

# La forza di gravità

“Responsabile”  
di rivoluzioni del pensiero  
e della  
formazione delle strutture dell’universo

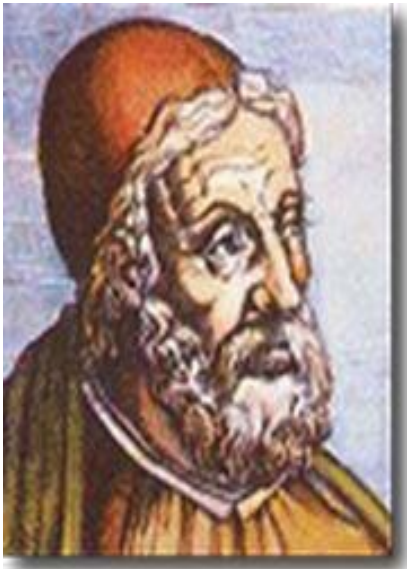
La gravità ha una sola proprietà: è solo e sempre attrattiva; inoltre è l'unica forza importante su larga scala e determina la disposizione spaziale di galassie e pianeti e può essere quindi definita come “architetto dell'universo”.

Nel corso del tempo il concetto di gravità è cambiato molto e prima di avere un quadro chiaro sull'argomento sono passati millenni, ciò si può comprendere considerando il modo di vedere l'universo nell'antichità.

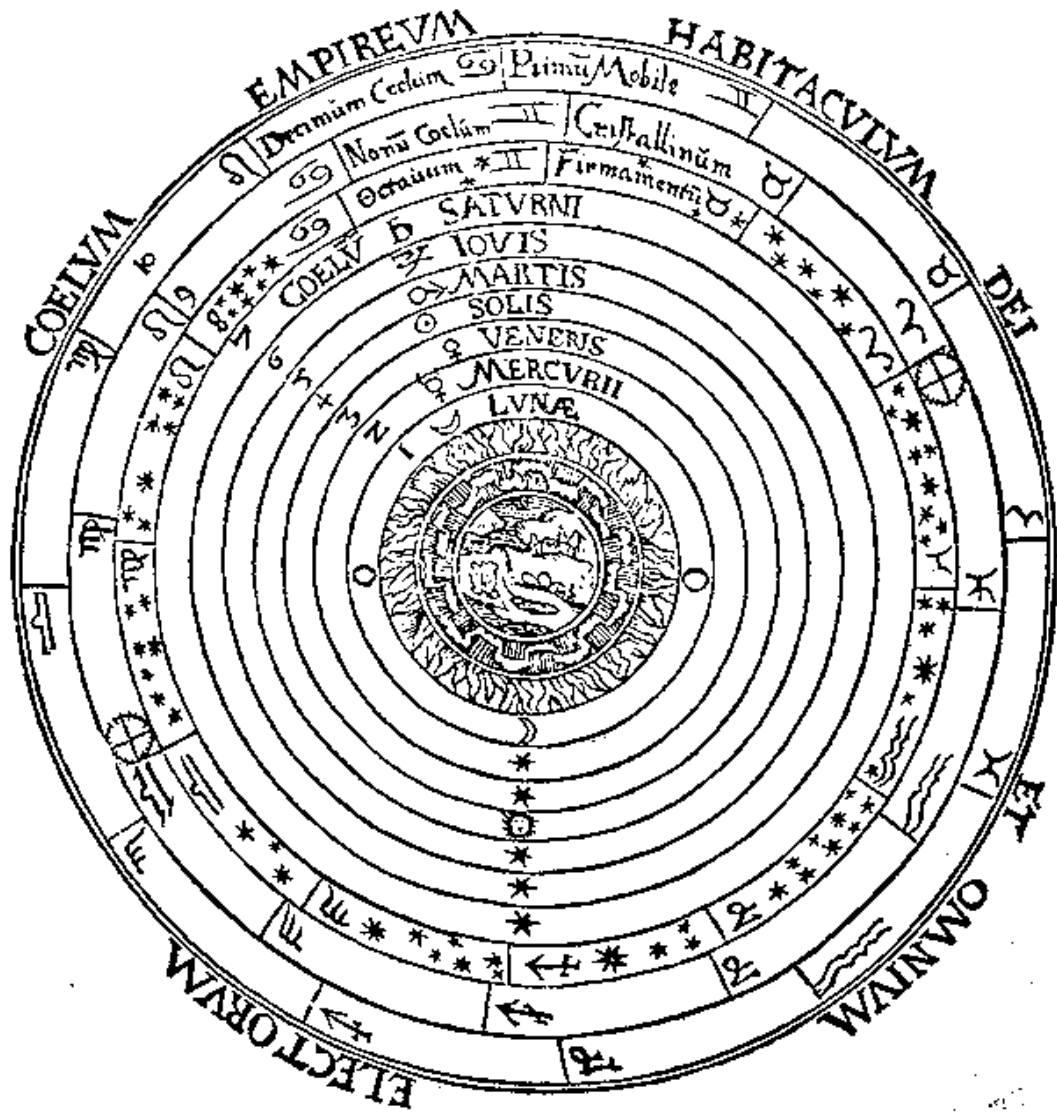


# Il sistema geocentrico

Il sistema geocentrico è un modello astronomico che pone la Terra al centro dell'Universo, mentre tutti gli altri corpi celesti ruoterebbero attorno ad essa. Questo modello fu il sistema cosmologico predominante in molte civiltà antiche come quella greca.



Il sistema geocentrico venne proposto dal grande astronomo greco Eudosso di Cnido (408 a.C.-355 a.C.) e perfezionato da Callippo di Cizico, Aristotele e successivamente da Tolomeo, le cui opere imposero il sistema geocentrico in tutto il mondo antico in oriente come in occidente, fra i musulmani come fra i cristiani.



# L' "Almagesto"

L'opera più importante di Tolomeo, in tredici volumi, nota con il nome di Almagesto fu il punto di riferimento assoluto in campo astronomico fino al 1500.

Nell'Almagesto Tolomeo illustra la sua visione del mondo; ispirandosi alle idee del grande filosofo greco Aristotele (Stagira, 384 a.C. - Calcide, 322 a.C.), Tolomeo pone la Terra al centro dell'universo e Luna, Sole, pianeti e stelle fisse che le ruotano attorno.

Il modello tolemaico è in grado di descrivere i movimenti dei pianeti in maniera molto accurata ma, per contro, è estremamente complicato e sofisticato.

Infatti, secondo Tolomeo, il moto di un pianeta avviene su un piccolo circolo chiamato epiciclo; a sua volta il centro dell'epiciclo si muove lungo un cerchio chiamato deferente. La Terra non si trova nel centro del deferente ma un po' spostata e il movimento del pianeta non viene riferito né al centro del deferente, né al centro della Terra ma rispetto ad un altro punto, l'equante, che si trova dall'altra parte della Terra rispetto al centro del deferente.



Purtroppo queste complicazioni erano necessarie per spiegare gli strani movimenti che i cinque pianeti chiaramente visibili ad occhio nudo (Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno) mostrano in cielo. Noti fin dalla più remota antichità poiché dotati di movimento sullo sfondo delle stelle fisse, i pianeti non si muovono in maniera ordinata e regolare ma compiono degli spostamenti. Questo era il principale problema della visione dell'astronomo, poiché non tutta la volta girava omogeneamente.

Oggi noi sappiamo che queste incongruenze sono solo apparenti e sono dovute al fatto che noi osserviamo e cerchiamo di descrivere il movimento dei pianeti a partire da un altro corpo, la Terra, anch'esso in movimento con velocità diversa.



# Niccolò Copernico



A partire dal 1500, dopo tanti secoli di predominio assoluto, il grande edificio tolemaico comincia a mostrare i primi vistosi segni di cedimento: l'astronomo Niccolò Copernico (Torun, 1473 - Frombark, 1543) si accorge che se al centro del sistema solare, anziché la Terra, viene posto il Sole tutte le stranezze del movimento dei pianeti come per incanto spariscono e il loro moto diviene semplice e regolare (in altre parole non abbiamo più bisogno di epicicli, deferenti e equanti).

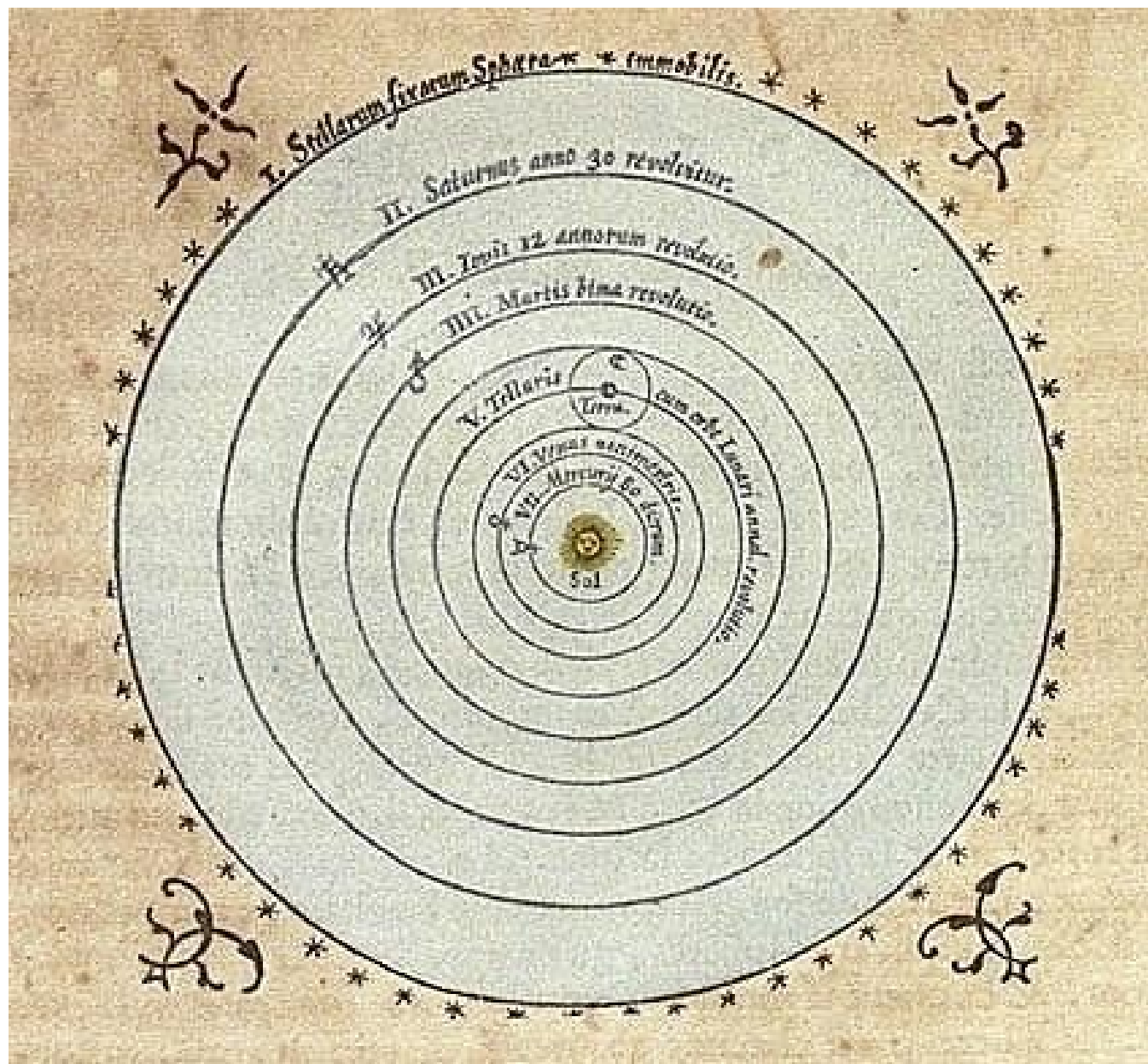
# Il sistema eliocentrico

Il sistema copernicano può sintetizzarsi in sette assunti:

- 1) Non vi è un unico punto centro delle orbite celesti e delle sfere celesti;
- 2) Il centro della Terra non è il centro dell'Universo, ma solo il centro della massa terrestre e della sfera lunare;
- 3) Tutte le sfere ruotano attorno al Sole, che quindi è in mezzo a tutte, e il centro dell'Universo si trova vicino a esso;
- 4) Il rapporto della distanza tra il Sole e la Terra con l'altezza del firmamento, è tanto più piccolo di quello tra il raggio della Terra e la distanza di questa dal Sole, che, nei confronti dell'altezza del firmamento, tale distanza è impercettibile. (Non viene quindi percepito alcun movimento apparente nelle stelle fisse);

- 7) Qualsiasi movimento appaia nel firmamento non appartiene a esso, ma alla Terra. Pertanto la Terra, con gli elementi contigui, compie in un giorno un intero giro attorno ai suoi poli fissi, mentre il firmamento resta immobile, inalterato con l'ultimo cielo;
- 8) Qualunque movimento ci appaia del Sole, non appartiene a esso, ma dipende dalla Terra e dalla nostra sfera, insieme alla quale noi ruotiamo intorno al Sole come qualsiasi altro pianeta, e così la Terra compie più movimenti;
- 9) Per i pianeti appare un moto retrogrado e un moto diretto: ciò in realtà non dipende da loro, ma dalla Terra, pertanto, il moto di questa sola basta a spiegare tante irregolarità celesti;

Queste asserzioni rappresentavano l'esatto opposto di quanto affermava la teoria geocentrica, allora comunemente accettata. Esse mettevano quindi in discussione tutto il sistema di pensiero allora prevalente in filosofia e religione.





# Galileo Galilei

Il nucleo centrale della teoria di Copernico fu pubblicato nel libro *De revolutionibus orbium coelestium* (Delle rivoluzioni dei corpi celesti) l'anno della sua morte e le sue idee influenzarono Galileo Galilei (Pisa, 15 febbraio 1564 – Arcetri, 8 gennaio 1642) che perfezionando il telescopio riuscì a compiere scoperte astronomiche straordinarie, tra le quali l'osservazione dei 4 satelliti di Giove, ovvero un piccolo sistema solare in miniatura, che lo portarono a capire, superando la teoria copernicana, come ogni corpo può diventare un centro localmente e quindi come se qualsiasi punto dell' universo fosse equivalente all'altro, neanche il sole era "speciale".



GANIMEDE

CALLISTO

IO

EUROPA

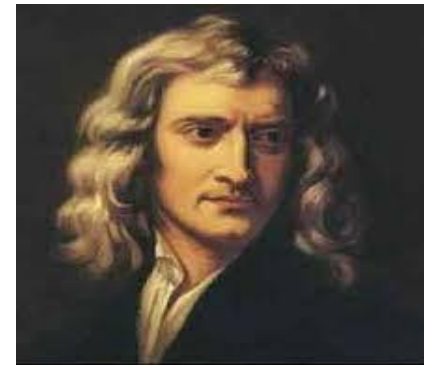


# Moto dei gravi

Galileo studiò la fisica aristotelica all'università di Pisa, ma cominciò subito ad analizzarla criticamente. Mentre gli aristotelici avevano un approccio di tipo qualitativo e filosofico nei confronti del mondo fisico, il quale veniva descritto per categorie e mai sottoposto a verifiche sperimentali, lo scienziato cercò di sviluppare un metodo di indagine quantitativo e matematico. Uno degli oggetti di indagine di Galileo riguardò il moto dei corpi materiali (detti "gravi"), in particolare quello dei corpi in caduta libera. Secondo la fisica aristotelica, il moto di un corpo è determinato dalle forze alle quali è soggetto; per un corpo in caduta, esse sarebbero il suo peso e la resistenza dell'aria. Quindi, secondo questa visione, un corpo lasciato cadere da una determinata altezza raggiungerebbe il suolo tanto più velocemente quanto maggiore è il suo peso. Galileo cominciò ad investigare criticamente questa ipotesi: lo scienziato pensava dapprima che i corpi cadessero con una velocità uniforme caratteristica, che dipendeva non dal loro peso, bensì da una proprietà intrinseca detta gravità specifica. Durante gli anni in cui insegnava matematica all'università di Pisa (dal 1589 al 1592), egli cominciò ad esporre questa sua prima teoria sul moto dei gravi nel libro "De Motu", che però non pubblicò mai. Nei vent'anni successivi, Galileo fece altri esperimenti ed arrivò alla conclusione che tutti i corpi nel vuoto (cioè non soggetti alla resistenza dell'aria o di un altro mezzo materiale) cadono con accelerazione uniforme, indipendentemente dal materiale di cui sono composti, dal loro peso o dalla loro forma, e che la distanza che essi percorrono durante la caduta è proporzionale al quadrato del tempo impiegato per percorrerla.



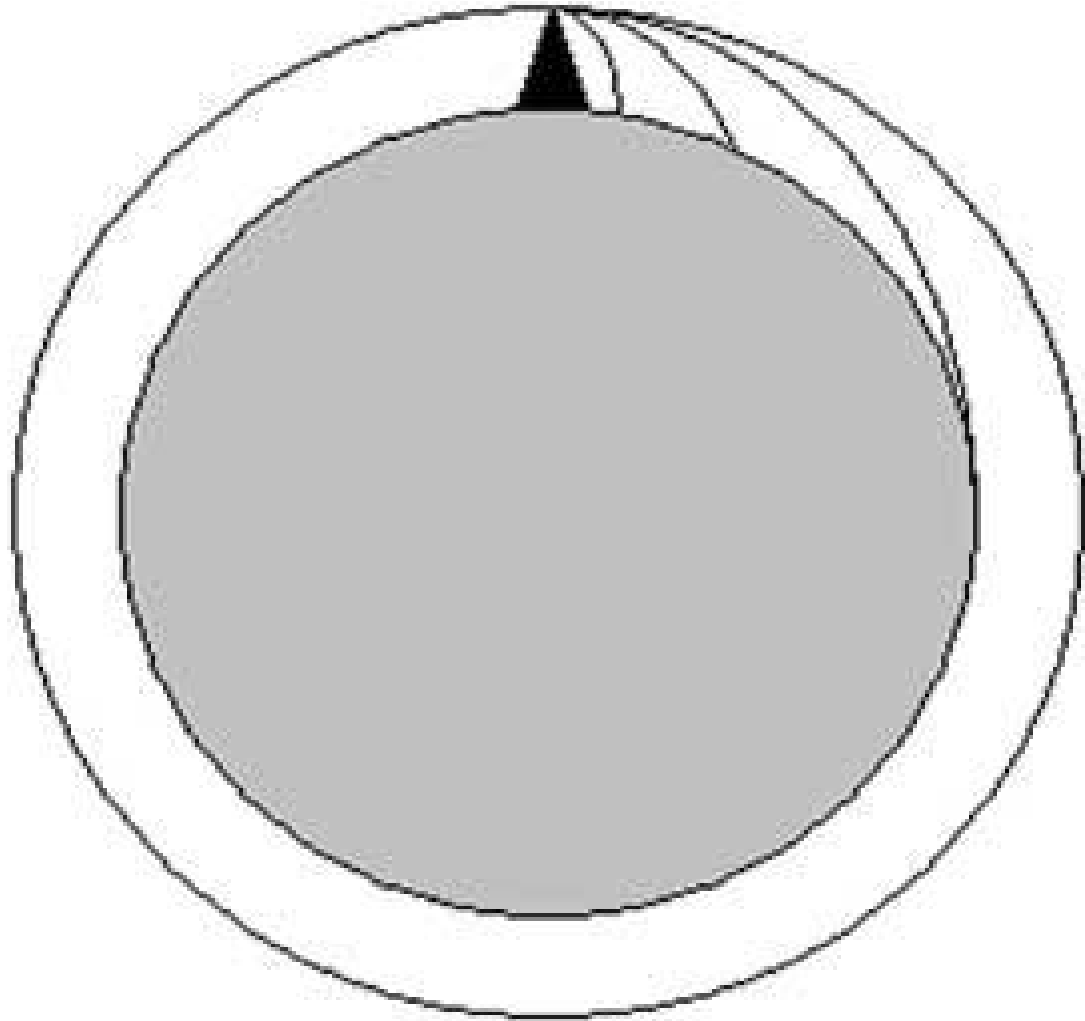
# Isaac Newton

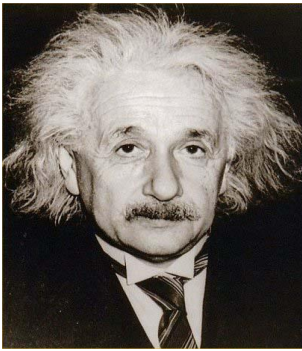


È in questo contesto dinamico e in continua evoluzione che si inserisce la figura di Isaac Newton (Woolsthorpe by Colsterworth, 25 dicembre 1642 – Londra, 20 marzo 1727), la mente più geniale che l'umanità abbia mai sfornato.

Newton intuisce che il movimento dei corpi sulla Terra, il movimento della Luna attorno alla Terra e dei pianeti intorno al Sole hanno una causa in comune: una forza universale attrattiva che agisce su tutti i corpi. In particolare la forza che si sprigiona fra due corpi è direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza. Questo vuole dire che più i corpi sono massicci e vicini e più è intensa la forza che li attrae. Questa forza fu chiamata gravità.

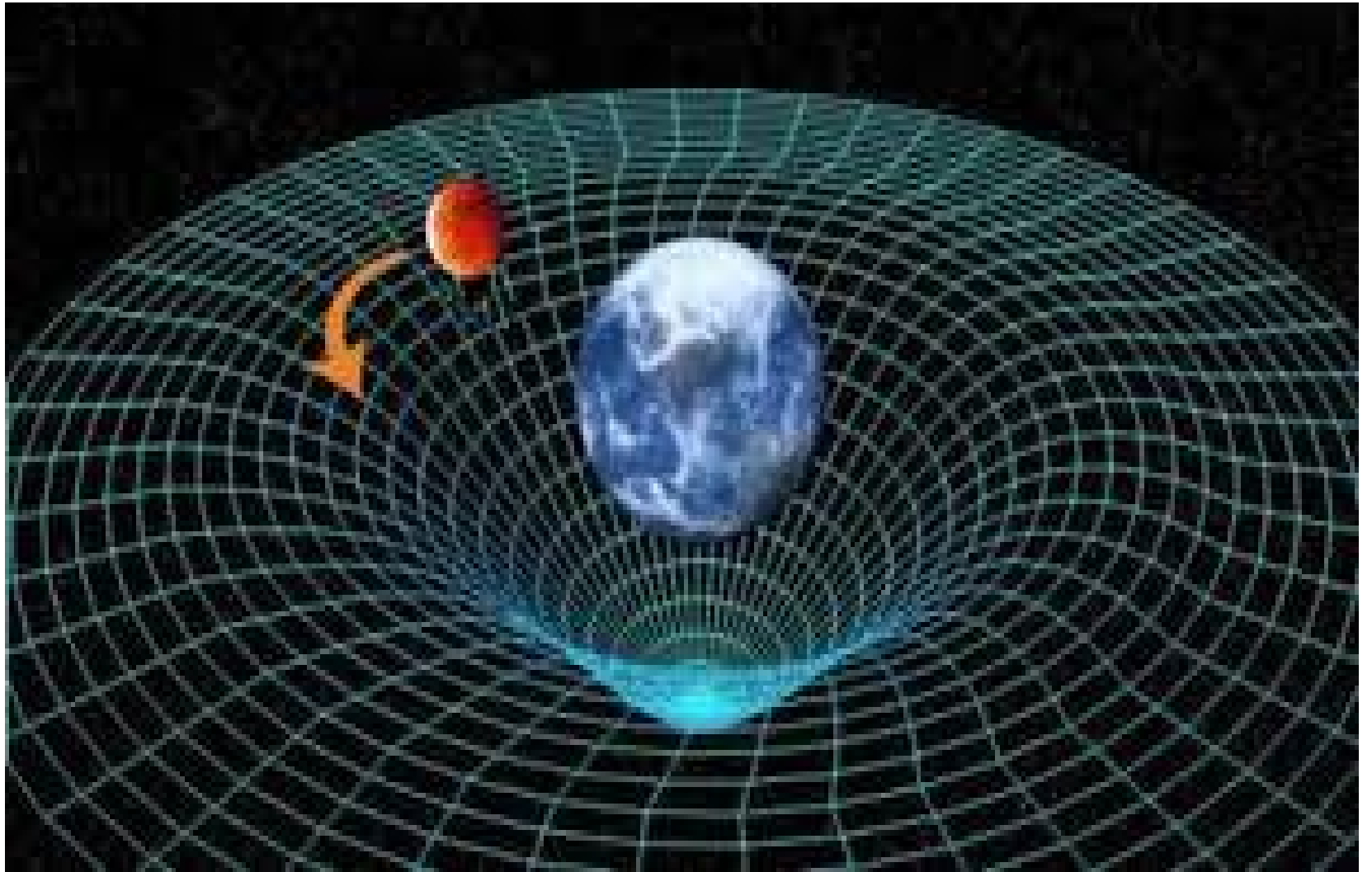
A partire da questa semplice idea Newton elaborò una potentissima teoria, denominata Teoria della Gravitazione Universale, grazie alla quale è possibile studiare e prevedere con estrema precisione il movimento di un qualsiasi corpo soggetto alla





# Albert Einstein

Albert Einstein (Ulma, 14 marzo 1879 – Princeton, 18 aprile 1955)  
Nel 1915 propose una teoria relativistica della gravitazione, indicata come relatività generale, che descriveva le proprietà dello spaziotempo a quattro dimensioni: secondo tale teoria la gravità altro non è che la manifestazione della curvatura dello spaziotempo. Einstein dedusse inoltre il modo in cui la materia curva lo spaziotempo imponendo l'equivalenza di ogni possibile sistema di riferimento (da cui il nome di relatività generale). In particolare, il potenziale gravitazionale newtoniano viene reinterpretato come l'approssimazione, per campo debole, della componente temporale del tensore metrico: da questo discende il fatto che il tempo scorre più lentamente in un campo gravitazionale più intenso.



## Fonti:

- Wikipedia
- Google immagini
- [vimeo.com /Eugenio Coccia](https://vimeo.com/EugenioCoccia) – L'attrazione della gravità: da Galilei ad Einstein ed oltre.