

## LE LEGGI DEL MOTO UNIVERSALE

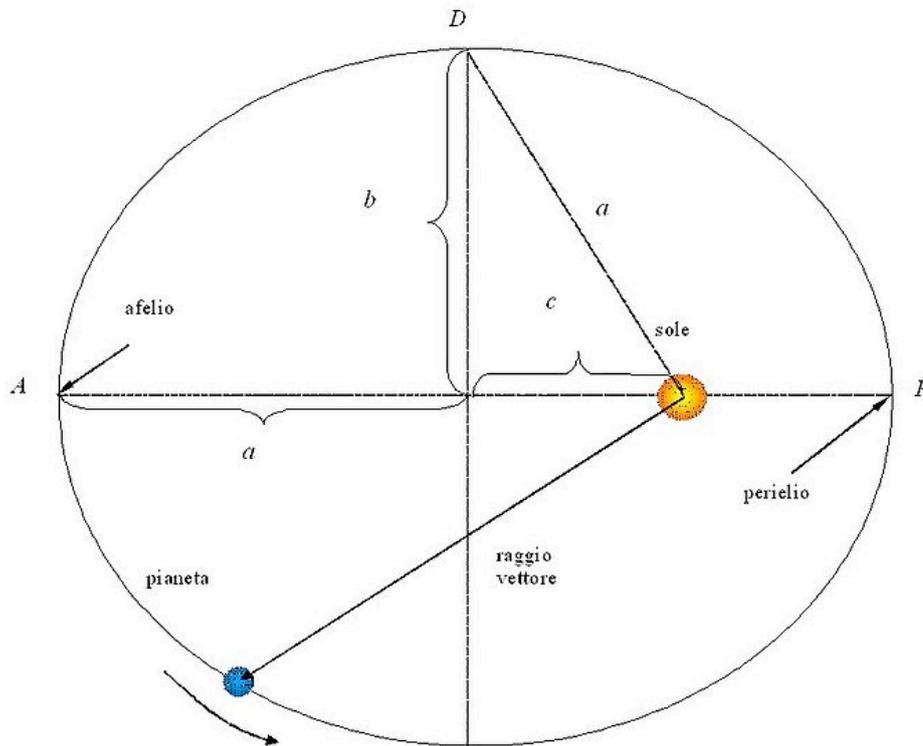
Poco più di mezzo secolo dopo la morte di Copernico (tra il 1603 e il 1618), l'astronomo tedesco Giovanni Keplero (1571-1630), formulò tre leggi, note come le tre leggi di Keplero, che descrivono matematicamente il moto dei pianeti attorno al Sole secondo orbite ellittiche. Egli intuì che il Sole esercitava sui pianeti un'azione che li vincolava alle loro orbite, ma non si chiese di che natura fosse tale forza. In ogni caso, le tre leggi di Keplero rappresentano un risultato fondamentale per la storia della meccanica celeste e furono la base degli studi successivi di Newton (che pervenne invece alla descrizione delle cause che determinano il moto dei pianeti e riconobbe nella gravitazione universale la legge che regola il moto di tutti i corpi nell'Universo).

### 1. PRIMA LEGGE DI KEPLERO (1608): LEGGE DELLE ORBITE

*L'orbita descritta da un pianeta ha la forma di un'ellisse e il sole occupa uno dei fuochi.*

Questa situazione implica l'abbandono della teoria geocentrica con orbite circolari, ma un'orbita ellittica prevede distanze dal sole differenti.

La distanza minima è detta PERIELIO, quella massima è detta AFELIO.

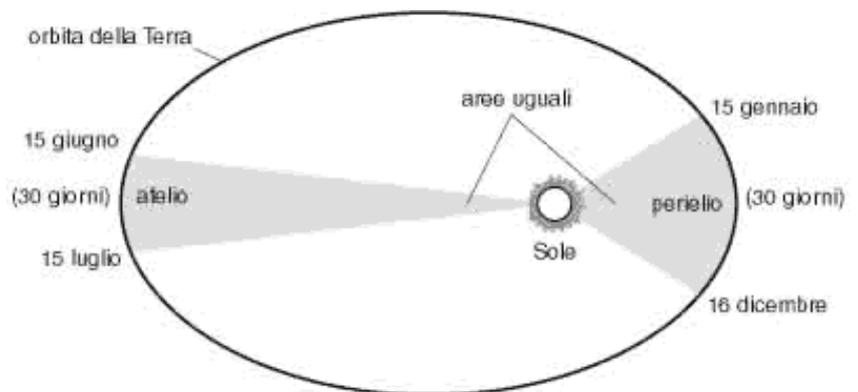
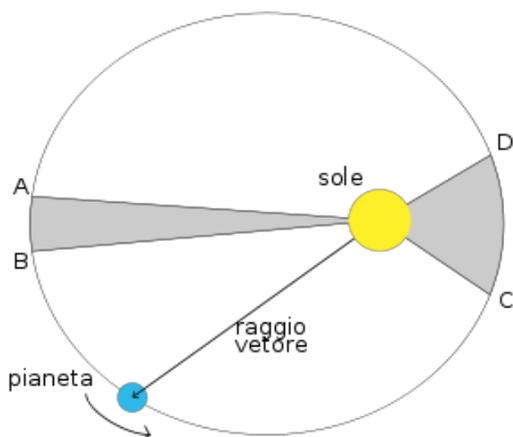


### 2. SECONDA LEGGE DI KEPLERO (1609): LEGGE DELLE AREE

*Il raggio vettore (la linea immaginaria che unisce un pianeta al sole) descrive aree uguali in tempi uguali ed è inversamente proporzionale alla velocità del pianeta.*

Per far ciò, il pianeta deve muoversi più velocemente quando è vicino al sole, cioè quando il raggio vettore è più corto, e più lentamente quando è lontano, cioè quando il raggio vettore è più lungo, per coprire la stessa superficie.

$$\text{Area}_{(ABSole)} = \text{Area}_{(CDSole)}$$

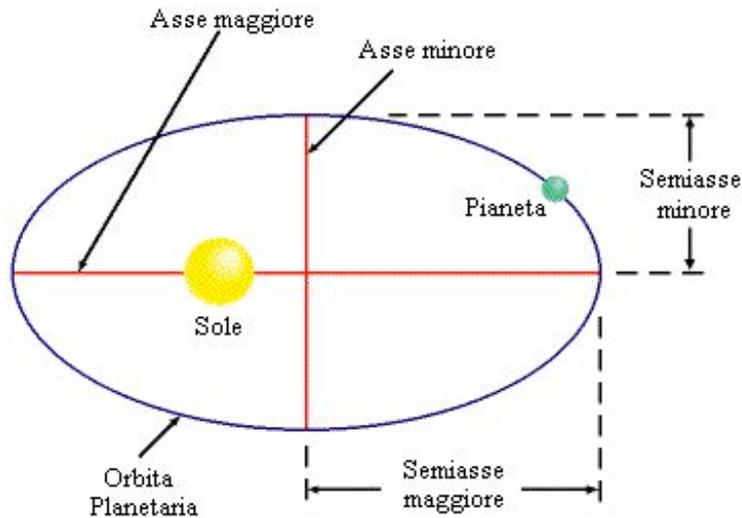


### 3. TERZA LEGGE DI KEPLERO (1619): LEGGE DEL TEMPO

*Maggiore è il periodo di rivoluzione, tanto più grande è la lunghezza del semiasse maggiore.*  
Il rapporto tra queste due grandezze è costante. Per convalidare tale legge si devono paragonare:

periodo di rivoluzione al quadrato ( $T^2$ ) = semiasse maggiore al cubo ( $a^3$ )

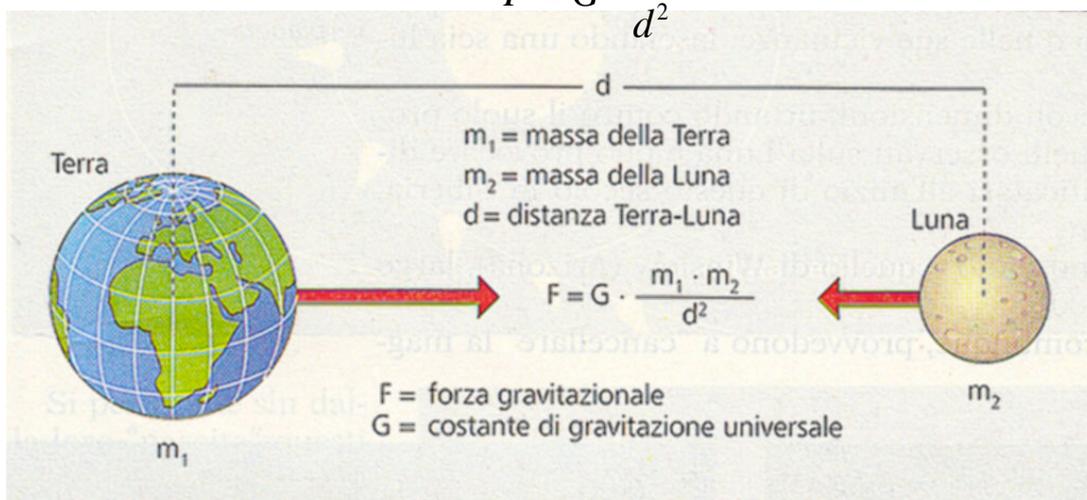
$$K = \frac{T^2}{a^3}$$



### 4. LEGGE DELLA GRAVITAZIONE UNIVERSALE DI NEWTON (1687)

*Due corpi di massa  $m_1$  ed  $m_2$  (dai granelli di sabbia ai pianeti) posti a una distanza  $d$ , esercitano una forza di attrazione reciproca ma opposta. Tale forza di gravità è calcolabile ed è sia direttamente proporzionale al prodotto delle masse dei singoli corpi che inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra i due corpi stessi.*

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$



Questa legge ha delle particolarità:

1) se uno dei due corpi ha una massa molto grande come il sole, esso esercita una forza tale da trattenere gli altri corpi (pianeti) in orbita, facendoli ruotare attorno a se e annullando la velocità di fuga che essi acquistano durante la rotazione.

2) se un corpo è la terra e l'altro è un oggetto su di essa (mela), la distanza tra l'oggetto e la terra non esiste ( $d=0$ ) e la massa della terra ha un'attrazione talmente forte sull'oggetto da diventare costante e annullare quella che l'oggetto avrebbe su di essa. La forza che attrae l'oggetto sulla terra si trasforma nella **misura del peso dell'oggetto** dato dal secondo principio della dinamica:

$$F_{\text{peso}} = m_{\text{oggetto}} \cdot a_g$$