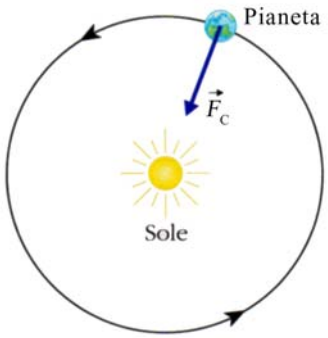
12.06 Legge di Gravitazione Universale di Newton

12.06.a) Leggi di KEPLERO Semplificate

Dopo i lavori di *Galileo*, partendo dalle *Leggi di Keplero*, forte dell'opinione diffusa che i fenomeni della natura erano regolati da leggi universali, *Newton* riuscì a determinare la **Legge di Gravitazione Universale**.

Per semplificare il calcolo a favore della comprensione dei concetti, si supporrà che le *Orbite Descritte dai Pianeti intorno al Sole* siano *Orbite Circolari* anziché *Orbite Ellittiche*.

Nel caso semplificato di *Orbite Circolari* le *Leggi di Keplero* si enunciano nel seguente modo:



I Pianeti, nel loro Moto Intorno al Sole, sono trattenuti su un'Orbita Circolare dalla Forza Centripeta con cui il Sole li attrae.

- **I legge di Keplero Semplificata**: tutti i *Pianeti del Sistema Solare* descrivono intorno al sole *Orbite Circolari* aventi tutte, al *Centro*, il *Sole*.
- **II legge di Keplero Semplificata**: il *Moto* dei *Pianeti del Sistema Solare* è un *Moto Circolare Uniforme*.
- **III Legge di Keplero Semplificata**: i quadrati dei *Periodi di Rivoluzione dei Pianeti del Sistema Solare* sono proporzionali ai *Cubi* dei *Raggi* delle loro *Orbite Circolari*.

Osservazione: dalle prime due leggi si deduce che i pianeti sono dotati di *Accelerazione Centripeta* e quindi sono soggetti ad una *Forza Centripeta* diretta verso il *Sole*.

12.06.b) Legge di Gravitazione Universale di Newton

Due *Particelle* di *massa* m_1 e m_2 di *Dimensioni Trascurabili* rispetto alla loro *Distanza r* si attraggono con una *Forza* agente lungo la *Retta Congiungente le Due Masse*, con *Modulo* direttamente proporzionale al prodotto delle *Masse* ed inversamente proporzionale al *Quadrato* della loro *Distanza*:

$$\boxed{F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}}$$

dove : $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \dfrac{\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{Kg}^2}$ è detta **Costante di Gravitazione Universale**.

Il *Valore* della *Costante* G, definita *Universale* in quanto indipendente dai corpi che si attraggono e dalla loro posizione, fu misurato per la prima volta da **Cavendish**.

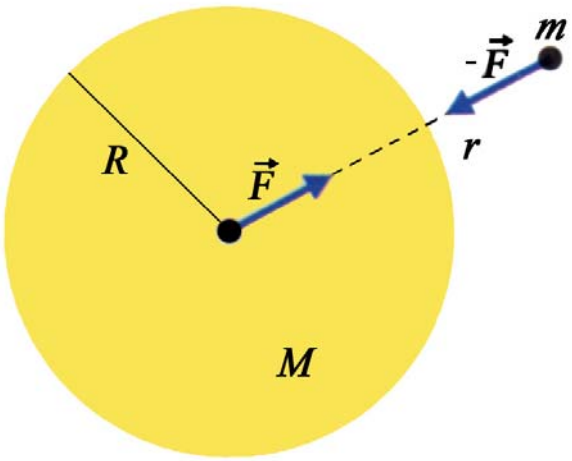
Alla *Legge di Gravitazione Universale*, *Newton* giunse attraverso complesse osservazioni basate sul confronto dell'*Accelerazione Centripeta* della *Luna* con l'*Accelerazione di Gravità di un Corpo sulla Superficie Terrestre* (risultati pubblicati nel 1687 nell'opera "*Principia Matematica*").

Allo stato attuale non si conoscono eccezioni alla validità della *Legge di Gravitazione Universale*. Essa, infatti, è valida per tutti i corpi: *Pianeti*, *Stelle*, *Molecole*, *Atomi*, *Oggetti Comuni*, ecc.

Lo stesso *Newton* dimostrò che la *Legge di Gravitazione Universale* esiste non solo per *Masse Puntiformi* ma anche per *Corpi di Forma Sferica* di *Dimensioni Grandi* rispetto alla reciproca *Distanza*.

12.06.c) Risultato Sperimentale

Un *Corpo Sferico di Massa M* e *Raggio R* attrae una *Particella* posta al suo esterno ad una qualsiasi *Distanza r* dal suo *Centro* (cioè $r \geq R$) come se tutta la *Massa M* fosse concentrata nel *Centro della Sfera*. Per il III *Principio della Dinamica* la *Particella* esercita sul *Corpo Sferico* una *Forza* contraria di uguale *Intensità*. In generale, con buona approssimazione due *Corpi Sferici* si comportano come se le rispettive *Masse* fossero poste nei rispettivi *Centri*.



12.06.d) Legge di Gravitazione Universale sulla Terra (F_P: Forza Gravitazionale)

La *Terra* può essere ritenuta approssimativamente *Sferica*. Così ad esempio la *Forza Peso di un Corpo sulla Superficie Terrestre* altro non è che la *Forza di Attrazione Gravitazionale* con cui la *Terra*, considerata come *Massa Puntiforme Posta nel suo Centro*, attrae il corpo.

Se questo ha *Massa m*, il suo *Peso* varrà allora:

$$\boxed{F_P = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2} = m \cdot \frac{G \cdot M_T}{R_T^2}}$$

dove : $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \dfrac{\mathrm{N \cdot m^2}}{\mathrm{Kg^2}}$ è la *Costante Universale Gravitazionale*;

$M_T = 5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg è la *Massa della Terra*;

$R_T = 6{,}38 \cdot 10^{6}$ m è il *Raggio della Terra*.

Pertanto, la *Forza Peso* è direttamente proporzionale alla *Massa m del Corpo* con costante di proporzionalità nota pari a: $\dfrac{G \cdot M_T}{R_T^2}$

Esercizio Consigliato : Esercizio n°Phys.I / CF.406.004