

Newton , lo scienziato che svelò il mistero della gravitazione universale

Perché la Luna gira attorno alla Terra e questa ruota attorno al Sole ? Perché un sasso lasciato cadere da una torre giunge al suolo ? Capire la natura di questi fenomeni è stato l'obiettivo principale che ha assillato per millenni uomini comuni e scienziati famosi . Si deve aspettare il 1687 perché uno scienziato della statura di Newton pubblicasse il più importante libro di tutta la storia della fisica col quale svelava , dopo millenni di congetture più o meno fantasiose , il mistero della gravitazione universale . L'opera in questione destò una enorme meraviglia nel mondo accademico contemporaneo a Newton . La scoperta era di una portata così vasta che un secolo dopo il grande Lagrange dirà : « Beato Newton . C'era una sola legge universale di natura e l'ha scoperta lui . »

Una leggenda diffusa da Voltaire vuole che l'idea della gravitazione sia venuta in mente a Newton osservando la caduta di una mela da un albero .

E' possibile che Newton , di fronte ad un evento così semplice e frequente , si sia posto la seguente domanda : cosa sarebbe successo alla mela se fosse caduta da un albero alto quanto la distanza della luna dalla terra ?

In realtà la scoperta di Newton non nasce da una folgorazione improvvisa , ma dalla evoluzione naturale delle conoscenze dei suoi predecessori come Galileo , Copernico , Keplero ed altri meno noti .

La genialità di Newton si manifesta in tutta la sua grandezza quando comprende che la forza che mantiene i pianeti nelle loro orbite è la stessa di quella che fa cadere la mela dall'albero .

Infatti questi due fenomeni possono sembrare completamente diversi in quanto i corpi celesti non cadono perché si mantengono sempre ad una certa distanza dal corpo che li attrae , mentre i corpi situati in prossimità della terra cadono .

In realtà , invece , la forza che determina questi moti è la stessa , è la forza di gravitazione universale .

Riconosciuta l'identità del moto dei pianeti col moto dei gravi sulla terra , Newton potè formulare la sua legge sulla gravitazione universale : tutti i corpi , ovunque si trovino , si attirano con una forza direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza .

Essendo convinto che le leggi della fisica non possono essere diverse nel caso dei corpi celesti e nel caso dei corpi terrestri , potè spiegare il moto dei pianeti attorno al Sole , dei satelliti attorno ai pianeti , dei corpi che si trovano sulla terra .

Newton pervenne a questi strabilianti risultati facendo tesoro dell'idea galileiana secondo la quale , per comprendere , i fenomeni fisici bisognava dare loro una formulazione matematica .

<< La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che ci sta aperto davanti agli occhi (io dico l'universo) , ma non si può intendere se prima non si impara ad intendere la lingua , a conoscer i caratteri , nei quali è scritto . Egli è scritto in lingua matematica , e i caratteri son triangoli , cerchi ed altre figure geometriche , senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola ; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto . >> (Il Saggiatore) .

Per comprendere la natura dei moti dei pianeti attorno al sole occorreva utilizzare non solo metodi empirici ma anche abilità matematiche e realizzare una originale sintesi .

Teoria ed esperimento dovevano integrarsi se si voleva costruire una teoria generale in grado di comprendere la multiforme realtà che ci circonda .

Newton , per spiegare matematicamente le idee nuove , costruisce ed elabora un nuovo ramo della matematica : l'analisi matematica .

L'opera di Newton fu possibile solo perché ebbe come predecessori scienziati del calibro di Keplero , Huygens , Hooke e Galilei che fu il primo a postulare che un corpo può muoversi di moto rettilineo uniforme senza che su di esso agisca una forza esterna .

I due capisaldi della teoria newtoniana sono il concetto di inerzia di un corpo e quello di forza intesa come la causa esterna che determina su un corpo una variazione di velocità , cioè una accelerazione .

Onore a Newton per avere compreso che i fenomeni , dei quali si erano occupati i suoi predecessori ,(dal moto dei proiettili al moto dei pianeti , dal moto su un piano inclinato alla caduta verticale dei gravi) appartengono tutti alla stessa categoria e sono regolati da tre leggi , le tre leggi di Newton o leggi della dinamica .

La prima legge della dinamica

« Un corpo non soggetto a forze o soggetto ad un sistema di forze a risultante nullo o sta fermo ($\vec{v} = \vec{0}$, $\vec{a} = \vec{0}$) o si muove di moto rettilineo uniforme ($\vec{v} = \text{costante}$, $\vec{a} = \vec{0}$) » .

La seconda legge della dinamica

Sia \vec{F} una forza applicata al punto materiale P . Se questi è libero di muoversi in tutte le direzioni subisce una accelerazione \vec{a} legata alla forza \vec{F} dalla seguente relazione vettoriale :

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad [1]$$

La costante di proporzionalità m (positiva) è detta **MASSA INERZIALE** del corpo .
 \vec{F} ed \vec{a} sono grandezze vettoriali aventi la stessa direzione e lo stesso verso .

La terza legge della dinamica

« Se un corpo A esercita sul corpo B una forza \vec{F}_{BA} , il corpo B esercita sul corpo A una forza \vec{F}_{AB} uguale e contraria . »

$$\vec{F}_{AB} = - \vec{F}_{BA} \quad \text{cioè} \quad \vec{F}_{AB} + \vec{F}_{BA} = \vec{0}$$

\vec{F}_{AB} = forza agente sul corpo \mathcal{A} e proveniente dal corpo \mathcal{B}

\vec{F}_{BA} = forza agente sul corpo \mathcal{B} e proveniente dal corpo \mathcal{A}

Partendo dalle tre leggi di Keplero e dalle osservazioni di Galileo sui moti di caduta dei gravi Newton formulò la legge di gravitazione universale . Essa afferma che due corpi di massa M ed m , posti alla distanza r , qualunque sia la loro natura ed ovunque essi siano collocati , si attirano con una forza che si deduce applicando la seguente formula : $F = G \frac{m \cdot M}{r^2}$

Nei casi osservati dall'astronomo Keplero , M ed m erano le masse del Sole e di un pianeta ; negli studi sulla caduta dei gravi erano le masse della Terra e di un oggetto qualsiasi .

Cerchiamo , adesso , di precisare storicamente attraverso quali fasi si realizzò la straordinaria scoperta della gravitazione universale .

Nel gennaio del 1684 viene chiesto all'astronomo Edmond Halley di trovare una formula matematica capace di rendere conto della forza di attrazione che si esercita tra il Sole e la Terra . La posta in gioco è una somma di 40 scellini . Halley si impegna al massimo , ma la scommessa viene persa ; l'impresa è troppo ardua per le sue mediocri capacità di matematico e di fisico . L'astronomo , che è rimasto famoso per via di una cometa che porta il suo nome , gira la questione a Newton il quale afferma di avere studiato e risolto il problema ma non ricorda dove abbia depositato la soluzione .

Nel mese di novembre Newton invia ad Halley una lettera nella quale sostiene che il Sole attrae tutti i pianeti con una forza che è inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza .

L'astronomo rimane favorevolmente impressionato dalla precisione dei risultati ottenuti e dall'eleganza delle molteplici dimostrazioni effettuate utilizzando nuovi concetti di matematica tratti dal nuovo ramo della matematica , il calcolo

differenziale , inventato per l'occasione da Newton . Dunque , Halley , invita Newton ad approfondire l'argomento in questione e a pubblicare i risultati ottenuti.

Nel giro di tre anni Newton gli invia 460 pagine zeppe di formule e grafici che sono il risultato della genialità fisico-matematica dello scienziato .

Halley le legge , le corregge e ne finanzia la pubblicazione . Nel 1687 esce , in 350 copie , il libro più importante di tutta la storia della fisica : Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (i Principi matematici della filosofia naturale) .

In precedenza , fra il 1664 ed il 1666 , Newton aveva dimostrato che , se i pianeti si muovessero lungo orbite circolari , allora il Sole li attirerebbe con una forza inversamente proporzionale al quadrato del raggio .

Il risultato ottenuto da Newton era interessante ma , come aveva dimostrato Keplero , i pianeti si muovono lungo orbite ellittiche .

Keplero, nel 1609 , aveva scoperto due delle tre famose leggi :

a) Le orbite descritte dai pianeti attorno al Sole sono ellissi , delle quali il Sole occupa uno dei due fuochi. Le ellissi descritte dai diversi pianeti non giacciono sullo stesso piano, ma formano fra loro un certo angolo (Prima legge di Keplero)

b) Le aree descritte dal raggio vettore che congiunge il Sole con ciascun pianeta sono direttamente proporzionali ai tempi impiegati a descriverle (costanza della velocità areolare determinata dal raggio vettore Sole-Pianeta)

(Seconda legge di Keplero) .

Nel 1619 nell'opera l'Armonia del mondo Keplero inserì una terza legge che afferma quanto segue : i quadrati dei tempi impiegati dai pianeti a descrivere le proprie orbite (tempi di rivoluzione) sono proporzionali ai cubi dei semiassi delle rispettive ellissi (terza legge di Keplero).

$$\frac{T_i^2}{a_i^3} = \text{costante} \quad \text{per tutti i pianeti del sistema solare}$$

Per dedurre la forma matematica dell'attrazione solare per le orbite circolari il giovane Newton aveva utilizzato la terza legge di Keplero . Tuttavia il caso delle orbite ellittiche presentava difficoltà insormontabili per le conoscenze matematiche possedute da Newton .

Ci vollero 20 anni perché un maturo Newton arrivasse al suo capolavoro e svelasse il legame profondo che intercorre fra le tre leggi di Keplero e la legge di gravitazione universale .

Alla luce delle attuali conoscenze , la spiegazione è abbastanza semplice e si basa sulle seguenti considerazioni :

L'esistenza di una forza attrattiva tra il Sole ed un qualsiasi pianeta è solo un modo diverso di esprimere la seconda legge . Affermare che la forza è inversamente proporzionale al quadrato della distanza , equivale ad affermare che l'orbita di ogni pianeta è una ellisse .

La terza legge implica che la forza esercitata dal Sole è sempre la stessa e non dipende dal particolare pianeta sul quale agisce .

Le tre leggi sperimentali di Keplero possono essere dimostrate teoricamente ammettendo valide le tre leggi della dinamica e la legge di gravitazione universale . Viceversa , ammettendo vere le tre leggi di Keplero e le leggi della dinamica , si può dimostrare la legge di gravitazione universale .

Scoperta la legge di gravitazione universale per , Newton si pose il problema di stabilire perché due corpi dotati di massa si attraggano con la forza $F = G \frac{m \cdot M}{r^2}$

; come giustificare la presenza di questa forza che sembra agire a distanza e non per un contatto come ritenevano tutti i fisici suoi contemporanei ? Come tutti i grandi geni Newton risponde onestamente affermando che non è in grado di dare una risposta . Celebre è la sua affermazione : *hypotheses non fingo* .

Calava così il sipario su una questione di portata universale che aveva fatto discutere e litigare uomini di scienza , filosofi , letterati , teologi .

Solo un genio come Newton , dotato di un multiforme ingegno , poteva portare a compimento una impresa così ardua e che aveva generato millenni di polemiche .