

La legge della gravitazione universale

Descrizione quantitativa del modello di Copernico (latino, Nicolaus Copernicus, 1473-1543), sulla base della legge del moto.

All'epoca di Newton il modello *eliocentrico* del sistema solare proposto dal Copernico sta sostituendo il modello geocentrico di Tolomeo (circa 85-165). Copernico aveva in precedenza stabilito 7 assiomi che erano alla base dei moti nel sistema solare (all'epoca di Copernico sono noti i moti dei pianeti fino a Saturno -6 pianeti- e della luna):

1. Non c'è centro nell'Universo.
2. Il centro della Terra non è il centro dell'Universo.
3. Il centro dell'Universo è vicino al Sole.
4. La distanza fra la Terra ed il Sole è impercettibile rispetto a quella fra il sole e le stelle.
5. La rotazione della Terra spiega la (*apparente*) rotazione giornaliera delle stelle.
6. Il ciclo (*apparente*) del Sole è dovuto alla rivoluzione della Terra attorno ad esso.
7. Il moto retrogrado (*apparente*) dei pianeti esterni è causato dalla rotazione della Terra dalla quale si osservano.

Newton, al fine di rendere compatibili le leggi del moto con le osservazioni sui corpi celesti, assume che esista una forza (*attrattiva*) fra tutti gli oggetti. Questa forza, detta di gravitazione universale,

è data da:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

La forza agisce lungo la congiungente delle due masse M_1 ed M_2 (assunte puntiformi). La costante G è detta costante di gravitazione universale ($G = 6.67259(85) \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$).

Usando la legge di forza di Newton, le orbite dei pianeti sono solo un'applicazione delle relazioni ottenute per il moto circolare (approssimazione dell'orbita come una circonferenza).

Infatti la forza di gravitazione di Newton agisce come una forza *centripeta*. Nelle condizioni stazionarie dell'orbita, la forza centripeta deve essere uguale al prodotto fra la massa del pianeta (si suppone che la massa del Sole sia molto grande rispetto a quella del pianeta) e l'accelerazione centripeta, in accordo con la legge $F = M a$.

Da questa condizione si hanno le seguenti relazioni:

$$F = G \frac{M_P M_{sole}}{R_o^2} = M_P \omega^2 R_o$$

$$\omega^2 R_o^3 = GM_P \quad \frac{R_o^3}{T^2} = \frac{GM_P}{(2\pi)^2} = \textit{costante}$$

L'ultima relazione è di grande importanza in quanto costituisce un modo per enunciare la *III legge di Keplero* (1571-1630). Infatti, dati due pianeti si ha:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$$

Che è il normale enunciato della III legge di Keplero.

L'accuratezza delle osservazioni astronomiche è assolutamente fuori discussione e l'accordo osservato fra previsione ed osservazioni sperimentali crea un supporto solidissimo sia alla visione Copernicana che alla legge di forza universale proposta da Newton.