



GAE

GRUPPO ASTROFILI EPOREDIESI
G.B. BECCARIA
IVREA



Il cielo dei nostri antenati

breve storia dell'astronomia

Beppino Ponte e Piergiorgio Zampieri
G.A.E. Gruppo Astrofili Eorediesi
www.ivreastrofili.it

Ivrea, 25 Novembre 2016

*traccia: «la mia astronomia» di Ugo Ercolani,
immagini da siti GAE, CASTfvg, Wikipedia e varie WEB*

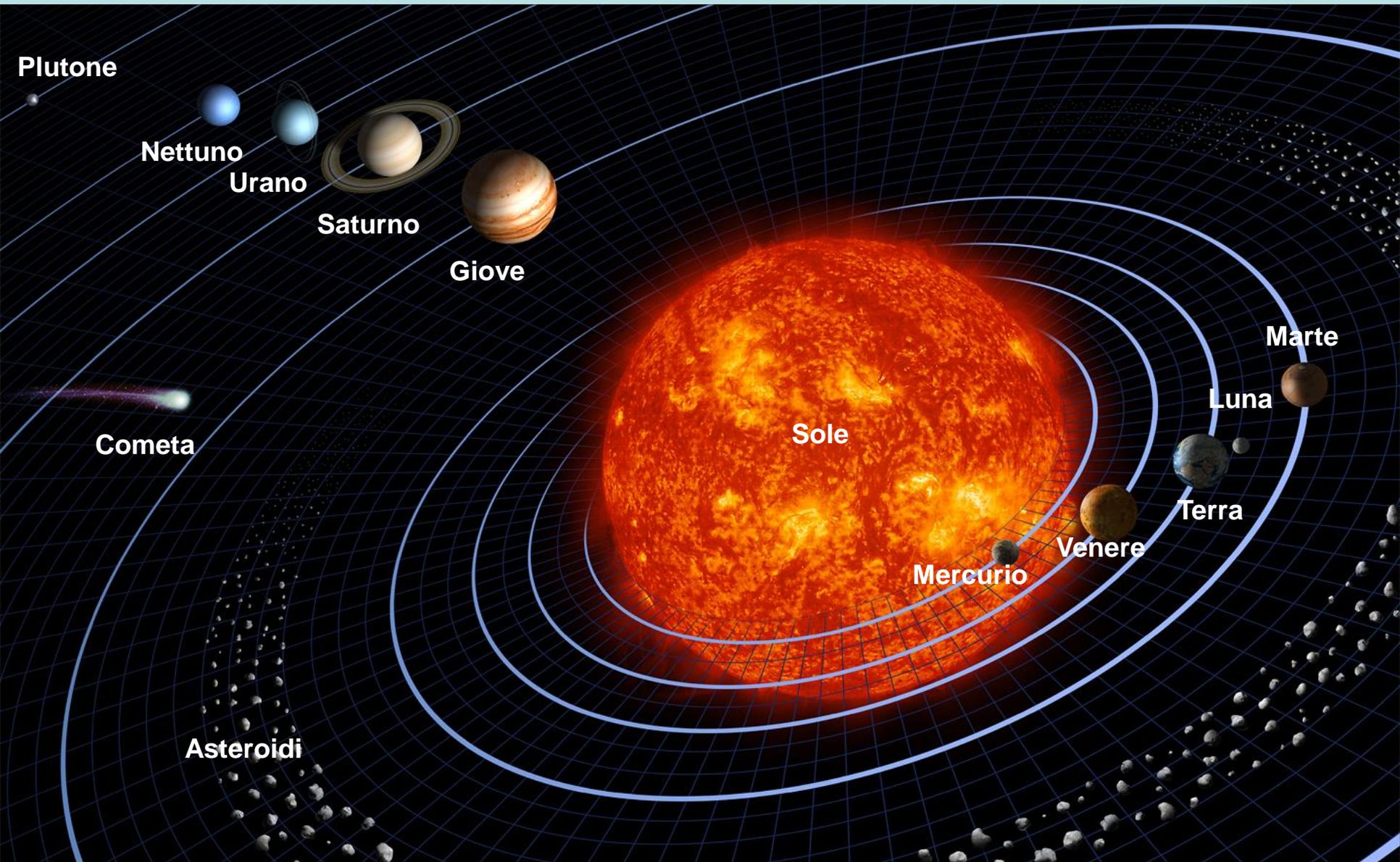
L'Astronomia nel passato

da Babilonia fino a Galileo e oltre

dalle concezioni **geocentriche** alla
concezione **eliocentrica** del mondo
e le nuove teorie sull'origine
dell'Universo

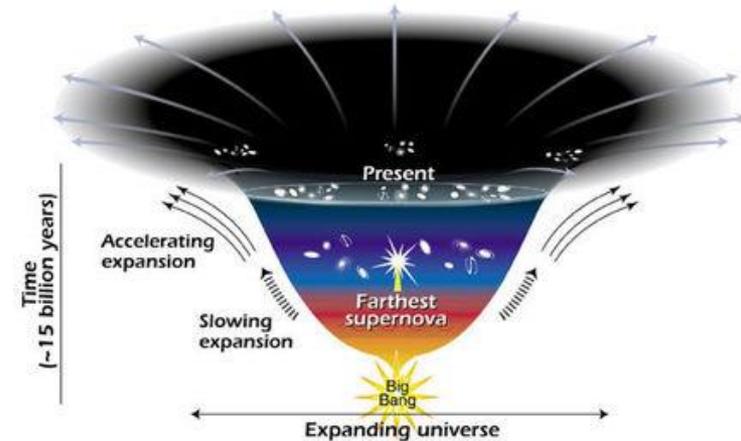
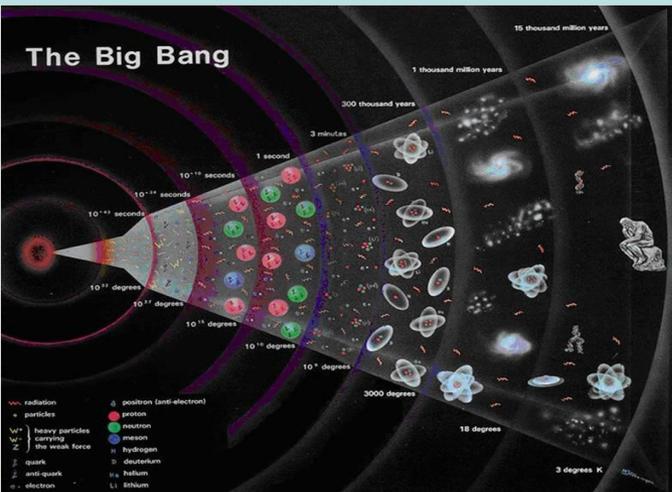
dove siamo arrivati e da dove siamo
partiti

Il nostro sistema solare



Le origini dell'Universo

Abbiamo una teoria consolidata - Il Big Bang



Migliaia di anni per arrivarci, e conosciamo (forse) solo il 4% dell'Universo. Sappiamo come si espande e si evolve, ma non come incominciò circa 13,7 miliardi di anni fa.

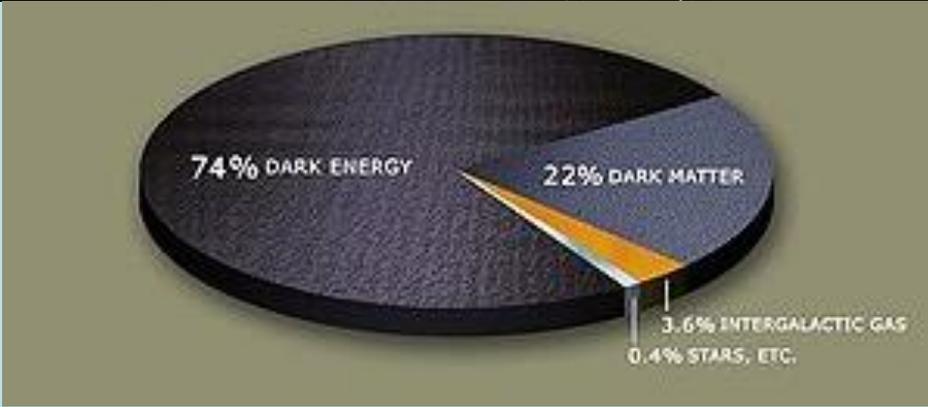
Miliardi di Galassie



Foto 1 Galassia M104
Sombrero - da telescopio
spaziale Hubble

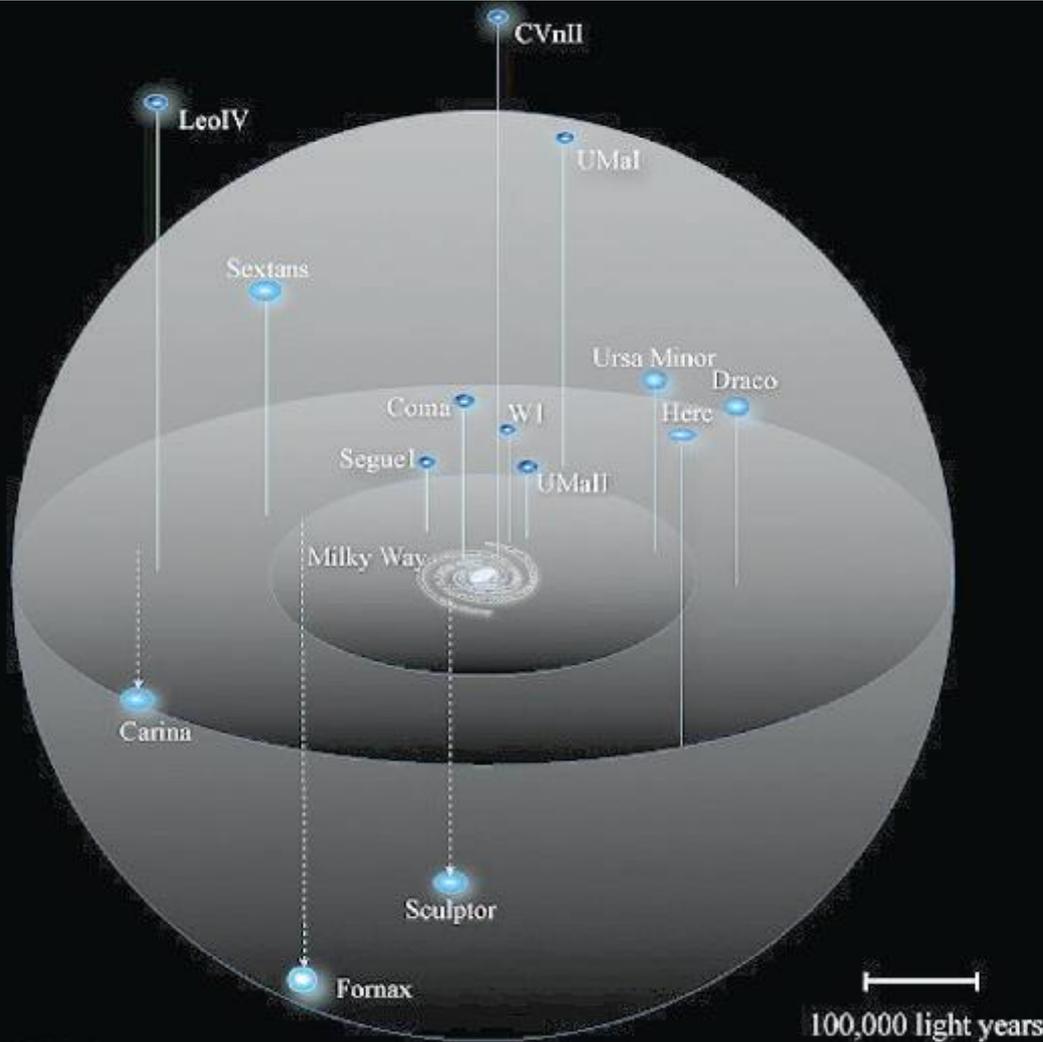
Foto 2 Galassia M 83 B - R.Ligustri
CAST - Talmassons

Foto 3 Galassia M51 - Whirlpool
- f.lli Margaro - G.A.E. Ivrea



Miliardi di galassie con centinaia di miliardi di stelle ciascuna, tutto il gas intergalattico, cioè tutti gli atomi costituenti la materia rappresentano il 4% dell'universo.

Materia oscura

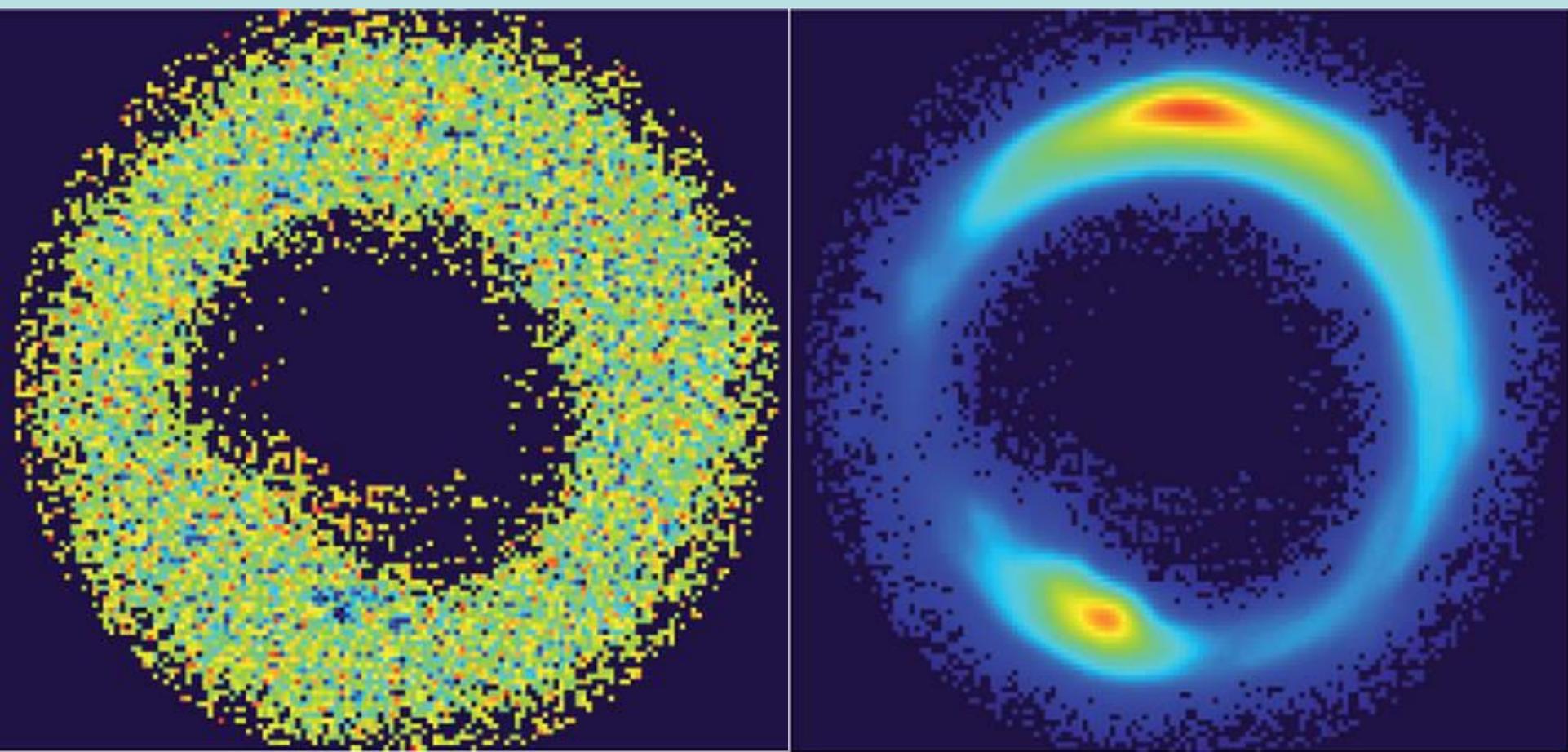


«Le galassie sono inglobate da **aloni sferoidali di materia oscura** composte di particelle che potrebbero essere **neutrini sterili** (dovrebbero interagire solo con la gravità) oppure il famoso **neutrino di Majorana (fermione).**»

Da: "Tuttoscienze" La Stampa del 30 novembre 2011
(team di astrofisici di varie università mondiali tra cui la Sissa di Trieste)

Non ci sono ancora evidenze sperimentali per quanto riguarda l'energia oscura che costituisce il 74% mancante

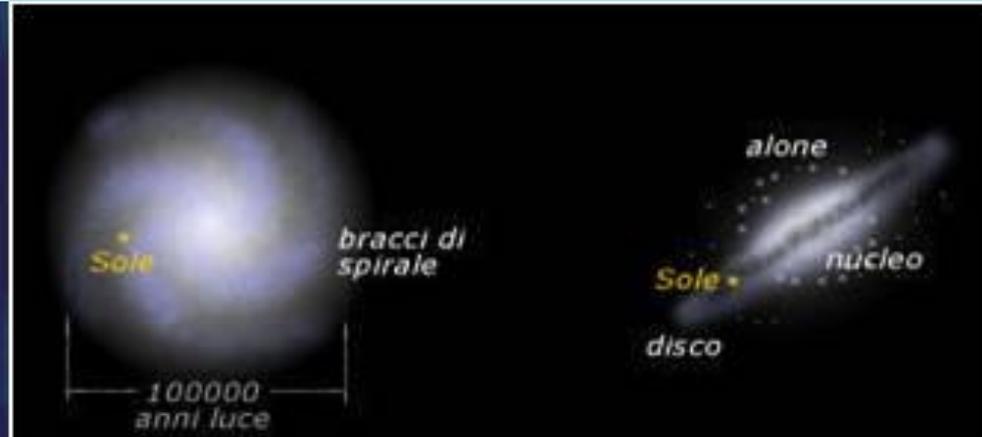
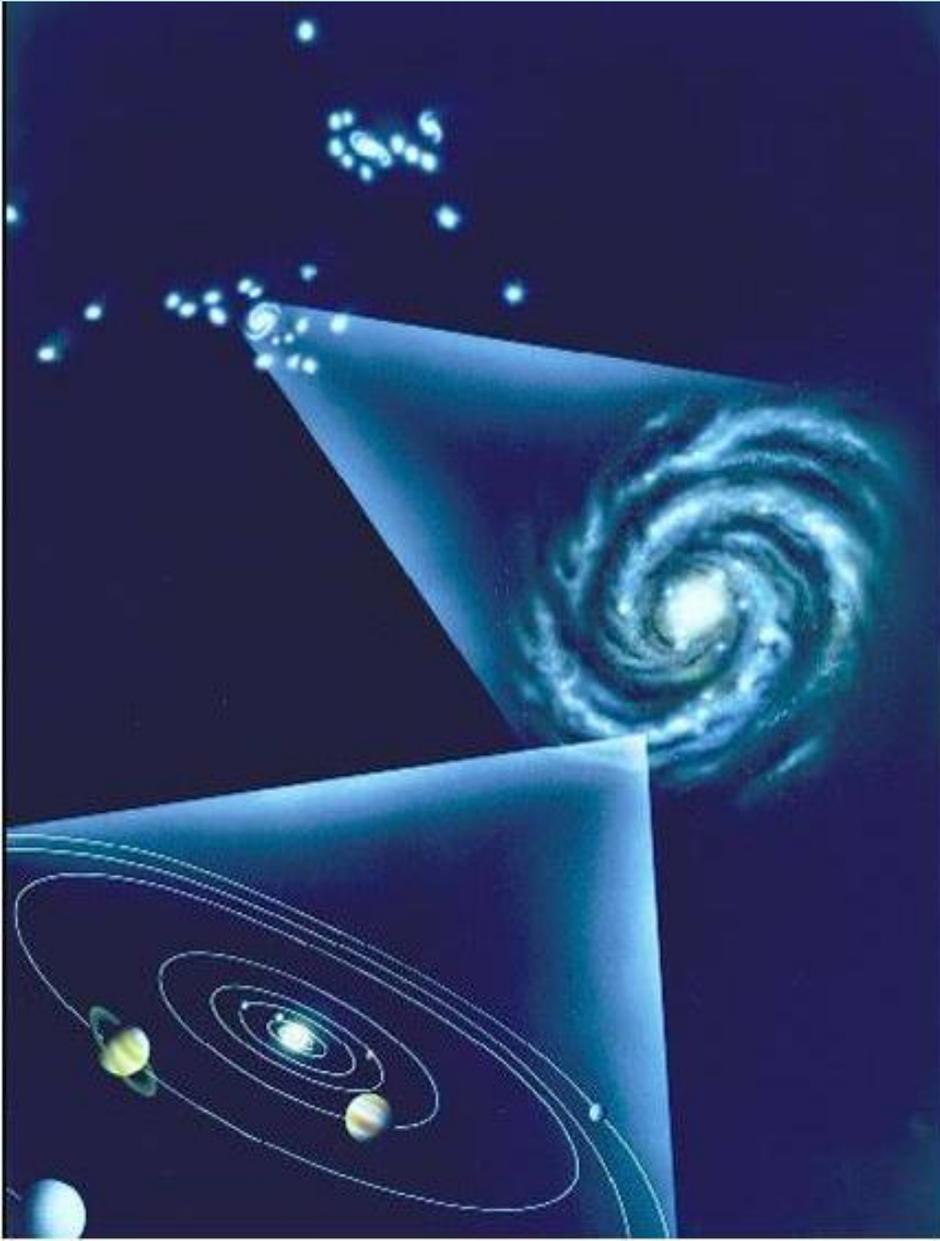
Galassie oscure?



"Per diversi motivi - spiega Simona Vegetti – M.I.T. (USA) - questa galassia non e' riuscita a formare molte stelle, e quindi e' rimasta oscura".

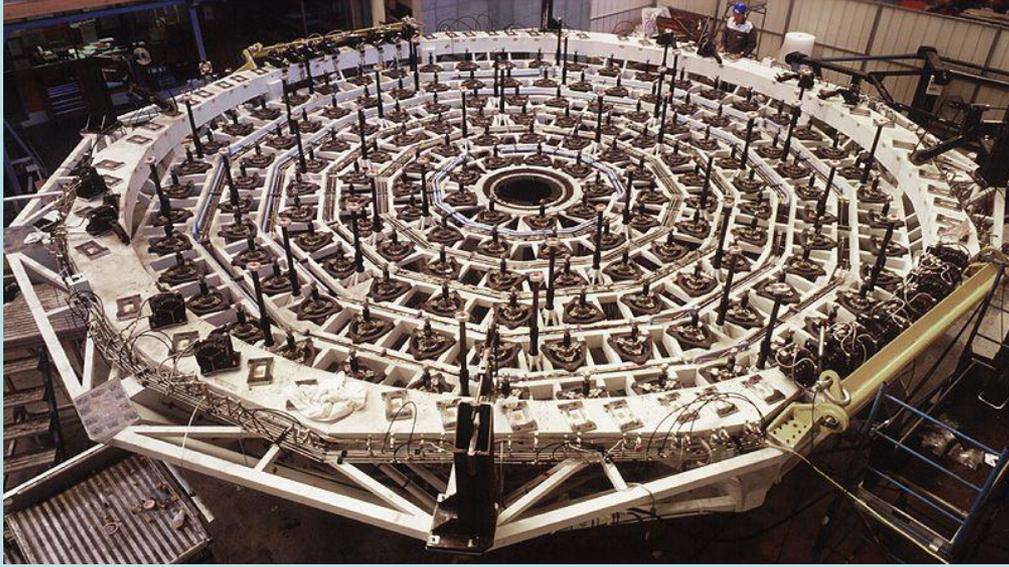
I ricercatori sono riusciti a individuarla grazie alla tecnica della **lente gravitazionale**, ossia la luce di una stella lontana viene deviata e focalizzata dal campo gravitazionale della stella piu' vicina. *ANSA 19/01/2012*

Via Lattea – la nostra galassia



Galassia a spirale di diametro **100.000 a.l.** spessore **10.000 a.l.** Contiene da 200 a 400 miliardi di stelle. Il nostro Sole si trova su un braccio del disco galattico a circa **27.700 a.l.** dal centro, posizionato nel Sagittario. Il braccio più vicino a noi – nel Perseo – dista 6.500 a.l. *Via Lattea* con le galassie di *Andromeda* e *Triangolo* fanno parte del *Gruppo Locale*, che a sua volta è parte del **Superammasso della Vergine**. Il sistema solare impiega **250 milioni di anni** a completare una rivoluzione intorno alla galassia (**anno galattico**) alla velocità di 220 Km/sec (**20 orbite nella vita**). 8

**I telescopi di oggi: Cerro Paranal in Cile= 32 metri di diametro
Radiotelescopio di Guizhou in Cina = 500 metri
quello di Galileo 1,5 centimetri.**





I.S.S. Stazione Spaziale Internazionale

e

Samantha

**I.S.S. lanciata nel 1998
Rientro previsto tra il 2024 e 2028
15,15 orbite al giorno
a 27.600 Km/ora
a 400 Km di altezza**

Il Bosone – la particella di Higgs



*Guido Tonelli -
CERN – Ginevra*



*Fabiola Gianotti –
CERN - Ginevra*

Rintracciato 13/12/2011 al CERN di Ginevra con gli esperimenti, *Atlas e Cms*, avvenuti nel tunnel lungo 27 km del *Large Hadron Collider*. Direttori i fisici italiani Fabiola Gianotti e Guido Tonelli, dell'INAF. Fornisce la massa a tutte le particelle dell'universo.

Ecco da dove siamo partiti!

I popoli antichi osservavano il cielo

Per stabilire:

- semina e raccolto,
 - preparazione del terreno per nuove semine
 - tante altre utilità pratiche
- ma occorreva un **calendario**.

e per fare un calendario era indispensabile osservare il cielo...





Spazio e Tempo

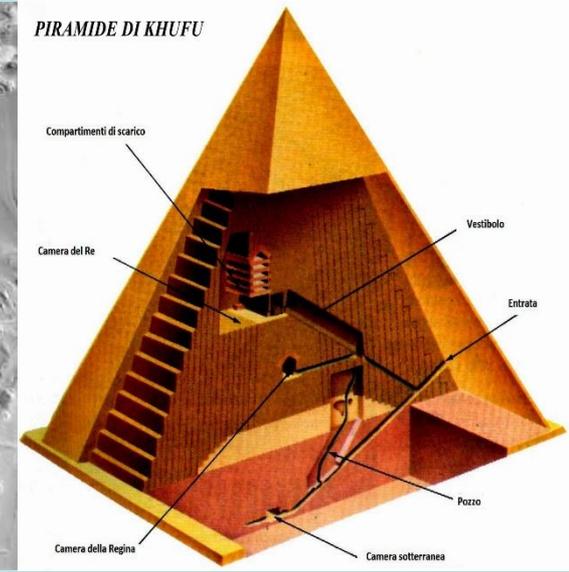
per capire bene le cose passate occorre chiedersi:

dove e quando

cioè rifarsi a storia e geografia

qui siamo in Egitto

circa 5000 anni fa



4.000 anni fa



In Egitto siamo nel Medio Regno – XI e XII dinastia

E' l'epoca della fondazione di Troia (circa 2000 a.c.)

La Distruzione della Troia omerica avverrà nel 1182 a.c.

secondo Eratostene di Cirene

Gli Egizi – 4.000 anni fa

◦ Studiando il cielo calcolarono l'anno solare di **365,25 giorni**, diviso in **12 mesi** di **30 giorni** ciascuno, oltre 5 giorni “**Epagomeni**” che venivano aggiunti all'anno, più 1 giorno ogni 4 anni.

◦ Individuarono la “**levata eliaca**” della stella Sopedet (la nostra **Sirio**) che apriva l'anno (intorno al nostro 21 luglio) e annunciava la **piena estiva del Nilo** che inondava beneficamente le pianure coltivate attraverso la 6 cataratte. L'anno è formato da 3 stagioni di 4 mesi ciascuna: **Akhet** (inondazione), **Peret** (semina) e **Shomu** (raccolto)

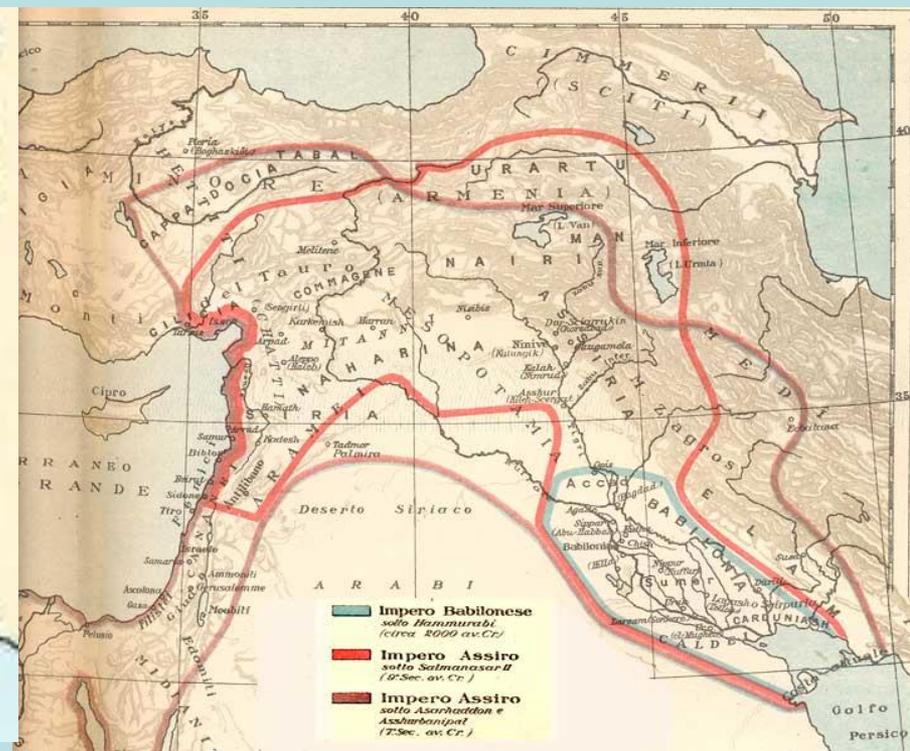


Il Nilometro



Il limo trasportato dal Nilo durante le inondazioni e depositato al termine delle piene, rendeva fertili i terreni inondati arricchendo i proprietari e pertanto l'altezza raggiunta dall'acqua determinava l'entità delle tasse da pagare al Faraone.

Territori Assiro – Babilonesi - Sumeri - Caldei



Antico Impero o periodo Paleoassiro (1950-1365 a.C.)

Medio Impero o periodo Medioassiro (1365-932 a.C.)

Il re assiro Assur-resh-ishi sconfigge Nabucodonosor I di Babilonia

Nuovo Impero o periodo Neoassiro (911-612 a.C.)

Distruzione di Ninive capitale assira ad opera di Egizi, Babilonesi e Medi.

Gli Assiri assorbono molto dalla cultura babilonese

Sumeri- abitanti della regione fin dal 4000 a.c. fino al predominio di Babilonia 1792 a.c.

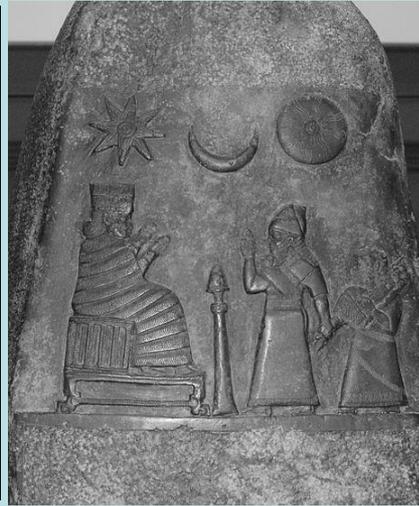
Babilonia – città stato fin dal 2300 a.c.

Nabucodonosor II nel 587 a.c. distrugge Gerusalemme e deporta gli ebrei.

Conquistata a sua volta nel 539 a.c. da Ciro il Grande di Persia.

Caldei – occupano la regione sud e si fondono con Babilonia.

I BABILONESI – 3500 ANNI FA



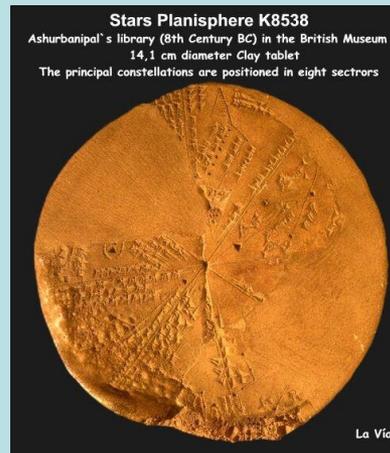
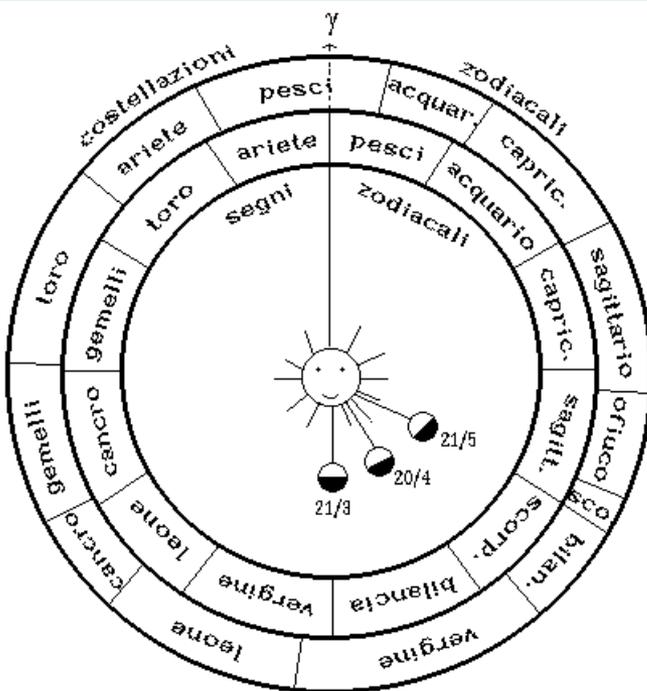
- * Il **calendario è lunisolare**, l'anno è di **12 mesi di 30 giorni** ciascuno alternati da mesi di **29 giorni (354 giorni)**. Per rifarsi con il Sole (365 giorni) ogni 3 anni si aggiunge 1 mese di 33 giorni.
- * Individuarono **le costellazioni dello zodiaco** in una fascia di **8°+8°** gradi a cavallo dell'eclittica, e con loro nacque **l'astrologia**.
- * Il **cosmo è piccolo, rotondo e cavo**; la Terra è al centro e galleggia su un oceano con una cavità dove risiedono i defunti; il Sole, i pianeti e le stelle si muovono sulla cupola del cielo. Visione del mondo ereditata probabilmente dalla **cultura Sumerica**.
- * Conoscevano il **teorema di Pitagora** 1000 anni prima di lui!!

Costellazioni zodiacali

Per gli **Astronomi sono 13** mentre per gli **Astrologi sono 12**, le costellazioni attraversate dal Sole lungo l'eclittica.

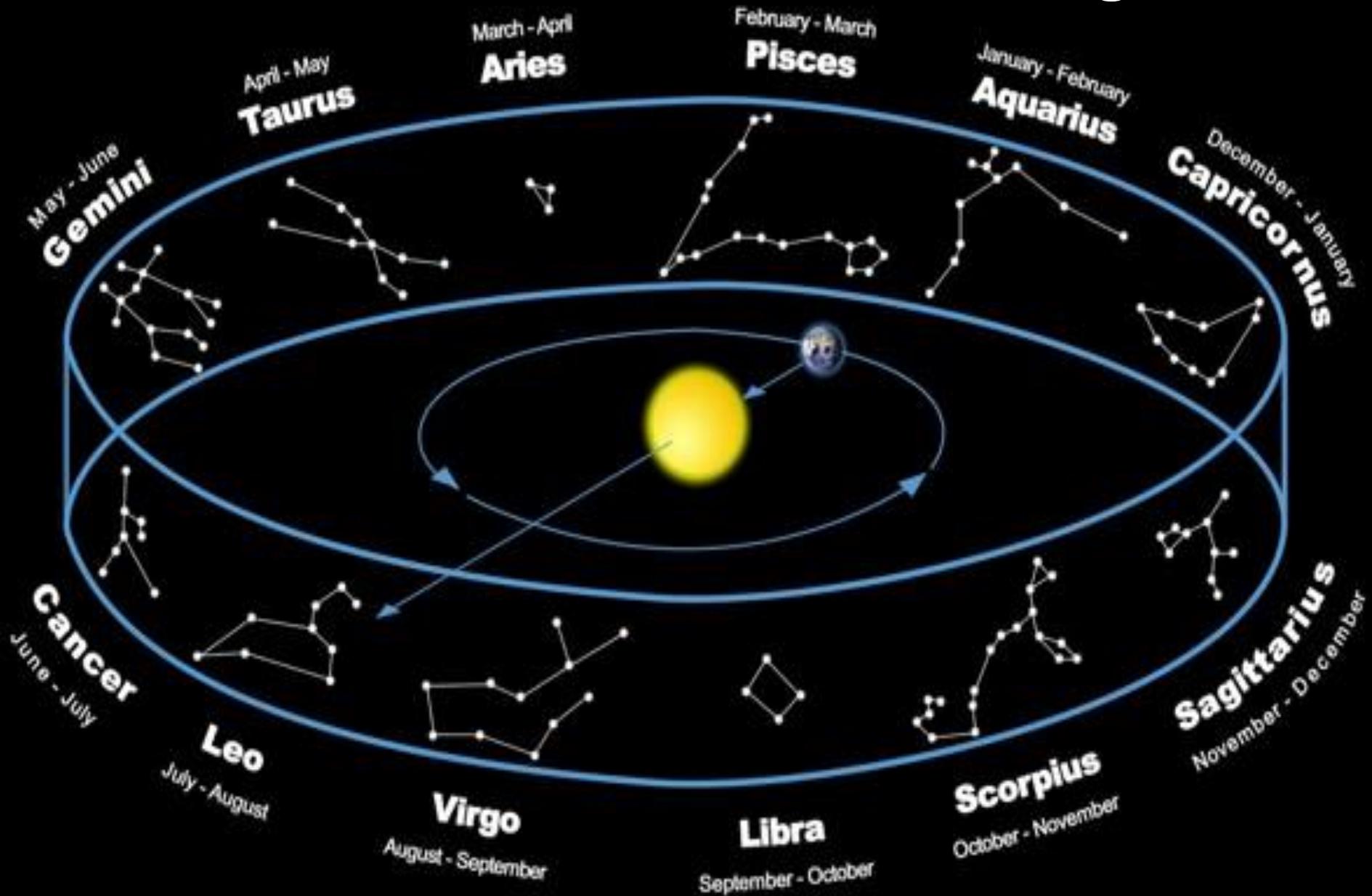
Occorre infatti aggiungere *Ofiuco* o *Serpentario* posta tra Scorpione e Sagittario.

La fascia di $9^\circ + 9^\circ$ contiene i percorsi orbitali inclinati di Luna e pianeti escluso Plutone.



In astrologia, la topologia celeste è rimasta a Babilonia; si collegano 12 costellazioni ai 12 mesi dell'anno, basandosi su equinozi e solstizi.

La fascia dello zodiaco astrologica



Lo zodiaco della NASA

Capricorno: 20 Gennaio - 16 Febbraio

Aquario: 16 Febbraio – 11 Marzo

Pesci: 11 Marzo – 18 Aprile

Ariete: 18 Aprile – 13 Maggio

Toro: 13 Maggio – 21 Giugno

Gemelli: 21 Giugno – 20 Luglio

Cancro: 20 Luglio – 10 Agosto

Leone: 10 Agosto – 16 Settembre

Vergine: 16 Settembre – 30 Ottobre

Bilancia: 30 Ottobre – 23 Novembre

Scorpione: 23 Novembre – 29 Novembre

Ofiuco: 29 Novembre – 17 Dicembre

Sagittario: 17 Dicembre – 20 Gennaio

E' stato introdotto un nuovo segno: Ophiuchus, l'Ofiuco**, "colui che domina il serpente".**

Quella dell'Ofiuco è una delle 88 costellazioni moderne, sebbene fosse stata menzionata da Tolomeo tra le 48 costellazioni originarie, ed era l'unica a non avere un segno zodiacale corrispondente.

Giosuè a Gàbaon – Bibbia 1.100 a.c.



"Allora, quando il Signore mise gli Amorrei nelle mani degli Israeliti, Giosuè disse al Signore sotto gli occhi di Israele: **'Sole, fermati in Gàbaon e tu, luna, sulla valle di Aialon'**. si fermò il sole e la luna rimase immobile finchè il popolo non si vendicò dei nemici.". (Giosuè 10, 12-13)

I Caldei – 2600 anni fa



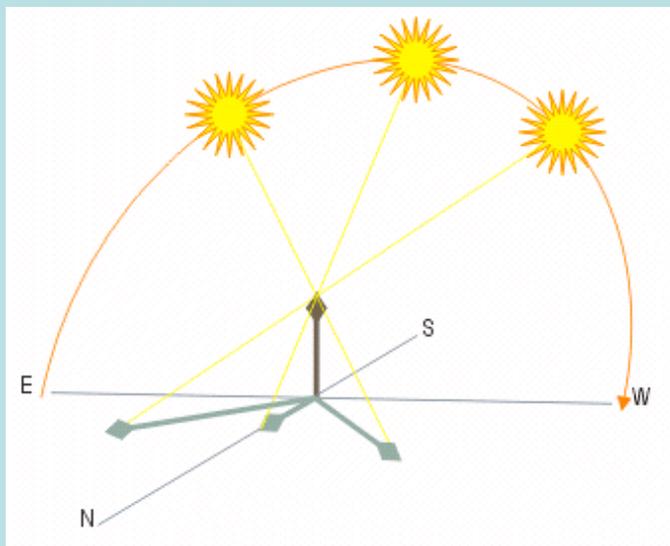
- Caldei significa “**conoscitori delle stelle**”
si insediano da Sud in Mesopotamia
- osservano e annotano le eclissi solari e scoprono il **Ciclo Saros**: ripetizione dell’eclissi nello stesso luogo avviene ogni **18 anni, 11 giorni e 8 ore**
cioè **6585** giorni: **numero magico e segreto**
- oggi sappiamo che il ciclo più esatto è di **54 anni**

Cos'è un eclissi di Sole



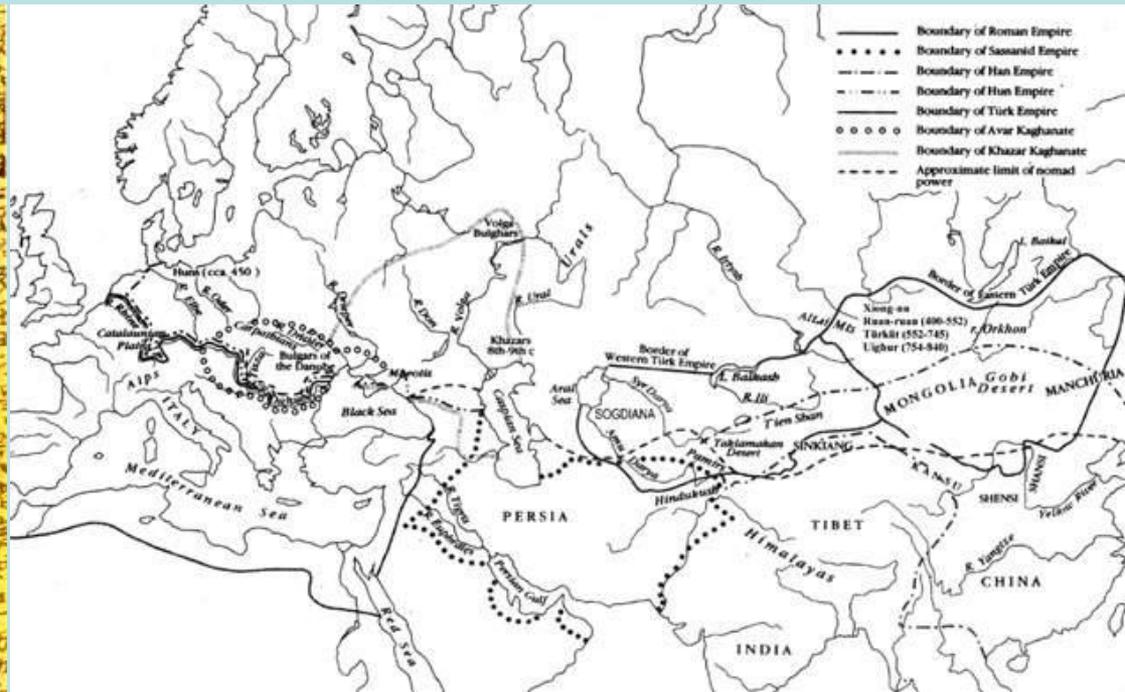
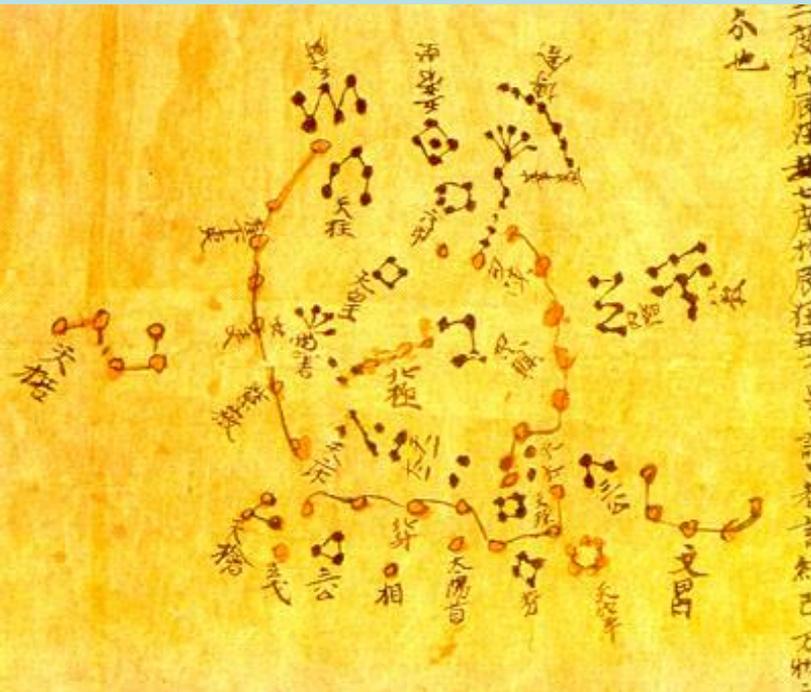
Gnomone e clessidra

la misura del tempo



- * E' l'orologio solare, conosciuto sia in Mesopotamia che in Egitto; Anassimandro lo introdusse in Grecia. Serviva per determinare **solstizi ed equinozi** oltre che i **punti cardinali**.
- * L'ombra dell'asta indicava che era trascorso un anno. L'**anno** è l'unità di misura del tempo che rispetta lo **scorrere delle stagioni**.
- * La **torre del vento** di Atene – 90 a.c. con 4 facciate rivolte al Sole e **una clessidra ad acqua**.

I Cinesi dal 3000 a.c. in avanti



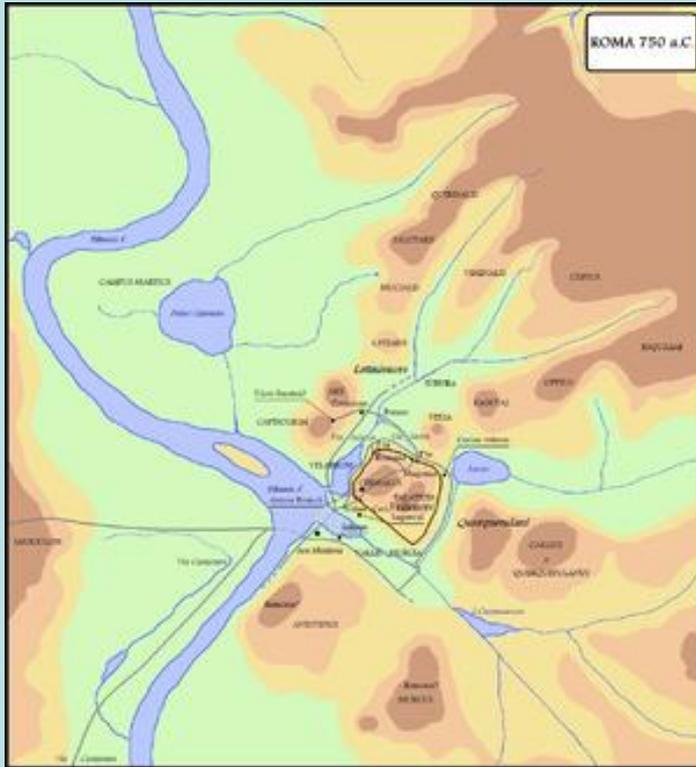
- Avevano un calendario solare di 365 giorni, con le correzioni per farlo con quello lunare, come quello degli Egizi.
- Studiavano e annotavano tutti i movimenti strani del cielo rispetto alle stelle fisse, come **apparizioni di comete, stelle nove, o eclissi di Sole e di Luna.**
- Osservarono e annotarono l'eclissi di Luna del 29 gennaio 1136 a.c

Magna Grecia e colonie greche dal 750 a.c....



Migrazioni di popolazioni greche Ioni, Dori...formano la Magna Grecia; la loro cultura influenzerà tutto il bacino del Mediterraneo.

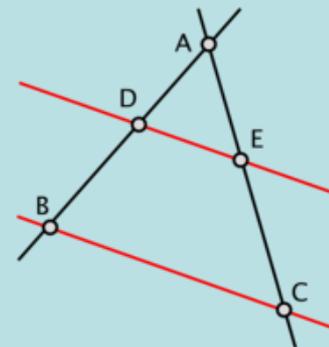
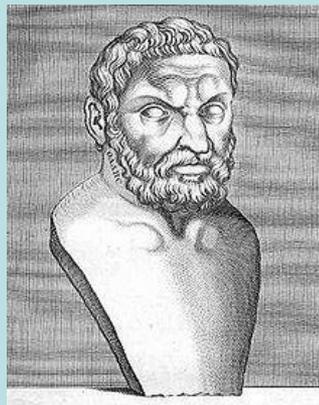
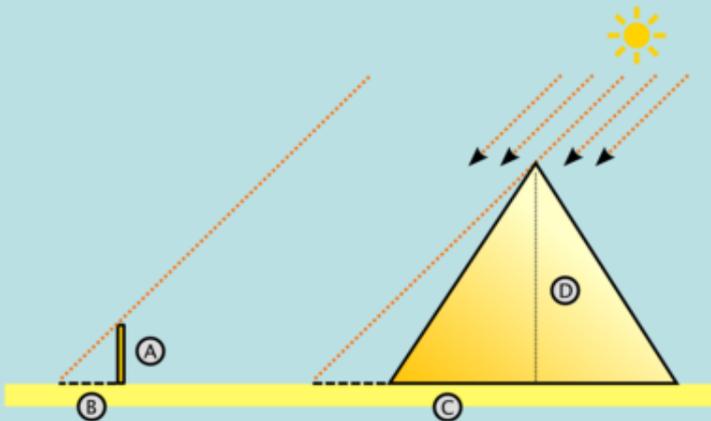
Fondazione di Roma – 753 a.c.



I primi insediamenti nell'area risalgono al 1.500 a.c. ma la fondazione della città è datata il 21 aprile 753 a.c.

Talete di Mileto - 635 ÷ 543 a.c.

filosofo greco



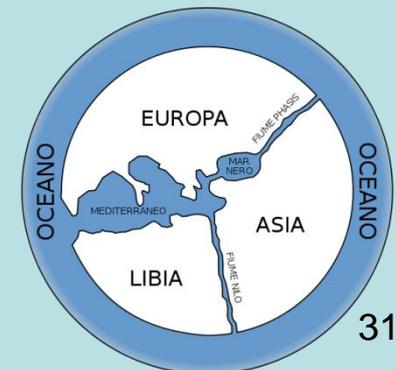
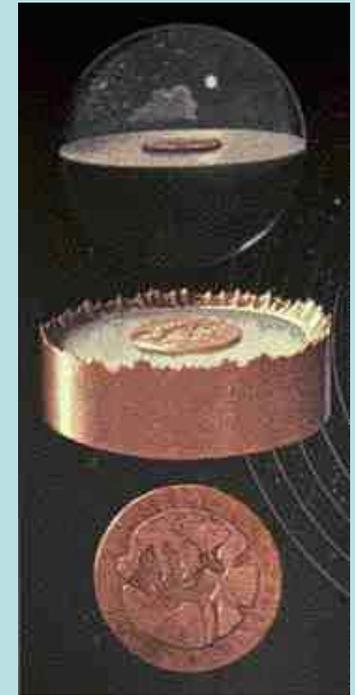
$$DE/BC = AE/AC = AD/AB$$

- E' considerato l'iniziatore della filosofia greca, fondatore della scuola ionica
- Talete è filosofo ma versato per l'astronomia riesce a prevedere *l'eclissi di sole del 585 a.c.*
 - Non ha lasciato scritti.
- In geometria gli vengono attribuiti teoremi a cui ha dato il suo nome, ma che probabilmente non sono opera sua.
- Ha compilato un calendario astronomico, e ha intuito che la luce della Luna non è endogena, ma riflessa dal Sole.

Anassimandro di Mileto – 610 ÷ 546 a.c.

filosofo greco discepolo di Talete

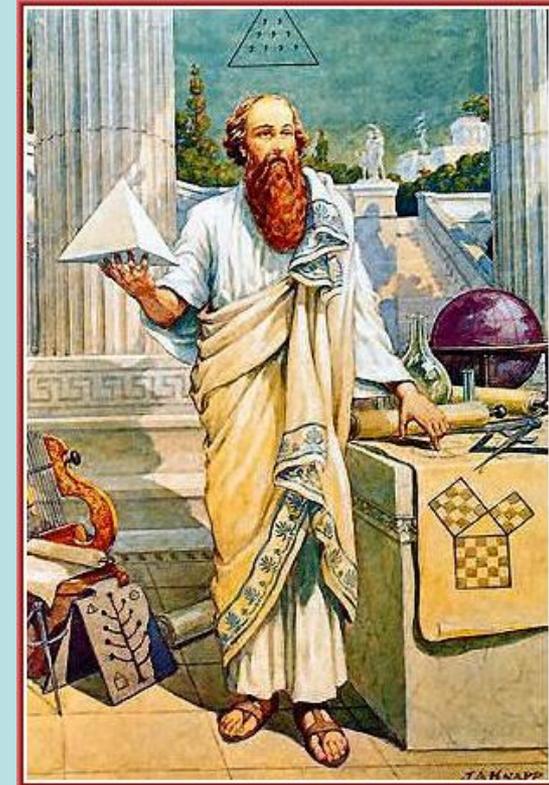
- Con lo gnomone, già conosciuto in Mesopotamia, riesce a determinare il **punto dei solstizi**. Costruisce una meridiana solare.
- Gli **astri sono globi di fuoco animati**, di natura divina.
- La **Terra è cilindrica** e immobile nello spazio, al centro dell'universo.
- E' cartografo e concepisce un suo atlante terrestre.



Pitagora – 575 ÷ 495 a.c.

l'astronomia è geometria applicata

- Da Samo emigra a Crotona – Magna Grecia
 - Studia le corde sonore e scopre il rapporto esistente tra le lunghezze delle corde ed i principali accordi musicali.
- “Il mondo intero è armonia e numero”.
- Sostiene che: così come la musica è aritmetica applicata, così l'astronomia è geometria applicata.
 - Sempre ragioni geometriche di simmetria gli suggeriscono che la **Terra è sferica**.
- Fonda a Crotona la **Scuola Pitagorica**.



Parmenide e Filolao 500 ÷ 400 a.c.

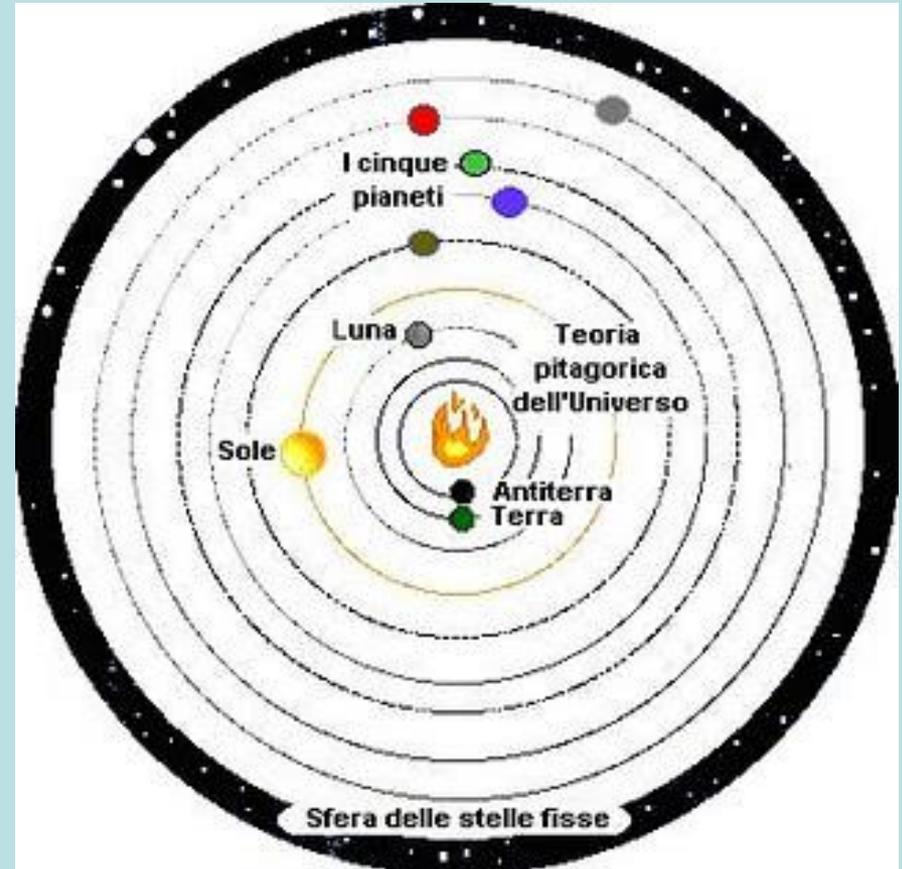
filosofi e scienziati

il cosmo è un sistema di sfere

* La *Terra è sferica* e si trova *al centro* di un sistema di sfere concentriche, delle quali la più esterna è solida.

* *Per Parmenide di Elea* (Velia - Ascea) la Luna riceve luce dal Sole. Spiega le fasi lunari.

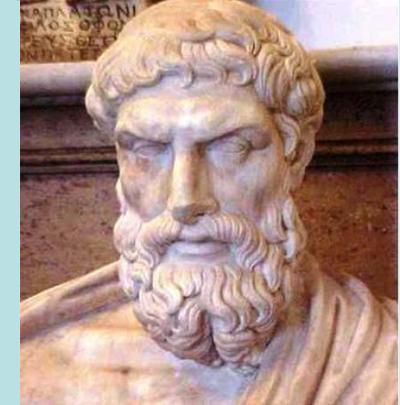
* *Per Filolao* (Crotone) *ed i Pitagorici* al centro si trova il *Fuoco (Hestia)* dal quale vengono luce e calore che il Sole raccoglie e rimanda a Terra, Luna e Pianeti.



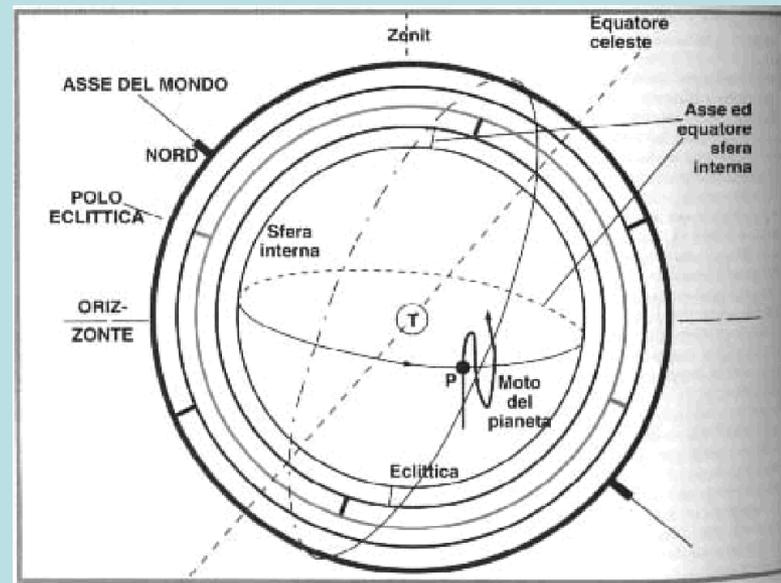
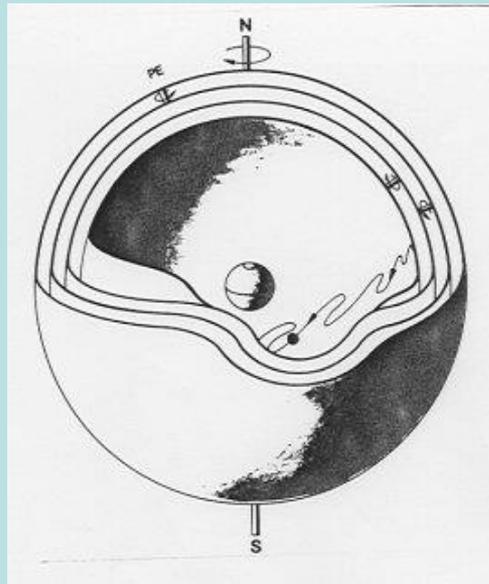
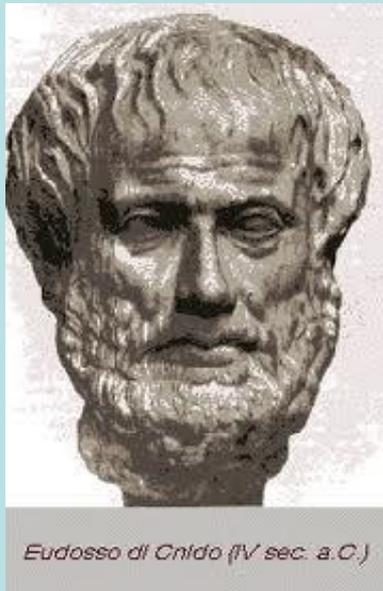
Platone 428 ÷ 348 a.c.- l'osservazione è ingannevole

Anassagora 496 ÷ 428 a.c. - la Terra è sospesa nell'aria

- **Platone** - *l'universo è sferico* e presenta due movimenti circolari: uno per la **sfera delle stelle fisse**, ed uno per il **moto dei pianeti attorno all'eclittica**.
- Non si può raggiungere la **verità con l'osservazione**, perché questa è **ingannevole**.
- **Anassagora** - le Stelle sono particelle di pietra staccate dalla **Terra, che è piatta**, e brillano per l'attrito con l'etere.
 - La **terra è piatta e sospesa nell'aria!!**.
- La Luna è grande quanto il Peloponneso, ed è illuminata dal Sole.
- Spiega correttamente le **fasi lunari** e da una spiegazione corretta anche delle eclissi.
- Il **Sole**, più grande della Luna, è **una massa di ferro incandescente**.
- **L'asse del cielo è inclinato**, rispetto all'orizzonte e ciò provoca i **diversi climi**. Ecco **le stagioni**.

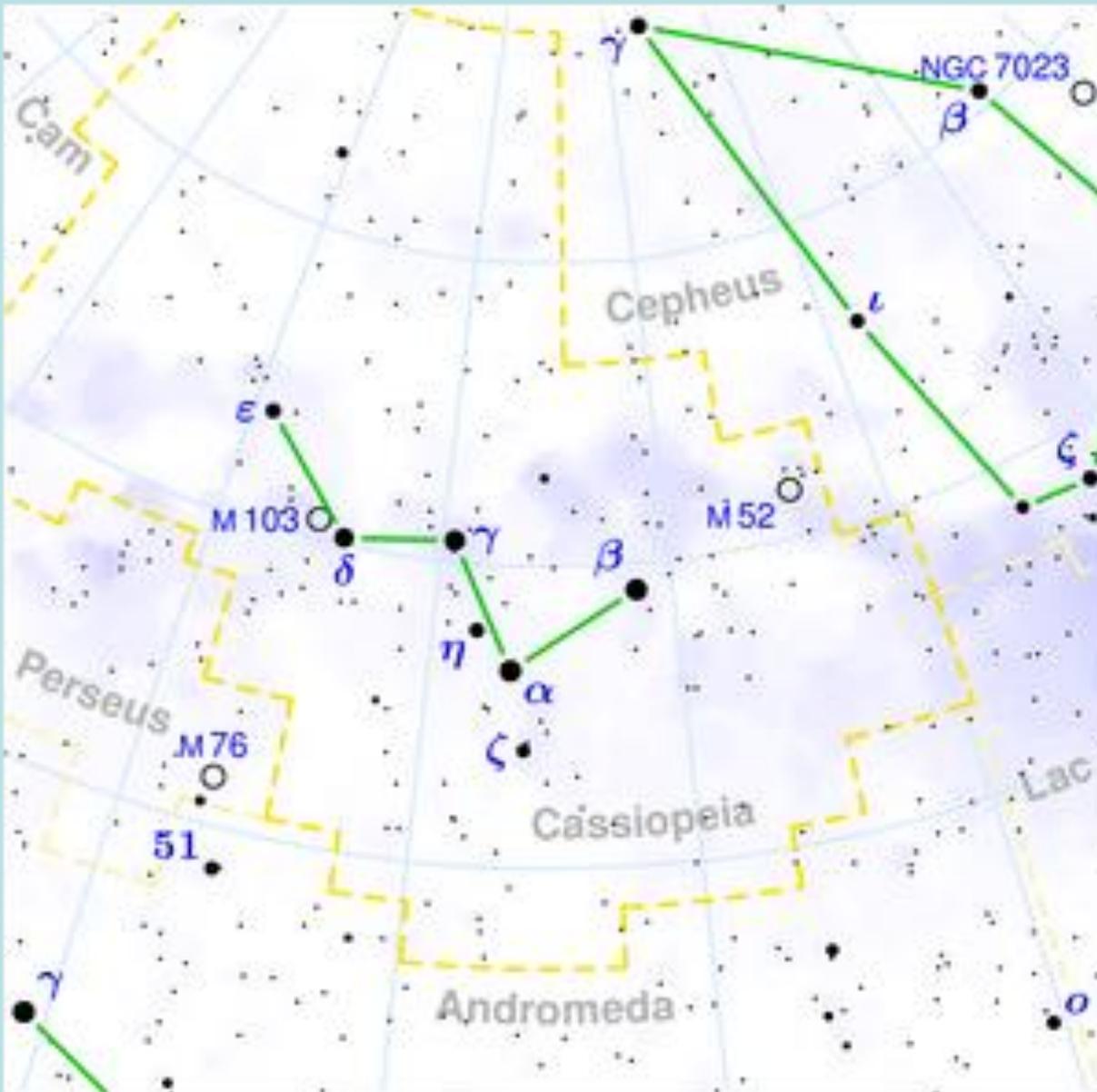


Eudosso – 408 ÷ 355 a.c.

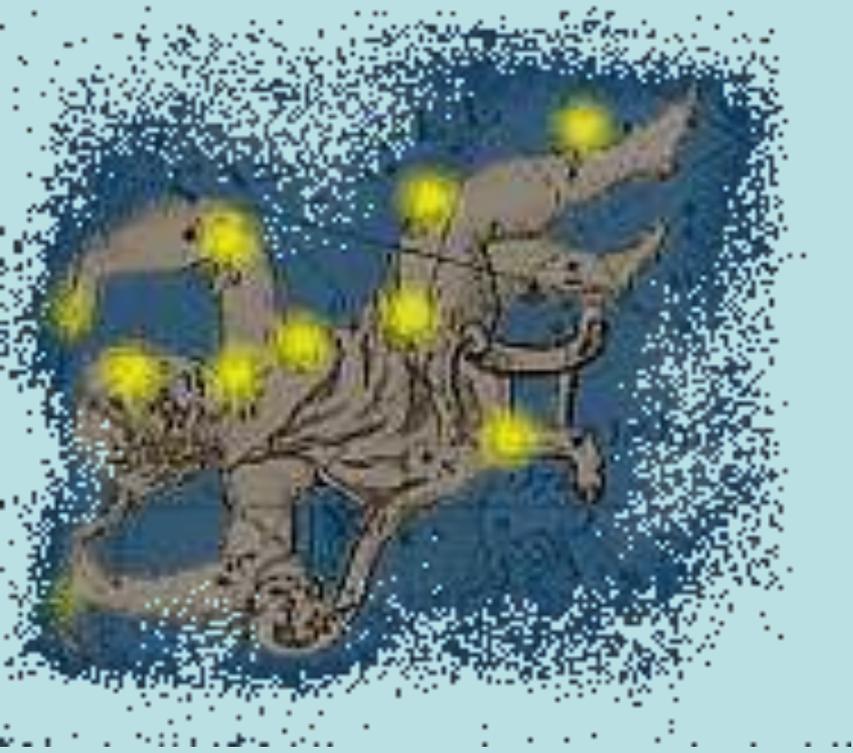


- ° A Cnido – Anatolia - **costruì un osservatorio** e identificò **varie costellazioni**.
- ° Definì una più esatta durata **dell'anno Tropico**, cioè l'anno solare.
- ° Sviluppò il concetto delle **sfere omocentriche**, ossia di un Universo diviso in sfere aventi un unico centro di rotazione con **al centro la Terra**, in ogni sfera vi era un pianeta con un moto circolare uniforme differente da quello degli altri; si spiegano così i moti retrogradi e gli stazionamenti periodici dei pianeti: alle stelle fisse è attribuita una sfera immobile. Il Sole e la Luna ne possiedono tre; In tal modo, si dava una prima spiegazione ai moti planetari.
- ° Questo sistema **venne ripreso da Aristotele** nella Metafisica. Esso è **simile** a quello **pensato da Platone** di cui Eudosso è stato discepolo.

COSA SONO LE COSTELLAZIONI - Cassiopea



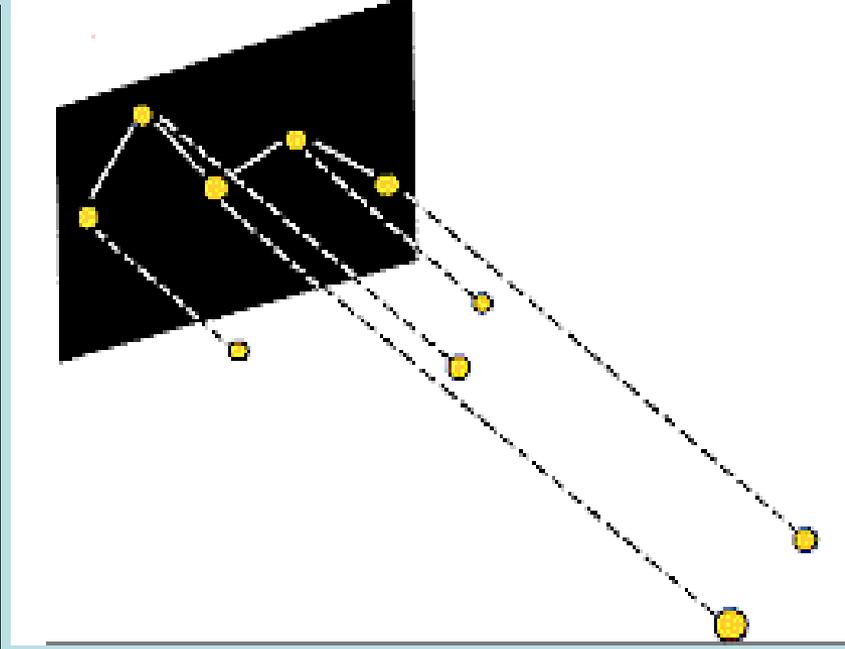
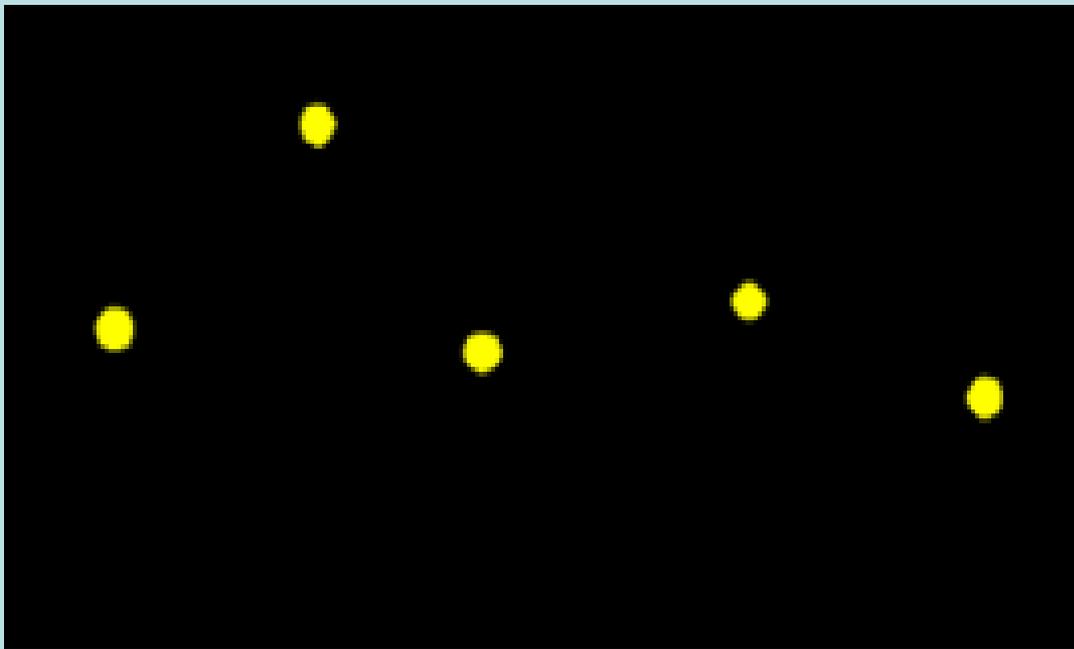
Mito di Cassiopea



Cassiopea moglie di **Cefeo**, re degli Etiopi, vanitosissima madre di **Andromeda**. Orgogliosa della propria bellezza, volle competere con le Nereidi o addirittura con **Era**, moglie di **Zeus** e dea di tutte le dee. Queste ultime chiesero a Poseidone di vendicare tale affronto ed egli inviò un mostro affinché devastasse l'Etiopia.

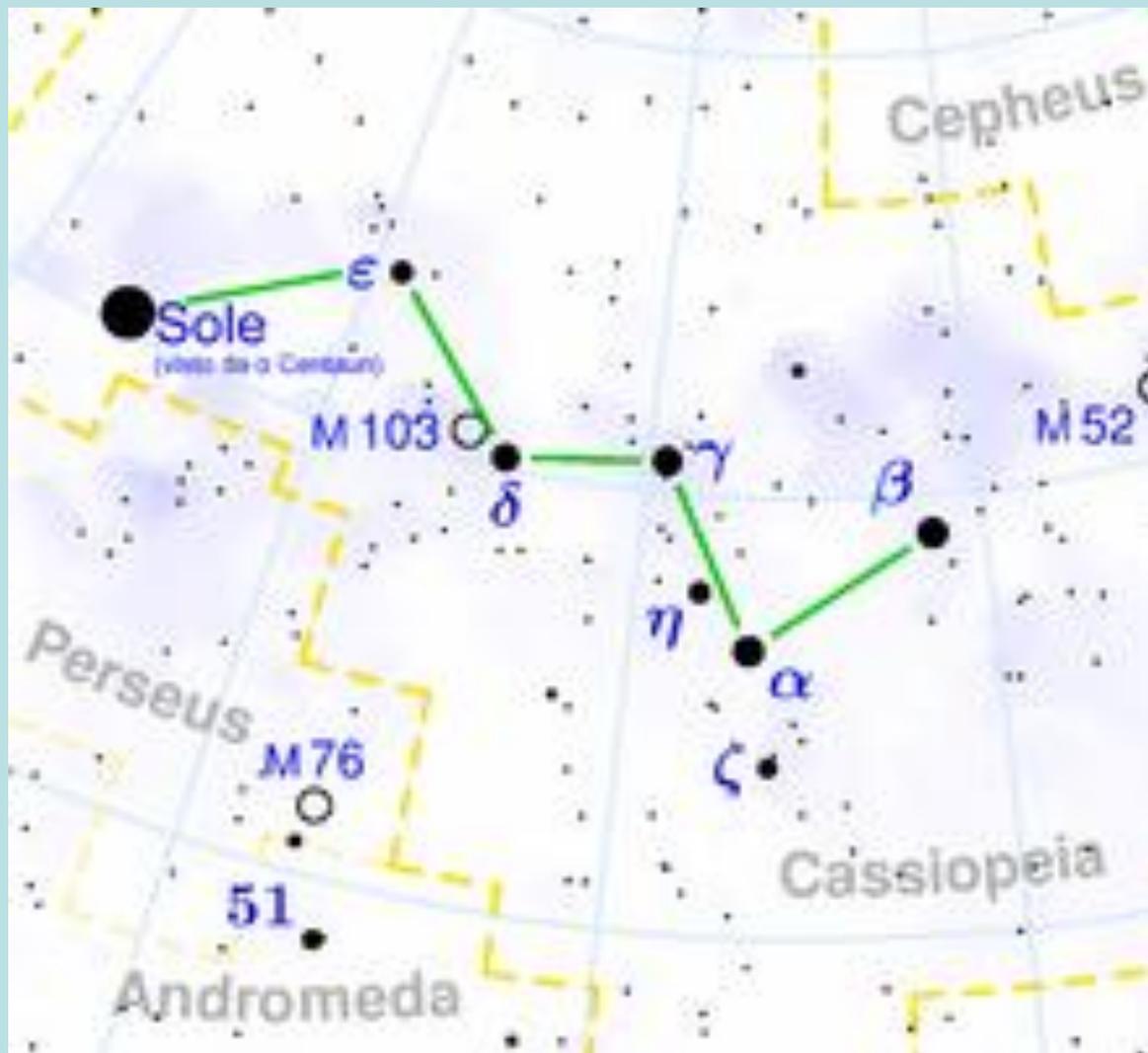
Un oracolo, interpellato da Cefeo, disse che il paese sarebbe stato liberato dal flagello, se la figlia Andromeda fosse stata offerta in sacrificio quale capro espiatorio. La giovane fu salvata da **Perseo**, mentre Cassiopea fu trasformata in costellazione.

Cassiopea – come ci appare



Le stelle appartenenti ad una medesima costellazione, pur sembrandoci vicine in cielo, possono invece distare tra loro anche migliaia di anni luce. **Questa è CASSIOPEA!**

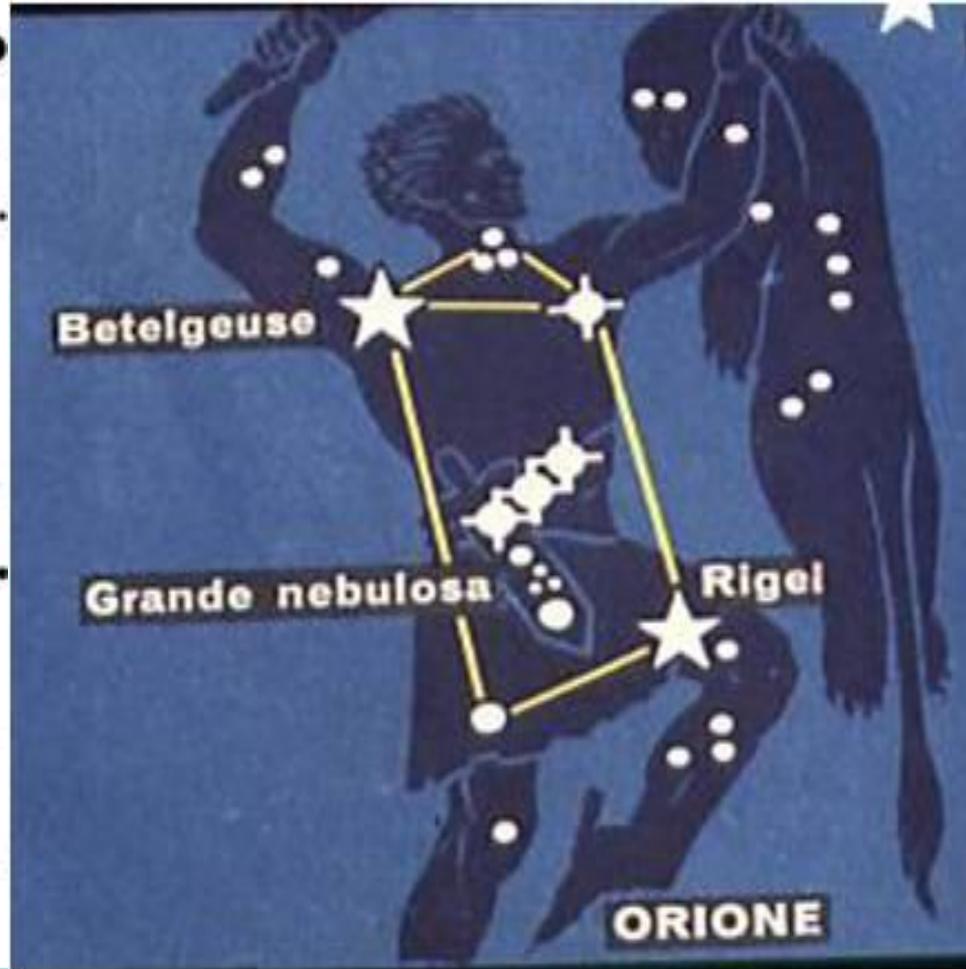
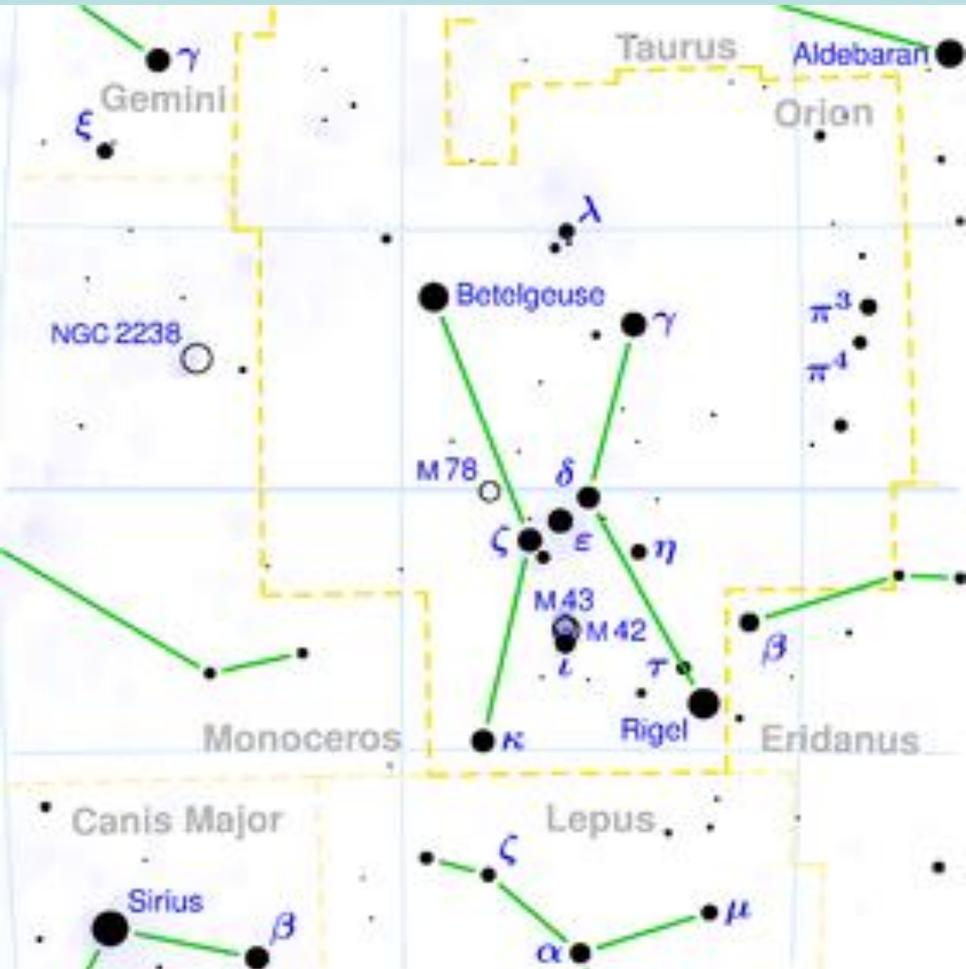
Cassiopea vista da alfa Centauri



Il nostro **Sole** farebbe parte della costellazione **Cassiopea!!**

La stella **Sirio** del Cane maggiore la vedremmo in **Orione!!**

Orione



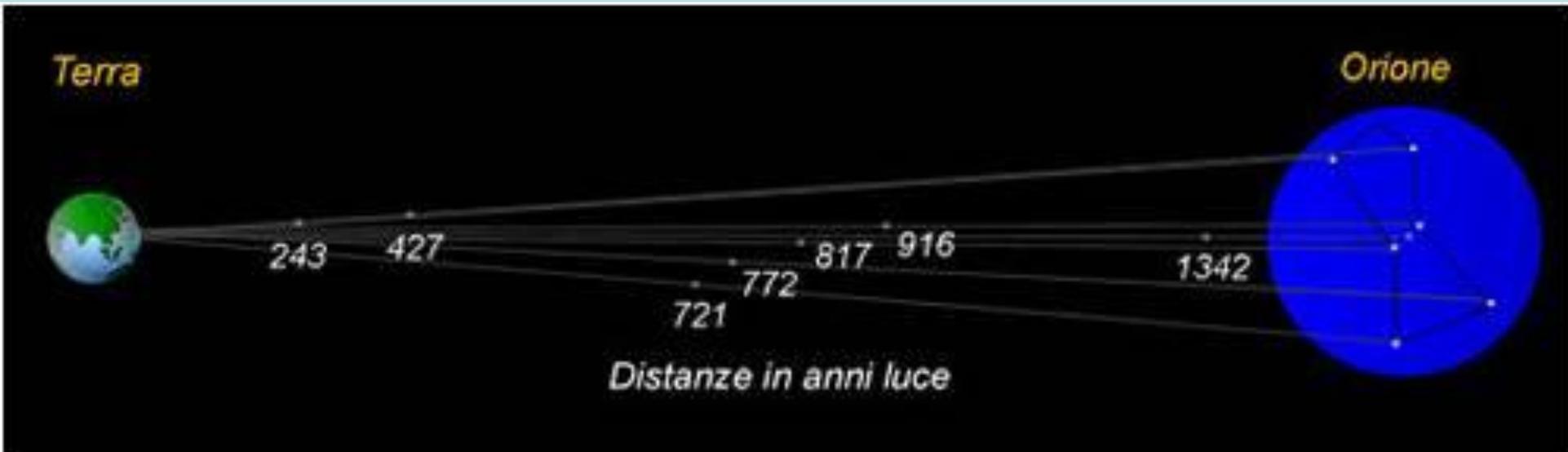
Mitologia di Orione



Orione era un bellissimo cacciatore gigantesco, probabilmente figlio di *Poseidone* e di *Gea*, raffigurato in cielo armato di spada e scudo, in mano una clava brandita contro l'adiacente *Toro* che lo incalza. Secondo una versione del mito, Orione si era innamorato di *Artemide*, da lei corrisposto contro la volontà del fratello *Apollo*. Per porre fine al loro legame, il dio sfidò la sorella, dea della caccia, a colpire un oggetto che affiorava in mare. Artemide scagliò il suo *dardo infallibile* e colse in pieno l'oggetto che si rivelò essere la *testa di Orione*.

Affranta dal dolore per aver perso l'amato, Artemide ottenne da *Zeus* che Orione diventasse la costellazione più bella del cielo. In corrispondenza della sua spalla destra si trova la stella *Betelgeuse*, brillante di luce rossa, mentre il suo piede sinistro corrisponde alla bianca e brillante *Rigel*. Prolungando alle spalle di Orione la sua cintura, si raggiunge *Sirio*, la stella più splendente del cielo.

Orione – come ci appare



La stella di Orione più vicina alla Terra – *Bellatrix* - dista 243 anni luce, ma la centrale della cintura - *Alnilam* - dista ben 1342 anni luce. **Non possono quindi essere legate da mutue attrazioni gravitazionali.**

Esse **si muovono** e possono occorrere millenni prima che i loro spostamenti siano percettibili all'occhio umano.

Eraclide Pontico – 387 ÷ 314°a.C. erede di Platone? si intravede Copernico

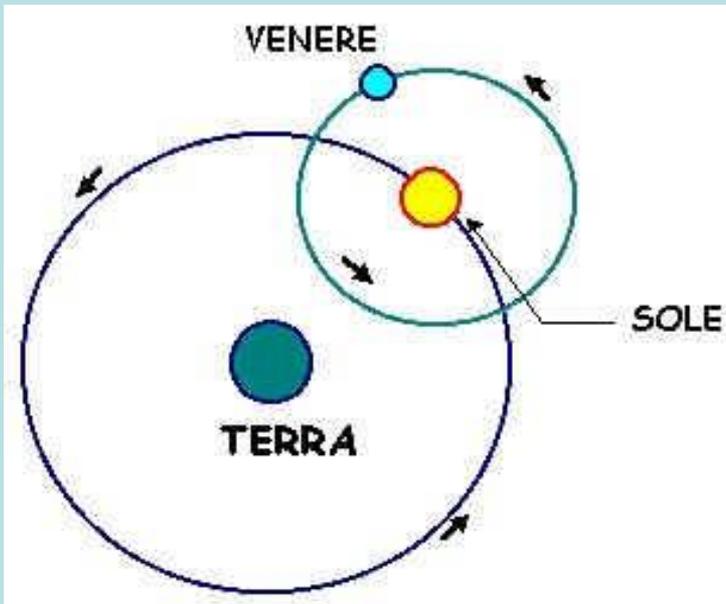
* Eraclide non è un allievo fedele del maestro. E' *pitagorico*.

* Professa la *rotazione della Terra* e la rivoluzione di *Mercurio e Venere* intorno al Sole, ma gli astronomi del suo tempo ignorano la novità dell'intuizione.

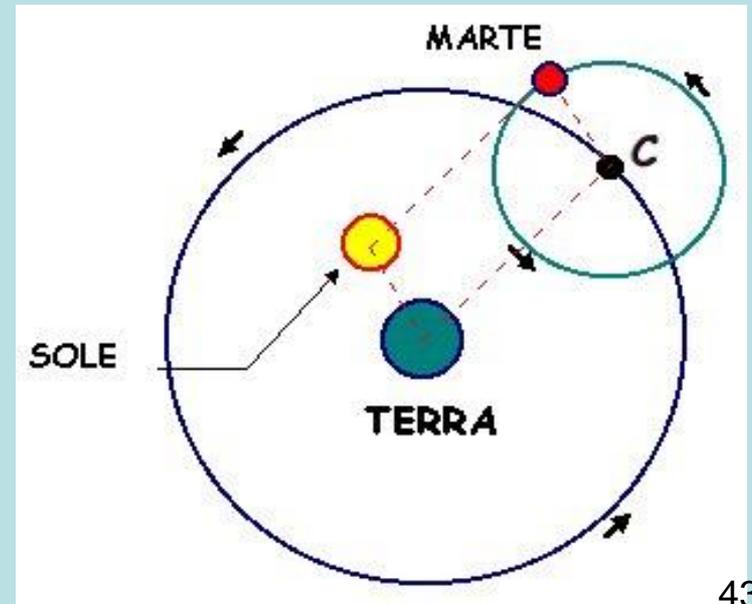
* Un ignoto contemporaneo di Eraclide fa notare che le irregolarità del moto dei pianeti (epicicli, retrogradazioni..) si possano spiegare *scambiando di posto il sole e la terra*.

La proposta copernicana!

Epiciclo di pianeta interno

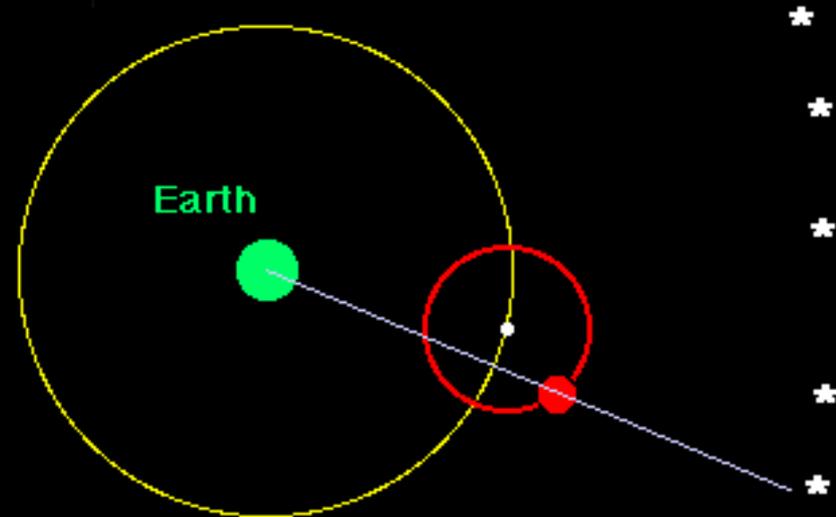
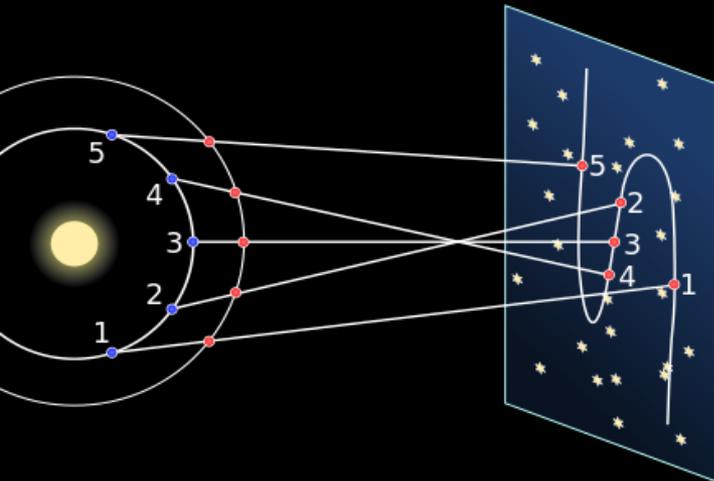
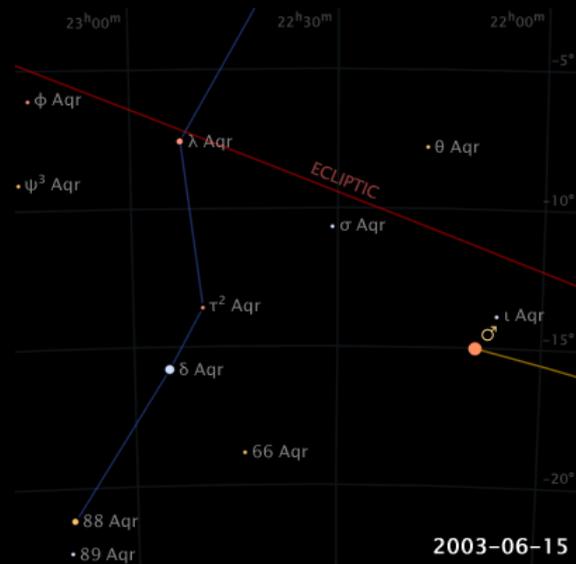


Epiciclo di un pianeta esterno



Gli epicicli

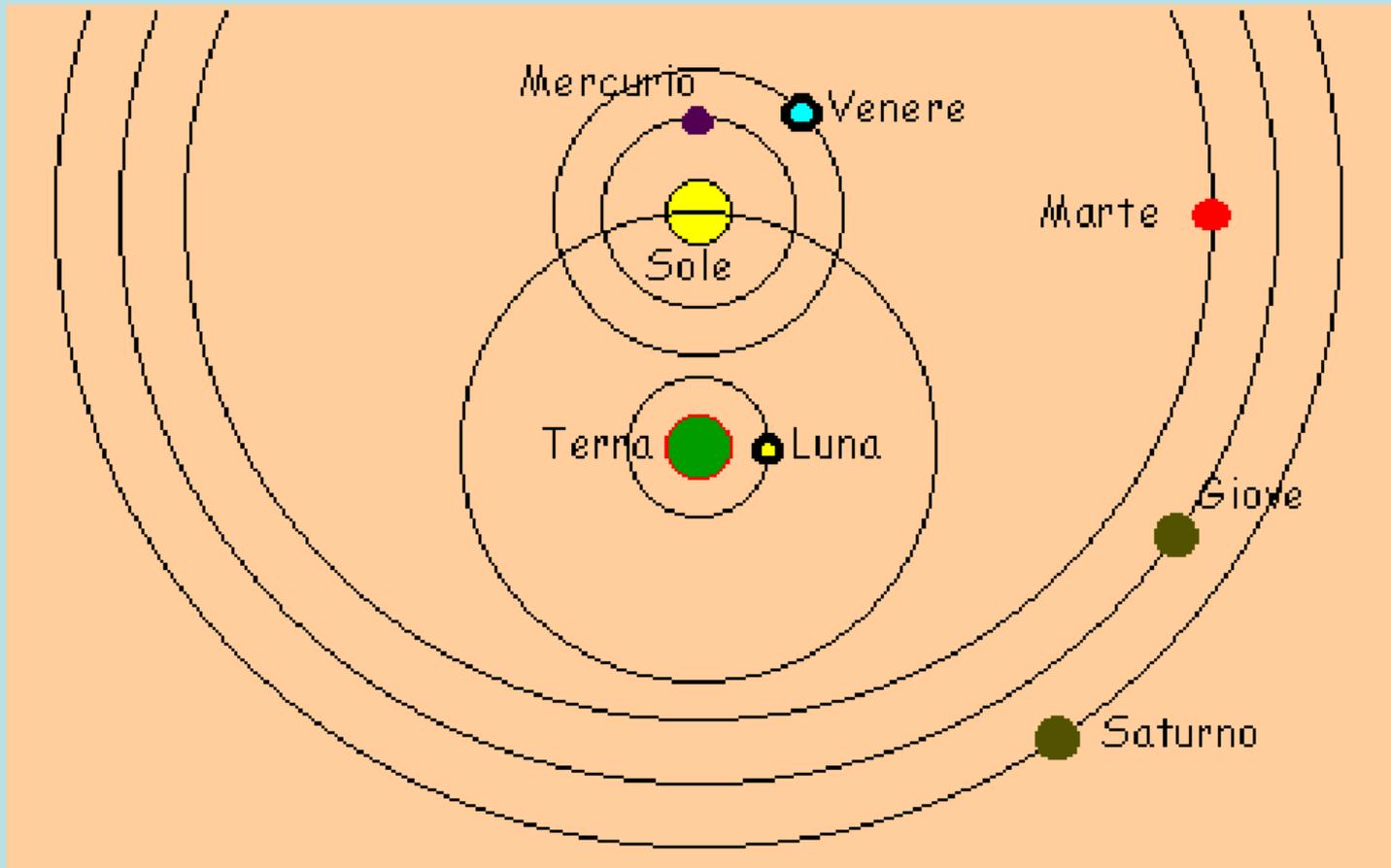
- Nel modello geocentrico (la Terra al centro) è difficile spiegare i moti apparenti degli altri pianeti!!



Eracleide

precursore di Tycho Brahe

**basta scambiare la Terra con il Sole e tutto è risolto,
compresi gli epicicli!**



Alessandro Magno – 356 ÷ 323 a.c.



Fonda Alessandria che diventerà la sede della più famosa biblioteca dell'antichità

La biblioteca di Alessandria



Fondata nel III sec a.c. da Tolomeo I generale di Alessandria, arriverà a contare più di 490.000 rotoli in pergamena e papiro prima di essere distrutta.

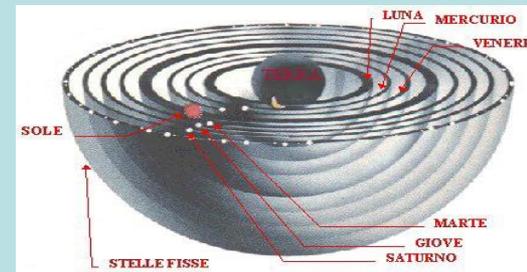
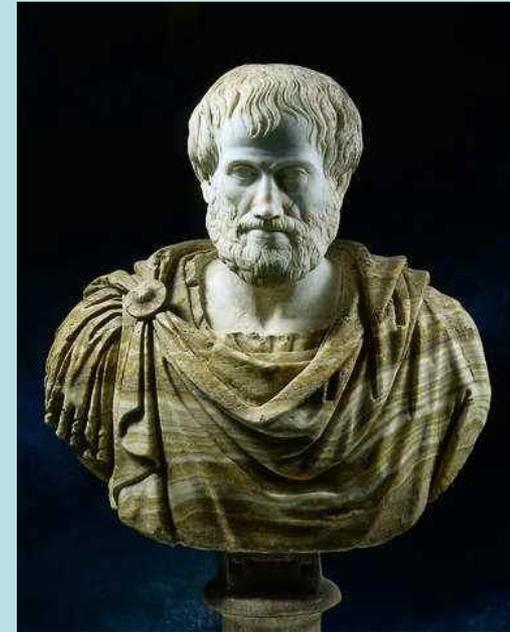
I bibliotecari di Alessandria

Zenodoto di Efeso	282 – 260 a.c.
Callimaco di Cirene	260 – 240 a.c.
Apollonio di Rodi	240 – 230 a.c.
Eratostene di Cirene	230 – 195 a.c.
Aristofane di Bisanzio	195 – 180 a.c.
Apollonio Eidografo	180 – 160 a.c.
Aristarco di Samotracia	160 – 131 a.c.

Aristotele – 384 ÷ 322 a.c.

allievo di Eudosso

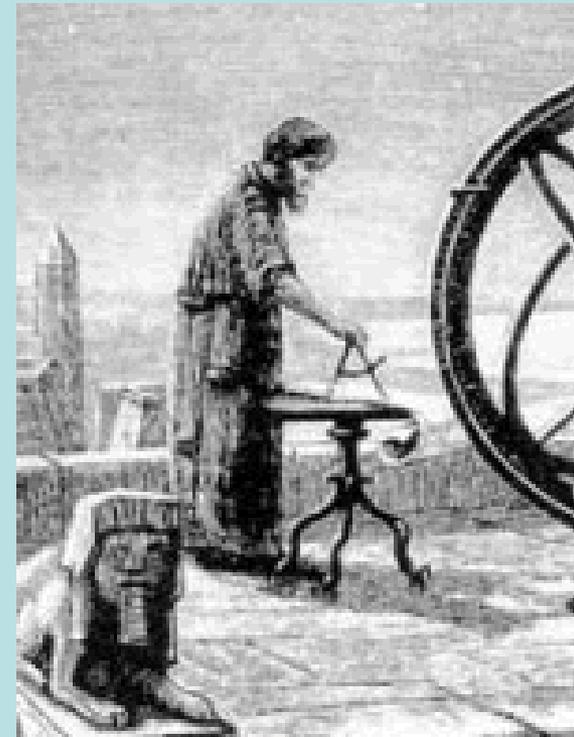
- *Il Cielo è immutabile, perfetto, la Terra è corruttibile e imperfetta.*
- Stabilisce che gli elementi costituenti l'universo sono *cinque*: la *terra, l'acqua, l'aria, il fuoco e l'etere (la quintessenza)*.
- *Terra e acqua tendono verso il basso, aria e fuoco tendono verso l'alto.*
La Terra, il luogo del basso, è al centro dell'universo!!
- La *Terra al centro* e in ordine troveremo: la Luna, Mercurio, Venere, il Sole, Marte, Giove e Saturno.
Il tutto è racchiuso dalla sfera delle stelle fisse.
 - *Le sfere non sono semplice geometria, ma fisicamente esistenti, di un cristallo speciale, incorruttibile ed eterno la Terra sferica, ferma al centro dell'universo, sarà un'idea che si fissa nel pensiero degli studiosi e sarà difficile sradicarla.*
- *Le sue idee influenzeranno per secoli il pensiero umano, fino a Galileo!!!*



Aristarco di Samo - 310 ÷ 230 a.c.

il Sole è fermo al centro, la Terra gira

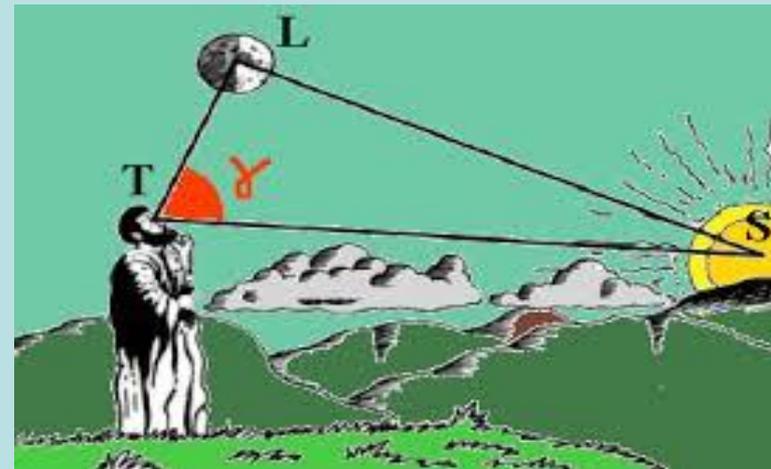
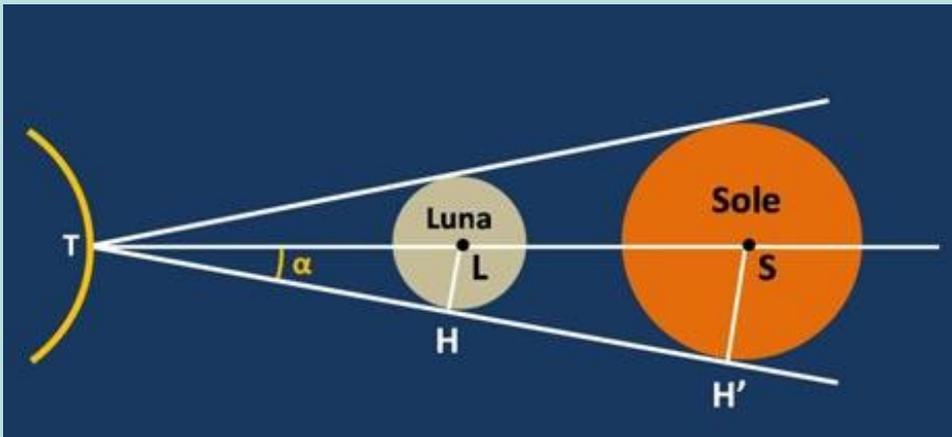
- Il ***Sole è immobile al centro*** della sfera delle stelle, pure immobili. La ***Terra gira*** invece su un'orbita circolare intorno al Sole-centro. **L'intuizione cadrà nel dimenticatoio per quasi 2 millenni fino a Copernico!!**
 - **L'asse di rotazione della Terra è inclinato**, di qui le stagioni.
 - **Ma Aristarco non si accontenta di immaginare, *vuole misurare!*** Comincia una nuova scienza, basata su misure e tenta di determinare le distanze celesti.



Aristarco

astronomo e matematico

- A lui si deve il primo tentativo di **determinare le dimensioni e le distanze** del Sole e della Luna applicando la geometria durante fenomeni di eclissi e quadrature che pubblica nell'opera «*Sulle grandezze e le distanze del Sole e della Luna*»
- I risultati ricavati, per quanto **errati** nei presupposti (determinazione dell'angolo γ) **non nel metodo**, furono utilizzati da tutti i suoi successori per più di 1500 anni. Solo verso il XVII secolo dopo le osservazioni di Copernico, Tycho Brahe, Keplero ed altri, si ebbe una determinazione corretta di queste distanze.



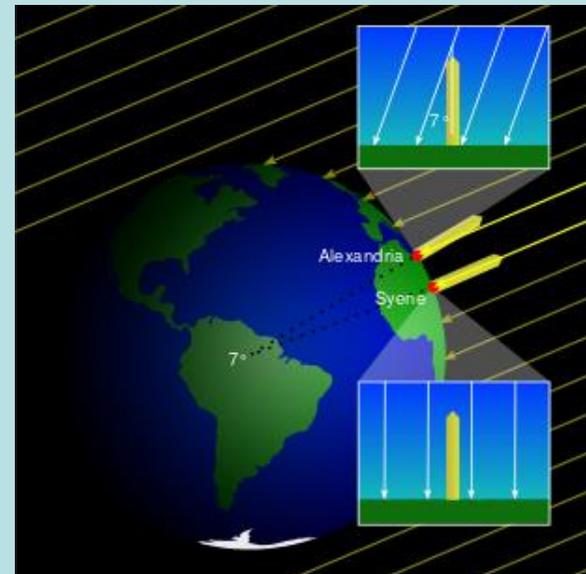
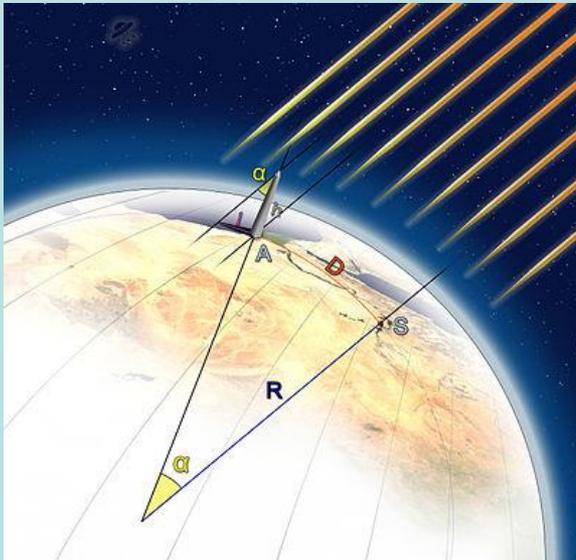
Eratostene di Cirene – 276 ÷ 194 a.c.

misura il meridiano terrestre

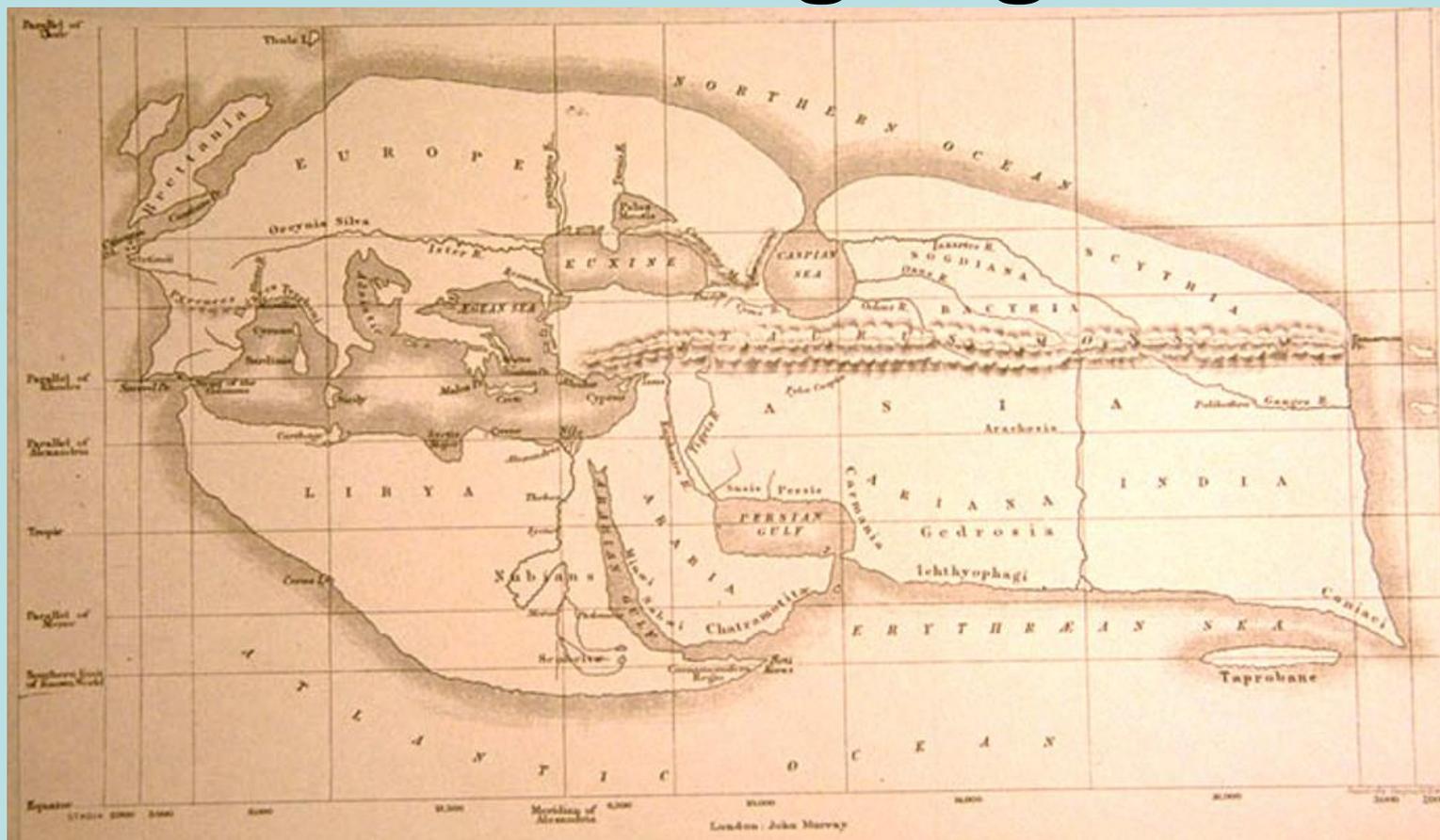
La *Terra è sferica*, ormai è accettato quasi da tutti. Per cui: si sapeva che a Siene (attuale Assuan in Egitto, sul tropico del Cancro) a mezzogiorno del *solstizio d'estate*, l'angolo tra la direzione dei raggi solari e la verticale era zero (*il fondo di un pozzo era illuminato*). In tali condizioni uno stilo (gnomone) perfettamente verticale non dà ombra.

Ad Alessandria, invece, (a nord di Siene) a mezzogiorno dello *stesso giorno*, la lunghezza dell'ombra, rapportata all'altezza dello stilo, dava, per l'*angolo* tra la direzione dei raggi solari e lo stilo, un valore di 7.2° (un cinquantesimo della circonferenza: $360/50=7,2$).

Eratostene sa che la distanza tra Siene ed Alessandria è di circa 5040 stadi e quindi con una semplice proporzione moltiplica per 50 questa distanza ed ottiene 252.000 stadi. *Tradotta in Km. 39.690! 51 Km. di differenza !!!!*
(*ci sono dubbi sul valore dello stadio greco o egizio?: da 157,5 a 180 metri*)



Eratostene geografo



Nei “**Catasterismi**” descrive le **42 costellazioni** conosciute con i relativi miti e compila un catalogo con **675 stelle**.
Conia il termine **geografia** per lo studio della Terra e introduce il sistema di coordinate sferiche con **latitudine e longitudine**

Ipparco di Nicea 190 ÷ 120 a.c.

scopre la precessione degli equinozi

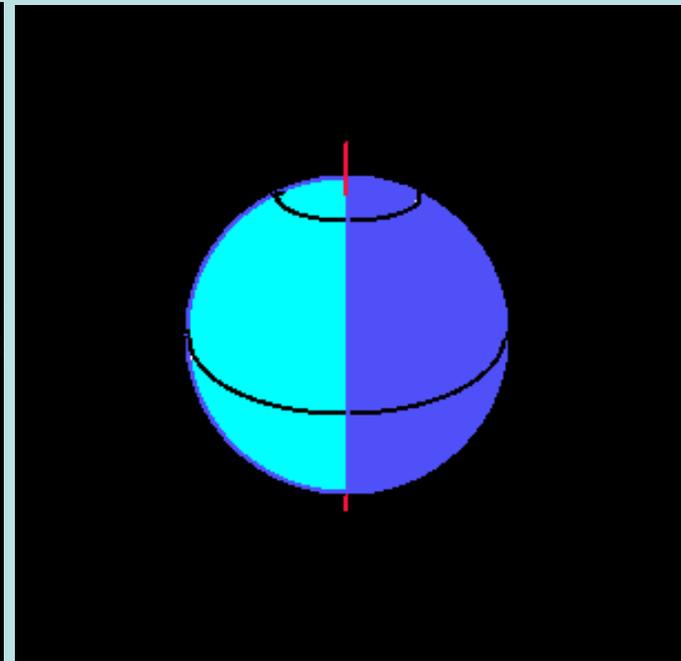
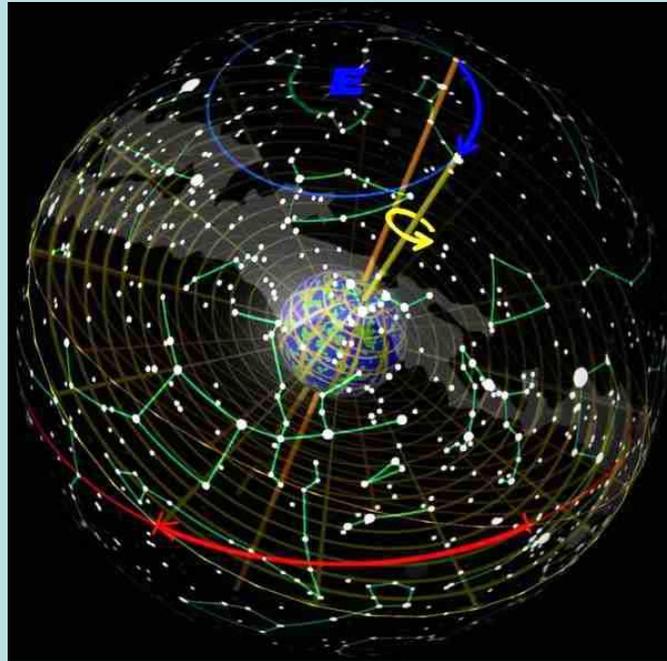
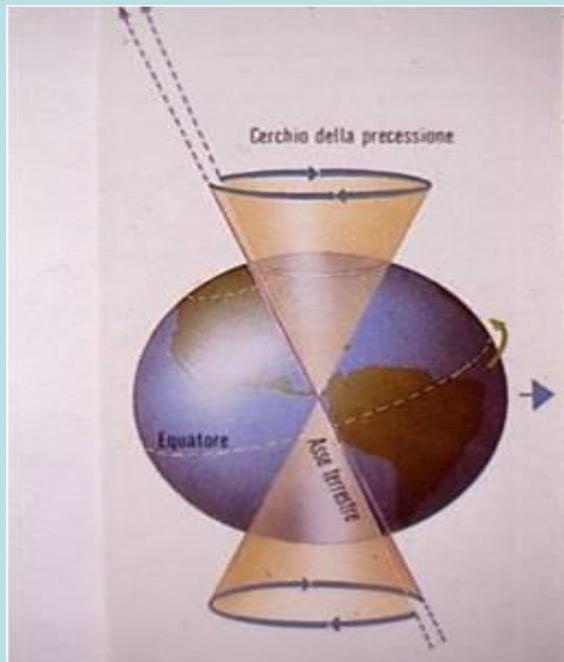


- ***Astronomo, geografo e matematico***

Nacque a Nicea (ora in Turchia) e probabilmente morì nell'isola di Rodi. E' considerato uno dei più ***grandi astronomi dell'antichità***.

- Grazie alle sue teorie sui moti solare e lunare e alle ***sue nozioni di trigonometria***, è stato il primo a sviluppare un metodo per la ***previsione delle eclissi solari***. Molte delle conoscenze sulle eclissi sono derivate dai Caldei
- Compila un ***catalogo stellare con 1080 stelle*** e ***le classifica per luminosità in sei gruppi – la magnitudine***.
- Osservando le differenze tra il suo catalogo ed i precedenti, risalenti al 260 a.c., scopre la ***precessione degli equinozi***.

Precessione degli equinozi

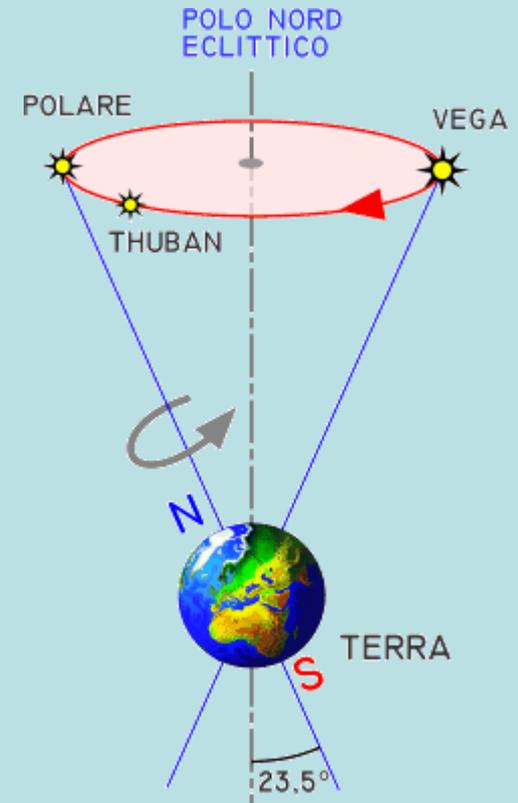
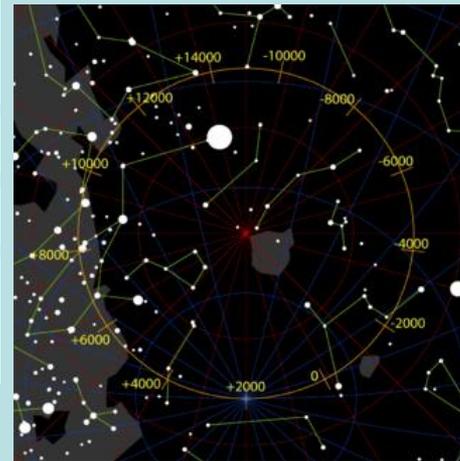
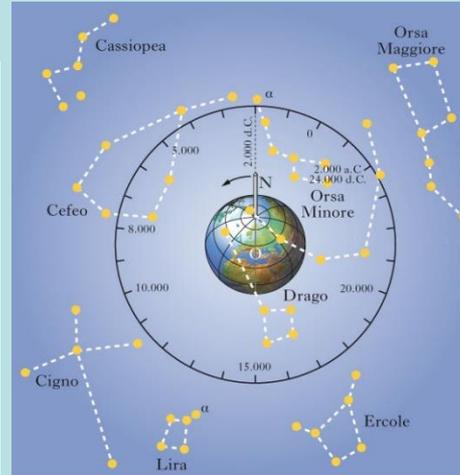


L'inclinazione dell'asse di rotazione terrestre genera un cono nella volta celeste che si completa ogni **26.000 anni circa**. Poiché la Terra è schiacciata ai poli e per effetto della gravità del Sole e della Luna, **balla sul suo asse** come una trottola provocando la **“precessione degli equinozi”**.

L'asse terrestre individua nel cielo punti, e riferimenti diversi; attualmente indica la stella Alfa nell'Orsa Minore che è chiamata appunto Polare. **Ogni 50 anni U.A.I.** **corregge la posizione delle stelle**

Le altre Polari

nel ciclo precessionale di 26.000 anni



Nel 2800 a.c. Thuban – *alfa draconis* - era la polare

Claudio Tolomeo - 100 ÷ 175 d.c.

scelte sbagliate?

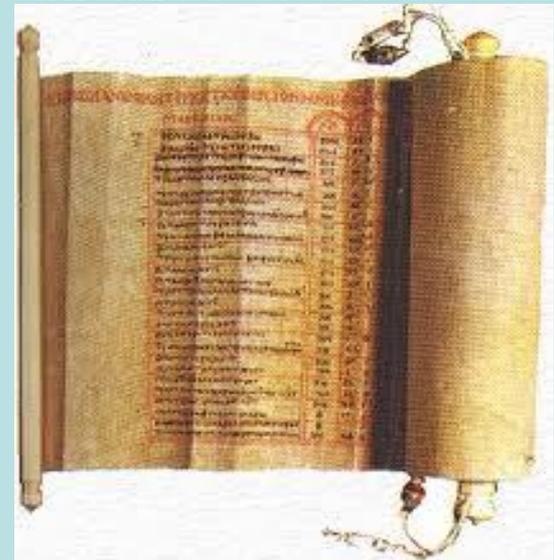
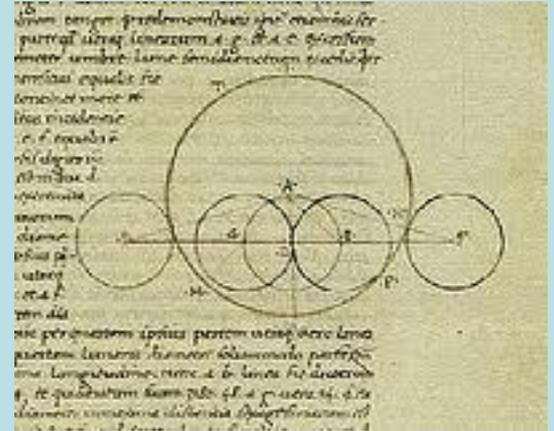
- Si forma ad Alessandria ed eredita tutto il sapere del **mondo greco** che crede in un **universo** estremamente **grande, ma non infinito**, al cui **centro è la Terra, ferma e sferica**.
- Conosce l'esistenza **dell'ipotesi eliocentrica (Aristarco)** e la scarta, non solo per motivi filosofici, ma anche per le evidenti assurdità fisiche che comporta:
- Se la Terra si muovesse **lascerebbe indietro animali** e tutto ciò che non fosse fissato ad essa, anche la stessa aria. Sono conseguenze ovvie!!
- Anche la **rotazione della Terra** intorno a un asse è **ridicola**. È contro natura che i corpi leggeri — i corpi celesti — se ne stiano fermi e che il pesante, la Terra, abbia un rapido e regolare movimento.
- Crede **nell'Astrologia scientifica** e nel suo "Tetrabilos" si scaglia contro gli astrologi ciarlatani.



Tolomeo - non segue Aristarco

ed ecco il modello Geocentrico

- Se l'avesse seguito avrebbe fatto girare Mercurio e Venere intorno al Sole, come era già stato suggerito anche da Eraclide.
- *Tolomeo*, come del resto Ipparco, *ebbe già allora tutti i dati che poi bastarono a Copernico*, per rivedere la concezione del mondo e aprire una nuova via di pensiero.
- Dunque: il *cielo è sferico* e ruota intorno a un asse fisso. Anche la *Terra è sferica ed è ferma, nel centro dell'universo. Resterà così fino a Copernico!!!*
- Scrisse in greco la sintesi matematica, detta dagli Arabi *Almagesto*, ricostruendo tutto il sapere astronomico antico compreso il catalogo delle 1080 stelle e delle 48 costellazioni classificate da Ipparco. Il trattato, tradotto poi in *arabo e latino*.





ADRIANO 76 - 138 d.c.

Pensiero dell'**Imperatore romano ADRIANO** come riportato dalla scrittrice YOURCENAR (memorie di Adriano pag.126)...

'In un mondo dove tutto non è che turbine di forze, danza di atomi, dove tutto si trova contemporaneamente in alto e in basso, al centro e alla periferia, non riescivo a farmi convinto dell'esistenza d'un globo immobile, d'un punto fisso che non fosse al tempo stesso in moto.' 58

La fine del pensiero ellenistico

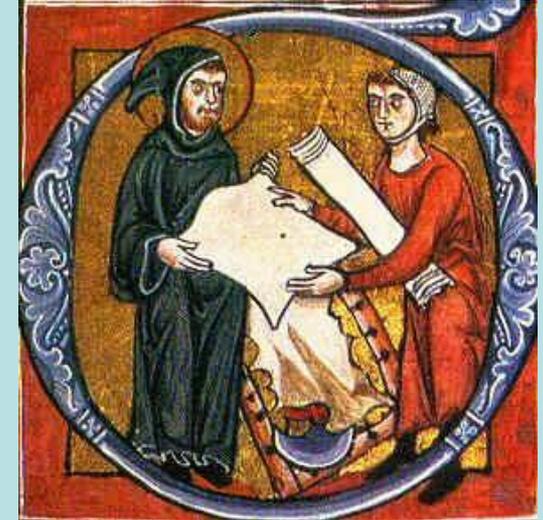
più di 1.000 anni di buio

- ° Il cristianesimo si è diffuso nell'area mediterranea. Nel 313 Costantino, con l'editto di tolleranza permette il *cristianesimo*, che nel 391 a Roma *diventa religione di stato*.
- ° Nel 476 *cade l'impero romano d'occidente*, i cui territori sono già pieni di tribù barbare. La lunga agonia del pensiero ellenistico si conclude in un misto confuso e incoerente di ellenismo, giudaismo e credenze orientali.
- ° La collaborazione tra i barbari che sanno poco e i cristiani in confusione porterà la *scienza ad uno stallo*.

Le sacre scritture

la sola verità!!

- Per i maestri cristiani *l'interpretazione dei sacri testi* diventa un'ossessione.
- *Giosuè ferma il Sole e di conseguenza è lui che gira, non la Terra!*
- *Quando la scienza non si accorda con la Bibbia, ci si spaventa e non si procede oltre.*
- L'uomo occidentale è impaurito e impoverito scientificamente .
- La storia del pensiero scientifico si arresta, e arretra verso *l'irrazionale, il magico e la superstizione.*



Ma si studia al buio proprio nel buio dei monasteri!

- Nel medioevo i *monasteri sono luoghi tranquilli* dove non si nutrono particolari ambizioni od interessi.
- Vengono *recuperati e tradotti* dai monaci libri preziosi di tutte le culture.
 - Proprio i monaci *preparano* il materiale per il *nuovo pensiero rinascimentale*.
- Ad esempio il Venerabile Beda (672-735) era certo della forma sferica della Terra.
Avendo viaggiato nota che nel nord Europa la stella polare era più alta.

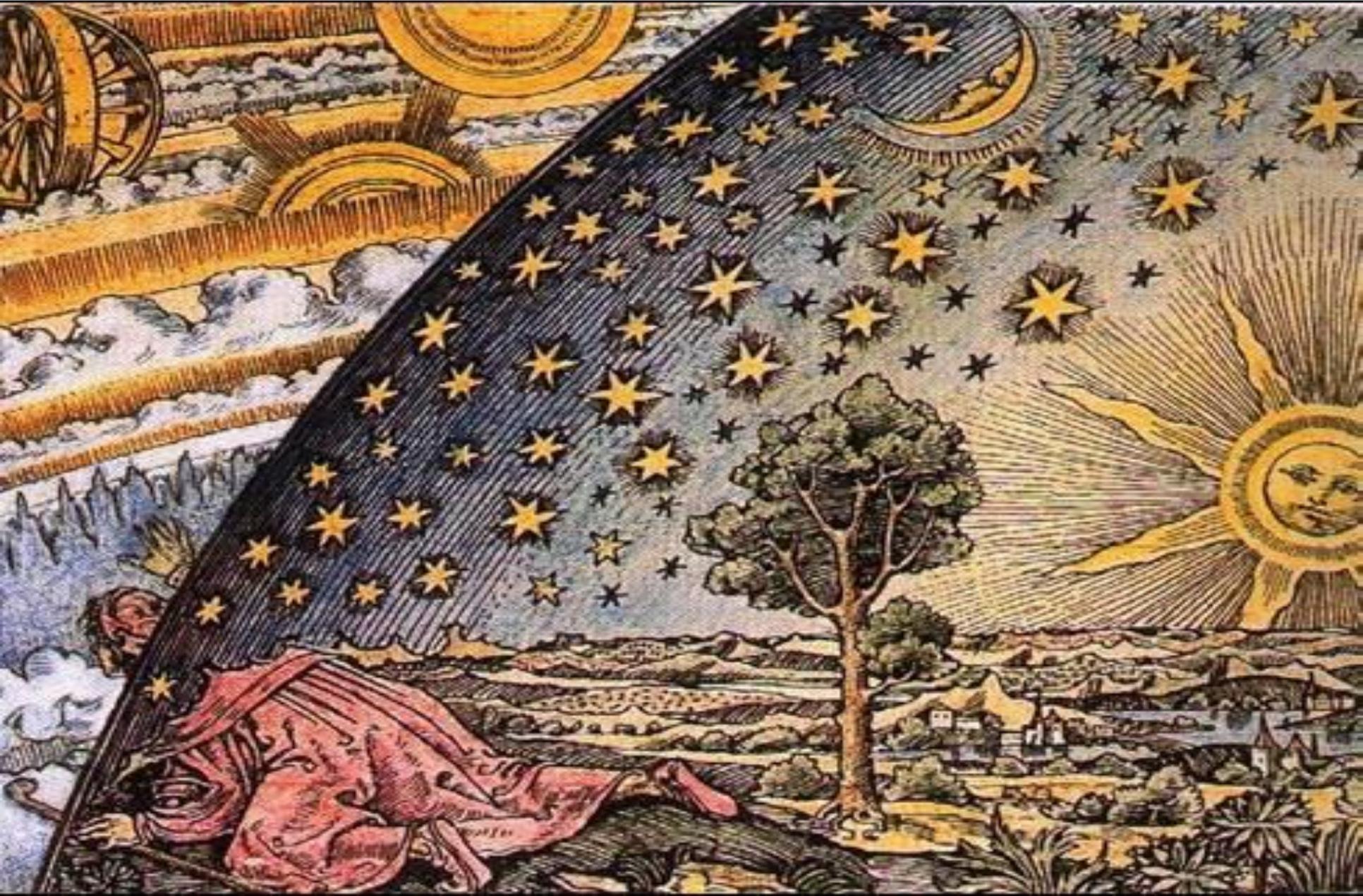


Papa Silvestro II - 999 d.c. un Papa matematico!!

- Nel 999 diventa *papa* Silvestro II un *matematico*.
- Dalla Spagna si fa mandare alcuni trattati arabi tradotti in latino. Ma è soltanto l'inizio!
- Nei secoli XII e XIII fiorisce la traduzione dei testi della scienza greca ed araba e riaprirà finalmente il *discorso scientifico* in occidente *interrotto da quasi un millennio*.



Forse ci sono altri universi là fuori!!



Finalmente Copernico - 1473 ÷ 1543

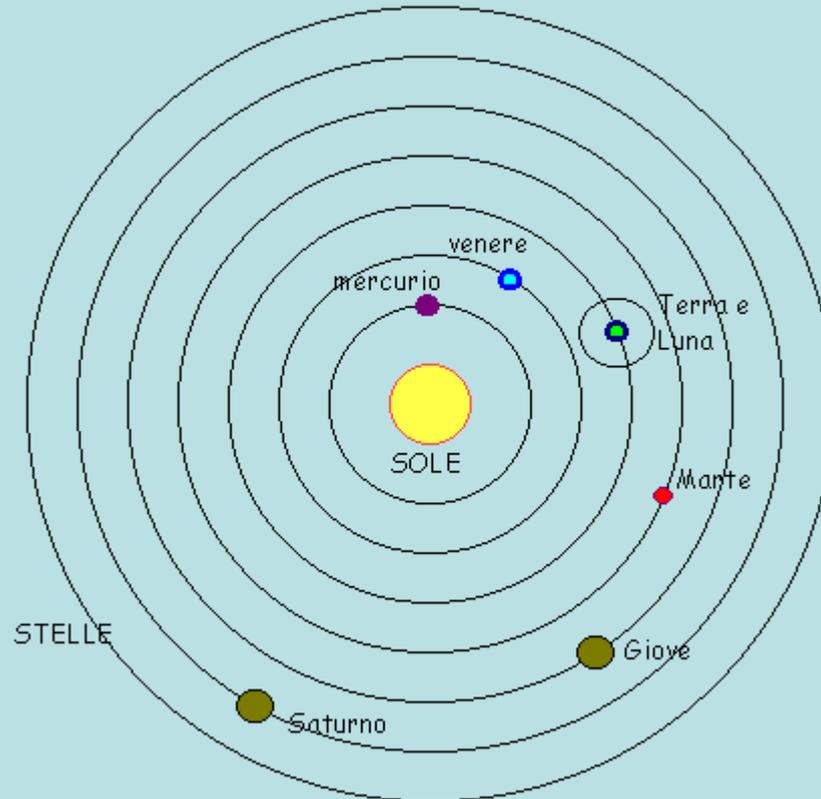
- Copernico studia, *conoscendo il greco, sui testi originali non tradotti.*
Conosce a fondo il pensiero di Aristotele e Tolomeo.
E si appassiona all'astronomia.
Non fa osservazioni. Si fida dei dati reperibili nella letteratura.
Legge però anche le *critiche al sistema Tolemaico* che peraltro erano numerose ma poco dettagliate.
Segue Tolomeo, lo studia a fondo, ne apprezza i valori, ma sa che è necessario andare avanti.
Sono ancora troppi i fenomeni poco chiari.
con l'opera
De revolutionibus orbium coelestium
- *Il mondo è sferico – la Terra è rotonda – il Sole è al centro di tutto e governa i corpi che lo circondano.*
 - *Ci son voluti 14 secoli da Tolomeo.*



Copernico sistema il mondo

Ed eccolo il mondo di Copernico!

Ci son voluti 14 secoli da Tolomeo!!! Ma ci vorrà ancora tempo perche venga accettato.

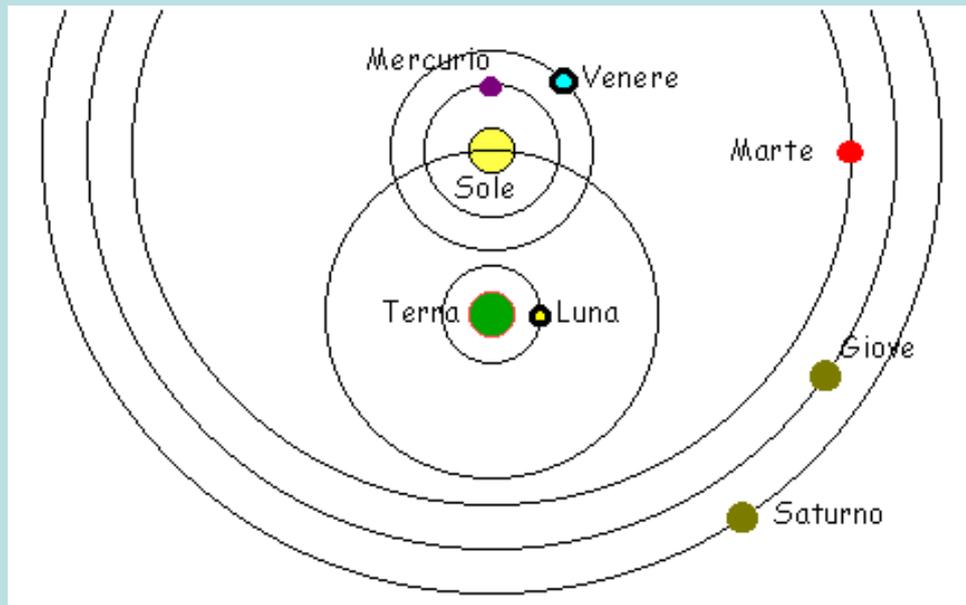


Tycho Brahe 1546 ÷ 1601

la storia non è ancora finita!!

Inventò (ma invece è quasi certo che riprese la soluzione di Eraclide) quello che viene chiamato il *Sistema Ticonico*. *La Terra al centro è dura a morire!*

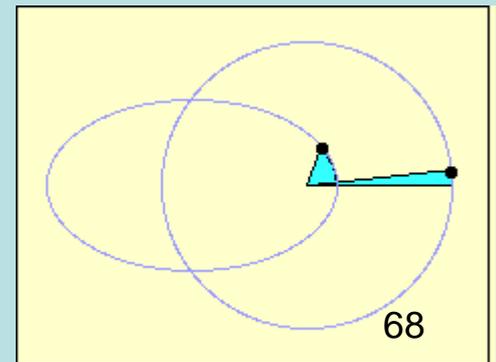
Studiò i moti dei pianeti lasciando una cospicua mole di dati ereditati da Keplero.



Keplero 1571 ÷ 1630

"il mio spirito ha misurato il cielo, ora misura la profondità della terra."

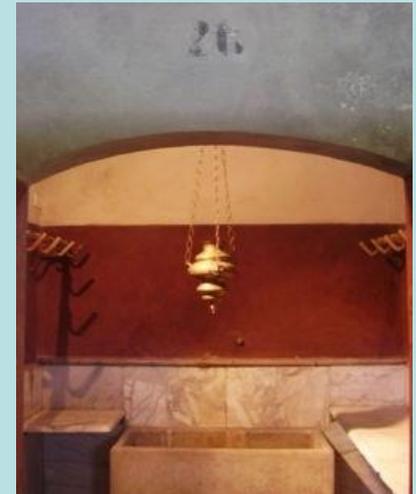
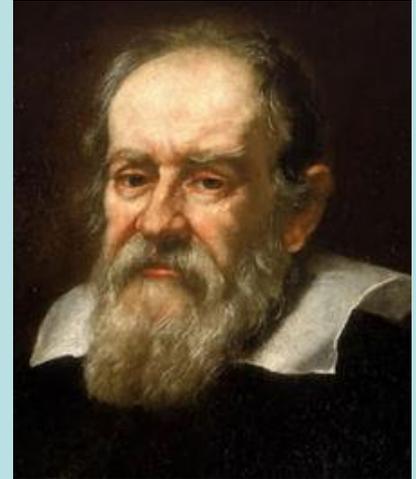
- Ereditò da **Tycho Brahe** una gran mole di dati sulle posizioni dei pianeti. I movimenti orbitali e gli altri pianeti sono visti dalla Terra, che orbita a sua volta intorno al Sole.
- Dedusse le sue **leggi sui pianeti** in base al rapporto tra le rispettive distanze dal Sole, ma le **orbite** sono **ellittiche, non circolari come dice Copernico**
- Keplero, a differenza di **Tycho Brahe**, appoggiò quindi il **modello eliocentrico** del sistema solare e partendo da questo formulò le sue **tre leggi** sui movimenti planetari che enunciò nelle **tavole rudolfine**, così chiamate in onore di Rodolfo II.



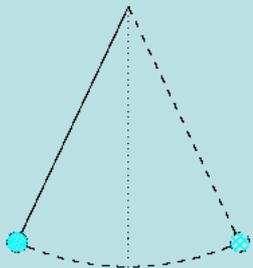
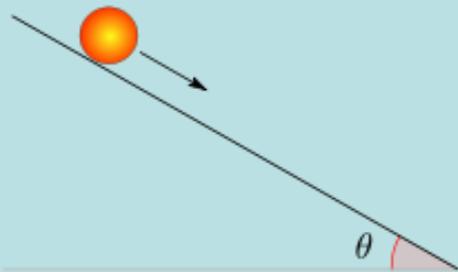
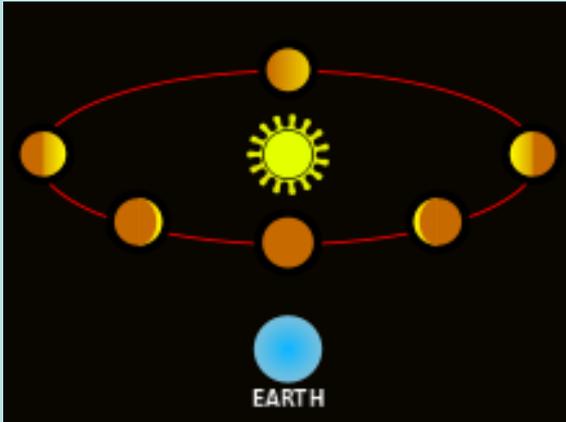
Galileo Galilei – 1564 ÷ 1642

“eppur si muove”

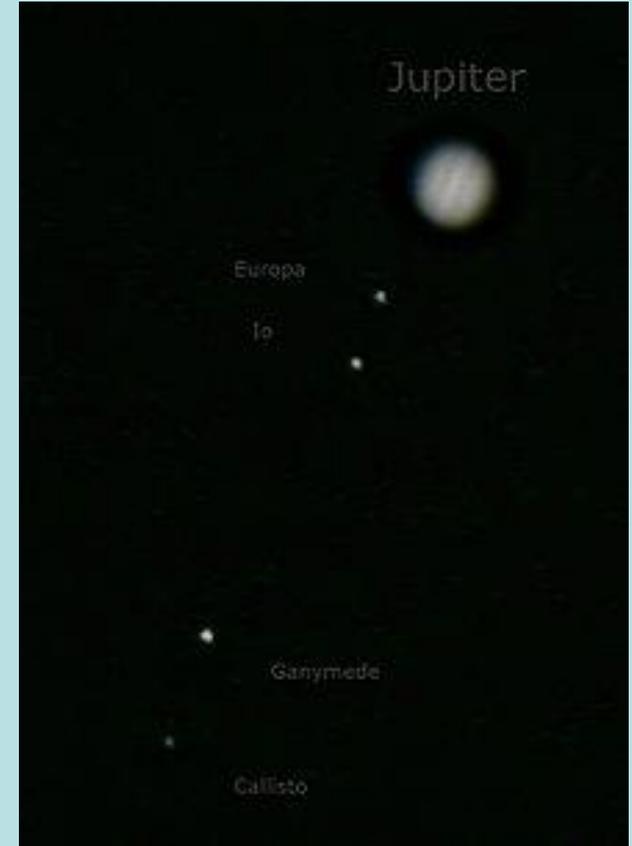
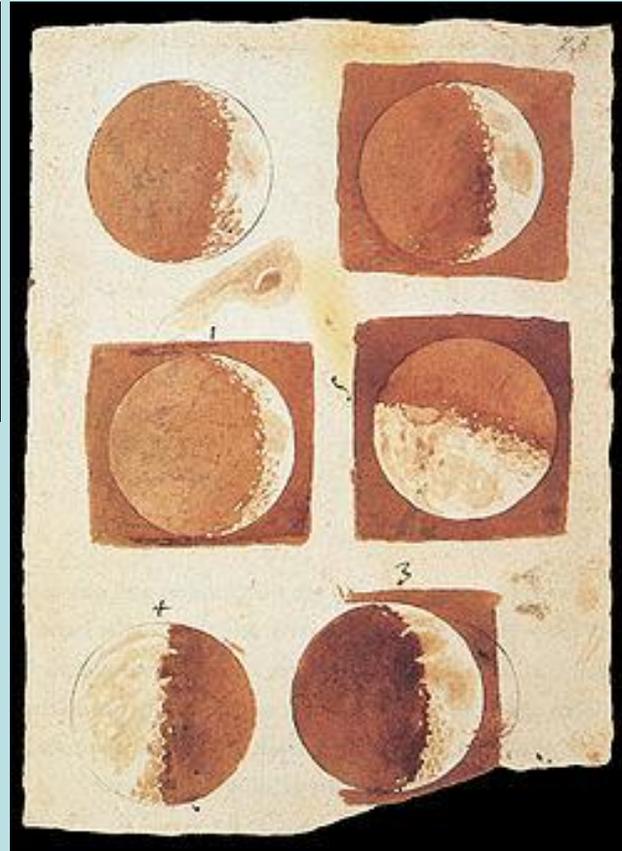
- Fisico, filosofo, astronomo e matematico, uno dei *più grandi scienziati dell'epoca moderna.*
- *Perfezionò e usò il cannocchiale* come strumento per le osservazioni astronomiche. Il cannocchiale non era una sua invenzione (artigiani olandesi e italiani ne avevano già costruiti) ma egli apportò miglioramenti decisivi conoscendo le tecniche dei vetrai di Murano. *Ricomincia l'era sperimentale!*
- Il suo nome è associato ad importanti contributi in cinematica (*principio di inerzia, legge della caduta dei gravi, leggi del pendolo..*) ed in astronomia (con la scoperta della *rotazione del Sole, delle macchie solari, delle montagne della Luna, dei satelliti di Giove, delle fasi di Venere*) ed all'introduzione del *metodo scientifico* (motto: *Provare e riprovare*).



Galileo - le scoperte

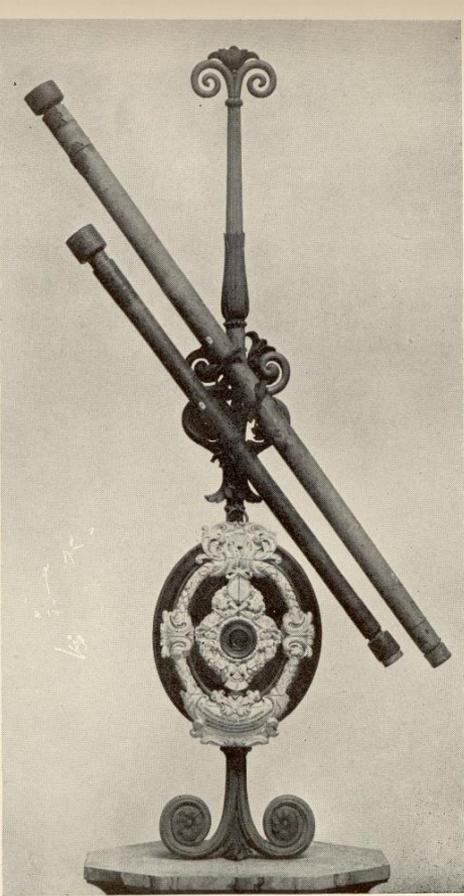


$$T = 2\pi\sqrt{l/g}$$

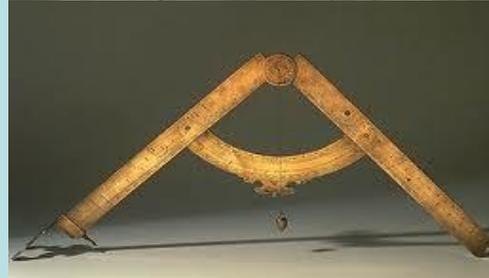
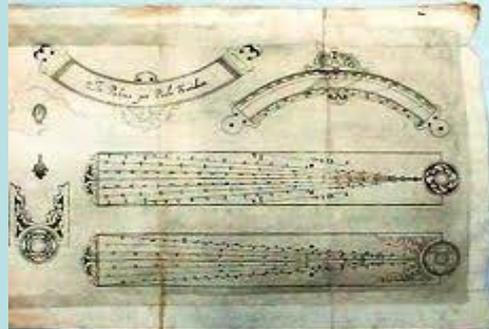


Fasi e crateri lunari – fasi di Venere – satelliti di Giove – leggi del pendolo – misura accelerazione di gravità.

Galileo – gli strumenti



Galileo's Telescopes
The cracked lens is mounted in centre



Galileo presenta il cannone occhiale al Doge di Venezia

Telescopio – compasso per calcoli militari e nautici

Galileo – il processo

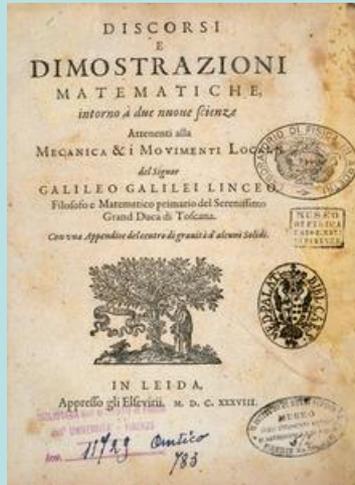


Accusato di voler sovvertire la filosofia naturale aristotelica e le Sacre Scritture, accettando il sistema Copernicano, (*Dialogo sui massimi sistemi del mondo*) Galileo *venne condannato come eretico* dalla Chiesa Cattolica e costretto, il 22 giugno 1633, all'*abiura* delle sue concezioni astronomiche.

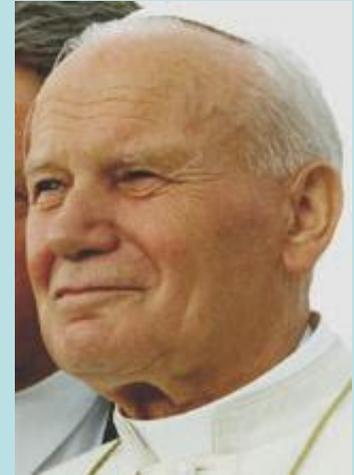
Condanna e riabilitazione postuma

Condannato al carcere e alla **recitazione dei «salmi penitenziali»** passò gli ultimi anni confinato nella **sua casa di Arcetri**, poté proseguire i suoi esperimenti e mantenere i contatti col mondo scientifico esterno, anche se sorvegliato «discretamente». Alla fine riuscì a pubblicare, nei Paesi Bassi, il suo trattato:

Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze (1638)



*Morte di Galileo – G. Lodi
8 gennaio 1642, Arcetri
Riabilitazione postuma*



Dopo ben 359 anni, 4 mesi e 9 giorni, il 31 ottobre 1992, Galileo Galilei «torna ad essere nuovamente un **"figlio legittimo" della Chiesa cattolica**». Riabilitato dalla Pontificia accademia delle scienze, presieduta da **Giovanni Paolo II**.⁷³

EFFETTI DELLA CONDANNA

- *La condanna di Galileo rallentò il decorso della scienza, ma nel Seicento si verificò comunque un grande progresso nelle conoscenze scientifiche, definito nell'insieme dagli storici come “rivoluzione scientifica”*
 - Enorme rilievo ebbero gli studi di *Isaac Newton* (1642-1727) che formulò la *legge di gravitazione universale*. Ma alla rivoluzione scientifica contribuirono anche numerosi altri grandissimi studiosi, come i francesi *Cartesio e Pascal*, i tedeschi *Keplero e Leibniz*, l'italiano *Torricelli*, l'inglese *Boyle*.
- **Il mondo si arrende di fronte alle evidenze sperimentali, ma la Chiesa resistera' a lungo.**



**Il Gruppo Astrofili Eporediesi
ringrazia
UNITRE di Ivrea**



15-01-2012 h 15,23 posa 1/1250 sec. iso 1600 rifrattore 80 ED fcc.600 mm + prisma
di Hasekai proiez. oculare 24 mm fotoc. Canon 450D
Volo BA560 British Airways da Londra 13,45 a Roma 16,15 AIRBUS A319-131
Altitudine 11860 m velocità 830 Km/h ripreso d Sandigliano BI nei pressi della verticale di Ciriè

Foto Silvano Fiamma

09-01-2012 h 7,00 la Luna tramonta alle spalle
del redentore al 2370m della colma di mombarone
fotoc. Canon 450D obb. 300mm esp 1/200 iso 100
ripresa dal parcheggio cimit Gaglianico

Foto Silvano F.

15 Nov 2016 h 01,57
Singlin Valtournenche Ao
transito Ios sulla super Luna
Foto A. & S. Fiamma