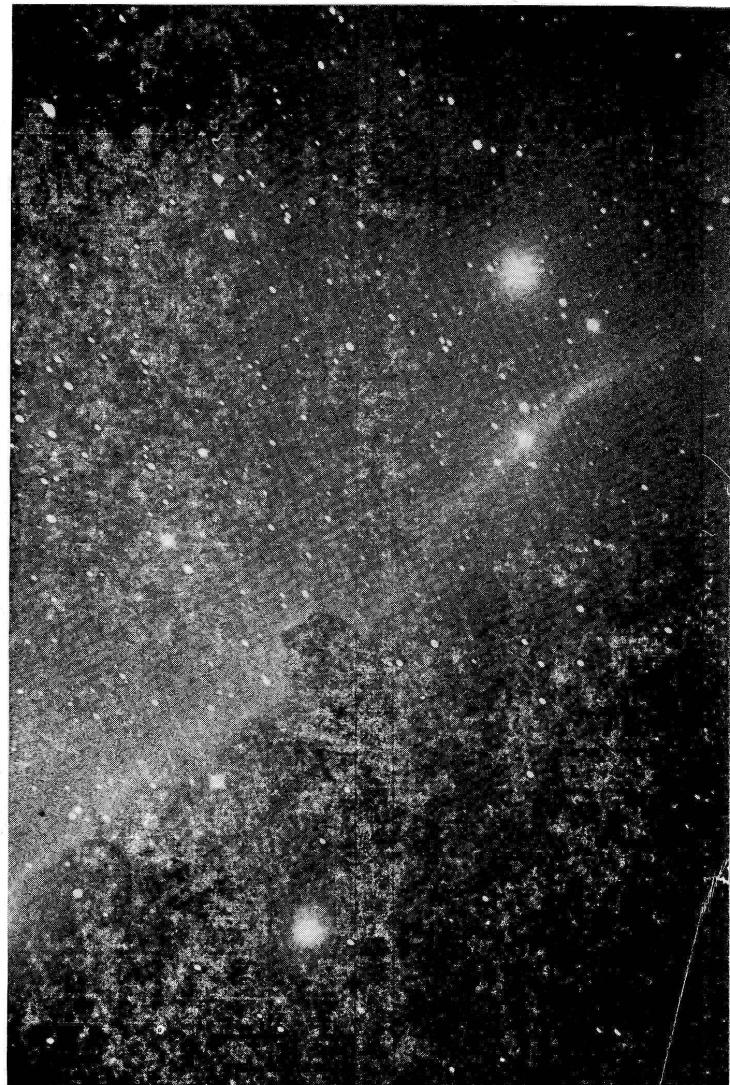


# GAV

gruppo  
astronomico  
viareggio

numero unico



## NOTIZIE DI ASTROFILIA

S O M M A R I O

Pag. 2	Storia dell'Astronomia a cura di Alessandro Musetti
Pag. 10	Comunicazioni ai soci e non
Pag. 10	Libri e riviste
Pag. 11	Una costellazione alla volta a cura di Guido Pezzini
Pag. 12	Contributi di Newton alla scoperta della Meccanica celeste a cura di Guido Pezzini

---

GRUPPO ASTRONOMICO VIAREGGIO

casella postale N° 406 - conto corrente postale N° 10246551

sede legale : c/o Musetti Alessandro Via Maroncelli 211, Tel. 52031

55049 VIAREGGIO

osservatorio: via del Magazzeno int. 2 - Lido di Camaiore

segreteria : via del Magazzeno int. 2 - Lido di Camaiore

con il seguente orario:

MARTEDI dalle ore 16.00 alle 17.00

MERCOLEDI dalle ore 18.00 alle 19.00

GIOVEDI dalle ore 17.00 alle 18.00

---

In copertina:

foto della nebulosa NGC 2024 detta Testa di cavallo ottenuta con un telescopio da 40 cm. di diametro di proprietà del sig. Fornaciari Guido.

# STORIA DELL'ASTRONOMIA

a cura di Musetti Alessandro

Il cielo, le stelle, l'Universo visibile dalla Terra sono nati con essa; sarebbe sciocco non pensare che il primo uomo della Terra, o meglio il primo essere dotato d'intelligenza, non abbia levato gli occhi al cielo, contemplandolo e domandandosi cosa fossero quei puntini bianchi che di notte tutti noi possiamo ammirare, cosa fosse quella grande palla luminosa che oggi è chiamata Sole e cosa fosse quella palla che alcune notti è visibile ed altre no da noi chiamata Luna. Non potremmo mai sapere come questi uomini interpretavano l'Universo per mancanza di documentazione. Possiamo solo pensare che essi abbiano avuto nei confronti di ciò che potevano ammirare, un atteggiamento di adorazione divina senza preoccuparsi di dare una spiegazione logica a questi fenomeni.

Solo quando i popoli cercarono di trarre vantaggi dallo studio del cielo inizia una serie di documentazioni precise e solo da allora possiamo iniziare questo viaggio nella storia dell' astronomia. Fare astronomia vuol dire osservare gli astri, individuarli nel cielo, tentare di spiegare i loro moti e molte sono le motivazioni per le quali ci si può occupare di astronomia : per pura curiosità scientifica o pratica ; per utilità oppure per ragioni pratiche più o meno valide.

- 1) la vita sociale esige che si misuri il tempo (feste, seminagioni, rinnovo dell'investitura di un capo) e l'orologio più regolare è quello celeste e la Luna rappresenta le sue lancette; molti sono i calendari lunari dell'antichità.

- 2) i popoli navigatori hanno bisogno di un riferimento ottico per non na  
vigare alla cieca. Ed ecco che le stelle rappresentano la bussola dei na  
vigatori . Una curiosità : il Nord nel 3000 a. C; non era rappresenta  
to dalla stella polare ma dalla stella "alfa" della costellazione detta  
del Drago.Questo a causa della precessione degli equinozi.

(i) Punto c (o punto vernali): punto in cui si trova il sole il giorno

il giorno dell'equinozio di Primavera; è anche uno dei due punti di intersezione dell'eclittica con l'equatore. Si distinguono un punto  $\alpha$  reale, che si sposta ogni anno rispetto alle stelle fisse, e un punto  $\alpha$  fisso, convenzionale.

3) Quando il Sole è più alto sull'orizzonte fa più caldo e quando è più basso fa più freddo. Un popolo di coltivatori e agricoltori deve conoscere questo moto del sole per sapere quando seminare o raccogliere.

4) L'Astrologia è la disciplina che studia l'influenza della posizione reciproca degli astri sulla vita dell'uomo. Anche se molti non credono a questo tipo di scienza, essa è stata molto utile per le osservazioni meticolose sulla posizione degli astri in un dato giorno.

#### - L'ASTRONOMIA IN MESOPOTAMIA -

Alcuni storici hanno attribuito alla popolazione Egizia conoscenze astronomiche prodigiose. Ma questo non è vero: sappiamo infatti che i più sapienti furono i caldei (termine che in Greco è sinonimo di Astronomo); essi vivevano in Mesopotamia dal Golfo Persico al Mediterraneo dove si insediarono a partire dal 4000 a.C.

Molto più tardi dei mesopotamici, gli egizi elaborarono conoscenze astronomiche rudimentali indirizzate però ad un'utilità di carattere sociale. Infatti gli egizi erano agricoltori la cui vita era legata alle inondazioni del Nilo. Per questo fu per loro importante lo studio del moto del Sole ma non fecero molto per descrivere il cielo, cosa che i mesopotamici fecero bene. Essi riuscirono a dare una descrizione misurata del cielo (prima dei Greci), annotando tutte le sere la posizione di un astro sulla volta celeste divisa in gradi minuti e secondi (i Babilonesi inventarono il sistema sessagesimale) ed a compilare delle tavole di osservazioni elaborate con l'approssimazione di un munuto angolare, il tutto senza strumenti ottici.

Degli Egizi si ammira erroneamente la disposizione delle Piramidi le cui facce sono rivolte verso i 4 punti cardinali: in definitiva si tratta di un principio elementare di orientamento che non richiede alcuna misteriosa conoscenza. Si dice che anche i Cinesi fossero un popolo di astronomi ma bisogna tenere conto e non dimenticare che nel 213 a.C. tutte le opere, libri, testi furono bruciati per decreto imperiale; furono risparmiati solo alcuni testi antichi che non risalgono oltre il IX secolo a.C. Possiamo concludere che solo i Mesopotamici fra i popoli orientali hanno portato a termine, metodicamente, delle osservazioni regolari fra il 2800 e il 600 a.C. La sintesi di queste osservazioni è la spiegazione scientifica dell'Universo, furono realizzate da TOLOMEO nell' "ALMAGESTO" (137 d.C. circa).

Ma cosa fecero in particolare i Mesopotamici?

Come già detto determinarono la posizione degli astri sulla volta celeste con misurazioni angolari e scoprirono che alcune stelle hanno posizione relativa ad altre stelle. Scoprirono cioè le costellazioni e numericamente 52 di cui 12 relative ai segni dello Zodiaco. Studiarono il moto della Luna allo scopo di stabilire un calendario lunare. Conosceva

no pure alcune "stelle" che non mantenevano una posizione fissa nel cielo rispetto agli altri astri (i Pianeti). Studiarono il ciclo periodico delle eclissi di Luna e Di Sole che chiamarono Saros e tentarono di fare una descrizione matematica delle fasi della Luna.

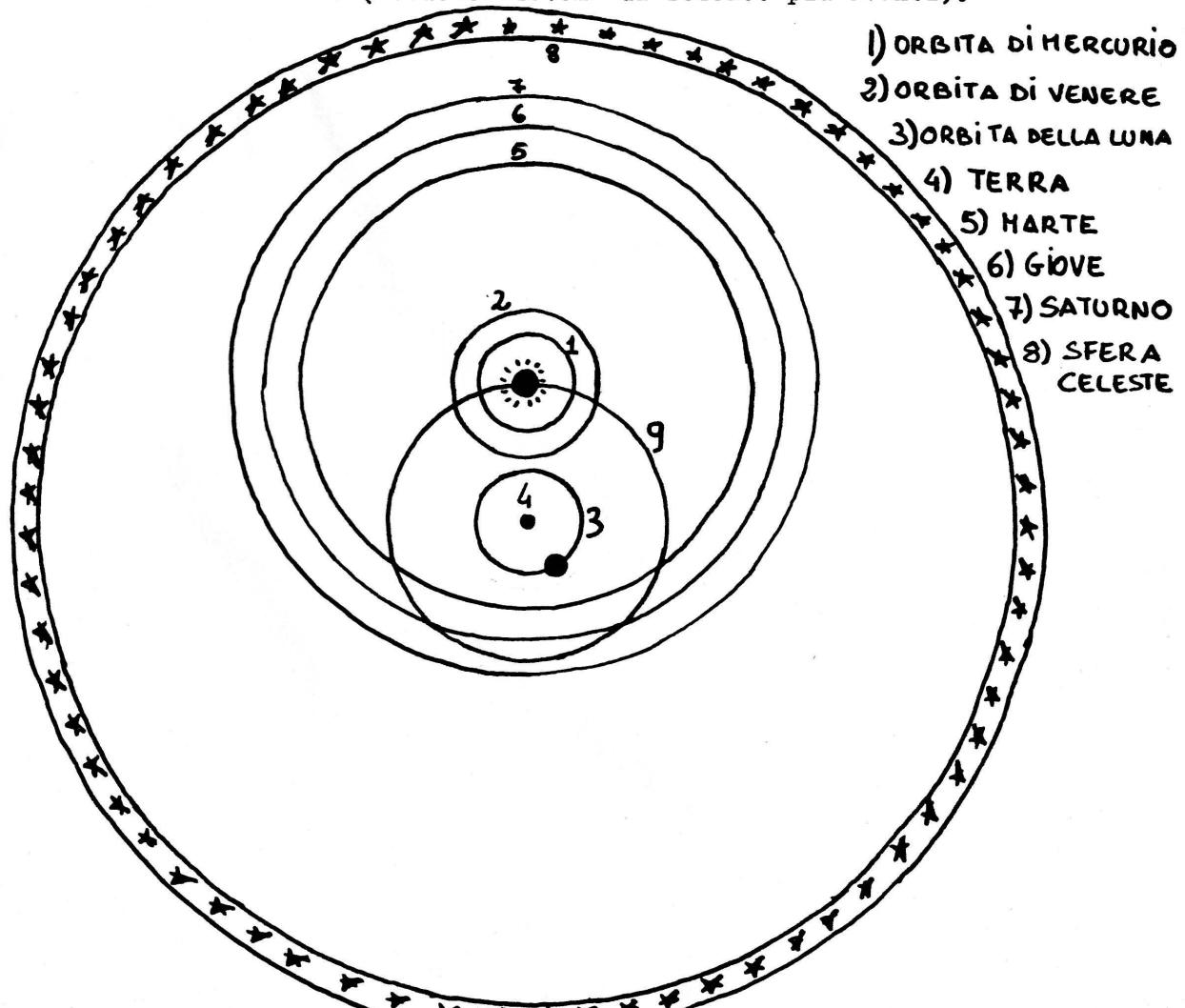
- L'ASTRONOMIA GRECA -

I Greci contribuirono molto a far sì che l'Astronomia diventasse scienza matematica e a costruire modelli di Universo che vennero tenuti in considerazione per molto tempo. Una prima immagine geometrica dell'Universo ci fu data da Anassimandro verso il 570 a.C.; egli disse: "la Terra è un astro piatto isolato nell'Universo che è sferico e composto da anelli di fuoco che lasciano trasparire questo fuoco da molti orifici. Poi verso il V secolo a.C. Pitagora, i pitagorici e Parmenide, affermavano che "la Terra è sferica" affermazione molto coraggiosa mai fatta fino ad allora. Verso il 450 a.C. Anassagora disse che "Luna, Terra e pianeti sono grosse pietre in moto nello spazio". Ecco riuscì a spiegare le eclissi di Sole e di Luna tramite l'ombra causata dalla Terra al momento del suo passaggio fra Sole e Luna. Platone nel suo "Timone" (427 + 347 a.C.) pone la Terra al centro dell'Universo, ma sottolinea il suo carattere sferico ed il fatto che ai Pianeti vada attribuito un moto regolare (moto da scoprire). Eudosso, allievo di Platone descrive il moto della Luna e dei Pianeti Venere, Mercurio, Marte e Giove come una rete di moti circolari centrati sulla Terra. Nel 384 a.C. Aristotele nel "De Coelo" riprende il discorso di Eudosso ma dà una realtà concreta all'assere soggette ai moti circolari. (in totale 55 sfere con moto concentrico). Aristotele è il primo a stabilire una dimensione della Terra: 400000 STADI ( uno STADIO=157,5 mt.) ossia circa 63000 Km. di circonferenza. Dopo di lui Eraclide e Aristarco che intuirono che la Terra gira su di essa in 24 ore il primo e anche intorno al Sole il secondo. E ancora Archimede e Eratostene il quale misura con un metodo semplicissimo la circonferenza esatta della Terra: 250.000 stadi (circa 40.000 Km) con una approssimazione di 2/1000 rispetto alla misura esatta (il metodo verrà spiegato in seguito). E' la volta di Ipparco certamente il più grande astronomo dell'antichità (161-127 a.C.). E' il fondatore della trigonometria, studia con esattezza il moto della Luna e del Sole, scopre le precessioni degli equinozi e redige il primo catalogo delle stelle. Per il Sistema solare adotta l'ordine seguente; Terra, Luna, Sole, Venere, Mercurio, Marte, Giove, Saturno mentre le stelle sono poste al di là del sistema solare. Poi verso il 140 a.C. Tolomeo completa le teorie di Ipparco con le proprie osservazioni e con quelle degli astronomi Caldei. La sua teoria sul moto degli astri (geocentrismo) conosciuta sotto il nome di "SISTEMA DI TOLOMEO" è esposta nell'Almagesto (titolo dato dagli Arabi al libro di Tolomeo che raggruppa la somma delle conoscenze astronomiche dei greci).

## DA COPERNICO A NEWTON

L'Astronomia moderna nacque con il polacco Nicola Copernico (1473)-(1543) che compì i propri studi nelle Università italiane. Dal 1503 al 1543 osservò costantemente, il cielo a Frauemburg (Danzica) e mise per iscritte le sue idee sul movimento dei pianeti proponendo il sistema che porta il suo nome: il Sole fissa al centro dell'Universo e, rotanti attorno ad esso, la Terra ed i pianeti. Il libro "Delle rivoluzioni delle sfere celesti" fu pubblicato nel 1543 a Norimberga.

Nella sua teoria Copernico commise però due errori: Egli supponeva le orbite dei pianeti perfettamente circolari, inoltre suppose che i pianeti ruotassero intorno al centro dell'orbita terrestre; il suo Eliocentrismo non è integrale. Per far concordare le sue affermazioni con l'esperienza, Copernico dovette complicare il proprio sistema (specialmente per correggere il secondo punto sopradetto) con costruzioni di epicicli come aveva fatto Tolomeo (vedere sistema di Tolomeo più avanti).



9) L'ORBITA 9 RAPPRESENTA IL DEFERENTE DEGLI EPICICLI (5) DELLE ORBITE DI MERCURIO E VENERE. DA NOTARE CHE IL SOLE E' FERMO AL CENTRO DEL SISTEMA E NON ORBITA.

La pubblicazione del libro non fece molto scalpore agli inizi ma fu accolta con entusiasmo da un astronomo olandese, Maestlin, e dall'italiano Benedetti. Nel 1516 il mistero del sistema di Copernico e tutto il suo libro fu messo all'indice dalla Chiesa in quanto, quest'ultima, affermava che era blasfemo e sacrilego scrivere che il Sole era fermo al centro dell'Universo in quanto nella Bibbia vi era scritto che "l'Eterno arrestò il Sole" per aiutare Giosuè a trionfare sui nemici del popolo e letto: Dio aveva fermato il Sole vuol dire che questo si muoveva.

Di Maestlin e Benedetti si può dire che il primo fu maestro di Keplero il secondo di Galileo. Giovanni Keplero (1571-1630) è il vero creatore dell'astronomia moderna. Egli fu assistente del danese Tycho Brahe, (1546-1601) per poter formulare una sua idea su un sistema universale, in quanto doveva verificare le proprie ipotesi. Tycho Brahe fu il primo scopritore della rifrazione dei raggi luminosi degli astri per il passaggio nell'atmosfera terrestre. Proprio lavorando sui documenti di Brahe Keplero riuscì con semplicità geometrica di costruzioni eliocentriche a formulare le leggi che portarono il suo nome e tuttora valide.

Esse descrivono il moto intorno al Sole dei pianeti e precisano che queste orbite sono ellittiche e non circolari come quelle supposte da Copernico. Esse dicono:

I) I pianeti descrivono intorno al Sole delle orbite piane che sono delle ellissi di cui il Sole occupa uno dei fuochi.

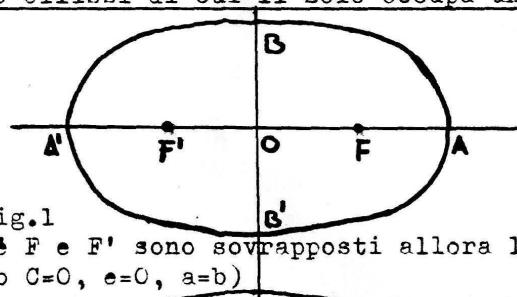


Fig.1  
Se  $F$  e  $F'$  sono sovrapposti allora l'ellisse è un cerchio (in questo caso  $C=0$ ,  $e=0$ ,  $a=b$ )

$c/a=e$  = eccentricità

$AA'$  = asse maggiore di lunghezza  $2a$

$OA=OA'$  = semiasse maggiore lunghezza =  $a$

$BB'$  = asse minore lunghezza  $\approx 2b$

$F$  e  $F'$  = fuochi dell'ellisse

$OF=$  distanza focale dell'ellisse =  $c$

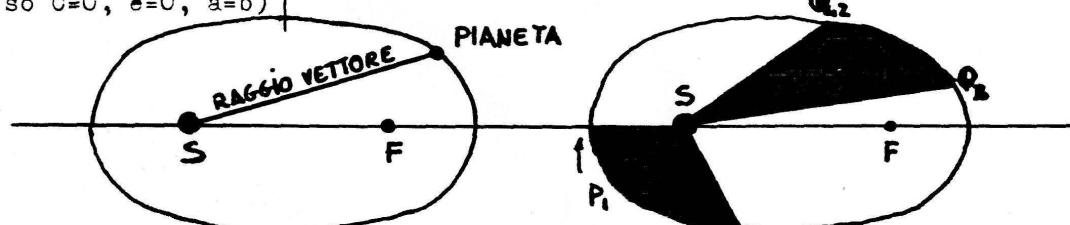
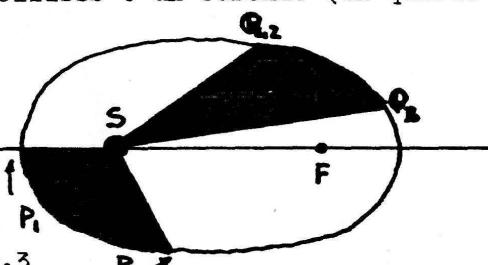


fig.2  
II) Le aree percorse dai raggi vettori in tempi uguali sono uguali.

I settori colorati di figura 3 sono di superficie uguale; il tempo che separa le posizioni  $P'$  e  $P''$  è uguale a quello che separa le posizioni  $Q'$  e  $Q''$ ; ne risulta che la velocità lineare del pianeta sulla propria orbita non è costante.

III) I quadrati dei tempi di rivoluzione dei pianeti stanno tra loro come i cubi dei semiassi maggiori.

Per esempio, se ogni due pianeti, Venere e Terra, le durate di rivolu-



zione sono  $T$  e  $T'$ , se il semiasse maggiore della Terra corrisponde ad "a" e il semiasse maggiore di Venere è "a'" si avrà:

$$\frac{T^2}{T'^2} = \frac{a^3}{a'^3}$$

Questa legge permette di gli assi delle orbite dei diversi pianeti basandosi su quello della Terra.

Queste leggi furono pubblicate in due libri: "Nuova Astronomia" (1609) e "Armonia del mondo" (1619). Le leggi di Keplero spazzarono tutte le altre teorie ma spazzarono pure la circonferenza nell'astronomia sostituendola con l'ellisse.

GALILEO rappresenta invece il creatore della meccanica celeste (1564-1642). Perfezionando uno strumento ottico di costruzione olandese, egli fabbrica il primo cannocchiale astronomico che, puntato verso il cielo di conoscere e di scoprire (gennaio 1610) i satelliti di Giove le macchie solari e la sua rotazione, le fasi di Venere, gli anelli di Saturno ecc... Galileo, insieme a Cartesio, postula il "Principio di inerzia" che dice che un corpo in quiete rimane in tale stato se nessuna forza esterna lo mette in movimento; un corpo in movimento rimane in tale stato se nessuna forza esterna interviene a modificare la situazione e il moto naturale è rettilineo.

Insegnò le teorie di Copernico e di Keplero e per questo fu condannato nel 1613 dal Tribunale Ecclesiastico a negare pubblicamente tutto quello di cui era convinto; e tutti noi conosciamo la frase detta da Galileo in quell'occasione: "E pur si muove!".

Se Galileo fu il creatore della meccanica, Newton fu l'applicatore di questa meccanica agli astri: nacque la meccanica celeste.

Una leggenda vuole che Isacco Newton (1642-1727), vedendo una mela cadere, fosse stato ispirato da questa a pensare come mai la Luna non cadesse sulla Terra e così per tutti gli altri oggetti celesti. Da qui ispirandosi alle leggi di Keplero e a quelle d'inerzia di Galileo, Newton formulò la "Teoria della Gravitazione Universale" che lui stesso resse pubblica nel libro "Principi matematici della filosofia universale" (1687). Essa è così esposta:

due corpi di massa  $m$  ed  $m'$  posti ad una distanza  $d$  si attraggono reciprocamente secondo la legge

$$F = K \frac{m \cdot m'}{d^2} \quad \text{dove } F = \text{forza di attrazione}$$

$K$  = costante di gravitazione universale

Questa opera di Newton sarà la colonna su cui si baserà tutta la fisica del diciottesimo e del diciannovesimo secolo. Solo nel secolo attuale con la rivoluzione einsteiniana la teoria di Newton perderà un poco d'importanza ma non verrà mai tralasciata per la semplicità e la genialità di quest'ultima nelle applicazioni fisiche di tutti i giorni.

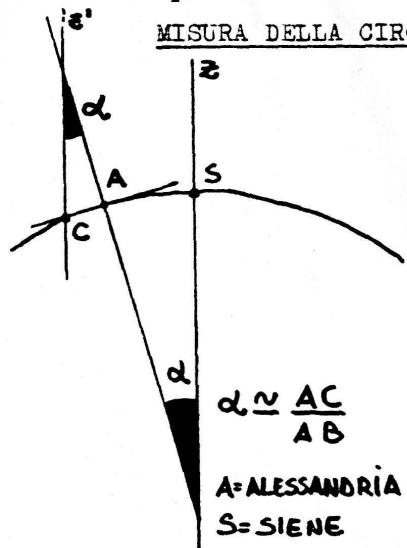
#### L'ASTRONOMIA STELLARE E L'ASTROFISICA

Dopo aver compreso il Sistema Solare l'uomo ha tentato di comprendere le stelle. Le osservazioni di Halley e di Wright (cge nel 1750) interpretarono la Via Lattea come la visione in prospettiva dell'internodi un grande ammasso di stelle, la Galassia) anticipano i lavori di Wil-

liam Herschel, che stabilì che il Sole si dirige verso la stella Vega della Lira alla velocità di 20 km/sec con tutto il Sistema Solare, catalogò le stelle e le nebulose e scoprì le stelle doppie.

Nel 1864, Huggins analizza per mezzo di uno strumento chiamato spettroscopio, lo spettro delle stelle: nasce l'astrofisica. Tramite gli spettri stellari possiamo conoscere la composizione chimica di un astro nonché la natura fisica, la sua temperatura e la sua condizione elettromagnetica.

Poi la fotometria (misura dell'intensità luminosa); la fotografia astronomica (Fratelli Henry 1880); l'osservazione telescopica con grandi e potenti strumenti (Zelenchinskaja URSS diametro 6 metri); l'analisi delle onde radio provenienti dal cosmo (radioastronomia); il collegamento, infine, con i vari rami della fisica (meccanica relativistica teoria della materia e dell'energia) fanno oggi dell'astronomia una specie di super-scienza, verso la quale convergono tutte le altre. L'astronomia è una finestra aperta su di un infinito vertiginoso: in confronto all'universo e alle galassie che si allontanano le une dalle altre, l'uomo non è che un nulla; tuttavia è l'essere che comprende l'universo, e, secondo una battuta di Einstein, questa è la sola cosa incomprensibile.



#### MISURA DELLA CIRCONFERENZA TERRESTRE CON IL METODO

##### DI ERATOSTENE

Per calcolare il perimetro della Terra Eratostene si avvale del seguente metodo: il giorno del solstizio d'estate, a mezzogiorno, il Sole non proietta alcuna ombra nella città di Assuan (nome moderno di Siene) esso è quindi allo zenith.

##### APPENDICE

Zenith: punto situato sulla verticale al di sopra dell'osservatore. La distanza zenitale di un astro è l'angolo formato dalla direzione dell'astro con la direzione dello zenith.

Ad Alessandria l'obelisco AB ha un'ombra AC che è possibile misurare: la misura di AB e AC dà l'angolo alfa, angolo formato dalla direzione del Sole con lo zenith (distanza zenitale) ad Alessandria, che corrisponde all'angolo SOA formato al centro della Terra: Eratostene calcolò l'angolo alfa nella misura di  $7^\circ$  e  $12'$ : la distanza Assuan - Alessandria, misurata sulla superficie della Terra, è 5.000 stadi (1 stadio  $\approx 157,5$  metri). Così se  $7^\circ$  e  $12'$  corrispondono a 5000 stadi,  $360^\circ$  corrispondono a x stadi cioè la misura della circonferenza terrestre. Risolvendo detta proporzione egli ottenne un valore  $x = 250.000$  Stadi (39.375 km).

#### LA TEORIA DELLE ECCEZIONALI

La distanza di un pianeta dalla Terra non è sempre costante e questo

Io si può notare dalla diversa luminosità di Marte o di Venere durante i periodi dell'anno: bisogna quindi supporre che ruotino attorno ad un

centro distinto da T: dato che la maggior parte luminosa si ottiene all'opposizione, vedi appendice che segue, e quella più debole alla congiunzione il centro del pianeta deve essere posto sulla retta passante per TS, quindi eccentrico nei confronti della Terra.

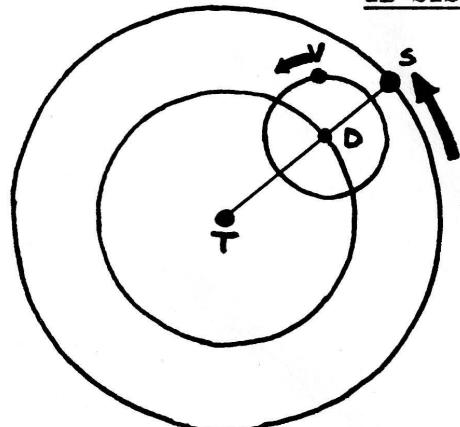
#### APPENDICE-----

Congiunzione: situazione reciproca di due astri quando raggiungono il punto estremo di vicinanza nel cielo. Vi è congiunzione della Luna col Sole quando i centri di questi due astri sono allineati con quello della Terra, nel

l'ordine Terra, Luna, Sole. Quando la Terra si trova fra la Luna e il SOLE, vi è opposizione di questi due astri in confronto alla Terra.

La teoria delle eccentriche non fornisce che una visione imperfetta del movimento apparente dei pianeti; Eraclide di Ponte aveva posto il punto A in S ed Aristarco sistemando anche la Terra in un'orbita intorno al Sole.

#### IL SISTEMA DI TOLOMEO

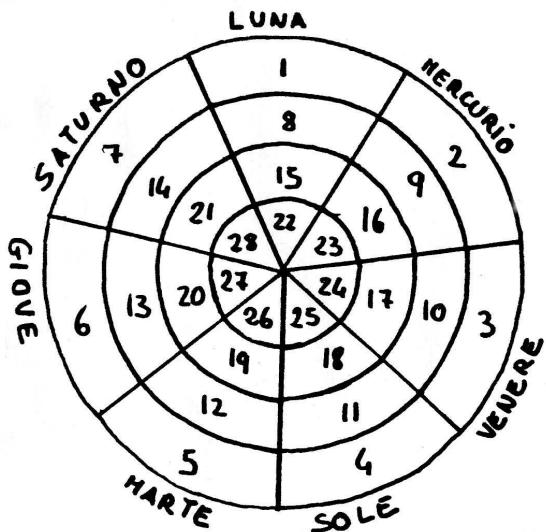


Il Sole si sposta sull'eclittica: il pianeta (Venere in questo caso) si muove lungo un cerchio, l'epiciclo, centrato in un punto della retta TS. Questo centro D descrive anche lui un cerchio il deferente. La posizione più lontana della Terra è chiamata apocento.

IL punto A è determinabile per mezzo dell'osservazione, mentre il punto D viene scelto in modo che il rapporto tra DA e DT costituisca un valore massimo.

#### CURIOSITA' CURIOSITA' CURIOSITA' CURIOSITA' CURIOSITA' CURIOSITA' CURI I PIANETI ED I GIORNI DELLA SETTIMANA

Gli stoici asserivano che l'ordine degli astri rispetto alla Terra era in questo modo: TERRA, LUNA, MERCURIO, VENERE, SOLE, MARTE, GIOVE, SATURNO, le STELLE. In base a questo ordine furono dati i nomi ai giorni della settimana e seguendo questo metodo. Scriviamo attorno ad un cerchio i sette corpi celesti, nell'ordine degli stoici (ammesso fino alla Ri



voluzine di Copernico), poi partendo dalla Luna, scriviamo negli spazi costruiti i numeri da 1 a 28 così da riempire tutte le caselle. Ora partendo dalla Luna con il numero 1, e saltando di 4 (cioè fino a 5,9,Ecc.) avremo una serie di numeri come segue: 1,5,9,13;17, 21, 25 sette numeri che appartengono a sette corpi celesti differenti. Infatti 1 appartiene alla Luna, 5 appartiene a Marte, 9 a Mercurio, 17 a Venere, 21 a Saturno e 25 al SOLE. Così sono nati i nomi dei giorni della settimana. Lunedì (di giorno), Martedì, Mercoledì, Giovedì, Venerdì, Sabato e Domenica o Soledì. Gli ultimi due in

italiano, vengono chiamati Sabato (derivato dall'ebraico Sabbath = giorno di riposo) e Domenica (dal latino = Dies Dominica = giorno del Signore). Nei paesi anglosassoni rimane la dicitura antica. Infatti sabato si dice Saturday e domenica si dice Sunday. Questo tipo di designazione dei giorni risale al terzo secolo dell'era cristiana.

BIBLIOGRAFIA: L'Universo in esp. Bonnor a cura del socio MUSSETTI  
Galli-Uccelli Fisica Generale ALESSANDRO  
Peruzzo Editore ENCICLOPEDIA TEMATICA

COMUNICAZIONI COMUNICAZIONI COMUNICAZIONI COMUNICAZIONI COMUNICAZIONI COMUNI

Presso l'osservatorio GAV sito in VIA DEL MAGAZZENO int. 2 è a disposizione dei soci e non la segreteria con i seguenti orari:  
 MERCOLEDÌ dalle ore 18.00 alle 19.00  
 VENERDI dalle ore 17.00 alle 18.00  
 Martedì dalle ore 16.00 alle 17.00

R I V I S T E R I V I S T E R I V I S T E R I V I S T E R I V I S T E

Si comunica che sono arrivate le seguenti riviste:  
 COELUM tutti i numeri dell'81 l'Almanacco '82 e il N° 1-2 del 1982  
 L'ASTRONOMIA numeri 14 e 15 (Gen.- Feb. e Mar.- Apr; 1982)  
 ORIONE Gennaio- Marzo 1982  
 NOTIZIARIO DI ASTRONOMIA U.A.I.

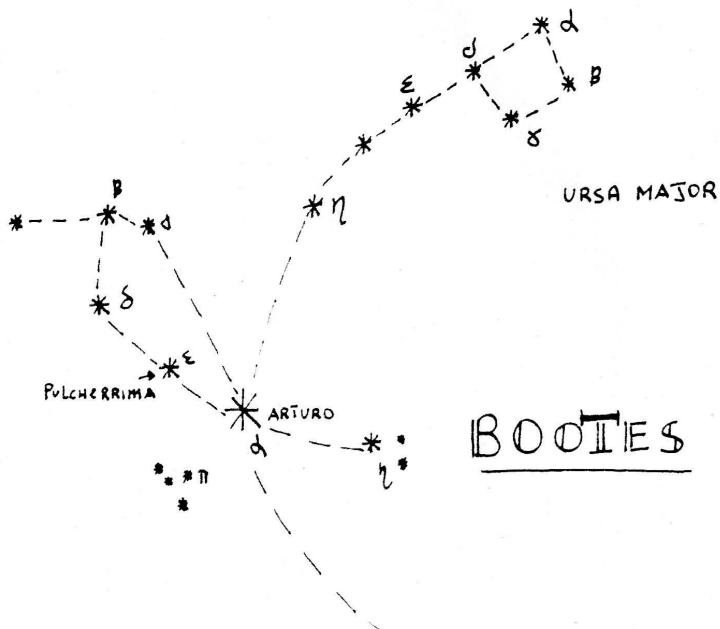
La redazione del bollettino ricorda che gli articoli possono essere inviati tramite posta presso la casella postale 406 indirizzata a G.A.V. oppure consegnati direttamente ai membri del Consiglio Direttivo.

Una Costellazione  
alla volta:

BOOTES

Se seguiamo la curva segnata dalle tre stelle della coda dell'Orsa Maggiore, arriveremo a una stella brillante, di colore aureo. Essa è Arturo e appartiene alla costellazione di Boote (aprile-ottobre).

Vi sono poche stelline nelle immediate vicinanze di Arturo, ma la parte principale della costellazione è diretta verso il polo nord; la sua forma non è dissimile a quella di un aquilone. La stella è doppia: un telescopio mostra che vi sono realmente due stelle, mentre a occhio nudo non se ne vede che una. Le due componenti di questa particolare stella ci mostrano un eccezionale contrasto di colori; la principale è arancione, la più debole è verde pallido, tendente al blù. Questo contrasto è così notevole che le fu dato il soprannome di pulcherrima, la più bella.



-Contributi di Newton alla fondazione della Meccanica celeste-

Nessuno contesta che Newton sia stato il fondatore della Meccanica Celeste. Come infatti sappiamo, i principali argomenti di questa interpretazione razionale dell'Universo, sono le leggi fondamentali della dinamica e la legge dell'attrazione universale. Ma Newton non ci ha fornito precise motivazioni sulla via percorsa per giungere alle sue meravigliose scoperte soprattutto riguardo alla forza di gravità. Dicevamo mancanza di notizie: ebbene per non distruggere la fama che Newton aveva acquistato, gli storici mancanti di notizie precise circa il curriculum seguito dallo scienziato, dettero ampio spazio alla propria immaginazione. Da ciò nacque anche la famosa leggenda della mela cadutagli in testa, nulla paragonabile a quella di Adamo e di Paride.

In realtà Newton aveva argomenti assai più stimolanti per dedicarsi ai propri studi. E' anche vero però, che alcuni storici della scienza ammettono che tale narrazione può essere presa sul serio. Si può ammettere che lo stimolo sia scaturito da quell'osservazione banale, ma non si può affermare che la scoperta sia stata rilevata in un giorno. In realtà sono occorsi anni ed anni e solo dopo alcune approssimazioni si è arrivati alla formulazione di tale evento. E' stato detto giustamente che le leggende possono avere un contenuto simbolico che le rende potentemente significative, molto più di tante teorie astratte. Tutti gli uomini avevano visto cadere mele, tegole, chicchi di grandine, "girare" la Luna intorno alla Terra, ma solo Newton era riuscito ad intravedere che tutti questi fenomeni erano legati ad una stessa legge e che la forza che faceva cadere la mela era la stessa che impediva alla Luna di sfuggire dalla propria orbita.

Per capire meglio la vera storia dei contributi di Newton occorre riflettere su una premessa essenziale che perfino scienziati rispettabili non tengono nel debito conto. Nel mondo dei dotti

si tende alla semplificazione delle cose cioè a renderle all'essenziale. In un certo senso si potrebbe aggiungere che è una necessità. La mente umana è così completa che può intendere il molteplice semplificandolo. Quando il molteplice è un insieme di parti logicamente concatenate, tale tendenza spinge a sottolineare le preposizioni fondamentali.

Dicendo che una data teoria poggia su quei precisi postulati si pensa di aver detto tutto andando a cadere in un grossolano errore. E' giusto dire che Newton ha scoperto le leggi fondamentali della meccanica e dell'attrazione universale; ma quando si pensa che tra gli scienziati moderni è quello che ha massimamente influenzato il corso del pensiero scientifico, egli non può averlo fatto con il semplice aiuto di tre o quattro postulati. La causa di tale influenza è il libro da egli pubblicato che prendeva il titolo "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica", che per oltre due secoli è stato il codice del fisico, il modello che tutti si sforzavano di imitare. La verità di un principio scientifico la si può stabilire solo confrontando le conseguenze dedotte logicamente da esso con i risultati di esperienze quantitative accurate.

Newton si occupò di meccanica terrestre e celeste fin dalla prima giovinezza. Tutti più o meno se ne occupavano. Ed è pur vero che questo comune interesse doveva orientare la mente di Newton più della caduta di una mela. Che sia così risulta da una sua esplicita dichiarazione:

"Nello stesso anno (1666) cominciai a riflettere sulla gravitazione che si estende fino all'orbita della Luna, e trovai il modo di calcolare la forza con la quale una palla che ruoti dentro una sfera preme sulla superficie di quest'ultima. Dalla regola di Keplero, secondo la quale i periodi dei pianeti sono proporzionali alla potenza 1,5 delle distanze dai centri delle orbite, dedussi che le forze che mantengono i pianeti nelle loro

orbite devono essere inversamente proporzionali ai quadrati delle loro distanze dai centri intorno ai quali ruotano. Muovendo di qui, paragonai la forza necessaria per mantenere la Luna nella sua orbita con la forza di gravità sulla superficie della Terra, e trovai che sono quasi uguali. Tutto ciò avvenne negli anni della pestilenza 1665, 1666 quand'ero nel pieno del mio vigore inventivo e meditativo, più che non abbia fatto in seguito sulla matematica e la filosofia! Il primo elemento che egli preferì come oggetto di perfezionamento fu la Meccanica di Galileo. Dalla conoscenza delle leggi di Keplero ritenne che esse potessero costituire il punto di partenza.

Consideriamo la 3a: -----

I quadrati dei tempi periodici sono proporzionali ai cubi dei grandi assi. Poichè le orbite planetarie sono poco eccentriche si può supporre in un primo momento (facilitando le deduzioni) che esse siano circolari. Con questa semplificazione il problema si pone così: quanto deve essere la forza che impedisce al pianeta di sfuggire dalla propria orbita lungo la tangente? Naturalmente la forza sarà diretta verso il Sole.

Adesso coordinando la terza legge di Keplero con la prima della dinamica e considerando, come già precisato, le orbite circolari, si giunge ai seguenti risultati:

Siano  $P_1$  e  $P_2$  due pianeti distanti rispettivamente  $r_1$  e  $r_2$  dal Sole e siano  $V_1$  e  $V_2$  le rispettive velocità tangenziali, avremo

$$F_1 = m_1 \frac{V_1^2}{r_1} \quad F_2 = m_2 \frac{V_2^2}{r_2}$$

dal'altra parte:

$$\left( \frac{T_1}{T_2} \right)^2 = \frac{\left( \frac{2\pi r_1}{V_1} \right)^2}{\left( \frac{2\pi r_2}{V_2} \right)^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3} \quad (15)$$

Dove  $T_1$  e  $T_2$  = periodo dei pianeti  $P_1$  e  $P_2$  da cui  
 $V^2 \propto r^2$        $F \propto m^2 \propto r^2$

Ne consegue che indicando con un K un opportuno coefficiente di proporzionalità, si può scrivere:

$$F_g = K m / v^2$$

Cioè ogni pianeta è attratto dal sole con una forza che è diretta proporzionale alla sua massa e inversamente proporzionale al quadrato della distanza.

Nonostante fossimo sempre lontani dalla scoperta della gravitazione universale molte supposizioni si facevano più interessanti. Per esempio gli stessi satelliti di Giove fecero pensare che essi ruotassero intorno al pianeta perché attirati dallo stesso pianeta. Newton intuì che questo era valido anche per la Luna che veniva attirata dalla Terra con la stessa forza che faceva cadere la mela dall'albero. Se la forza che attira il sasso cadente e tale forza decresce con il quadrato della distanza, allora l'accellerazione della Luna dovrebbe essere uguale a quella sulla superficie terrestre divisa per il quadrato della distanza Terra-Luna. Vediamo se i conti tornano.

Poniamo:

$$g = \text{accel. di gravità} \quad g' = \text{acc. di gravità alla distanza Terra-Luna}$$

r = distanza della Luna alla Terra

R = raggio terrestre

dobbiamo avere:

$$\frac{g}{g'} = \left(\frac{r}{R}\right)^2 \quad \text{d'altra parte} \quad g' = \frac{V^2}{r}$$

se con V indichiamo la velocità periferica della luna. La precedente equazione può essere scritta:

$$g' = \frac{1}{r} \times \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 \quad \text{ne consegue che} \quad g = g' \left(\frac{r^2}{R}\right) = \frac{4\pi^2}{T^2} \left(\frac{r}{R}\right)^3 R$$

Ora abbiamo:  $T = \text{periodo di rivoluzione della luna} = 27^{\text{d}} 7^{\text{h}} 43^{\text{m}}$   
 $2360580 \text{ sec.}$

$R = 40.000 / 2\pi$  ;  $r/R = 60$  con questi valori otteniamo

$$g \approx 9,78$$

(15)

Un risultato di buon accordo dato che sono state fatte sensibili approssimazioni. Ma il risultato trovato da Newton si accorciava male con il g determinabile alla superf. terrestre.

La ragione di ciò era da identificarsi nel fatto che il raggio terrestre non era conosciuto nella sua lunghezza esatta tanto da modificare sensibilmente il valore di g. Fu allora che Newton decise di abbandonare la meccanica celeste per poi riprenderla solo dopo una quindicina di anni. E fu proprio dopo questo periodo che egli riuscì a scoprire il valore esatto dell'accelerazione di gravità. Il sommo matematico Larange disse che Newton è stato senza dubbio un genio grandissimo, ma anche fortunato perché nato in un periodo giusto.

Le leggi della meccanica possono essere scoperte una volta sola. Se egli fosse vissuto un secolo prima, non avrebbe potuto scoprirlle perché gli sarebbero mancati dati da utilizzare. Se fosse vissuto un secolo dopo, poiché ~~il~~ moto della storia è inarrestabile e nessun individuo a rigore è necessario, qualcuno l'avrebbe preceduto. =====

Gli articoli: "Una costellazione alla volta "Boote" -  
"Contributi di Newton alla fondazione della  
meccanica celeste"  
sono stati realizzati dal Socio PEZZINI Guido.

=====