

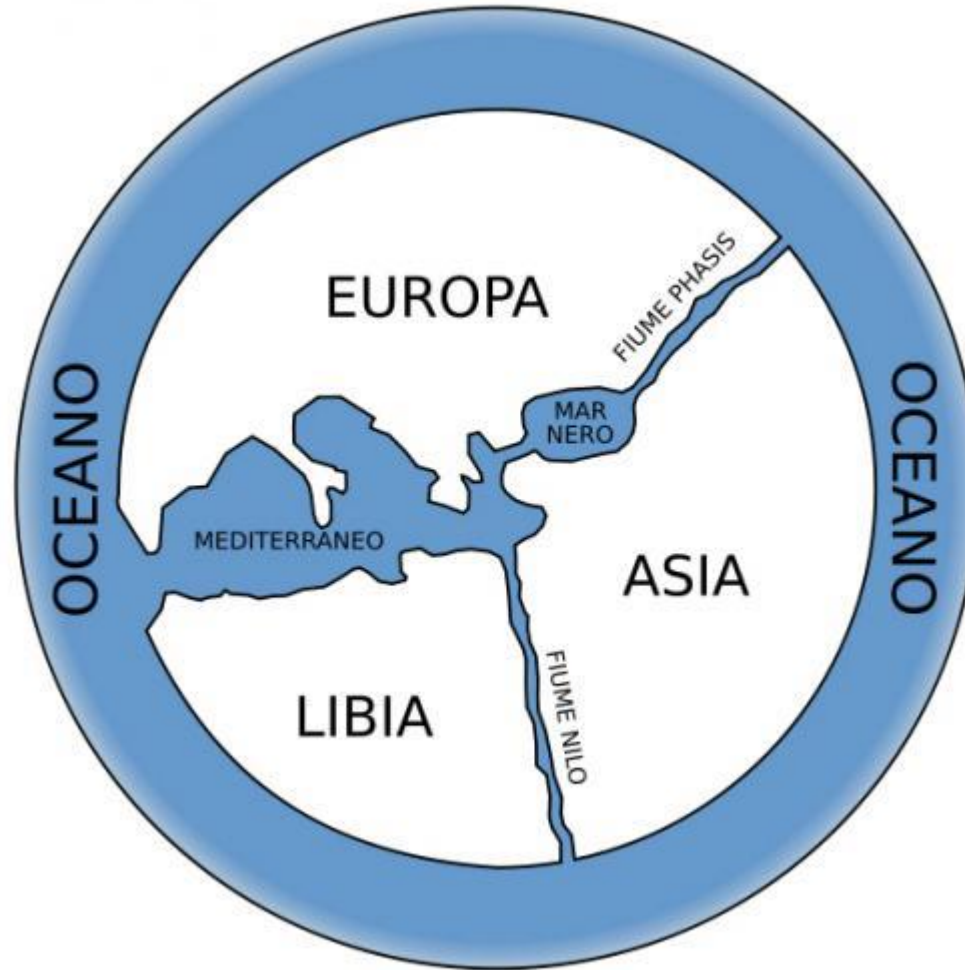
STORIA DELL'ASTRONOMIA

Il cielo stellato ha richiamato l'attenzione già dell'uomo primitivo e il ripetersi di certi fenomeni naturali gli ha permesso di fare previsioni sempre più precise e importanti riguardanti le fasi lunari, la durata della notte, l'avvicinarsi delle stagioni e perfino le eclissi di luna e di sole.

In questa fase prescientifica l'astronomia conobbe uno sviluppo diversificato in vari luoghi, condizionato senz'altro dall'ambiente, e si arricchì di osservazioni che sono servite come riferimento e base per tutti quelli che hanno rivolto la loro attenzione al cielo e a tutti i fenomeni naturali in stretto rapporto con i corpi celesti.

Fissare dei punti di riferimento nel cielo era dunque un'esigenza vitale per gli antichi, affinché con essi potessero scandire i loro momenti cruciali. Il sorgere del Sole, le fasi lunari, il ciclo stagionale ed ogni altro evento astronomico periodico erano dunque dei preziosi riferimenti che in qualche modo segnavano la loro stessa esistenza.

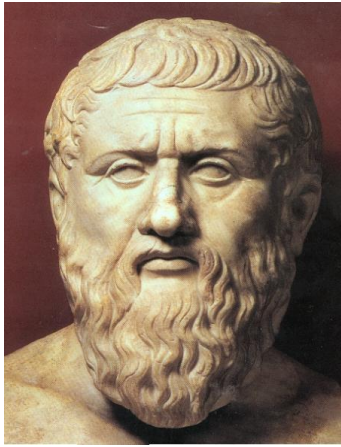
Talete, Anassimandro ed Anassimene



Anticamente i greci ritenevano che tutti i corpi celesti, dopo aver compiuto il loro percorso sulla semisfera celeste, si immergessero nei flutti di Oceano e girassero in qualche modo intorno all'orizzonte verso nord, riapparendo più tardi ad est al momento del loro sorgere.

La sfericità della Terra al centro dell'universo, fu teorizzata da Pitagora intorno al 500 A.C. e confermata da Aristotele con l'osservazione delle eclissi lunari: la terra infatti proiettava sempre un'ombra circolare sulla luna, compatibile solo con una forma sferica del solido.



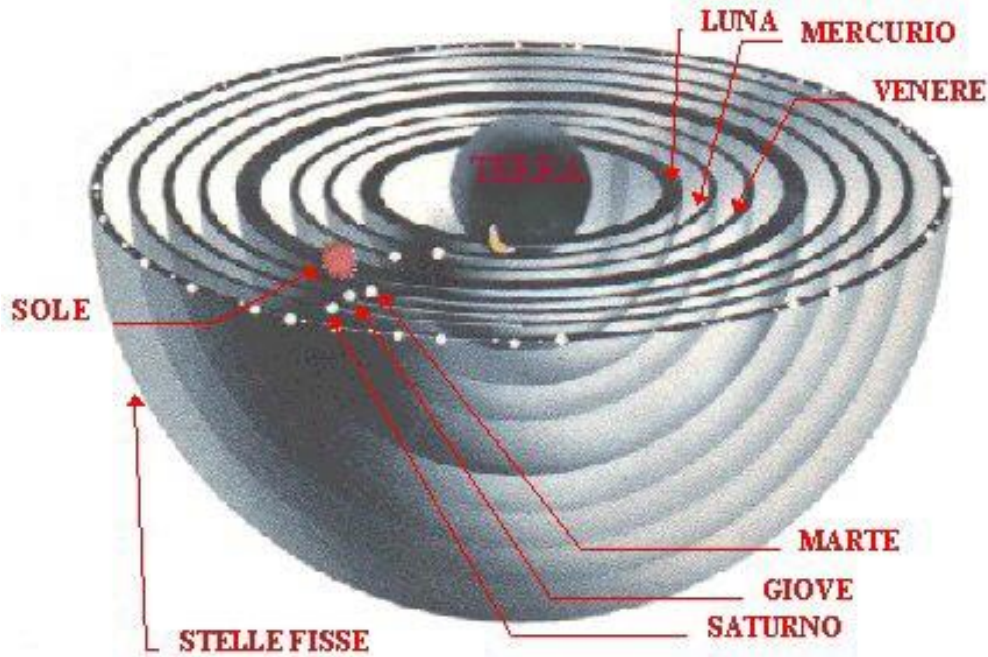


PLATONE 428 a.C-348 a.C

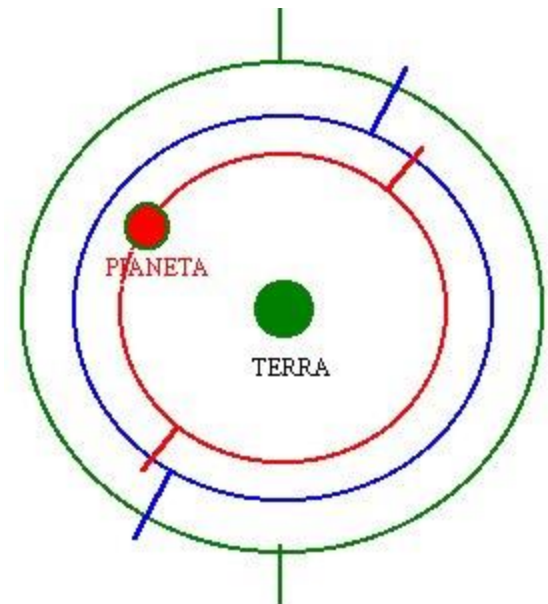
La Terra è immobile e sferica, centro e fine di tutte le cose.

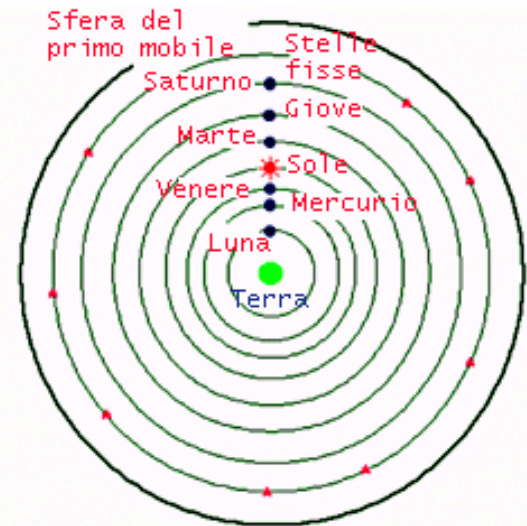
I pianeti, il Sole, la Luna e tutti gli altri corpi celesti le orbitano attorno.

Eudosso da Cnido (408-355 a.C.)



Nel suo modello i corpi celesti stanno su sfere concentriche rispetto alla Terra che è considerata immobile al centro dell'universo. La sfera più esterna è quella delle stelle fisse e si muove di moto circolare uniforme. Gli altri corpi celesti sono collocati su sette gruppi di sfere, tre per il Sole, tre per la Luna e quattro per ciascuno dei cinque pianeti, per un totale di ventisette sfere. Le sfere sono tutte concentriche e ciascuna di esse all'interno del proprio gruppo ruota intorno a un asse differente.





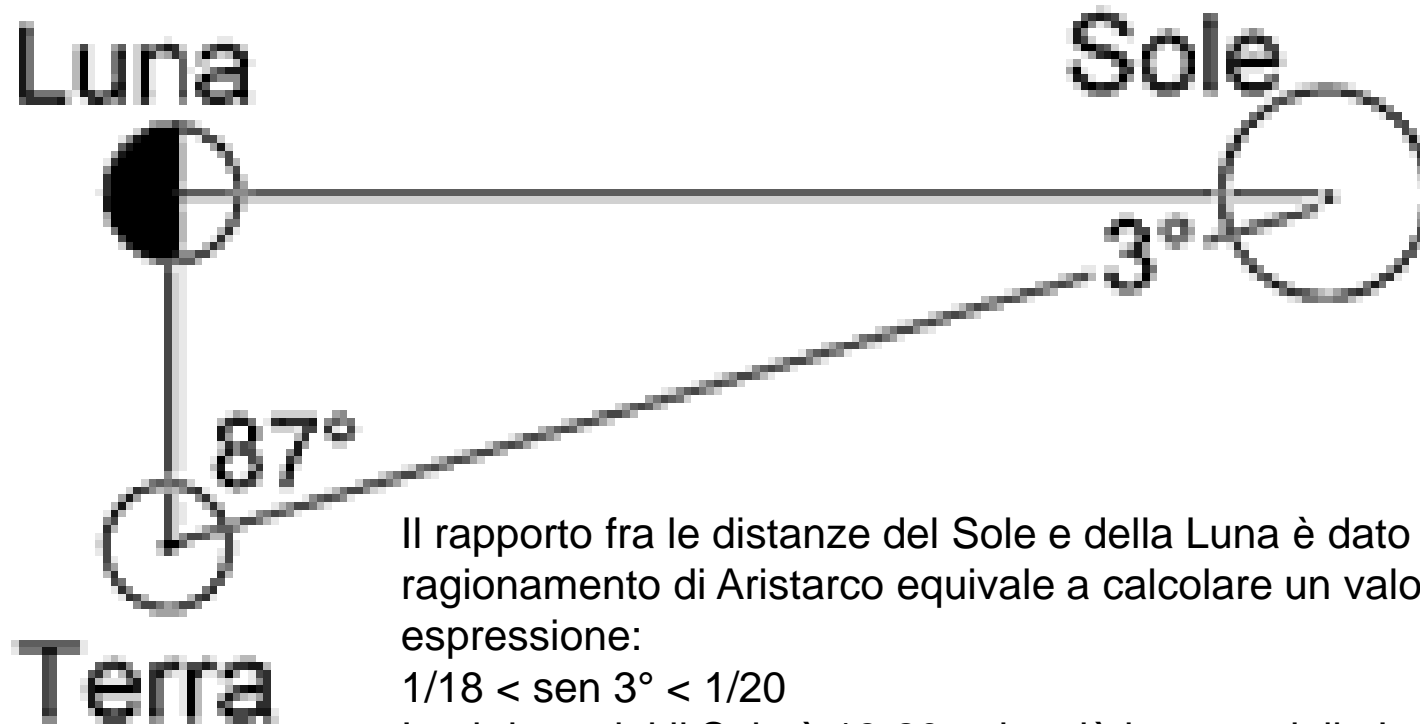
Universo di Aristotele

(384 a.C. - 322 a.C.)

Il sistema delle sfere ha una valenza calcolatoria ed ipotetica in Eudosso;
una valenza fisica in Aristotele. Le sfere sono piene, compatte e impenetrabili: su di esse sono infissi i corpi celesti, che quindi sono immobili e non possono ruotare. Vengono evidenziate anomalie del sistema delle sfere: le variazioni di luminosità di Venere e Marte. Questo conduce alla necessità di moltiplicare il numero delle sfere, fino a 55. Le sfere, che per Eudosso erano solo dei supporti geometrici per descrivere il moto planetario, assumono per Aristotele una realtà fisica

Aristarco di Samo 310 a.C. – 230 a.C.

1800 anni prima di Copernico propose la prima teoria eliocentrica, anche se ancora improntata sul classico sistema di sfere, e tentò per primo di misurare le distanze fra la Terra e la Luna ed il Sole. Secondo una attendibile testimonianza di Archimede, Aristarco di Samo (nato verso il 310 a.C.) giunge per primo a ipotizzare una teoria eliocentrica nella quale tutti i pianeti girano attorno al Sole, e il Sole gira attorno alla Terra. Siamo molto vicini alla teoria eliocentrica attuale. Aristarco stesso aveva compreso anche che in questo modo non aveva molta importanza se fosse il Sole a girare attorno alla Terra oppure la Terra attorno al Sole, perché le due ipotesi erano quasi equivalenti.



Il rapporto fra le distanze del Sole e della Luna è dato da $\sin 3^\circ$; il ragionamento di Aristarco equivale a calcolare un valore per questa espressione:

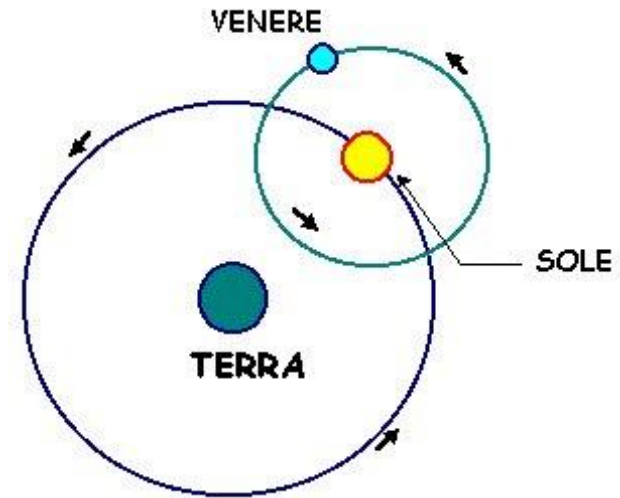
$$1/18 < \sin 3^\circ < 1/20$$

In altri termini il Sole è 18-20 volte più lontano della Luna.

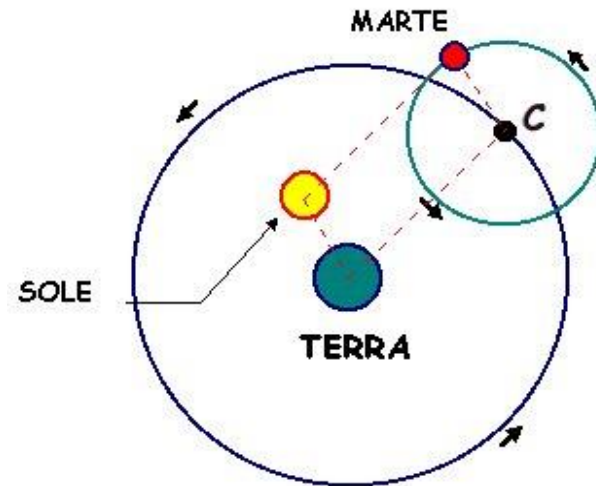
La distanza angolare fra Sole e Luna viene stimata da Aristarco in 87° . In realtà il valore corretto è di circa $89^\circ 51'$, che porta il rapporto fra le due distanze a circa 400 volte. L'errore deriva dalla difficoltà di misurare esattamente l'angolo formato fra il Sole e la Luna e dalla difficoltà di calcolare ed osservare il momento esatto in cui la parte illuminata della Luna è del 50% (i valori oggi correntemente usati sono: distanza media della Luna: 384 400 km; distanza media del Sole: 149 600 000 km; il rapporto fra le due distanze è quindi circa uguale a 389.2).

Eraclide Pontico (390-310 a.C.)

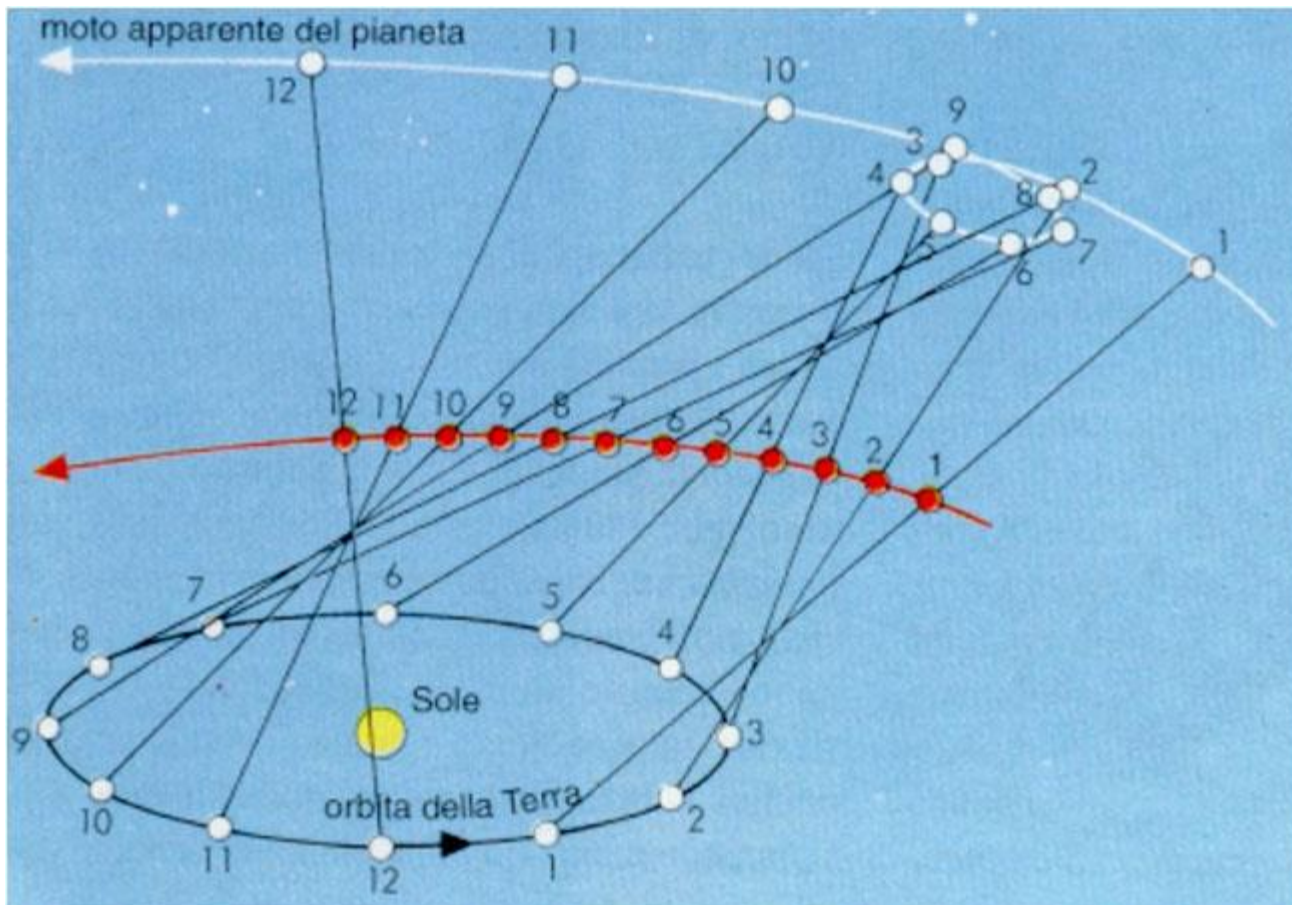
La teoria degli epicicli prevede, per un pianeta interno come ad esempio Venere, un sistema di questo tipo. Il Sole ruota attorno alla Terra e Venere, a sua volta, ruota attorno al Sole. Venere quindi esegue un piccolo "ciclo" che si trova su un'orbita più grande. (Il termine "epì" in greco significa "sopra")



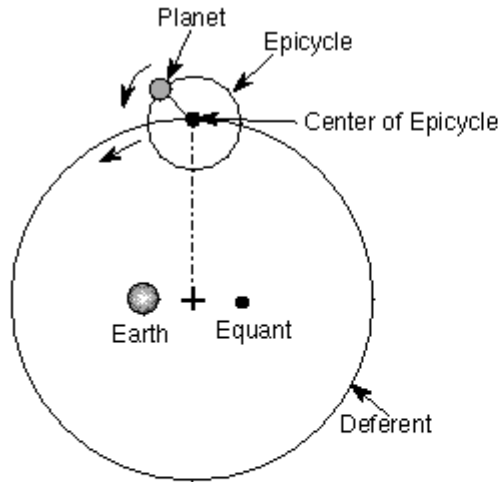
Per un pianeta esterno, come ad esempio Marte, le cose si complicano: il pianeta ruota attorno ad un centro C con lo stesso periodo di rotazione del Sole attorno alla Terra e, nello stesso tempo, il centro C ruota attorno alla Terra con lo stesso periodo di rotazione di Marte attorno al Sole. Non si sa con precisione se la spiegazione dell'orbita di Marte sia propria di Eraclide o se si tratta di una elaborazione di un pitagorico a lui vicino.



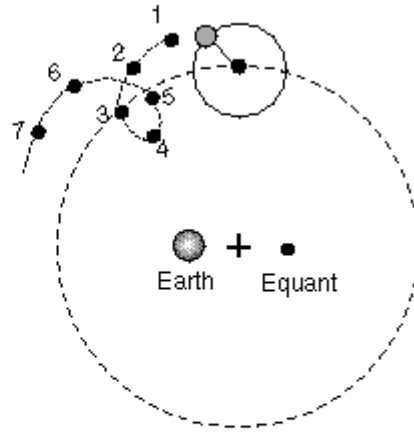
Venivano spiegati in questo modo, sia i moti retrogradi (a causa del moto dell'epiciclo, nessun pianeta appare ruotare attorno alla Terra a velocità uniforme e sempre da ovest verso est, ma agli occhi di un osservatore terrestre, esso percorre, a ritmi regolari, anche un moto retrogrado - da est verso ovest) sia le variazioni di luminosità (il pianeta si avvicina e si allontana dalla Terra).



Claudio Tolomeo (100-175 d.C)



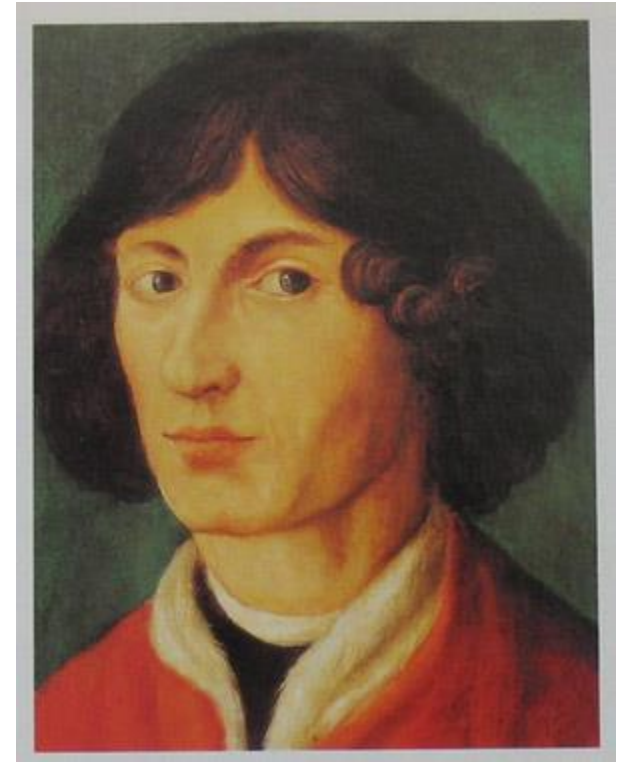
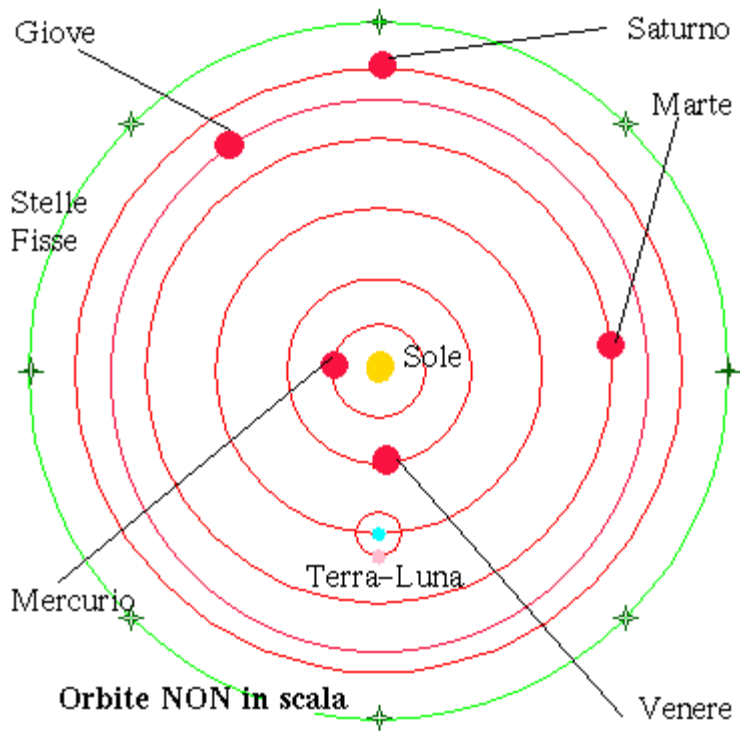
Center of epicycle moves counterclockwise on deferent and epicycle moves counterclockwise. Epicycle speed is uniform with respect to equant. The combined motion is shown at right.



Deferent motion is in direction of point 1 to 7 but planet's epicycle carries it on cycloid path (points 1 through 7) so that from points 3 through 5 the planet moves backward (retrograde).



Nel sistema tolemaico il moto proprio dei pianeti risulta dalla composizione di epicicli e deferenti: il deferente è però eccentrico rispetto alla Terra e il moto del centro dell'epiciclo lungo il deferente è uniforme rispetto ad un punto (equante) simmetrico della Terra rispetto al centro del deferente stesso



Anche se l'idea del Sole immobile al centro dell'Universo cominciava ad essere avanzata da vari pensatori, Copernico fu il primo a costruire su questa ipotesi un sistema planetario completo ed autonomo in grado di poter prevedere tutti i fenomeni celesti.

Niccolò Copernico

Toruń, 19 febbraio 1473 – Frombork, 24 maggio 1543

Non vi è un unico punto centro delle orbite celesti e delle sfere celesti;

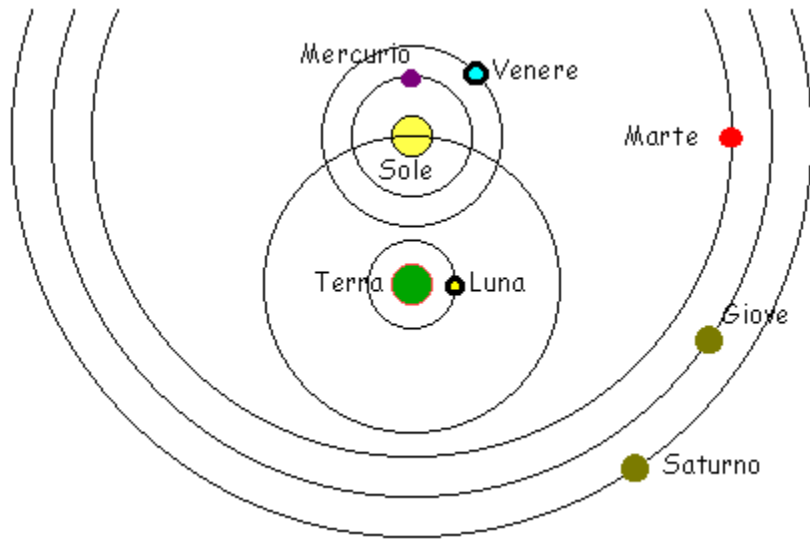
Il centro della Terra non è il centro dell'Universo, ma solo il centro della massa terrestre;

La distanza fra la Terra ed il Sole, paragonata alla distanza fra la Terra e le stelle del Firmamento, è infinitamente piccola;

Il movimento del Sole durante il giorno è solo apparente, e rappresenta l'effetto di una rotazione che la Terra compie intorno al proprio asse durante le 24 ore, rotazione sempre parallela a se stessa;

La Terra (insieme alla Luna, ed esattamente come gli altri pianeti) si muove intorno al Sole ed i movimenti che questo sembra compiere (durante il giorno e nelle diverse stagioni dell'anno, attraverso lo Zodiaco) altro non sono che l'effetto del reale movimento della Terra;

I movimenti della Terra e degli altri pianeti intorno al Sole possono spiegare le stagioni, le stagioni e le altre particolarità dei movimenti planetari.



Tycho Brahe (1546-1601)



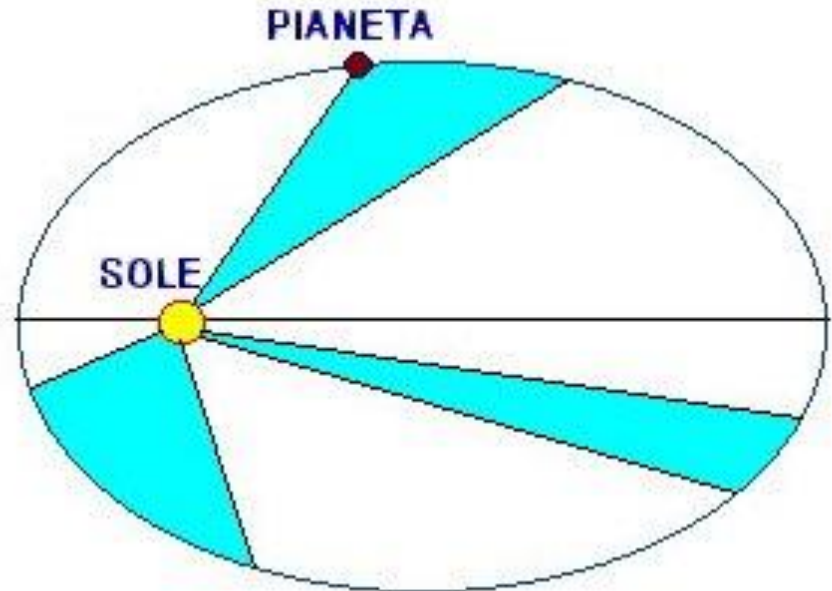
Divenne famoso nel 1573 pubblicando un resoconto delle sue osservazioni della stella nuova (che oggi chiameremmo supernova) comparsa nel 1572 nella costellazione di Cassiopea.

Il re di Danimarca gli affidò allora in uso perpetuo l'isola di Hven, su cui Tycho fece costruire il grande osservatorio astronomico di Uraniborg.

La più importante innovazione di Keplero fu quella di riuscire a liberarsi dal pregiudizio che le orbite dei pianeti dovessero essere necessariamente circolari o comunque composte da moti circolari. Egli infatti, oltre a riaffermare l'ipotesi eliocentrica, fu il primo a proporre un modello di orbite ellittiche per descrivere il movimento dei pianeti intorno al Sole.



Johannes Kepler
1571 - 1630





gli anelli di Saturno

macchie solari

nebulose

i 4 satelliti di Giove

superficie ruvida della Luna



Galileo Galilei 1564-1642

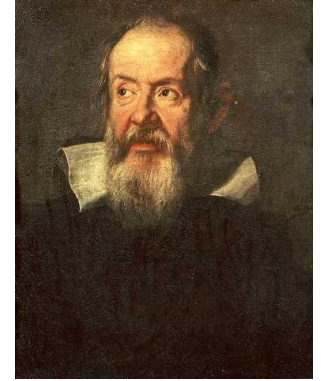
In aperto contrasto con la tradizione che voleva i corpi celesti perfettamente sferici e levigati, la superficie lunare, osservata al telescopio, presentava avvallamenti e protuberanze.

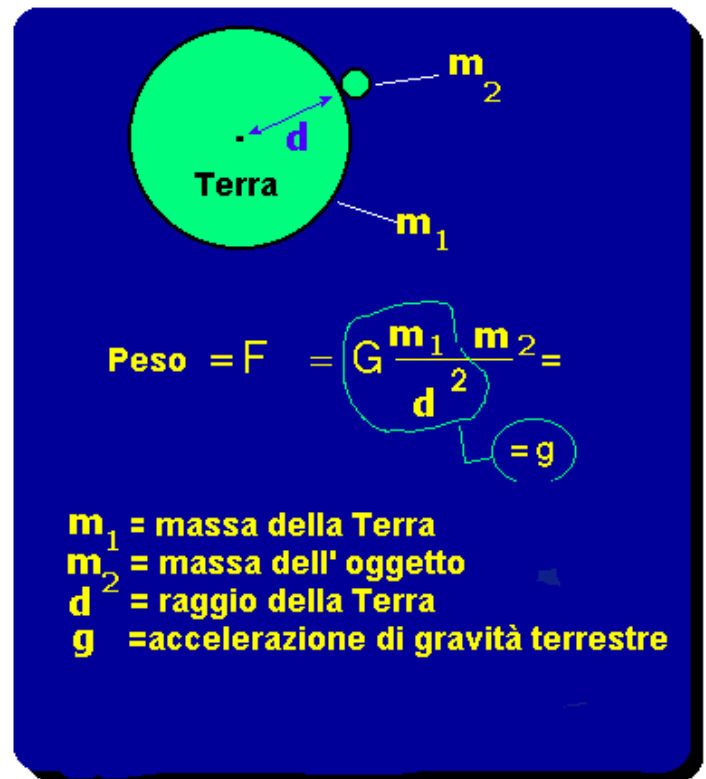
Il fatto che anche Giove possedesse dei satelliti, cioè che fosse anch'esso un centro del moto, se non era una conferma della teoria copernicana, confutava però quella tolemaica.

Secondo la cosmologia aristotelica, tutti i corpi celesti erano sferici e perfetti, ma le prime osservazioni di Saturno al telescopio costituirono una vera sorpresa. *"....Saturno non e' un astro singolo, ma e' composto di tre corpi, che quasi si toccano, e non cambiano ne' si muovono l'uno rispetto all'altro, e sono disposti in fila lungo lo zodiaco, e quello centrale e' tre volte piu' grande degli altri due...."*

Il fatto che il Sole presentasse delle irregolarità sulla sua superficie e che il suo aspetto variasse nel tempo, era anch'esso una prova a sfavore della teoria tolemaica, secondo la quale ogni cosa appartenente al regno celeste era perfetta e immutabile.

Non basta guardare,
occorre guardare con
occhi che vogliono
vedere, che credono in
quello che vedono.





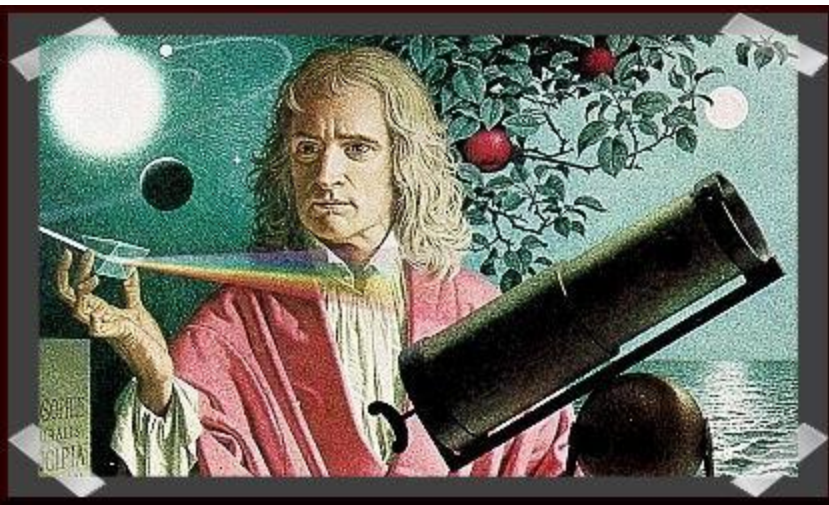
$$F = G(m_1 m_2) / d^2,$$

dove **G** è la **costante di gravitazione** $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$

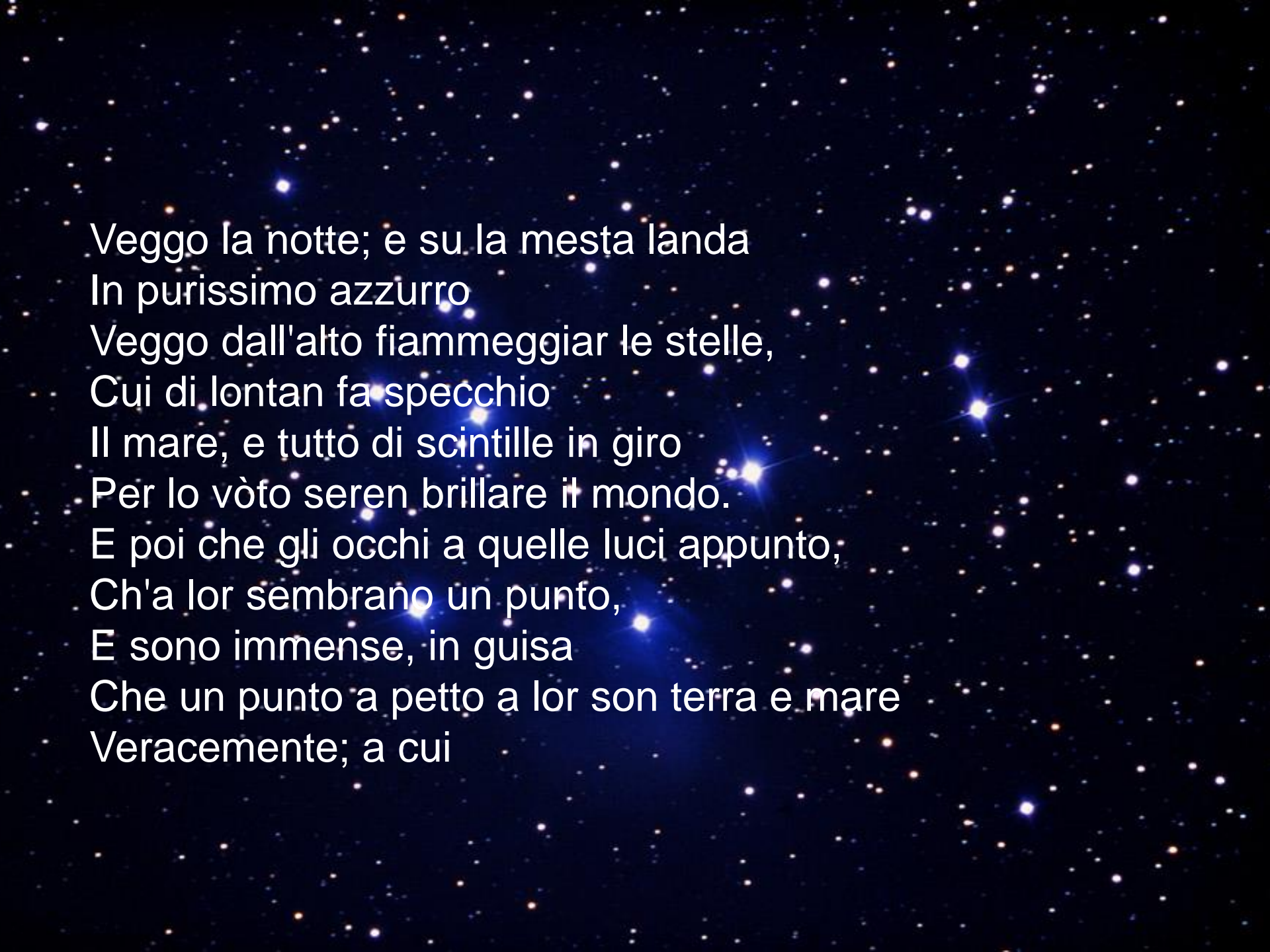
Ad esempio se m_1 = massa della Terra ed m_2 = massa di un corpo materiale in caduta libera nel campo gravitazionale terrestre si verifica facilmente (vedi figura a lato) che l'accelerazione di gravità è $g = G(m_1) / d^2$,

La teoria della gravitazione universale nasce ufficialmente nel 1687, anno in cui viene dato alle stampe l'opera principale di Isaac Newton (1642 - 1727), i "Principi Matematici della Filosofia Naturale"

Non so come il mondo potrà giudicarmi ma a me sembra soltanto di essere un bambino che gioca sulla spiaggia, e di essermi divertito a trovare ogni tanto un sasso o una conchiglia più bella del solito, mentre l'oceano della verità giaceva insondato davanti a me.



"Se ho potuto vedere più lontano degli altri, è perché sono salito sulle spalle dei giganti".



Veggio la notte; e su la mesta landa
In purissimo azzurro
Veggio dall'alto fiammeggiar le stelle,
Cui di lontan fa specchio
Il mare, e tutto di scintille in giro
Per lo vòto seren brillare il mondo.
E poi che gli occhi a quelle luci appunto,
Ch'a lor sembrano un punto,
E sono immense, in guisa
Che un punto a petto a lor son terra e mare
Veracemente; a cui

L'uomo non pur, ma questo
Globo ove l'uomo è nulla,
Sconosciuto è del tutto; e quando miro
Quegli ancor più senz'alcun fin remoti
Nodi quasi di stelle,
Ch'a noi paion qual nebbia, a cui non l'uomo
E non la terra sol, ma tutte in uno,
Del numero infinite e della mole,
Con l'aureo sole insiem, le nostre stelle
O sono ignote, o così paion come
Essi alla terra, un punto
Di luce nebulosa; al pensier mio
Che sembri allora, o prole
Dell'uomo?

E poi il futuro

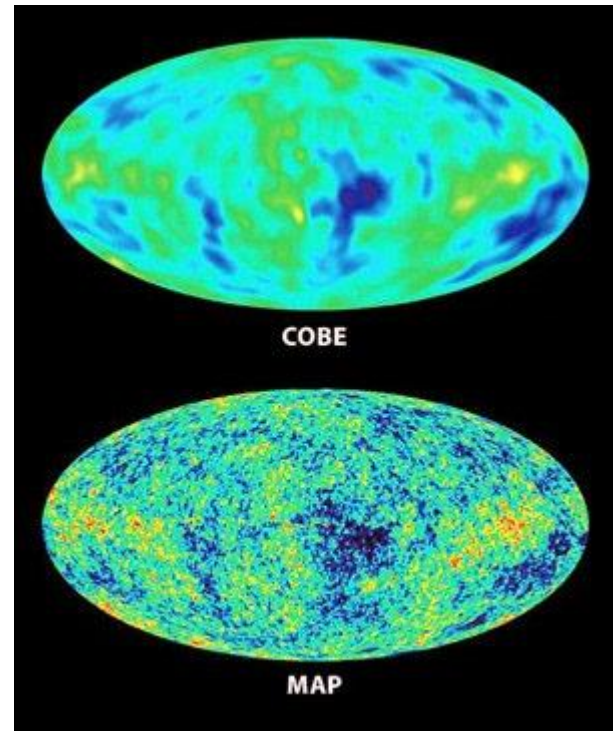




Un'unica mappa racconta l'intera storia dell'universo. Si tratta della prima mappa all-sky ottenuta con il satellite europeo Planck, dell'Agenzia Spaziale Europea, (presentata a Torino nel giugno 2010).

Nell'immagine, frutto dei primi 12 mesi di attività del satellite, si sovrappongono la radiazione cosmica di fondo che risale a 380mila anni dopo il Big Bang e la radiazione che proviene dalla Via Lattea, in modo particolare dalla polvere e dal gas interstellare. Le due immagini potranno essere separate grazie a complessi software di analisi ed elaborazione delle immagini.

La mappa della radiazione fossile risulterà almeno dieci volte più nitida di quella tracciata con il satellite americano Wilkinson-Map e centinaia di volte migliore di quella fornita da Cobe agli inizi degli anni Novanta.



La CMB è oggi rilevabile nelle microonde e caratterizzata dalla temperatura di circa 2,7 gradi sopra lo zero assoluto (oltre 270 gradi centigradi sotto zero). Pur essendo estremamente omogenea nello spazio, presenta delle microfluttuazioni, piccole increspature in corrispondenza delle zone del cielo in cui la sua temperatura è leggermente sopra o leggermente sotto la media. I cosmologi pensano che queste fluttuazioni corrispondano alle zone da cui più tardi si sono sviluppate galassie e ammassi di galassie.