NOSOTTI sulle relazioni fra Astronomia e Meteorologia, dopo di che la riunione venne dichiarata chiusa, almeno per quanto riguardava la sua parte ufficiale.

Un ringraziamento va fatto qui alla Direzione del Planetario che così gentilmente volle concedere il locale per la riunione.

* * *

Alle ore 16 del 14 settembre si riuniva a Milano in una sala della R. Università, la Società Astronomica Italiana per la sua adunanza annuale. Presiedeva il presidente della Società, prof. EMILIO BIANCHI, che iniziò la seduta col dare notizia della floridissima situazione finanziaria della S. A. I. La pubblicazione delle *Memorie* è continuata regolarmente durante l'anno ed il Presidente è lieto di presentare alla riunione il quarto ed ultimo volume dell'annata in corso, appena uscito dai torchi. Un plauso speciale fu indirizzato dai presenti al segretario della S. A. I. prof. L. GABBA per la sua indefessa attività in favore della Società.

Esaurita l'esposizione del Presidente, prese la parola il prof. HORN D'ARTURO, direttore dell'Osservatorio di Bologna, per richiamare l'attenzione sull'opportunità di pubblicare mensilmente e per esteso le osservazioni di stelle variabili eseguite da astronomi ed astrofili italiani. Queste osservazioni costituiscono circa un terzo della produzione del mondo intero in fatto di osservazioni del genere ed oggi rimangono purtroppo inedite per la massima parte. La loro rapida pubblicazione sarebbe tanto più necessaria, in quanto esse vertono per buona parte su stelle scoperte di recente, sulle quali ancora poco o nulla si conosce: un ritardo nella loro pubblicazione ha l'effetto di diminuire di molto la loro utilità. Per la pubblicazione di un tale bollettino sarebbero necessarie circa 8000 lire annue ed il relatore fa voto che si possa trovare presto la persona o l' Ente che voglia rendersi benemerito della Scienza finanziando la pubblicazione.

Il sig. JACCHIA riferì alla Società i desiderii degli Astrofili espressi nella loro riunione del giorno precedente. Seguì un'appassionata discussione, alla quale presero parte i direttori degli Osservatori, per massima parte presenti alla seduta. Essi si dichiararono disposti ad aiutare nel limite delle loro possibilità gli astrofili che a loro si rivolgessero per aiuti; da parte sua poi il Presidente della S. A. I. si disse lieto di poter favorire con aiuti materiali e morali i centri regionali prospettati dagli astrofili, non appena questi si fossero costituiti. Allo scopo di esaminare meglio la questione e di dare una risposta definitiva agli astrofili, il Presidente designò una commissione, formata dai professori HORN D'ARTURO e SILVA e dal sig. JACCHIA, che avrebbe dovuto riunirsi l'indomani. Intanto, l'ora essendo già tarda, fu levata la seduta.

Riunitasi l'indomani la commissione per l'esame delle proposte degli astrofili, si dovette convenire che era ancora prematuro prendere delle decisioni definitive prima che qualche cosa di concreto fosse realizzato da parte degli astrofili stessi. In attesa degli eventi, si stabilì di concretare in una risposta ufficiale quanto era stato detto alla riunione della S. A. I. Fu perciò stesa la seguente risposta:

« La Società Astronomica Italiana, visto l'ordine del giorno della Riunione tenutasi al Planetario di Milano il 13 settembre 1931, plaude al progetto degli astrofili di formare dei centri regionali di riunione; assicura che non appena questi centri siano formati, cercherà di dare loro tutto l'appoggio che rientra nelle sue possibilità. Raccomanda vivamente ai Direttori degli Osservatorî di essere, come in precedenza, larghi di aiuti materiali (informazioni, prestiti di libri, ecc.) a quegli astrofili che a loro si rivolgessero ».

l. j.

BREVE RIVISTA DELLE NOTIZIE ASTRONOMICHE

LA VARIABILE 396.1929 HERCULIS ($17^h\,35^m.21^s + 15^\circ\,9'.1$; 1855.0), la cui grandezza fluttua da $11^m.1$ a $12^m.4$ (grandezze fotografiche), sarebbe, secondo AXEL V. NIELSEN [1] e R. PRAGER [2] una cefeide del periodo eccezionale di $1^d.20944$. Come è noto (v. *Coelvm*, luglio 1931, p. 145) non erano conosciute finora delle cefeidi con periodi compresi fra $0^d.8$ e $1^d.5$. L'aumento è molto rapido e si effettua in $0^d.1$ soltanto. PRAGER fa notare che le singole osservazioni deviano molto più dell'ordinario dalla curva media, il che indicherebbe una variabilità della curva di luce. In vista dell'assoluta eccezionalità del periodo, un'ulteriore conferma di questi dati è oltremodo desiderata.

UNA NUOVA INTERPRETAZIONE DELL'EQUIPARTIZIONE DELL'ENERGIA FRA LE STELLE è stata data dal prof. G. ARMELLINI [3]. Come è noto (v. Circ. Gr. Astrof.

---

[1] B. Z. der AN. **13**, 50.
[2] AN 5830.
[3] Contributi scientifici del R. Oss. di Roma sul Campidoglio, N. 35 (nuova serie).

« Bononia », n. 1) le stelle di minor massa sono quelle che possiedono le maggiori velocità spaziali e viceversa. SEARES trovò che la velocità delle stelle è a un dipresso proporzionale alla radice quadrata della loro massa. Ciò equivale a dire che tutte le stelle hanno circa la medesima energia cinetica. Infatti l'espressione dell'energia cinetica T è data da $T = \frac{1}{2} mv^2$ ove con m si indichi la massa e con v la velocità; se si pone $v^2 = 2k$, si ha $T = k$, costante.

Questo fatto aveva indotto gli astronomi a paragonare le stelle alle molecole di un gas: è noto infatti che queste — a causa dei frequenti urti reciproci — possiedono tutte all'incirca la medesima energia cinetica. L'Universo sarebbe quindi una riproduzione in grande di una massa gassosa ed in esso al posto delle moledole figurerebbero le stelle. Si comprende subito che, data la distanza enorme fra le singole stelle, gli urti nell'Universo siderale devono essere estremamente rari e perciò il tempo richiesto per arrivare ad un'equipartizione dell'energia nell'Universo deve essere inconcepibilmente maggiore di quello necessario per arrivare al medesimo effetto in una massa di gas. Ponendo a base dei suoi calcoli le velocità e le distanze medie delle stelle, JEANS era arrivato alla conclusione che questo intervallo di tempo non doveva essere minore di cinque trilioni di anni; egli aveva dedotto da ciò che le stelle esistono da *almeno* tanti anni.

Continuando nell'analogia fra Universo siderale e massa gassosa, la mente può sbizzarrirsi ad arrivare alle più immaginose fantasticherie. Si sa p. es. che la temperatura di un gas è determinata dall'energia cinetica delle molecole che lo compongono. Si può calcolare allora del pari quale sarebbe la temperatura dell'Universo intero se le stelle si considerano altrettante molecole. Naturalmente il valore che si ottiene non è una temperatura nel vero senso della parola, ma una *super-temperatura*, se possiamo chiamarla così, poichè le stelle sono a loro volta composte di molecole in movimento che determinano la loro temperatura. JEANS trova così per la temperatura dell'Universo il valore 1.8×10^{62} gradi, un qualche cosa come un 18 seguito da 61 zeri!... Ripetiamo che queste sono pure divagazioni che per ora non rivestono alcun significato fisico.

Ora ARMELLINI ha voluto vedere se l'equipartizione dell'energia fra le stelle non potesse essere spiegata anche senza ricorrere al paragone fra l'Universo ed una massa gassosa. Egli ha preso a base della sua ricerca la teoria cosmogonica di NORMAN LOCKYER e R. DU LIGONDÉS, secondo cui le stelle sarebbero formate dall'incontro e successivo aggregamento di sciami di meteoriti. Applicando all'insieme di tutti i meteoriti il calcolo delle probabilità (calcolo che qui — dato l'enorme numero di oggetti a cui si applica — possiede il rigore del calcolo con elementi determinati) l'Autore calcola dapprima la probabilità affinchè le componenti della velocità di un singolo meteorite cadano entro limiti determinati. Di qui passa a calcolare il valore probabile della velocità della stella, — formata dall'aggregato di un numero praticamente infinito di meteoriti — lungo i tre assi coordinati. La somma dei quadrati di queste velocità, moltiplicata per la metà della massa totale dei meteoriti (che evidentemente è eguale al prodotto della massa media di ognuno per il numero totale di essi) dà l'energia cinetica della stella. Questa risulta essere funzione unicamente della massa media dei meteoriti e di tre costanti universali introdotte nel calcolo per tener conto dell'eventuale esistenza nell'Universo di velocità preferenziali in direzioni privilegiate. Siccome la massa *media* dei meteoriti si può considerare uguale in ogni angolo dell'Universo, l'energia cinetica della stella risulta uguale ad una costante universale. In altre parole l'energia cinetica di tutte le stelle deve avere il medesimo valore, se si ammette come vera l'ipotesi meteoritica della formazione delle stelle.

In tal modo si vede che non è affatto necessario che le stelle esistano da cinque trilioni di anni perchè sia spiegata l'equipartizione dell'energia fra esse.

LO SPETTRO DELLA LUCE ZODIACALE è stato fotografato all'Osservatorio Lowell (Flagstaff, Arizona) da V. M. SLIPHER a mezzo di uno spettrografo capace di concentrare molta luce. Oltre alle righe dello spettro solare, lo spettro ottenuto mostra alcune righe di emissione che sembrano coincidere con quelle dell'aurora boreale e del cielo notturno. Questi inattesi risultati, se confermati, porterebbero il problema della luce zodiacale in un campo del tutto nuovo. Disgraziatamente gli spettri ottenuti sono a dispersione assai debole, sicchè riesce difficile per ora aggiungere altro a questa notizia sommaria (1).

UN INTERESSANTE STUDIO SOPRA LE STELLE FILANTI TELESCOPICHE è stato compiuto da E. ÖPIK all'Osservatorio di Dorpat (Estonia) (2). Le osservazioni furono eseguite visualmente da A. KIPPER e O. SILDE, assistenti all'Osservatorio, per mezzo di due cannocchialetti di 60 mm. di apertura e 60 cm. di distanza focale diretti verso il polo celeste allo scopo di ottenere una buona omogeneità nelle osservazioni e piazzati in modo da poter osservare in una stanza riscaldata, pur essendo l'obbiettivo esposto all'aria libera (precauzione questa oltremodo utile per un clima invernale come quello dell'Estonia). L'ingrandimento usato fu di 9.2 volte; il diametro del campo risultò di 6°.0. Furono in tal guisa contate tutte le stelle filanti che attraversarono l'area di 6° di diametro con centro al polo boreale durante 76 ore complessive di osservazione fra l'ottobre 1928 ed il maggio 1929. Il numero totale delle stelle filanti osservate è 104.

Dallo studio risultarono alcuni fatti interessanti. Anzitutto il numero orario delle stelle filanti osservate rimase costante durante le varie ore della notte, in aperto contrasto con tutte le precedenti osservazioni di stelle filanti compiute ad occhio nudo, le quali mostrano distintamente una frequenza sensibilmente maggiore nelle ore mattutine. Una spiegazione di questa apparente contraddizione è stata data recentemente da J. PLASSMANN nel fascicolo di luglio della rivista *Die Himmelswelt* ed è la seguente. Le stelle filanti sporadiche, ossia quelle numerosissime che non appartengono a sciami particolari, sembrano irradiare dall'apice istantaneo del luogo di osservazione (denominiamo *apice istantaneo* il punto del cielo, variabile da istante a istante, verso cui è trascinato il luogo di osservazione terrestre in causa dei movimenti combinati di rivoluzione e di rotazione della Terra, supponendo fisso il Sole). Questo *apice istantaneo* si trova sotto l'orizzonte durante le ore del pomeriggio e della sera e sopra l'orizzonte al mattino e questa è la causa notissima della maggior frequenza delle stelle filanti dopo mezzanotte. Ora per un'area limitata situata in una determinata posizione del cielo, la lunghezza della traiettoria delle stelle filanti passanti per essa sarà — per effetto di prospettiva — tanto più piccola quanto più questa posizione sarà vicina all'apice istantaneo. Tanto minore sarà quindi la probabilità che una stella filante passi attraverso l'area. Nel caso particolare dei due osservatori di Dorpat avveniva questo fenomeno. Durante le ore mattutine la distanza del polo boreale dell'apice istantaneo diminuiva e perciò aumentava il numero delle stelle filanti nella regione; d'altra parte diminuiva contemporanea-

(1) *Die Himmelswelt*, Mai-Juni 1931.

(2) « Pubbl. de l'Obs. Astr. de l'Université de Tartu (Dorpat) ». T. XXVII, N. 2.

mente la lunghezza della traiettoria delle stelle filanti e con essa la probabilità che queste passassero proprio attraverso il campo del cannocchiale. Come risultato di questa compensazione, il numero delle stelle filanti restava costante.

Lo studio delle *direzioni* delle stelle filanti mostrò una forte preferenza di queste verso la posizione occupata dal Sole. L'autore ne deduce che esiste una corrente discretamente intensa di meteoriti che si dirigono verso il Sole.

l. j.

UN NUOVO LIBRO DI ASTRONOMIA DEDICATO AI PRINCIPIANTI

È apparso in questi giorni, edito dalla Casa Zanichelli, un volume dell'ing. FERNANDO BARBACINI, intitolato *Le meraviglie dei cieli*. L'autore non è sconosciuto agli astrofili e in generale a coloro che amano accrescere un po' la propria coltura scientifica, giacchè essi lo avranno certamente seguito talvolta nei suoi numerosi articoli divulgativi nelle riviste e nei giornali italiani ed avranno ascoltato qualcuna delle sue conferenze per radio. Il libro è dedicato a chi vuole apprendere i primi rudimenti di astronomia senza per ciò spendere eccessiva fatica. Ed in questo si può dire che l'autore è riuscito abbastanza bene poichè il volume è di lettura piacevole ed accessibile a chiunque, anche a chi non ha mai avuto occasione di interessarsi di scienza. L'opera dell'ing. BARBACINI è da considerarsi tanto più, in quanto vi si trova la spiegazione anche dei più elementari fenomeni celesti, di quelli che in generale gli astronomi considerano più che evidenti, data la loro pratica in materia, ed invece rimangono un po' oscuri al profano che si vede di solito davanti a opere divulgative che presuppongono già una certa cognizione della materia. L'intelligenza delle descrizioni è resa più facile e più chiara da 50 illustrazioni, fra cui numerose sono le riproduzioni fotografiche celesti. Lo stile è talvolta un po' immaginoso e da esso traspare il vivo desiderio dell'autore di rendere partecipi delle gioie del cielo quante più persone è possibile. Il prezzo del volume, 25 lire, è tale da assicurare all'opera un'ampia diffusione.

Purtroppo accanto ai pregi del libro risultano immediatamente numerosi suoi difetti. Anzitutto il linguaggio non è sempre scientificamente esatto, nel mentre si sa che è condizione indispensabile per un'opera divulgativa che le espressioni, per quanto piane, non pecchino per inesattezza. In secondo luogo gli *errori*, fra i quali alcuni molto grossi, non mancano e noi ne citeremo qui qualcuno fra i più notevoli. A pag. 43, per dare un'idea della costituzione granulosa della fotosfera solare, è riprodotta una fotografia in luce monocromatica del calcio, che — come è noto — dà l'immagine di uno strato particolare ben diverso dalla fotosfera. A. pag. 45 le macchie solari sono descritte come *rigonfiamenti* fotosferici, cosa generalmente opposta alla realtà. A pag. 46 si asserisce che le protuberanze solari non si possono osservare che durante le eclissi totali, mentre è noto che dal 1868 si possono vedere ogni giorno grazie alla scoperta famosa di JANSSEN e LOCKYER. A pag. 75 i canali di Marte sono descritti come fenomeni *reali* e non si fa cenno della teoria ottica. Nelle pp. 97-98 si riporta un'orbita di Plutone calcolata da SHAPLEY (??) in cui l'eccentricità sarebbe 2.500. Probabilmente si tratta però di un errore di stampa. A pag. 118 si dice che le stelle rosse sono quelle pervenute allo stadio più avanzato dell'evoluzione stellare mentre si sa che esistono numerose giganti rosse al principio della loro evoluzione. A pag. 149 notiamo questa espressione: «Giove *riesce* a modificare l'orbita della cometa di BRORSEN da ellitica in iperbolica». Evidentemente l'azione non può essersi esplicata più di una sola volta. A pag. 151 si dice che le comete sono i *corpi celesti di maggiore estensione* che si possono osservare dalla Terra. Sarebbe stato utile aggiungere la parola *apparente* dopo estensione.

Infine dovremo notare ancora che le nozioni astronomiche esposte nel libro sono ancora sempre quelle vecchie dei tempi del FLAMMARION, quando l'Astrofisica era ancora ai suoi inizî. Manca nel libro ogni accenno alle moderne scoperte che pur tanto possono entusiasmare i lettori e delle *stelle* vi è appena fatta menzione.

l. j.

GEOFISICA

IL TERREMOTO NELLA RIVIERA D'OCCIDENTE DEL 23 FEBBRAIO 1887 (1)

Può apparire strana questa esumazione d'un terremoto avvenuto ben 44 anni fa, dopo che altre vicende sismiche, anche nella nostra Italia, lo hanno purtroppo superato per violenza e per catastrofiche conseguenze nel lungo tempo trascorso. E può anche apparire superfluo se si pensa che su quella commozione sismica c'è già un'abbondante letteratura, tra cui ricorderemo i lavori italiani dell'ISSEL, del MERCALLI, del TARAMELLI, del TACCHINI. Gli autori, proff. AGAMENNONE e CAVASINO, prendendo in esame il ricchissimo materiale raccolto, fin d'allora, lo hanno accuratamente vagliato allo scopo di vedere se le strane anomalie trovate dagli studiosi del tempo sulla propagazione delle onde sismiche, avessero fondamento e quale e in quale misura.

A parte questo fine, certo importante, gli A. hanno inteso anche completare le belle monografie che sul terremoto Ligure furono scritte dagli scienziati sopra ricordati e arricchire di nuove e meglio accurate notizie il molto materiale già posseduto dalla scienza. Il lavoro dei proff. AGAMENNONE e CAVASINO ha dovuto poi attendere, per cause da loro indipendenti, circa 14 anni prima di essere stampato. Il valore retrospettivo non è per questo diminuito; nè l'interesse della pubblicazione, che ci riporta a tempi in cui la sismologia muoveva i primi passi e i registratori sismici erano ancora rudimentali e poco sensibili. Gli A. concludono che «parrebbe assai probabile che il meccanismo di propagazione delle onde sismiche sia stato presso a poco lo stesso di quello rilevato per altri terremoti notevoli recenti» ed essere quindi assai probabile «che le forti anomalie da altri riscontrate nella velocità di propagazione del terremoto ligure, tanto secondo le varie direzioni quanto col variare della distanza sono affatto apparenti e non reali, come quelle che sono potute venir fuori da calcoli sia malamente condotti, sia impostati sopra dati orari non sicuri. Dovrebbero pertanto cadere, secondo gli A., «certe ipotesi più o meno inverosimili, che ancor oggi si citano in alcune ricerche geodinamiche e perfino si riportano nei trattati di Sismologia».

t. a.

(1) Memorie del R. Uff. Centr. di Meteorologia e Geofisica. Serie III, Vol. III, 1931, IX.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI DICEMBRE 1931

I Pianeti

Mercurio: Raggiunge la massima elongazione serotina il 3 dicembre, a 21° 13′ dal Sole. L'elongazione è poco favorevole a causa della declinazione del pianeta, più australe di quella del Sole, tuttavia esso sarà facilmente rintracciabile, data la sua vicinanza a Venere. Servirà alla sua ricerca la cartina della congiunzione planetaria pubblicata nel fascicolo di Ottobre a p. 238. Ai primi di dicembre il pianeta tramonta 1h ¼ dopo il Sole e presenta le splendore di una stella di grandezza — 0m.2. La visibilità permane, sempre più difficile anche a causa dello splendore in rapida diminuzione, fino al 10 dicembre circa. Il 21 ha luogo la congiunzione inferiore col Sole. A partire dal giorno 29 il pianeta potrà già essere cercato all'alba con un binocolo, sorgendo oltre un'ora prima del Sole.

Venere: Ben visibile a SW nei crepuscoli della sera. La sua visibilità migliora sensibilmente durante il mese: il suo tramonto segue quello del Sole di 1h ¼ all'inizio del mese, di 1h ¾ verso il 15 e di 2h ¼ alla fine di dicembre. Durante il mese percorre tutta la costellazione del Sagittario ed entra poi nel Capricorno. Nei giorni 11 e 12 si troverà vicina alla sottile falce lunare. Il 19 passa 1° ½ a Sud di Saturno. Il 15 dicembre presenta un diametro di 11″.2 ed uno splendore pari a — 3m.3.

Marte: Invisibile.

Posizione dei Pianeti (a 0h T. U.)

	5 Dicembre		15 Dicembre		25 Dicembre	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	18h 13m2	— 25° 29′	18h 24m0	— 23° 17′	17h 33m9	— 20° 27′
Venere	18 17.9	— 24 36	19 12.6	— 23 54	20 6.0	— 22 1
Marte	17 43.0	— 24 14	18 16.2	— 24 17	18 49.7	— 23 54
Giove	9 40.9	+ 14 43	9 40.9	+ 14 45	9 39.6	+ 14 54
Saturno ...	19 30.0	— 21 54	19 34.4	— 21 44	19 39.2	— 21 34
Urano.....	0 58.6	+ 5 33	0 58.0	+ 5 30	0 57.9	+ 5 29
Nettuno....	10 39.7	+ 9 17	10 39.7	+ 9 17	10 39.6	+ 9 19
Plutone....	7 34.5	+ 22 10	7 33.8	+ 22 12	7 33.0	+ 22 15

Giove: Nel Leone, ad ovest di Regolo, presso ψ Leonis. Sorge a 22h ¼ all'inizio del mese ed a 20h ¼ alla fine. In congiunzione con la Luna il 1° ed il 28; stazionario il 9. Il 15 dicembre presenta un diametro polare di 38″.6; il suo splendore è — 1m.9.

Saturno: Si sperde nei crepuscoli della sera. L' 11 dicembre potrà essere veduto ancora, circa 6° a Nord della Luna; il 19 passa in congiunzione con Venere. Alla fine del mese tramonta solo un'ora dopo il Sole, sicchè può considerarsi praticamente invisibile a partire dal giorno 25 circa. Il suo splendore è quello di una stella della grandezza 0m.8. Si trova nel Sagittario e muove verso il Capricorno.

Urano: Visibile alla sera e durante la notte, nei Pesci. Per rintracciarlo, vedi la cartina pubblicata nel fascicolo di maggio. Stazionario il 24. Diametro apparente 3″.5, splendore stellare 5m.9.

Nettuno: Sorge verso le 23, nel Leone, presso ρ. Può essere facilmente identificato con un buon binocolo o un piccolo cannocchiale, adoperando la cartina pubblicata nel fascicolo di Gennaio. Stazionario il 10. Diametro apparente 2″.4; grandezza stellare 7m.8.

Plutone: Nei Gemelli, invisibile nei piccoli telescopi. Grandezza stellare 14m.5 circa.

Fasi lunari: U. Q. il 2 a 17h 51m; L. N. il 9 a 11h 16m; P. Q. il 16 a 23h 43m; L. P. il 25 a 0h 24m. Luna perigea il 6 a 19h; apogea il 18 a 13h.

Configurazioni planetarie nel mese di Dicembre 1931

Giorno 1 a 4h: ☿ □ ☉
» 1 » 11 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 2° 45′ S.
» 2 » 14 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 1° 33′ S.
» 3 » 7 : ☿ mass. elongaz. dal ☉ . . . ☿ 21° 13′ E.
» 9 » 17 : ☿ stazionario.
» 10 » 2 : ☿ stazionario.
» 10 » 11 : ♂ ☌ ☾ . . . . . ♂ 4° 10′ N.
» 10 » 21 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 3° 53′ N.
» 11 » 6 : ♀ ☌ ☾ . . . . . ♀ 3° 32′ N.
» 11 » 22 : ☿ stazionario.
» 11 » 22 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 4° 45′ N.
» 16 » 6 : ☿ ☌ ♂ . . . . . ☿ 1° 20′ N.
» 18 » 21 : ♃ ☌ ☾ . . . . . ♃ 2° 6′ N.
» 19 » 12 : ♀ ☌ ♄ . . . . . ♀ 1° 32′ S.
» 21 » 10 : ☿ ☌ inferiore ☉
» 22 » 20h 29m 31s: ☉ entra in ♑; inizio dell'inverno astronomico.
» 24 » 14 : ♃ stazionario.
» 28 » 16 : ☿ ☌ ☉ . . . . . ☿ 2° 25′ S.
» 29 » 20 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ☿ 1° 15′ S.
» 31 » 18 : ☿ stazionario.

Effemeride dei passaggi del Sole al meridiano dell'Etna (15° Est Greenw).

1931 Dicembre	Passaggio al meridiano	1931 Dicembre	Passaggio al meridiano	1931 Dicembre	Passaggio al meridiano
2	11h 49m 9s.7	12	11h 53m 24s.9	22	11h 58m 16s.2
4	11 49 56.3	14	11 54 21.3	24	11 59 15.9
6	11 50 45.3	16	11 55 19.9	26	11 0 15.5
8	11 51 37.6	18	11 56 17.4	28	12 1 14.7
10	11 52 29.9	20	11 57 16.6	30	12 2 13.4

l. j.

Dicembre 1931 – Occultazioni lunari di stelle visibili nell'Italia Settentrionale e Centrale

Giorno	Stella	Gr.	Fenom.	Pino Torinese Long. -0^h31^m1; lat. $+45°02'$				Firenze (Arcetri) Long. -0^h45^m0; lat. $43°45'$				Età della Luna	Note
				T. M. Gr.	P	*a*	*b*	T. M. Gr.	P	*a*	*b*		
13	φ Cap	5^m3	Imm.	16^h42^m5	93°	-2^m0	-0^m8	16^h51^m5	104°	-2^m3	-1^m5	4	
»	»	»	Em.	17 43.5	202	−0.2	+0.8	17 42.5	192	+0.2	+1.3	»	
13	BD −20°6178	6.7	Imm.	18 36.0	110	−1.8	−2.4	—	—	—	—	»	
15	70 Aqr	6.1	Imm.	15 20.0	65	−1.7	+1.2	—	—	—	—	6	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	16 43.0	211	−0.8	+0.1	»	
16	BD −5°6011	7.0	Imm.	17 7.0	30	−1.0	+1.7	—	—	—	—	7	
17	98 B. Psc	6.3	Imm.	18 50.0	47	−1.3	+1.0	—	—	—	—	8	
18	ε Psc	4.4	Imm.	21 19.0	39	−1.0	+0.8	21 23.0	49	−1.1	+0.4	9	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	22 36.0	247	−0.7	−0.6	»	
20	27 Ari	6.4	Imm.	19 35.5	75	−1.9	+0.9	19 42.0	82	−2.2	+0.3	11	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	20 58.5	211	−1.3	+2.0	»	
22	66 Ari	6.1	Imm.	1 11.0	59	−0.9	−0.3	—	—	—	—	13	
23	χ Tau	5.3	Imm.	1 47.0	150	—	—	—	—	—	—	14	
25	47 Gem	5.6	Imm.	—	—	—	—	21 13.0	135	−1.7	−0.9	16	
»	»	»	Em.	22 9.0	240	−1.3	+2.4	22 10.5	232	−1.4	+2.5	»	
26	134 B. Gem	6.5	Em.	1 30.5	258	−2.0	0.0	—	—	—	—	17	
29	34 Leo	6.4	Em.	4 46.0	307	−1.1	−1.7	—	—	—	—	20	

I tempi dell' Immersione e dell' Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per gli Osservatori di Pino Torinese e Firenze (Arcetri), le cui coordinate si trovano sulla testata delle rispettive colonne.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della Luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti *a* e *b* sono le variazioni del tempo dell'occultazione che corrispondono ad uno spostamento del luogo di osservazione di 1° in longitudine e 1° in latitudine, rispettivamente. Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi* e *decimi* e presi coi segni:

$\Delta\lambda$ positivo verso Ovest e negativo verso Est
$\Delta\varphi$ positivo verso Nord e negativo verso Sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine dal luogo (Torino o Firenze) per cui è dato il tempo T_0 del fenomeno, allora il tempo approssimativo T per il luogo di osservazione è dato da

$$T = T_0 + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.
w. p. h.

Responsabile: G. Horn-D'Arturo

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-X

Volume ed Anno I Dicembre 1931

COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

LIVIO GRATTON

IL PROBLEMA COSMOLOGICO DELLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ

1. - La questione se lo spazio fisico (cioè quel « quid » in cui noi pensiamo si svolgano i fenomeni del mondo reale) sia finito o infinito, è stata per lungo tempo considerata una questione di natura esclusivamente metafisica; vale a dire, una di quelle questioni, che, per uno scienziato della scuola positiva, escono dal campo della scienza e rientrano nel dominio incontrollabile della speculazione.

Dal punto di vista filosofico il problema si presenta come un dilemma dai corni del quale non sembra possibile uscire. Infatti tutti sono d'accordo nell'ammettere che lo spazio non abbia confini; non si può ammettere che ad un certo punto esista una specie di barriera insormontabile, che divide il noto dall'ignoto, lo spazio dal non spazio, il mondo dal nulla. Il pensiero valica questa barriera ed è tratto fatalmente a concepire ciò che v'è al di là ancora come spazio, poichè lo spazio è uno degli elementi del pensiero. Ma ammettere che il mondo fisico sia infinito non è neppure possibile. Dal punto di vista fisico l'esistenza ha un significato attuale; noi siamo costretti a pensare che ciò che esiste, esista completamente e non si vada realizzando gradatamente. Per esempio, se io sto di fronte ad un muro molto lungo, tanto da non riuscire a vederlo tutto contemporaneamente, devo pensare che esso esista tutto insieme e non che si vada formando man mano che io, muovendomi, ho la percezione delle varie parti che lo compongono. Ma uno spazio infinito in questo senso non è concepibile, poichè alla nostra mente l'infinito ha un significato esclusivamente potenziale. Ciò che è infinito non è possibile concepirlo tutto insieme, ma solo successivamente, per gradi.

Per conseguenza, da un lato noi dobbiamo concepire lo spazio senza confini, ma dall'altro non ci riesce di concepirlo infinito. Questo è il dilemma che per molto tempo è stato considerato insolubile, tanto che Kant lo assunse come una delle quattro famose *antinomie*, che stanno alla base della sua « Critica della ragion pura ».

Se le difficoltà fossero state solo queste, i fisici e gli astronomi non se ne sarebbero preoccupati gran fatto, ma, anche per ragioni di carattere fisico, uno spazio

infinito conduce a difficoltà piuttosto serie, benchè forse non insormontabili. Se invero lo spazio fosse infinito, bisognerebbe ammettere che la materia vi fosse diffusa con densità presso a poco uniforme, il che porterebbe, tra l'altro, che, se la materia fosse dappertutto luminosa come nelle stelle della Via Lattea, il cielo dovrebbe apparirci luminoso la notte come il giorno; mentre se la materia, invece di essere diffusa uniformemente, costituisse un nucleo, una specie di isola sperduta nello spazio, un universo cosiffatto non sarebbe stabile ed il nucleo di materia tenderebbe a dissolversi D'altra parte la teoria della Relatività Generale ha portato nuovi argomenti in favore della ipotesi che lo spazio sia finito Dal punto di vista fisico sembra dunque che questa ipotesi vada accolta definitivamente, ma tuttavia ripugna alla nostra mente di pensare ad un confine, ad una barriera che starebbe a segnare il punto, ove finisce lo spazio e comincia il nulla.

Questa contraddizione è però solo apparente, poichè noi possiamo benissimo immaginare lo spazio finito, senza che esista nessuna barriera. Pensiamo infatti ad una superficie sferica; essa è finita evidentemente, essendo uguale a 4π moltiplicato per il quadrato del raggio, ma tuttavia non limitata, poichè un essere che si muovesse sulla superficie della sfera, potrebbe muoversi indefinitamente su questa superficie, senza trovar mai un confine.

La sfera, noi la vediamo benissimo e ce la rappresentiamo, poichè noi ce la figuriamo immersa nello spazio che è a tre dimensioni, mentre la superficie sferica ne ha due. Per poterci rappresentare uno spazio a tre dimensioni, che goda di proprietà analoghe a quelle di una superficie sferica, noi dovremmo poterlo raffigurare immerso in uno spazio ad un numero maggiore di dimensioni, il che trascende le nostre facoltà di rappresentazione. Tuttavia la Geometria differenziale, creata da GAUSS e da RIEMANN, permette di determinare agevolmente tutte le proprietà geometriche di uno spazio cosiffatto senza dover ricorrere alla sua rappresentazione mediante spazi di un numero maggiore di dimensioni.

Per togliere la contraddizione tra il ragionamento fisico, che ci conduce a ritenere che lo spazio sia finito, e l'intuizione logica, che ci impedisce di pensarlo limitato, basterebbe ammettere che lo spazio avesse delle proprietà analoghe a quelle di una superficie sferica. Possiamo farcene una idea più concreta con questa immagine dovuta al matematico belga LEMAÎTRE. Supponiamo di avere a nostra disposizione un numero straordinariamente grande di mattoni e di volere per mezzo di questi riempire tutto lo spazio, mettendoli uno vicino all'altro. Dopo aver messo insieme un certo numero di mattoni, potremmo accorgerci facilmente che il volume riempito è uguale alla somma dei volumi dei vari mattoni, ma la superficie che racchiude il volume stesso non è uguale alla somma delle superficie dei mattoni, ma è minore, poichè le superficie a contatto si distruggono l'una con l'altra. Continuando la nostra costruzione, non potrebbe avvenire che l'ultimo mattone, che finisce di riempire lo spazio, annullasse completamente ogni superficie? La nostra immaginazione euclidea si rifiuta di rappresentarsi un simile edificio, ma la Geometria differenziale mostra che ciò è perfettamente possibile in uno spazio non euclideo che rientri in sè stesso come una superficie sferica.

2. - Dubito assai che un fisico possa rimanere soddisfatto da quanto ho esposto fin qui; i ragionamenti filosofici non persuadono un fisico, quello che conta per lui è l'esperienza. Due ipotesi contraddittorie saranno per lui perfettamente equivalenti, anche se una possa apparire assurda, ed egli prenderà un atteggiamento neutrale; ma dategli un'esperienza, che gli permetta di giudicare tra le due, ed egli comincierà ad interessarsi della questione. Il problema che era dapprima per lui puramente speculativo, diviene ora un problema scientificamente posto, suscettibile di una soluzione e di una discussione rigorosa.

Ora, è possibile trovare una esperienza che ci permetta di decidere se lo spazio sia nel suo insieme euclideo, e quindi infinito, oppure non euclideo e di tipo sferico, e quindi finito? La geometria differenziale permette di rispondere affermativamente a questa domanda. Così, per esempio, se lo spazio fosse sferico, misurando con estrema precisione gli angoli di triangoli molto grandi, ci si dovrebbe accorgere che la somma non è uguale a due angoli retti, come avviene nella geometria euclidea, ma un po' più grande e dipendente dalla grandezza dei triangoli misurati. Questa sarebbe un'esperienza che ci permetterebbe di decidere se lo spazio è euclideo o non euclideo. Disgraziatamente, a parte le difficoltà di carattere tecnico inerenti ad una esperienza di questo genere, il POINCARÉ ha osservato molto acutamente che una simile esperienza non potrebbe avere il valore di un « experimentum crucis »; infatti, per misurare triangoli abbastanza grandi, si potrebbe pensare di fissarne i vertici su tre stelle, nel qual caso i lati sarebbero costituiti da raggi luminosi che, partendo da una stella arrivano alle altre due. Ma nessuno ci garantisce che questi lati siano perfettamente rettilinei; la traiettoria dei raggi luminosi potrebbe benissimo essere una curva, come se l'indice di rifrazione dello spazio variasse da punto a punto. Questa critica si può applicare ad ogni esperienza fondata su *proprietà metriche* delle figure geometriche, cioè tali che per verificarle occorra procedere ad una misura degli elementi delle figure e che vengano modificate da una deformazione delle figure stesse.

Ci sono però delle proprietà che non dipendono dalla forma delle figure. Su queste proprietà si potrebbero fondare delle esperienze, che avessero un valore decisivo. Una differenza essenziale tra il piano e la sfera è che è possibile fare il giro della sfera, muovendosi sempre nella stessa direzione, come si farebbe il giro della terra andando sempre verso levante o sempre verso ponente; il piano invece è infinito in estensione e quindi non è possibile compierne il giro. Così, se un giorno si riuscisse a compiere il giro dello spazio, andando sempre nella stessa direzione, si potrebbe certo affermare che esso non è euclideo, ma ha un'estensione finita. Fare il giro dello spazio sarebbe probabilmente un viaggio... troppo lungo per un essere vivente, ma si potrebbe pensare di farlo compiere ad un raggio luminoso; che questa non sia una pura astrazione, lo dimostra il fatto che molti astronomi hanno seriamente preteso che certe coppie di nebulose, che si trovano in punti diametralmente opposti del cielo e sembrano abbastanza simili di struttura, non siano altro che la stessa nebulosa, di cui ci giunge la luce, da una parte direttamente e dall'altra dopo aver fatto il giro dello spazio.

Però, per quanto ciò possa sembrare seducente alla fantasia, mi sembra che

questo sia andare un po' troppo oltre con l'immaginazione e sarei disposto a credere che una prova seria che una particella materiale o un raggio luminoso ha compiuto il giro dello spazio non sia ancora stata raggiunta e con ogni probabilità non si raggiungerà mai.

Ma se mancano delle prove dirette che lo spazio sia finito, la Teoria della Relatività ci può fornire delle prove indirette, che, fino ad un certo punto, possono essere soddisfacenti.

La caratteristica essenziale della Teoria della Relatività è di stabilire un legame molto stretto tra Geometria e Fisica, per cui ogni proprietà fisica può essere ricondotta ad una proprietà geometrica dello spazio. E non solo dello spazio, poichè la Teoria della Relatività, nella sua prima formulazione, ha mostrato che in ogni considerazione fisica lo spazio e il tempo non possono essere considerati separatamente, ma devono essere fusi insieme, tanto che i Relativisti non parlano mai di uno «Spazio» o di un «Tempo», ma di uno «Spazio-tempo». Le equazioni della Teoria della Relatività permettono di determinare le relazioni che passano tra lo spazio e il tempo da una parte, la materia e l'energia dall'altra.

Le proprietà dello spazio (e del tempo) sono dunque strettamente collegate alla materia e all'energia; pertanto da uno studio delle condizioni fisiche dell'Universo deve essere possibile di risalire alle proprietà geometriche dello spazio. Rinasce quindi la speranza di poter rispondere alla domanda se lo spazio sia finito o infinito; la risposta ci deve venire da un esame accurato dei fenomeni che accadono nello spazio.

3. - Mettiamoci dunque da un punto di vista neutrale; facciamo provvisoriamente l'ipotesi che lo spazio sia finito e vediamo se le conseguenze di questa ipotesi possono rendere ragione dei fatti osservati, meglio che le conseguenze dell'ipotesi opposta. Se la risposta sarà affermativa, ne concluderemo che è molto verosimile che lo spazio sia finito, se la risposta sarà negativa, dovremo invece concludere che lo spazio sia infinito. Quello che importa notare è che ora non si tratta più di questioni metafisicne, ma di un problema fisico, suscettibile di una verifica sperimentale.

Alla ipotesi che lo spazio sia finito, conviene aggiungere due altre condizioni, che servono a rendere più semplice la trattazione matematica del problema. Si tratta di condizioni abbastanza ragionevoli, che pare siano verificate abbastanza bene in quella regione dello spazio che è più vicina al nostro sole.

La prima di queste equivale in sostanza ad ammettere che non vi siano moti sistematici della materia e dell'energia raggiante; ciò che significa che, presa a caso una sfera di volume *abbastanza grande* con centro in un punto qualunque dello spazio, la quantità di materia (e di energia) che entra nella sfera è *in media* uguale alla quantità di materia (e di energia) che ne esce. Le espressioni «abbastanza grande» e «in media» devono intendersi riferite a dimensioni dell'ordine di milioni di parsec e a durate di migliaia e più di anni, quindi la condizione imposta è molto meno restrittiva di quanto non paia a prima vista.

La seconda condizione impone che la materia e l'energia si trovino distribuite nello spazio con densità uniforme. Più precisamente diremo anche qui, che presa a caso una sfera di volume abbastanza grande, si suppone che la quantità di materia in essa contenuta sia proporzionale al volume, con la solita avvertenza per quanto riguarda l'espressione «abbastanza grande».

Si tratta ora di costruire un modello di spazio-tempo che soddisfi a queste due condizioni e all'ipotesi che lo spazio abbia un'estensione finita. Questo è un problema che spetta ai matematici di risolvere ed essi lo hanno risolto egregiamente, costruendo non uno, ma tre modelli, tutti soddisfacenti ai dati della questione. I primi due in omaggio ai matematici e astronomi che li hanno proposti si indicano comunemente col nome di *universo cilindrico o di Einstein*, e *universo sferico o di de Sitter*; le denominazioni di «universo cilindrico» e «universo sferico» essendo dovute a delle caratteristiche geometriche dei modelli in questione, sulle quali non è il caso di insistere. Il terzo modello, già immaginato alcuni anni fa dal FRIEDMAN, è stato proposto, indipendentemente, nel 1927 dal matematico belga prof. J. LEMAÎTRE e si suol chiamare, per una ragione che si comprenderà poi, *universo in espansione*.

4. - L'universo di EINSTEIN non differisce gran che dall'universo della concezione classica, tranne il fatto che lo spazio è finito e di tipo sferico. Il raggio di curvatura dello spazio dipende dalla materia in esso contenuta; poichè si conosce, sia pure assai grossolanamente, la densità media della materia nello spazio, si potrebbe valutare con approssimazione l'ordine di grandezza di questo raggio, che risulterebbe di qualche miliardo di parsec. Se non vi fosse assorbimento nello spazio, la luce emessa da una stella potrebbe fare il giro dello spazio per ritornare al punto di partenza dopo alcuni miliardi di anni.

Molto più interessante è invece l'universo di DE SITTER. Qui lo spazio è ancora finito, come nell'universo di EINSTEIN, ma ci sono delle gravi differenze nei riguardi del tempo, tanto che la luce impiegherebbe un tempo infinitamente grande a fare il giro dello spazio. Precisamente nell'universo di DE SITTER si dovrebbe verificare una specie di rallentamento del tempo, dipendente dalla distanza dall'osservatore.

Per intendere bene cosa vuol dire questo, supponiamo di possedere due orologi perfettamente identici, in modo che battano i secondi contemporaneamente, e chiamiamoli A e B; orbene ,portando l'orologio B ad una distanza da A uguale al raggio di curvatura dello spazio, e osservando dal luogo dove si trova A, si dovrebbe constatare che esso batte ora i secondi più lentamente, in modo che A batte 2 secondi, mentre B ne batte uno solo. Questo rallentamento sarebbe però solo apparente, poichè, se noi ci recassimo dove si trova l'orologio B, non solo non ci accorgeremmo di nessun rallentamento di B, ma guardando l'orologio A dove lo abbiamo lasciato, dovremmo vedere che ora è A che si trova in ritardo e batte un secondo, mentre B ne batte due.

Ora, degli orologi naturali, presumibilmente identici, ci sono forniti dalle vibrazioni luminose; se noi potessimo accorgerci che le vibrazioni luminose provenienti da sorgenti molto lontane presentano un ritardo del tipo di quello che dovrebbero presentare se l'universo fisico corrispondesse al modello di DE SITTER, noi saremmo costretti a riconoscere che questo modello rende ragione in modo molto soddisfacente di un fenomeno, che sarebbe assai difficile spiegare in modo diverso.

Effettivamente è stato trovato che le vibrazioni luminose, che ci giungono dalle nebulose molto lontane, presentano un rallentamento notevolissimo rispetto alle vibrazioni corrispondenti, provenienti da sorgenti terrestri o comunque non molto distanti. Ora dalla fisica si sa che un rallentamento delle vibrazioni luminose può essere dovuto ad un moto della sorgente in direzione radiale ed in senso centrifugo (effetto Doppler); interpretando in questo senso il rallentamento delle vibrazioni luminose provenienti dalle nebulose, si verificherebbe il fatto, che pare inspiegabile, che le nebulose extragalattiche si allontanano tutte dal sole e talune perfino con l'enorme velocità di 19700 km/sec. Data la grandezza di queste velocità, che non trova riscontro in nessuna altra velocità conosciuta nel campo astronomico, e il fatto che esse sono sempre positive e che quindi tutte le nebulose sembrano allontanarsi da noi, moltissimi astronomi sono propensi a considerarle come *velocità apparenti*; il rallentamento delle vibrazioni luminose sarebbe allora dovuto ad una causa differente e verrebbe erroneamente attribuito ad una velocità di allontanamento delle nebulose Potrebbe allora questa causa essere ricercata nella curvatura dello spazio, se questo fosse simile al modello di DE SITTER? La risposta è negativa; il rallentamento previsto nel l'universo di DE SITTER deve essere *proporzionale al quadrato della distanza*, mentre il rallentamento osservato è all'ingrosso *proporzionale alla distanza*.

Per questa ragione non pare che il modello sferico di DE SITTER possa render ragione in modo semplice dei fatti astronomici osservati e sopratutto di queste enormi velocità radiali delle nebulose extragalattiche. Ma c'è di più: il modello di DE SITTER fa prevedere una densità media della materia uguale a zero, il che sembra in contrasto colle osservazioni, che sembrano mostrarci una densità estremamente tenue, ma non nulla.

5. - Una caratteristica essenziale comune all'universo di DE SITTER e all'universo di EINSTEIN è che il raggio di curvatura dello spazio non dipende dal tempo La struttura dello spazio si mantiene inalterata al trascorrere del tempo. Ora, come già abbiamo notato, nella Teoria della Relatività, le condizioni fisiche dell'Universo sono strettamente collegate alla struttura dello spazio e del tempo; se questa struttura non si modifica, noi dobbiamo inferire che le condizioni fisiche dell'universo non si alterano. Non esiste nessun fenomeno irreversibile che tenda a modificare, sia pure lentamente, le condizioni fisiche generali dell'universo; ma ad ogni fenomeno, che produrrebbe qualche modificazione, corrisponde un fenomeno opposto che ristabilisce le cose come stavano prima.

L'esperienza ci mostra invece che avviene perfettamente l'opposto; ogni volta che avvengono delle trasformazioni energetiche, si verifica un processo irreversibile, che tende a produrre un'evoluzione dell'universo in un senso ben determinato. Così, per esempio, appare necessario ammettere, per spiegare l'origine del calore delle stelle, che della materia si trasformi continuamente in energia raggiante, senza che, almeno per ora, si riesca ad intravvedere la possibilità di un processo opposto.

Di questa irreversibilità dei fenomeni fisici, sembra si possa rendere ragione accogliendo il terzo modello: *l'universo in espansione*. L'universo in espansione è simile dal punto di vista geometrico all'universo di EINSTEIN, solo che il raggio di curvatura dello spazio, confrontato ad esempio con la lunghezza d'onda di una radiazione monocromatica, non si mantiene costante, ma varia (crescendo, come si deve supporre) col tempo.

Di modelli di universi in espansione, che soddisfino alle condizioni imposte, ve ne sono infiniti, ma tutti hanno in comune alcune caratteristiche, le differenze riguardando piuttosto il passato dell'universo che non il futuro. Qualsiasi modello si accolga, però, il fenomeno dell'allontanamento delle nebulose extragalattiche è spiegato in modo molto semplice. Per avere una rappresentazione dell'universo in espansione, pensiamo infatti ad un palloncino elastico che si vada gonfiando; se allora immaginiamo di aver tracciato dei segni sulla superficie del palloncino, si capisce come questi segni si debbano allontanare gli uni dagli altri, *pur restando ciascuno immobile sulla superficie del palloncino* e si capisce anche come, osservando da uno di questi segni la velocità con cui si allontanano gli altri, tale velocità debba apparire proporzionale alla distanza, indipendentemente dal luogo dell'osservazione.

La spiegazione dell'allontanamento delle nebulose mediante l'espansione dello spazio è perfettamente analoga. Ciò che preme osservare è che, malgrado la loro velocità apparente, le nebulose rimangono quasi perfettamente immobili nello spazio.

Il rapporto di espansione, cioè il rapporto tra la velocità con cui cresce il raggio dello spazio e il raggio stesso, si misura abbastanza facilmente; il risultato è impressionante, poichè sembra mostrare che il raggio dello spazio si è raddoppiato dai tempi geologici fino al momento attuale.

Oltre al fenomeno delle velocità radiali delle nebulose, l'universo in espansione permette di spiegare anche qualche altro fenomeno astronomico di minore importanza e non sembra in contrasto con nessuno dei fatti osservati. Tuttavia la teoria ha ancora dei punti oscuri che vanno chiariti prima che essa possa essere definitivamente accettata.

Anzitutto non appare ben chiaro, tra gli infiniti tipi di universi in espansione, quale debba essere accolto; dalla scelta dipende la misura del valore attuale del raggio dello spazio, di cui per ora è possibile solo valutare un limite inferiore a qualche miliardo di parsec.

Più grave ancora si presenta la questione di trovare la ragione fisica dell'espansione; malgrado le laboriose ricerche di matematici e di astronomi, non pare che questo problema abbia finora ricevuto una soluzione definitiva. La risposta più soddisfacente sarebbe forse quella di supporre che l'inizio dell'espansione sia avvenuto in un'epoca infinitamente remota, nel qual caso la ragione dell'espansione sarebbe da ricercarsi nella forma caratteristica delle equazioni della Relatività.

Infine, e questa mi pare la difficoltà più grave di tutte, la Teoria dell'espansione dell'universo non ha risposto alle speranze che in essa si erano riposte per ciò che concerne la rappresentazione dell'evoluzione dell'universo in una direzione definita. Il fenomeno irreversibile della trasformazione della materia in energia raggiante sembra venga influenzato dalla espansione dell'universo, ma in così piccola misura, che esso si svolgerebbe praticamente nello stesso modo anche se lo spazio non si espandesse.

Concludendo, il problema se lo spazio sia finito o infinito non pare abbia ancora ricevuto una risposta che non lasci adito a dubbi di nessuna specie. Un passo grandissimo però è stato fatto, mostrando che la questione non è più una mera questione speculativa, ma un problema scientificamente posto, che potrà, forse, un giorno avere una soluzione rigorosa e definitiva. Inoltre, e questo è merito grandissimo dell'ipotesi dell'espansione dell'universo, è stata messa in evidenza la connessione che passa tra i due grandi problemi cosmologico e cosmogonico; da un lato la misura della grandezza dello spazio, supposto finito, dall'altro l'evoluzione dell'universo verso un destino sconosciuto. L'aver mostrato la possibilità di trasportare questi problemi dal campo della pura speculazione al campo della indagine fisica e di farne un problema di scienza positiva è certo una bella conquista del pensiero scientifico moderno.

NOTIZIARIO

ASTRONOMIA

L'ECLISSE DI LUNA DEL 26 SETTEMBRE 1931

Il sig. G. Mackowitz di Terlano (Bolzano) ha potuto osservare bene la seconda parte dell'eclisse. La Luna spuntò dietro le montagne soltanto a 20^h43^m. A 21^h10^m la porzione SSE della Luna appariva di un colore tra il bianco ed il giallognolo, mentre il centro era rossastro con tendenza all'arancio e l'orlo appariva verdognolo. Quando all'egresso il cratere Tycho passò dall'ombra alla penombra, il colore bruno dell'anello che circondava il cratere apparve ben distinto, contrastante vivamente con lo sfondo illuminato. Esso era assai meglio visibile di quanto avviene uno o due giorni dopo il primo quarto, quando le ombre raggiungono la lunghezza massima nella regione di Tycho. L'anello separava nettamente l'orlo interno del cratere dai raggi luminosi che da esso si dipartono. Furono prese due fotografie della Luna eclissata, a 21^h32^m ed a 21^h52^m.

A Cagno (Como) i fratelli Angelo e Giovanni Bernasconi hanno notato qualche aspetto cromatico della Luna nelle diverse fasi della totalità. A 20^h5^m la parte del disco situata verso l'orlo inferiore destro appariva di color giallo paglia con tendenza all'azzurro, mentre il rimanente era di color rosso-rame, più cupo verso il centro. A 20^h48^m l'orlo inferiore era giallo-paglierino, mentre il rimanente del disco appariva rosso cupo. A 21^h20^m la colorazione giallognola tendente all'azzurro occupava la porzione vicina all'orlo inferiore sinistro; il centro era rosso

cupo e l'orlo superiore destro rame chiaro. Il sig. Giovanni Bernasconi comunica l'osservazione da lui fatta di una stella filante che passò presso la Luna eclissata, nella speranza che anche altri abbia potuto osservarla.

Ecco le coordinate dei punti di apparizione e di disparizione e gli altri dati relativi al fenomeno.

19^h55^m T.M.E.C. { app.: $\alpha = 0^h5^m$; $\delta = +9^\circ$ / disp.: $\alpha = 23^h5^m$; $\delta = +9^\circ$ } (1900.0) gr. 2^m5; molto lenta.

l. i.

RICERCHE STELLARI ALL'OSSERVATORIO DI MERATE

È in corso di esecuzione a Merate un Catalogo di parallassi stellari da determinarsi spettroscopicamente col soccorso del grande *equatoriale riflettore* (un metro d'apertura) e di uno *spettrografo* usciti entrambi dalle officine di Zeiss. Si sa che la misura spettroscopica delle parallassi stellari è, come si suol dire, *indiretta*, e per ottenerla bisogna disporre d'un numero conveniente di distanze stellari misurate *direttamente*, p. e. col metodo trigonometrico, che è il più sicuro di tutti per le distanze piccole, oppure con altri metodi *quasi* diretti. Non che queste misure *dirette* non esistessero già nella letteratura astronomica, ma esse, provenendo da moltissime fonti, varie per potenza e qualità di strumento, visuale o fotografico, e per la diversa precisione raggiunta dagli osservatori non costituivano un tutto omogeneo. Prima preoccupazione del prof. Bianchi (1), direttore di quella Specola, fu di renderlo omogeneo, ed ebbe la mano felice nella scelta del dott. Cecchini, quale esecutore dell'imponente progetto. Il dott. Cecchini si accinse al lavoro, usando tutti gli accorgimenti voluti dalla teoria nel ritoccare le non ugualmente numerose serie d'osservazioni, fornite dai vari osservatori, e riuscì a dare un *Corpo* di parallassi *non* spettroscopiche (circa 4000), che per la sua organicità a buon diritto si chiamerà il Sistema di Merate (2).

La fecondità del quale fu provata intanto da un'altra ricerca *sulla frequenza delle grandezze stellari assolute nelle varie classi spettrali*, costituente la seconda parte dell'opera (3); essa si chiude con la nuova delineazione del classico diagramma di Russell, che mostra la relazione fra le grandezze assolute delle stelle e la loro classe spettrale. E finalmente lo stesso Sistema servì alla correzione del punto zero nella scala harvardiana delle Cefeidi (4) in buon accordo con altri investigatori.

Ed è cosa veramente mirabile che un lavoro di tanta mole sia stato condotto a termine, in tempo relativamente breve, da un uomo solo.

g. h.-d'a.

(1) A lui spetta anche il grande merito d'aver saputo dotare il suo Istituto di quei potentissimi strumenti, e d'averli montati in modo che il loro rendimento fosse massimo.

(2) Gino Cecchini: *Catalogo generale di Parallassi stellari*. Pubbl. del R. Oss. di Merate, N. 4, 1931.

(3) Gino Cecchini: *Distribuzione delle grandezze assolute*. Pubbl. del R. Oss. di Merate, N. 5, 1931.

(4) Gino Cecchini: *Sulla grandezza assoluta delle Cefeidi; Contributi astronomici della R. Specola di Merate*. N. 14, 1931.

SUUM CUIQUE

Il prof. E. ZINNER si lagna in un articolo pubblicato nella *Himmelswelt* dell'ottobre scorso, che molti sieno insorti contro la sua affermazione, essere l'Astronomia dal Medio evo fino ad oggi di origine tedesca: non perchè gli astronomi sieno nati effettivamente dentro i confini della Germania, ma perchè essi devono considerarsi discendenti dalle stirpi teutoniche che con la trasmigrazione dei popoli, e con le ondate successive, invasero gran parte del mondo civile. Per confortare la sua asserzione il ZINNER fa un elenco di 31 astronomi italiani nati fra il 1100 ed il 1850 di cui 26 sono originari dell'alta Italia; di questi, 22 nacquero a nord dell'Appennino; il loro genio deriva perciò dagli Ostrogoti o dai Longobardi che invasero la valle padana. Del resto, aggiunge lo ZINNER, lo stesso può dirsi dei maestri dell'arte italiana. Tutti tedeschi.

Col massimo rispetto per lo storico dell'Astronomia e degnissimo direttore della Specola di Bamberg non si può far a meno di sorridere di queste facezie, le quali erano di moda una ventina d'anni fa. Pare impossibile che i sostenitori di tale tesi non si sieno chiesti, come mai nelle terre donde mossero Ostrogoti e Longobardi non si contino a migliaia i geni dell'arte e della scienza, se dal piccolo esercito invasore calato in Italia doveva poi discendere un numero così rilevante di menti eccezionali; e perchè i Vandali p. e., non provocassero la stessa fioritura in Ispagna o nell'Africa settentrionale. Tutti i popoli, quale in maggiore quale in minor misura contribuirono al progresso della scienza, e i Tedeschi che vantano in tutti i campi dello scibile nomi giganteschi non hanno bisogno d'invidiare le glorie degli altri: *Suum cuique*.

g. h.-d'a.

COMETE

La cometa 1931 *b* (Nagata) ha presentato nel mese di ottobre un rapidissimo e improvviso aumento di splendore che merita di essere segnalato. All'epoca della sua scoperta, verso i primi di luglio, essa presentava uno splendore paragonabile a quello di una stella di 7ª grandezza. Di qui essa diminuì regolarmente di splendore, d'accordo col calcolo, poichè la sua distanza dal Sole e dalla Terra andava progressivamente aumentando. Ai primi di agosto appariva di $9^m.5$, alla fine di settembre era di $11^m.0$ circa ed ai primi di ottobre di 12ª grandezza. La sera del 5 ottobre essa fu osservata nel crepuscolo da G. VAN BIESBROECK a Yerkes e stimata di $12^m.5$. La sera stessa, circa *tre ore* prima [?], CHOFARDET a Besançon la notava di 10ª e la sera seguente lo stesso osservatore la vedeva ancora sensibilmente più brillante. Il 10 ottobre una fotografia presa da VAN BIESBROECK la mostra di 7ª grandezza circa, assai più brillante di BD + 6° 3000 di $8^m.2$. Sulla stessa fotografia è distintamente visibile una coda di 15′ di lunghezza in direzione 40°, quasi esattamente opposta alla direzione del Sole e un'altra coda più larga nell'angolo di posizione 110°; lo spazio fra le due code è occupato da una vasta materia nebulosa. Il 12 ottobre la cometa era ancora sempre assai luminosa, ma il 17 era già discesa a 9^m ed il 21 a 10^m. Questo aumento di splendore è un fenomeno assai strano, se si considera che la cometa era passata al perielio oltre quattro mesi prima. Questa variazione dell'attività della cometa ci può forse spiegare perchè essa non sia stata scoperta in maggio o in giugno, quando secondo il calcolo avrebbe dovuto essere un oggetto facilmente visibile ad occhio nudo e ben piazzato per le osservazioni.

Attualmente la cometa 1931 *b* si trova nella costellazione di Ofiuco ed è difficilmente osservabile nei crepuscoli della sera e del mattino.

È ancora osservabile, in migliori condizioni ma alquanto più debole, la cometa 1931 *c* (Ryves). L'ultima osservazione nota è quella di P. BOURGEOIS a Uccle il 13 novembre. L'osservazione è in buon accordo con un'effemeride calcolata da E. C. BOWER in base a nuovi elementi parabolici che per ora non sono ancora conosciuti in Europa. Sopra alcune fotografie prese da VAN BIESBROECK in ottobre, è visibile una coda lunga tre quarti di grado che presenta la curiosa particolarità di essere diretta *verso il Sole*, nell'angolo di posizione 120°. Non è raro il caso di osservare nelle comete delle code secondarie o dei piccoli pennacchi in direzione del Sole, ma è un fatto assolutamente eccezionale quello di una *coda principale* diretta verso il Sole.

Nessuna conferma del problematico oggetto DURRAD che ormai pare debba ascriversi a qualche grossolano errore di un principiante o ad una mistificazione da parte di un male intenzionato.

l. j.

PIANETI ULTRAPLUTONIANI

In continuazione alle sue ricerche precedenti, W. H. PICKERING ha pubblicato un nuovo importante studio sui probabili pianeti estremi del sistema solare (*Popular Astronomy*, August-September 1931). A base delle sue investigazioni egli pone le perturbazioni di Urano e di Nettuno (in particolare del primo) e le distanze afelie delle comete. Egli ammette come sicura l'esistenza dei due pianeti che designa con le lettere P e S; l'esistenza di un terzo pianeta T, posto a distanza indefinita dal Sole, appare per ora assai problematica.

Il pianeta la cui locazione appare la più sicura è il pianeta P. Per esso PICKERING ha trovato i dati seguenti, riguardanti la sua orbita e le sue dimensioni:

Elementi:		Altri dati:	
a (semiasse maggiore)	75.5 u. a.	Distanza attuale (1932.0)	85.0 u. a.
e eccentricità	0.265	Massa	49.6 ♁
i inclinazione	37°	Grandezza stellare (attuale) fra	11^m e 15^m
Ω nodo ascendente	351°	Diametro in miglia	44 000
ω Arco nodo-perielio	170°.5	Longitudine attuale	298°.5
P Periodo	656 anni	Latitudine attuale	— 30°.9
T Data del perielio	1742	Ascensione retta attuale	$20^h\ 40^m$
q Distanza perielia	55.5 u. a.	Declinazione attuale	— 50°.5
Distanza afelia	95.5 u. a.		

Attualmente dunque il pianeta si troverebbe nella costellazione australe dell'Indiano. Secondo PICKERING la posizione reale del pianeta nella sua orbita non potrebbe distare più di due gradi verso sud o verso nord dal punto più vicino dell'orbita calcolata. Quanto alla posizione apparente del pianeta in cielo, questa non dovrebbe differire più di 10° dalla posizione calcolata.

Molto meno sicuri appaiono i dati per il pianeta S. Questi avrebbe una distanza media dal Sole di 48.3 unità astronomiche: il suo periodo verrebbe perciò ad essere di 336 anni. L'inclinazione dell'orbita dovrebbe essere piuttosto grande ed attualmente il pianeta si troverebbe alquanto a nord dell'eclittica. La sua posizione apparente attuale sarebbe nella costellazione di Pegaso. La massa dovrebbe essere maggiore di quella di Plutone.

UN RECORD IN FATTO DI SCOPERTE DI NUOVI PIANETINI è senza dubbio quello detenuto dall'astronomo K. REINMUTH dell'Osservatorio di Heidelberg. Su 9 fotografie ottenute fra il 5 ed il 18 ottobre scorso egli riusciva a scoprirne ben 51, tutti di splendore compreso fra $13^m.5$ e 15^m. A parte questa messe eccezionale, REINMUTH è uno fra gli astronomi che hanno al loro attivo il massimo numero di tali scoperte.

l. j.

IL PIANETINO (3) GIUNONE

Giunone sarà in opposizione il 7 gennaio 1932. Ecco la sua effemeride, calcolata da v. HASE dell'Istituto Astronomico di Leningrado (*B. A. A. Handbook for* 1932).

1932	AR 1932.0	Decl. 1932.0	Gr.	1932	AR 1932.0	Decl. 1932.0	Gr.
Genn. 4	$7^h\,11^m\,56^s$	$+\,0°\,52'.9$	$7^m.5$	Febb. 21	$6^h\,47^m\,23^s$	$+\,7°\,59'.2$	$8^m.1$
8	7 8 20	+ 1 14.6	7.6	25	6 48 14	+ 8 37.5	8.2
12	7 4 47	+ 1 40.6	7.6	29	6 49 33	+ 9 14.3	8.3
16	7 1 22	+ 2 10.5	7.6	Mar. 4	6 51 20	+ 9 49.4	8.4
20	6 58 11	+ 2 43.7	7.7	8	6 53 32	+ 10 22.8	8.4
24	6 55 17	+ 3 19.6	7.7	12	6 56 10	+ 10 54.2	8.5
28	6 52 46	+ 3 57.6	7.8	16	6 59 11	+ 11 23.6	8.6
Febb. 1	6 50 40	+ 4 37.1	7.8	20	7 2 34	+ 11 50.8	8.7
5	6 49 1	+ 5 17.6	7.9	24	7 6 17	+ 12 15.9	8.7
9	6 47 51	+ 5 58.6	7.9	28	7 10 18	+ 12 38.7	8.8
13	6 47 11	+ 6 39.5	8.0	Apr. 1	7 14 36	+ 12 59.4	8.9
17	6 47 2	+ 7 19.8	8.0	5	7 19 10	+ 13 17.9	9.0

ECLISSI ED OCCULTAZIONI MUTUE DEI SATELLITI DI GIOVE

Ogni sei anni, quando Giove si trova per l'osservatore terrestre fra il Cancro ed il Leone oppure nel Capricorno, il piano medio di rivoluzione dei quattro satelliti galileiani viene a coincidere col piano dell'eclittica. Poichè le singole orbite dei quattro satelliti giacciono pressochè in un medesimo piano, avviene allora che, veduti dalla Terra, questi satelliti sembrino oscillare da una parte e dall'altra di Giove seguendo tutti e quattro una medesima retta. Per conseguenza durante la loro rivoluzione intorno al pianeta essi dànno luogo a eclissi ed occultazioni vicendevoli: queste richiedono forti cannocchiali per essere seguite nei minimi dettagli, ma possono essere osservate anche con strumenti modesti da chi si accontenti di godere un bello spettacolo celeste.

Attualmente sta svolgendosi precisamente uno di questi periodi di occultazioni ed eclissi mutue dei satelliti di Giove. Perciò noi diamo qui un elenco dei fenomeni osservabili in Italia durante i mesi di dicembre 1931 e gennaio 1932, tolto dal *Handbook of the B. A. A.*, ripromettendoci di continuarlo nei mesi seguenti.

Nella seconda tabella oltre alle occultazioni mutue, sono date anche le congiunzioni che sono pure fenomeni interessanti ad osservarsi per le rapide variazioni della posizione reciproca dei satelliti. Le occultazioni sono segnate con O, e sono date con l'approssimazione del minuto; per le congiunzioni C l'approssimazine è limitata al decimo di ora. Tutte le date sono espresse in tempo medio civile dell'Europa centrale (ora legale italiana).

I. – ECLISSI

DATA	SATELLITI		PENOMBRA		OMBRA		Grandezza dell'eclisse
	eclissato	da	Inizio	Fine	Inizio	Fine	
Dicembre 9	I	III	$6^h\,20^m$	$6^h\,47^m$	$6^h\,23^m$	$6^h\,44^m$	0.99
12	I	II	2 53	2 58	2 54	2 56	0.35 A
16	I	III	22 52	23 3	22 54	23 1	0.65
17	II	III	2 53	3 2	2 55	3 0	0.37
19	I	II	5 5	5 10	5 6	5 9	0.36 A
20	III	I	0 11	0 17	0 12	0 16	0.14 A
24	I	III	1 57	2 6	1 59	2 4	0.78
24	II	III	6 11	6 21	6 13	6 19	0.72
26	I	II	7 18	7 22	7 19	7 21	0.37 A
27	III	I	2 56	3 2	2 57	3 1	0.15 A
31	I	III	4 53	5 1	4 55	5 0	0.87
Gennaio 3	III	I	5 37	5 44	5 38	5 42	0.16 A
5	I	II	22 37	22 41	22 38	22 40	0.23
13	I	II	0 50	0 55	0 52	0 53	0.11
23	IV	III	1 53	2 23	2 0	2 16	0.17
24	IV	II	5 27	5 37	—	—	(1)

II. – OCCULTAZIONI E CONGIUNZIONI

DATA	Fenom.	Satelliti		DATA	Fenom.	Satelliti	
Dicembre 9 a 23^h 1	C	I	III	Gennaio 1 a 4^h 0	C	II	I
10 2.9	C	II	III	3 2.1	C	III	II
12 4.5	C	I	II	3 7.5	C	III	I
12 23.9	C	III	I	5 23.8	C	I	II
17 1.9	C	I	III	8 6.1	C	II	I
17 6.2	C	II	III	9 2 2^m	O	IV	II
17 23.9	C	II	I	10 5.0	C	III	II
19 6.6	C	I	II	13 1.8	C	I	II
20 2.5	C	III	I	17 6.6	C	III	IV
22 1.7	C	I	IV	18 21.1	C	II	I
23 4 20^m	O	IV	I	20 3.8	C	I	II
24 4.5	C	I	III	21 20.6	C	II	III
25 2.0	C	II	I	26 7 31^m	O	IV	III
26 23.2	C	III	I	26 23.1	C	II	I
27 5.0	C	III	I	27 5.8	C	I	II
31 6 52^m	O	I	IV	28 23.3	C	II	III
31 7.1	C	I	III				

(1) Eclisse soltanto da parte della penombra. — A = eclisse anulare.

Per quanto riguarda le eclissi, è da notarsi che durante i mesi di dicembre e gennaio (che *precedono* l'opposizione di Giove) il satellite che subisce l'eclisse viene a trovarsi spostato un po' verso *ovest* rispetto al satellite eclissante. La distanza fra i due satelliti al momento del fenomeno va decrescendo durante tutti e due i mesi.

l. j.

ATMOSFERA

SULLA PREVISIONE DELLO SPOSTAMENTO DEI CENTRI SIMMETRICI DI ALTA E BASSA PRESSIONE

Di recente J. M. Angervo ha pubblicato nei *Gerlands Beiträge zur Geophysik* un lavoro in cui cerca di determinare in anticipo la traiettoria dei centri di alta e bassa pressione costruendo per ciascuno degli elementi meteorologici più importanti uno sviluppo in serie di potenze del tempo e delle coordinate di posizione del centro. Praticamente la soluzione del problema non appare molto utile, sia perchè è richiesto qualche calcolo discretamente lungo, anche nell'ipotesi che il centro sia simmetrico rispetto agli assi, sia perchè i risultati sono sempre piuttosto approssimativi.

Il Dott. Bilancioni dell'Ufficio Presagi di Roma in una nota ora pubblicata nella stessa Rivista, dopo aver messo in evidenza queste difficoltà si domanda se, a scopi pratici, non converrebbe limitarsi a determinare soltanto la direzione verso cui tendono a spostarsi nell'immediato futuro i centri di alta e bassa pressione, senza preoccuparsi della traiettoria effettiva.

Con un facile e breve calcolo, in cui entrano i coefficienti che dànno la distribuzione della pressione e la tendenza barometrica, egli trova la direzione dello spostamento, la quale non coincide in generale con quella che si presumerebbe da una semplice ispezione delle tendenze, poichè nella determinazione entra anche la forma del ciclone pel tramite di coefficienti appropriati introdotti nel calcolo. Per gli anticicloni valgono condizioni analoghe.

Il Bilancioni ha applicato questo suo metodo ad un certo numero di cicloni, calcolando per ciascuno, quando era possibile, la direzione del probabile spostamento. Su 44 casi esaminati, tutti del trimestre gennaio-marzo 1928, ha trovato ottimo accordo in 29, buon accordo in 11. I 4 rimanenti sono dubbî od errati.

t. a.

TEODOLITE EREDIA PER SONDAGGI AEROLOGICI

L'apparecchio deriva dal teodolite ordinariamente impiegato per sondaggi aerologici; ma l'Eredia gli ha apportato due modificazioni essenziali allo scopo di poterlo utilizzare su appoggi instabili quali sono le navi. All'uopo il piano, su cui è fissato l'istrumento, anzichè essere solidamente connesso col trepiedi, è affidato ad un'opportuna sospensione cardanica. Questa è poi solidale con un pendolo di sufficiente massa affinchè il centro di gravità sia alquanto basso, e di lunghezza che possa opportunamente variarsi per impedire che il periodo proprio di oscillazione del pendolo entri in risonanza con quelli di oscillazione della nave. In tal modo viene assicurata l'orizzontalità del piano su cui posa il teodolite. Questo è poi munito di un sestante, col quale si misurano le quote raggiunte dal palloncino indipendentemente, entro i limiti di alcuni gradi, dall'orizzontalità del piano di sostegno del teodolite. L'orizzontalità però è necessaria per la determinazione delle velocità del vento alle varie altezze e all'uopo provvede il pendolo.

Questo teodolite si è dimostrato in pratica perfettamente corrispondente ai suoi scopi, come è risultato dalle esperienze compiute l'anno scorso per la Crociera Aeronautica nel Mediterraneo orientale, e per la preparazione della trasvolata Atlantica. I lanci possono essere eseguiti in mare colla stessa facilità che in terrrafema e l'inseguimento del palloncino può durare molti minuti, anche oltre 20. Alcune centinaia di sondaggi sono stati eseguiti ad iniziativa dell'Ufficio Presagi in alcune traversate di transatlantici per opera di avieri aerologisti nel passato anno, e dallo stesso inventore su nave della R. Marina. Si è così raccolto un materiale veramente prezioso, che permetterà di costruire le linee fondamentali della prima carta aerologica dell'Atlantico meridionale, almeno per i mesi in cui furono compiute le traversate.

t. a.

IL RAID AEROLOGICO DEL PROF. PICCARD

Nel numero 73-75, testè uscito della *Météorologie*, organo della *Société Météorologique de France*, è pubblicato un interessante articolo di P. Berger sull'ascensione nella stratosfera del Prof. Piccard.

t. a.

LIBRI RICEVUTI

V. Cerulli – *Il Calendario*, opera postuma pubblicata per cura della Società astronomica italiana. Pavia, 1931, pagine 68, in 8°.

Dobbiamo esser grati alla Presidenza del Comitato astronomico italiano che ottenne dagli eredi dell'astronomo Cerulli, d'illustre e venerata memoria, il manoscritto di quest'operetta e ne curò la pubblicazione. Esso costituisce l'insieme dei materiali, raccolti dall'A. per comporre la voce *Calendario* dell'Enciclopedia Treccani, e ordinati in modo, che il Comitato molto opportunamente decise di dare alle stampe tali e quali senza alcun ritocco. Dopo questa pubblicazione il lettore italiano non sarà più costretto a ricorrere alle opere straniere per trovare esposti, con la chiarezza e la precisione proprie dell'A., i fondamenti dei Calendari in uso presso popoli d'abitudini, religione e climi diversi, e le regole per compilarli, con l'aiuto di numerose tavole intercalate nel testo; abbondanti notizie storiche illustrano le vicende dei Calendari, e la serie degli errori per cui è passato il nostro prima di giungere alla perfezione attuale.

Un ultimo capitoletto accenna alle *Proposte di ulteriori riforme del Calendario*; non a caso l'autore *astronomo* spende poche parole intorno a questo argomento, perchè l'intervento degli astronomi è indispensabile quando si tratti di correggere un errore del periodo posto a base del Calendario, come intervennero nella riforma di Cesare e di Gregorio, ma oramai che la durata dell'anno solare (tropico) è conosciuta con più che sufficiente approssimazione, e nessuno dei moderni riformatori pensa d'impugnarla, l'opinione dell'astronomo non ha maggior peso di quella del commerciante o dello statista che, per ragioni più o meno pratiche, preferiscano suddividere in un modo, piuttosto che in un altro, i 365 giorni dell'anno comune, e i 366 del bisestile.

g. h.-d'a.

H. BEDARIDA – *Amitiés françaises du père* BOSCOVICH. Estratto dalla Miscellanea ragusea per le onoranze a RESETAR, Ragusa 1931.

Per i tipi della stamperia *Jadran* di Ragusa il prof. H. BEDARIDA dell'Università di Lione ha pubblicato, con la sua nota competenza della vita settecentesca italiana, un'interessante monografia dell'astronomo raguseo R. G. BOSCOVICH, che dopo aver peregrinato per l'Italia e per le varie capitali d'Europa, concluse la sua gloriosa carriera alla Specola di Milano; l'autore, sincero e perseverante assertore della fratellanza franco-italiana, mette in rilievo gli stretti rapporti d'amicizia che legarono il Dalmata ai più illustri scienziati, scrittori, statisti e nobili francesi del suo secolo. La fatica del prof. BEDARIDA è stata utilissima ed ha giovato ad illuminare la vita privata e pubblica d'uno dei maggiori astronomi italiani del settecento, di cui invano si cercherebbero biografie recenti.

g. h.-d'a.

FENOMENI CELESTI

IL CIELO NEL MESE DI GENNAIO 1932

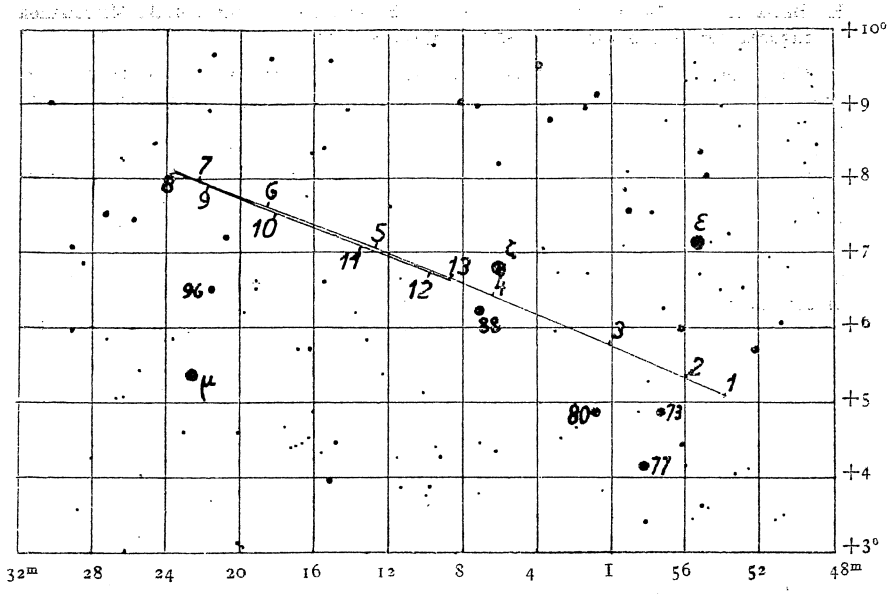
I PIANETI

Mercurio: Visibile all'alba fino al 25 o 26 gennaio. Raggiunge la massima elongazione dal Sole, alla distanza di 23° 23', il giorno 11: verso quest'epoca sorge $1^h\ 1/4$ prima del Sole e brilla come una stella di grandezza $0^m.0$. Il mattino del 6 gennaio si trova circa 8° a Nord della Luna.

Venere: Fulgido astro della sera, nel Capricorno dapprima e poi nell'Acquario. All'inizio del mese tramonta $2^h\ 1/4$ dopo il Sole; alla fine di gennaio lo segue di $3^h\ 10^m$. Nei giorni 10 e 11 si troverà non lontana dalla Luna. Il 15 gennaio presenta un diametro apparente di 12".5 ed il suo splendore è $-3^m.4$ in grandezze stellari. Al cannocchiale l'effetto di fase è già sensibile ed il pianeta presenta l'aspetto della Luna nel decimo giorno della lunazione.

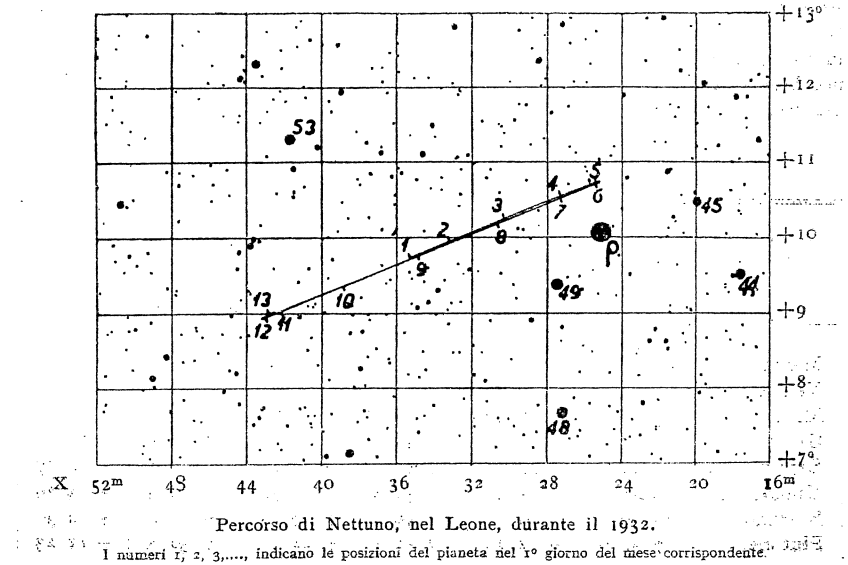
POSIZIONE DEI PIANETI (a 0^h T. U.)

	5 Gennaio		15 Gennaio		25 Gennaio	
	AR	Decl.	AR	Decl.	AR	Decl.
Mercurio...	17^h23^m1	−20°39′	$18^h\ 2^m4$	−22°25′	18^h59^m1	−23° 8′
Venere	21 2.4	−18 42	21 51.4	−14 46	22 38.1	−10 12
Marte	19 26.5	−22 58	19 59.7	−21 29	20 32.4	−19 56
Giove	9 36.8	+15 11	9 33.1	+15 31	9 28.6	+15 55
Saturno ...	19 44.6	−21 22	19 49.6	−21 10	19 54.6	−20 57
Urano.....	0 58.0	+ 5 31	0 58.5	+ 5 34	0 59.3	+ 5 39
Nettuno ...	10 39.1	+ 9 22	10 38.5	+ 9 25	10 37.8	+ 9 30
Plutone....	7 32.0	+22 18	7 31.1	+22 20	7 30.3	+22 23



Percorso di Urano, nei Pesci, durante il 1932.

I numeri 1, 2, 3,...., indicano le posizioni del pianeta nel 1° giorno del mese corrispondente.



Percorso di Nettuno, nel Leone, durante il 1932.

I numeri 1, 2, 3,...., indicano le posizioni del pianeta nel 1° giorno del mese corrispondente.

Marte: Invisibile.

Giove: Sorge a $20^h\ 1/4$ all'inizio del mese ed a 18^h alla fine, trovandosi nel Leone, a Nord di ξ. La sera del 24 si troverà vicinissimo alla Luna quasi piena. Il 15 gennaio presenta un diametro polare apparente di 41".5. La sua grandezza stellare è $-2^m.1$.

Saturno: Invisibile. In congiunzione col Sole il 17 gennaio.

Urano: Visibile con un binocolo alla sera, nei Pesci, presso ε. Per identificarlo, vedi la cartina qui unita che dà il suo movimento fra le stelle per il corrente anno. In quadratura col Sole il 7 gennaio. Diametro apparente: 3".4; grandezza stellare $6^m.0$.

Nettuno: Sorge di sera, presso ρ Leonis. Per identificarlo, a mezzo della cartina qui unita, è necessario un buon binocolo oppure un piccolo cannocchiale. Grandezza stellare: $7^m.7$; diametro apparente: 2".5.

Plutone: Nei Gemelli, invisibile nei piccoli telescopî.

Fasi lunari: U. Q. il 1° a $2^h\ 23^m$; L. N. l'8 a $0^h\ 29^m$; P. Q. il 16 a $21^h\ 55^m$; L. P il 23 a $14^h\ 44^m$; U. Q. il 30 a $10^h\ 32^m$.

Luna perigea il 2 a 12^h; apogea il 15 a 10^h; periga il 27 a 10^h.

CONFIGURAZIONI PLANETARIE NEL MESE DI GENNAIO 1932

Giorno 2 a 5^h: ☿ all'afelio.
» 6 » 7 : ☿ ☌ ☾ . . . . . ♀ 7° 21′ N.
» 7 » 2 : ♃ □ ☉.
» 8 » 10 : ☌ ☌ ☾ . . . . . ♂ 3° 41′ N.
» 10 » 14 : ♄ ☌ ☾ . . . . . ♄ 4° 32′ N.
» 11 » 9 : ♀ mass. elongaz. dal ☉ . . ☿ 23° 23′ W.
» 11 » 10 : ♂ ☌ ♄ . . . . . ♂ 0° 56′ S.
» 15 » 6 : ♃ ☌ ☾ . . . . . ♃ 2° 24′ S.
» 17 » 0 : ♄ ☌ ☉.
» 21 » 7 : ☉ entra in ♓
» 24 » 19 : ♅ ☌ ☾ . . . . . ♅ 2° 22′ S.
» 26 » 2 : ♆ ☌ ☾ . . . . . ♆ 1° 4′ S.

EFFEMERIDE DEI PASSAGGI DEL SOLE AL MERIDIANO DELL'ETNA (15° EST GREENW).

1932 Gennaio	Passaggio al meridiano	1932 Gennaio	Passaggio al meridiano	1932 Gennaio	Passaggio al meridiano
1	$12^h\ 3^m\ 11^s.2$	11	$12^h\ 7^m\ 39^s.0$	21	$12^h\ 11^m\ 6^s.6$
3	12 4 8.0	13	12 8 26.5	23	12 11 43.0
5	12 5 3.4	15	12 9 11.5	25	12 12 13.3
7	12 5 58.2	17	12 9 53.7	27	12 12 40.5
9	12 6 49.2	19	12 10 33.1	29	12 13 4.5
				31	12 13 25.4

l. j.

Gennaio 1932 – OCCULTAZIONI LUNARI DI STELLE VISIBILI NELL'ITALIA SETTENTRIONALE E CENTRALE

Giorno	Stella	Gr.	Fenom.	Pino Torinese Long. -0^h31^m1; lat. $+45°2'$ T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Firenze (Arcetri) Long. -0^h45^m0; lat. $43°45'$ T. M. Gr.	P	*a*	*b*	Età della Luna	Note
17	47 Ari	5^m8	Imm.	$18^h\ 5^m5$	30°	-1^m0	$+2^m6$	—	—	—	—	10	
18	23 Tau	4.3	Imm.	16 8.5	61	−0.7	+2.0	$16^h\ 9^m$	67°	-0^m9	$+1^m8$	11	
»	η Tau	2.9	Imm.	16 53.0	55	−0.9	+2.1	16 54	63	−1.2	+1.8	»	
»	23 Tau	4.3	Em.	—	—	—	—	17 25	239	−1.3	+1.9	»	
»	28 Tau	5.2	Imm.	17 51.5	88	−1.8	+0.9	17 57	97	−2.2	+1.8	»	
»	27 Tau	3.7	Imm.	17 52.5	108	−2.3	0.0	18 2	120	−3.0	+1.5	»	
»	η Tau	2.9	Em.	18 10.5	253	−1.6	+1.3	18 14	225	−1.6	+1.5	»	
»	28 Tau	5.2	Em.	—	—	—	—	18 34	214	−1.2	+2.7	»	
»	27 Tau	3.7	Em.	18 53.5	202	−0.9	+3.4	18 51	191	−0.5	+4.7	»	
20	406 B. Tau	5.6	Imm.	23 25.5	152	—	—	23 31	154	−0.3	−4.7	13	
21	»	»	Em.	—	—	—	—	0 13	218	−2.0	+1.5	14	
22	c Gem	5.5	Imm.	—	—	—	—	18 49	76	−0.6	+1.8	15	
»	»	»	Em.	—	—	—	—	19 55	298	−1.4	+0.1	»	
27	89 Leo	5.7	Imm.	—	—	—	—	0 15	77	−2.1	+1.9	20	
»	»	»	Em.	0 56.5	356	−0.2	−2.4	1 0	358	−0.1	−2.7	»	
28	162 B. Vir	6.2	Em.	3 11.5	311	−1.2	−0.9	—	—	—	—	21	
»	200 B. Vir	6.3	Imm.	4 39.5	55	—	—	—	—	—	—	»	
»	»	»	Em.	5 0.0	22	—	—	—	—	—	—	»	
29	W.Z.C. 848	6.7	Em.	3 26.0	337	−0.7	−1.2	—	—	—	—	22	
31	47 G. Lib	6.1	Em.	1 39.5	339	+0.3	−0.7	—	—	—	—	24	

Notevole in questo mese l'occultazione delle Pleiadi il giorno 13. Il fenomeno si produrrà in condizioni migliori della precedente occultazione delle Pleiadi, il 25 novembre 1931. Questa volta la fase della Luna sarà intermedia fra il primo quarto ed il plenilunio e perciò almeno le immersioni saranno bene osservabili.

I tempi dell'Immersione e dell'Emersione sono dati (in T. M. di Greenwich) per gli Osservatori di Pino Torinese e Firenze (Arcetri), le cui coordinate si trovano sulla testata delle rispettive colonne.

L'angolo di posizione P è contato sul disco della Luna (da 0° a 360°) a partire dal punto Nord verso il lembo Est.

I coefficienti *a* e *b* sono le variazioni del tempo dell'occultazione che corrispondono ad uno spostamento del luogo di osservazione di 1° in longitudine e 1° in latitudine, rispettivamente. Se $\Delta\lambda$ e $\Delta\varphi$ (espressi in *gradi* e *decimi* e presi coi segni:

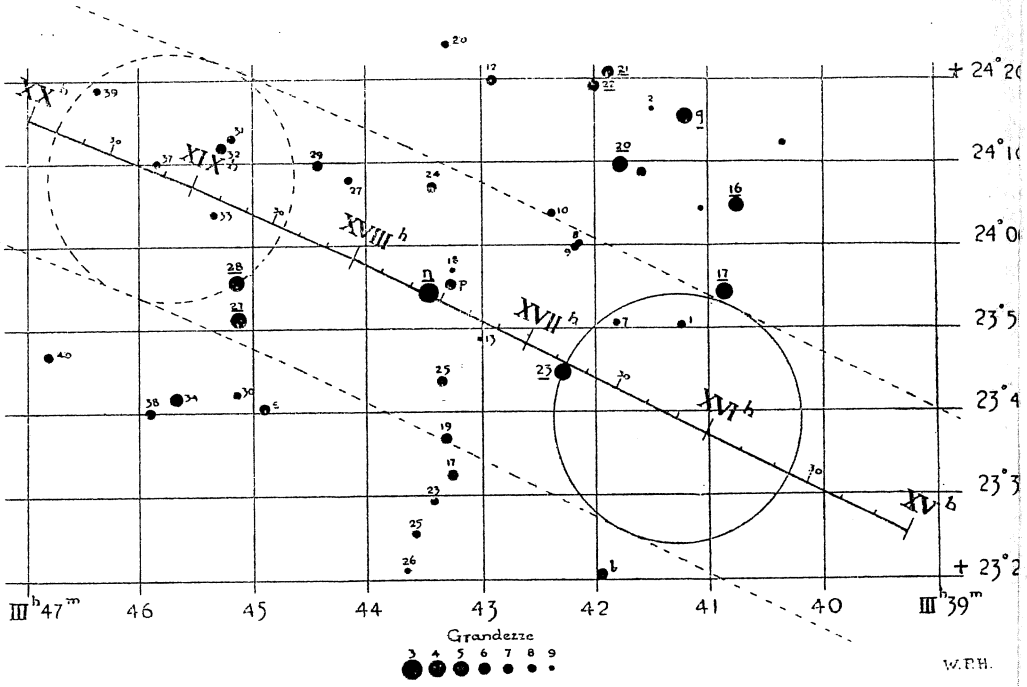
$\Delta\lambda$ positivo verso Ovest e negativo verso Est
$\Delta\varphi$ positivo verso Nord e negativo verso Sud)

sono le differenze di longitudine e latitudine dal luogo (Torino o Firenze) per cui è dato il tempo T_0 del fenomeno, allora il tempo approssimativo T per il luogo di osservazione è dato da

$$T = T_0 + a\Delta\lambda + b\Delta\varphi$$

Per località fino a 300 km. di distanza l'errore di approssimazione non supera 2^m, e in generale cresce col quadrato della distanza.

m. f.
w. p. h.



OCCULTAZIONE DELLE PLEIADI IL 18 GENNAIO 1932

La carta rappresenta le Pleiadi che saranno occultate dalla Luna il 18 gennaio.

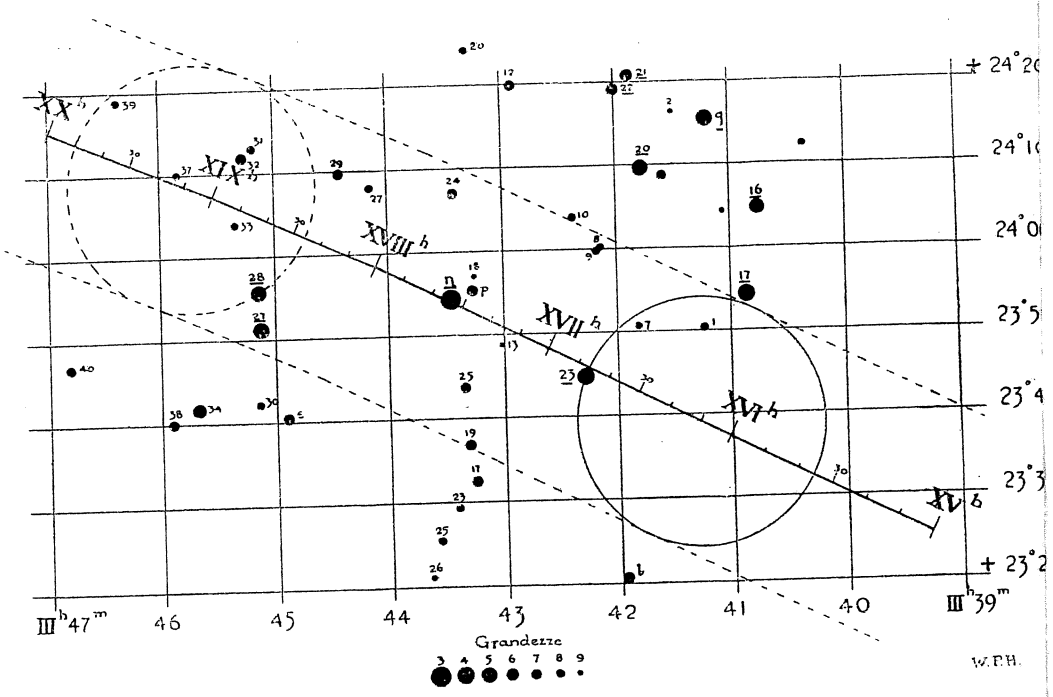
La linea continua rappresenta il percorso del centro della Luna quale sarà veduto da Arcetri (Firenze) e le cifre romane da XV a XX indicano le ore di tempo medio civile di Greenwich alle quali il centro della Luna occuperà le posizioni così indicate. Gli intervalli fra le singole ore sono divisi di dieci in dieci minuti.

Il cerchio continuo rappresenta la grandezza apparente della Luna ed è disegnato nella posizione che la Luna occupa all'istante dell'immersione di 23 Tauri; il cerchio tratteggiato mostra l'emersione di 28 Tauri. Le linee tratteggiate segnano i limiti del campo coperto dalla Luna durante il suo percorso attraverso le Pleiadi.

Le stelle i cui numeri sono sottolineati sono quelle date negli « Elementi delle Occultazioni » del *Nautical Almanac* e le loro posizioni sono quelle apparenti al momento del fenomeno. Le altre stelle furono prese dalle *Astronomische Nachrichten*, Bd. 150, col. 203. Per ridurre queste posizioni all'equinozio 1932.0 fu applicata alle coordinate della fonte citata la correzione per la precessione calcolata per una stella fittizia al centro del campo (AR $3^h\ 43^m$; Decl. $+\ 23°\ 50'$).

Responsabile: G. Horn - D'Arturo

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-X



OCCULTAZIONE DELLE PLEIADI IL 18 GENNAIO 1932

La carta rappresenta le Pleiadi che saranno occultate dalla Luna il 18 gennaio.

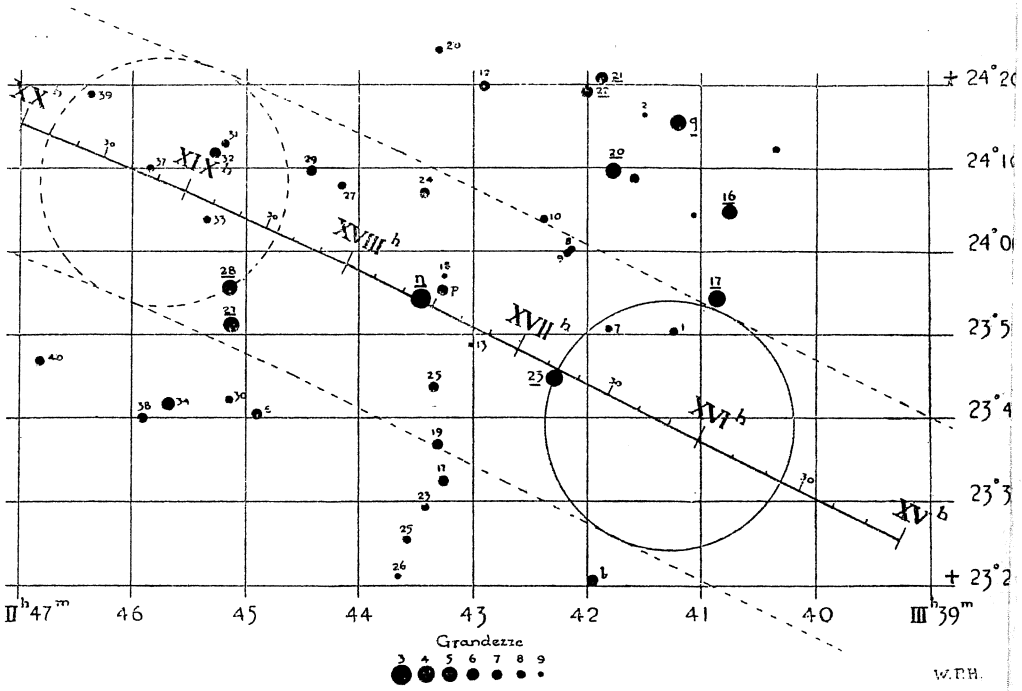
La linea continua rappresenta il percorso del centro della Luna quale sarà veduto da Arcetri (Firenze) e le cifre romane da XV a XX indicano le ore di tempo medio civile di Greenwich alle quali il centro della Luna occuperà le posizioni così indicate. Gli intervalli fra le singole ore sono divisi di dieci in dieci minuti.

Il cerchio continuo rappresenta la grandezza apparente della Luna ed è disegnato nella posizione che la Luna occupa all'istante dell'immersione di 23 Tauri; il cerchio tratteggiato mostra l'emersione di 28 Tauri. Le linee tratteggiate segnano i limiti del campo coperto dalla Luna durante il suo percorso attraverso le Pleiadi.

Le stelle i cui numeri sono sottolineati sono quelle date negli « Elementi delle Occultazioni » del *Nautical Almanac* e le loro posizioni sono quelle apparenti al momento del fenomeno. Le altre stelle furono prese dalle *Astronomische Nachrichten*, Bd. 150, col. 203. Per ridurre queste posizioni all'equinozio 1932.0 fu applicata alle coordinate della fonte citata la correzione per la precessione calcolata per una stella fittizia al centro del campo (AR $3^h\,43^m$; Decl. $+\,23°\,50'$).

Responsabile: G. Horn - D'Arturo

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-X



OCCULTAZIONE DELLE PLEIADI IL 18 GENNAIO 1932

La carta rappresenta le Pleiadi che saranno occultate dalla Luna il 18 gennaio.

La linea continua rappresenta il percorso del centro della Luna quale sarà veduto da Arcetri (Firenze) e le cifre romane da XV a XX indicano le ore di tempo medio civile di Greenwich alle quali il centro della Luna occuperà le posizioni così indicate. Gli intervalli fra le singole ore sono divisi di dieci in dieci minuti.

Il cerchio continuo rappresenta la grandezza apparente della Luna ed è disegnato nella posizione che la Luna occupa all'istante dell'immersione di 23 Tauri; il cerchio tratteggiato mostra l'emersione di 28 Tauri. Le linee tratteggiate segnano i limiti del campo coperto dalla Luna durante il suo percorso attraverso le Pleiadi.

Le stelle i cui numeri sono sottolineati sono quelle date negli « Elementi delle Occultazioni » del *Nautical Almanac* e le loro posizioni sono quelle apparenti al momento del fenomeno. Le altre stelle furono prese dalle *Astronomische Nachrichten*, Bd. 150, col. 203. Per ridurre queste posizioni all'equinozio 1932.0 fu applicata alle coordinate della fonte citata la correzione per la precessione calcolata per una stella fittizia al centro del campo (AR $3^h\,43^m$; Decl. $+\,23°\,50'$).

Responsabile: G. Horn - D'Arturo

Stabilimenti Poligrafici Riuniti - Bologna - 1931-X

COELVM

PERIODICO MENSILE
PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA

REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

Vol. I

1931

BOLOGNA
STABILIMENTI POLIGRAFICI RIUNITI
1931 X

INDICE DEL VOLUME I - (1931-X)

A

Abbreviazioni, 46.
ANGELITTI F. (Necrologia), 48.
Annuario dell'Ufficio Presagi, 93.
Assorbimento della luce nel sistema galattico, 92, 183, 185.
Astrofili: Riunione a Milano, 165, 257.
Atmosfera: Anomalie atmosferiche e spostamento del polo, 93.
Esplorazione dell'— coi razzi, 214.
Moto delle masse d'aria, 116.
Previsione dello spostamento dei centri di alta e bassa pressione.

B

Barogrammi: Punti di simmetria nei — 69, 236.
BONACINI (Strumentario), 155.
BOSCOVICH G., 280

C

Comete:
1913 III (Neujmin), 183, 204, 234, 245.
1918 III (Schorr), 245.
1924 IV (Wolf), 204, 245.
1925 II (Schwassmann-Wachmann), 41, 114, 165, 183, 245.
1925 VII (van Biesbroeck), 182.
1927 IV (Stearns), 41, 114.
1930 *f* (Tempel II), 41, 115.
1930 *g* (Oggetto Nakamura), 13, 41, 114.
1931 *a* (Encke), 115, 164, 182.
1931 *b* (Nagata), 181, 204, 232, 274.
1931 *c* (Ryves), 183, 203, 233, 245, 275.
1931 *d* (vedi 1913 III)
Oggetto Durrad, 245, 275.
COPERNICO, Nuova ediz. delle opere di — 188.
Cosmologie relativistiche, 265.
Costellazioni, 47.
Cronologia Dantesca, 2.

E

Eclissi: E. totale di Luna del 2 Aprile 1931, 89, 115.
E. totale di Luna del 26 settembre 1931, 246, 247.
Rifrazione atmosferica terrestre ed eclissi di Luna, 249

F

Fenomeni celesti, 21, 45, 70, 94, 117, 141, 166, 188, 214, 229, 262, 280.
Fulmini: frequenza dei — 115.

G

Gravità: (determinazione di —) 16.
Formula numerica internaz. per la — 186.

H

HAGEN J. G. (Necrologia), 24.

I

Interferometro: (applicazioni dell' —) 14.
Misure interferometriche di Michelson, 208.
Inverni rigidi, 94.
Inverno 1928-1929, 116.

K

KEPLERO G., Commemorazione di — 169, 193.

L

Latitudine: (determinazioni di —) 44.
Luce: (velocità della — proveniente dalle nebulose extragalattiche), 205.
Luce Zodiacale: (spettro della —) 259.
Luna (vedi **Eclissi** e **Selenografia**)

M

MICHELSON A. A. (Necrologia, lavori) 120, 208.

N

Nebulose extragalattiche, 204, 205.
Neb. di Orione, 204.
— variabile N. G. C. 2261, 206

O

Occultazioni lunari. 96, 119, 143, 168, 191, 216, 240, 264.
Osservatori meteorologici, 69.
Osservatorio di Merate, 273.

P

Parallassi spettroscopiche, 251
Pianeti:
Mercurio (Fotografie di —) 234.
Marte (l'opera di Schiaparelli su —) 217, 241.
Giove (Estinzione della luce nell'atmosfera di —) 235.
(Eclissi e occultazioni mutue dei satelliti di —) 276.
Saturno (Anelli di —) 137.
Urano (La rotazione di —) 35.
Nettuno (Massa del satellite di —) 205.
Plutone, 25, 26.
Pianeti ultraplutoniani 275.
Pianetini:
(1) Cerere, 40.
(2) Pallade, 13.
(3) Giunone, 276.
(4) Vesta, 120.
(245) Vera, 165.
(432) Eros, 9, 37, 67, 87, 115.
1931 BA, 39, 88.
1931 CA, 88.
1931 FE (Oggetto Schwassmann-Wachmann), 88, 115.
Piccard: (Ascensione di —), 139, 212.
Planetario Zeiss, 49.

R

Radiotelegrafia:
Eclissi lunari e ricezioni RT, 247
Fattori astronomici e ricezioni, RT, 205.
Relatività: Il problema cosmologico della teoria della — 265.

S

Satelliti:
di Giove (Eclissi e occultazioni mutue) 276.
di Nettuno (massa del Sat. di -) 205.
SCHIAPARELLI G. V, (L'opera di — su Marte) 217, 241.
SCHIO (ALMERICO DA), Necrologia, 48.
Selenografia: (Una pagina poco nota della —), 82.
Simboli celesti, 46
Sincronizzazione degli orologi, 17, 41.
Società Astronomica Italiana (Riunione), 256.
— Meteorologica Italiana. 70.
Sole: Corona solare, 139.
La periodicità delle macchie solari e una pretesa scoperta astronomica, 206.
Radiazione solare e previsione del tempo, 21.
Spettri stellari, 91, 111.
Stelle:
Le stelle (Conferenza), 97, 121.
Equipartizione dell'energia fra le — 257.
— **Doppie:** Boss 1074 (d. spettroscopica), 206.
— **Filanti** telescopiche, 259.
— **Variabili**, 60.
— *Variabili Cefeidi*, 145, 177.
Cefeidi:
VV Puppis (1ª var. di van Gent), 68, 185, 206.
AI Velorum (2ª var. di van Gent), 234.
CE Herculis (396,1929), 257.
— var. del tipo U Geminorum, 75.
— » » » Z Camelopardalis, 78.
— » » » RR Tauri, 80.
— » » » RV Tauri, 107.
— » » » δ Cephei, 145, 177.
— » » » β Cephei, 198.
— » » » Mira Ceti, 200, 225.
Stratosfera: (La temperatura della —) 165.
Ascensione nella — 139, 212.
Strumenti di geografia astronomica, 155.

T

Tempo)Previsione del — e radiazione solare, 21.
Terremoti: La previsione dei — 43.
— dell'anno 1929, 117.
T. del 23 Febbraio 1887, 134.

U

Universo (l'espansione dell'—), 134.

V

Via lattea (assorbimento della luce nella -) 92, 183, 185.
Rotazione della — 132.
Vulcani: L'eruzione Etnea del 1928, 42.

INDICE DEGLI AUTORI

ALIPPI T. (*t. a.*), 21, 42, 43, 69, 70, 93, 94, 115, 116, 117, 139, 140, 165, 214, 236, 261, 278, 279.
ANGELITTI F. †, 2.
BALLARIN S. (*s. b.*), 16, 44, 187.
BERNASCONI A. e G. 67, 272.
BIANCHI E. 169, 193.
BONACINI C. (*c. b.*) 49, 82, 155.
CALDO L. (*l. c.*) 48.
DALLAPORTA N., 90.
DEL ROCCA S., 247.
DOMINCO F. (*f. d.*). 17, 41, 91, 96, 144, 208, 212.
FAVARO G. A., 90.
FERRARI C. 247.
FERRERO M. A. (*m. f.*), 96, 119, 143, 168, 191, 216, 240, 264, 283.
GRATTON L., 265.
HENDERSON W. P. (*w. p. h.*), 143, 168, 191, 216, 240, 264, 283.
HORN-D'ARTURO G. (*g. h-d'a.*), 1, 132, 188, 273, 274, 279, 280.
JACCHIA L. (*l. j.*), 9, 13, 22, 35, 37, 41, 45, 60, 68, 70, 73, 87, 88, 89, 92, 95, 107, 114, 115, 117, 134, 141, 145, 164, 165, 166, 177, 181, 183, 185, 188, 198, 203, 204, 206, 214, 225, 232, 234, 237, 245, 246, 249, 251, 255, 257, 260 262, 274, 275, 276, 277, 280.
LACCHINI G. B., 246.
MACKOWITZ G., 115, 272.
MAGGINI M. (*m. m.*), 14.
MAZZUCCO R. (*r. m.*), 48.
MICHELI A. 247.
SERAFINI D., 90.
SILVA G., 25.
SORMANO I, 217,241.
TAFFARA L. (*l. t.*). 89, 90, 117.
TAFFARA S., 90.
VOLTA L., 97, 121.

ERRATA CORRIGE

pag. 24 riga 2 dall'alto: in luogo di *cong.* 0° 57′ *S.*, leggi *cong.* 0° 3′ *N.*
» 36 » 2 » : » » » *rivoluzione* » *rotazione.*
» 44 » 18 » : » » » *eddotto* » *dedotto.*
» 70 sottotitolo: Il cielo nel mese di *marzo* 1931, leggi *aprile* 1931.
» 149 riga 6 dal basso: in luogo di *salvo due,* leggi *salvo tre.*
» 167: Configurazioni planetarie nel mese di agosto 1931. – Nella riga corrispondente al 15 agosto deve essere raddrizzato il segno ☿ di Mercurio.
» 167: nella terza colonna dell'effemeride dei passaggi del Sole, in luogo di *Luglio* 1931, leggi *Agosto* 1931.
» 177 riga 11 dal basso: in luogo di *massimo* leggi *minimo.*
» 207 » 7 » » : » » » *un mezza dozzina,* leggi *una mezza dozzina.*
» Titolo: in luogo di *L. Sormano,* leggi *I. Sormano.*
» 254 riga 3 dal basso: in luogo di *parallassi spettroscopiche* leggi *parallassi non spettroscopiche.*
» 258 riga 3 dall'alto: in luogo di *proporzionale* leggi *inversamente proporzionale*
» » » 5 » : » » » $v^2 = 2k$ » $v^2 = \frac{2k}{m}$.
» » » 10 » : » » » *moledole* » *molecole.*

VOLUME ED ANNO I — GENNAIO 1931

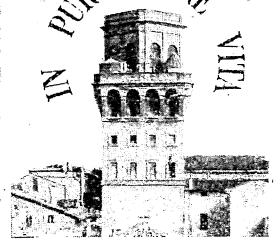
COELVM

PERIODICO MENSILE PER LA DIVULGAZIONE DELL'ASTRONOMIA
REDATTO ALL'OSSERVATORIO DI BOLOGNA
DA G. HORN-D'ARTURO

PREAMBOLO DELLA REDAZIONE

La breve vita delle Riviste astronomiche italiane di meno ardua lettura, pubblicate negli ultimi trent'anni, è imputabile a vicende di uomini piuttosto che a noncuranza del pubblico, il quale anzi le seguiva con avidità e ne deplorò l'immatura fine. Nessuna scienza annovera tanti cultori dilettanti come la nostra e tuttavia l'Italia, unica tra le nazioni colte, non ha ancora un organo consacrato interamente alla divulgazione dell'Astronomia; già la Società Astronomica Italiana aveva contemplato nel suo recente statuto la pubblicazione di un *Bollettino popolare,* ma intanto un gruppo di astrofili, uniti nel nome di BONONIA, incominciò a diramare le sue *Circolari* volanti, l'ultima delle quali è uscita in questi giorni per prendere commiato dai lettori. Esse devono considerarsi il germe della presente Rivista che, redatta all'Osservatorio di Bologna, si pubblicherà mensilmente col titolo di *COELVM* a partire dal corrente mese di gennaio. Non mancarono fra quegli astrofili alcuni benemeriti, che mostrarono il loro attaccamento all'Astronomia aiutando con sacrificio personale i primi passi della Rivista, ma questa, perpetuamente grata agli oblatori, si propone di continuare la sua via senz'altro soccorso che l'obolo annuale dei lettori. Con l'assistenza degli uomini insigni che hanno scritto in questo primo fascicolo, e degli altri che già hanno promesso la loro collaborazione, e col favore del pubblico di cui rispetteremo sempre il severo ma sereno giudizio, affrontiamo senza timore la nostra impresa, contenti se il lettore italiano, per elevarsi alle cose celesti, non dovrà più ricorrere alla stampa straniera.

IN PURO AËRE VITA



ex libris speculae
bononiensis