DINAMICA NEWTONIANA

Goal: identificare cause del moto dei corpi

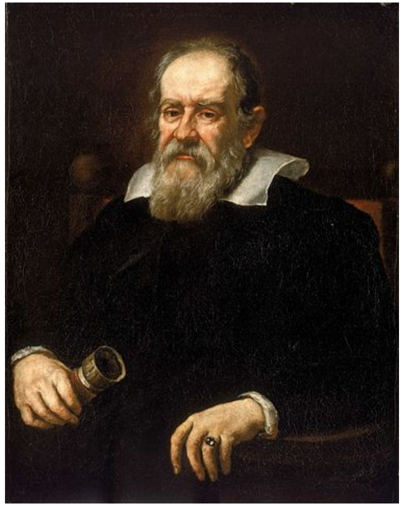
~1600 Galileo → metodo sperimentale → forze cambiano il moto

Keplero → 3 leggi che descrivono regolarità nel moto dei pianeti

$\tau \sim R^{\alpha} \rightarrow \tau \sim R^{3/2}$

Newton → 3 leggi di Newton + definizione operativa di forza

→ principi della dinamica



Galileo Galilei
1564 – 1642

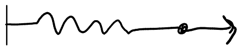
Johannes Kepler
1571 – 1630

Isaac Newton
1642 – 1727

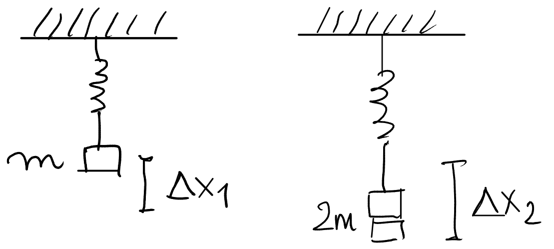
~1900 limiti di validità: velocità elevate → relatività ristretta
scale di lunghezza troppo piccole → meccanica quantistica

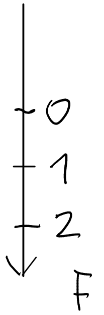
Definizione operativa di forza

A livello macroscopico

- spingere / tirare
- comprimere / dilatare
- molla 
- attrito

Molla

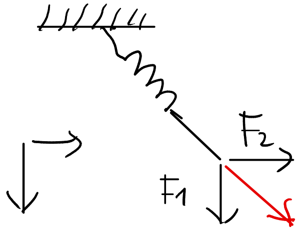




calibrazione dinamometro a molla

F → unità arbitraria

Forze si sommano come dei vettori

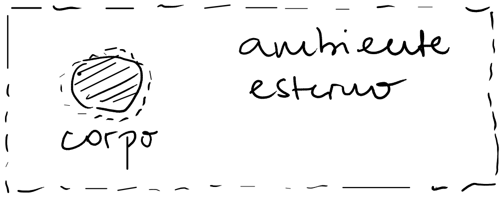


→ allungamento corrisponde a $\sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

Morale: la forza è un vettore di cui posso misurare il modulo con dinamometro

I legge di Newton → Galileo → principio di inerzia

rimuovere gli effetti →



$\vec{v}$ → vettore

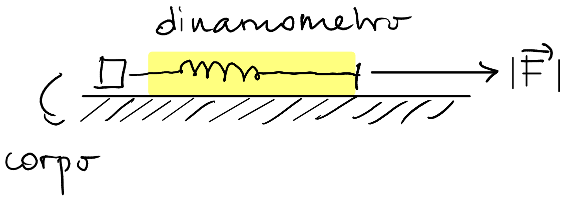
"Se la forza esterna su un corpo è nulla, allora il corpo si muove a velocità costante" → moto rettilineo uniforme o quiete

$>$ 1600 → quiete

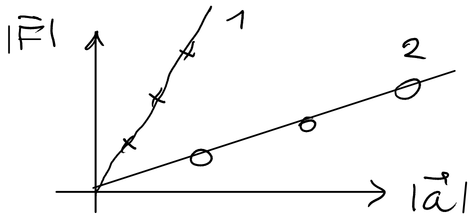
$<$ 1600 → moto velocità cost.

II legge di Newton

Forza è la causa del cambiamento del moto



$|\vec{F}| \to |\vec{a}|$



$|\vec{F}| \sim |\vec{a}|$

$m \equiv \frac{|\vec{F}|}{|\vec{a}|}$ massa (inerziale)

SI: kg

Forze si compongono come vettori

$$\boxed{\sum \vec{F} = m\vec{a}}$$

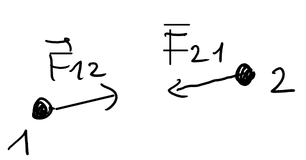
$\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_N$ $\sum F_x = m a_x$, $\sum F_y = m a_y$

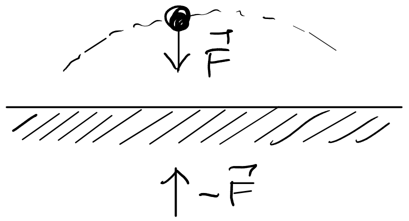
Ridefinisco l'unità della forza. SI: $N = \frac{kg \cdot m}{s^2}$

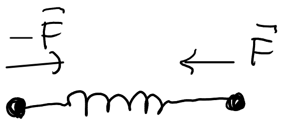
Newton

III legge di Newton → principio di azione e reazione

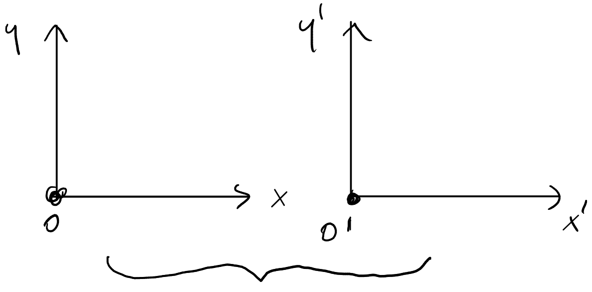
Forze descrivono interazione tra 2 corpi : $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$



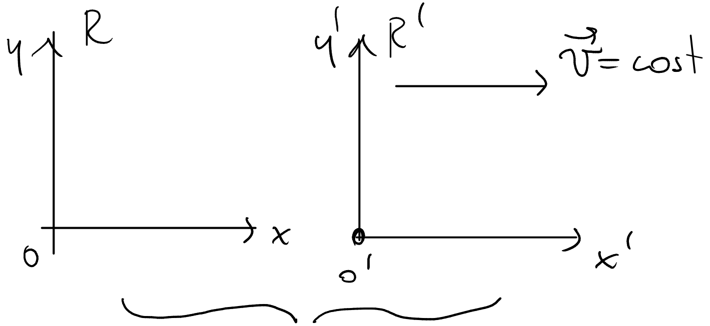




Sistemi di riferimento

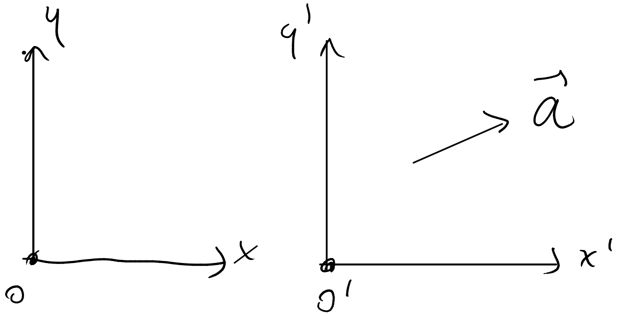


sistema di riferimento
→ moto resta lo stesso



sistemi di riferimento inerziali

→ valgono le leggi della dinamica newtoniana

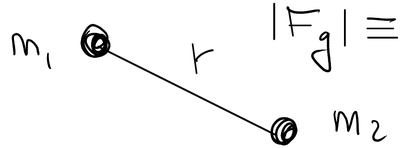


→ NON INERZIALI
non valgono le leggi di Newton

INTERAZIONI FONDAMENTALI

1) Interazione gravitazionale

Attrattiva, universale



$|\vec{F}_g| \equiv F_g$

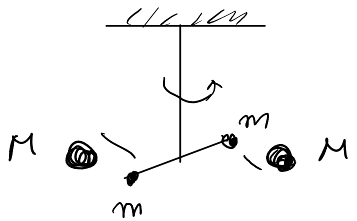
$$\vec{F}_g^{(1)} = -G\,\frac{m_1 m_2}{r^2}\,\boxed{\frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}} \qquad \vec{F}_g^{(2)} = +G\,\frac{m_1 m_2}{r^2}\,\frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

- fissato r, $F_g \sim m_1 \cdot m_2$
- fissate m_1 e m_2, $F_g \sim \frac{1}{r^2}$

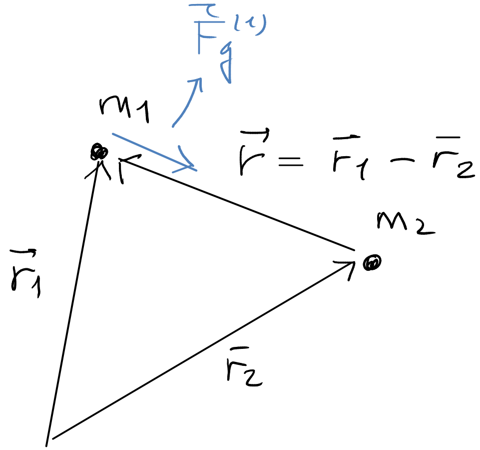
$$F_g \sim \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

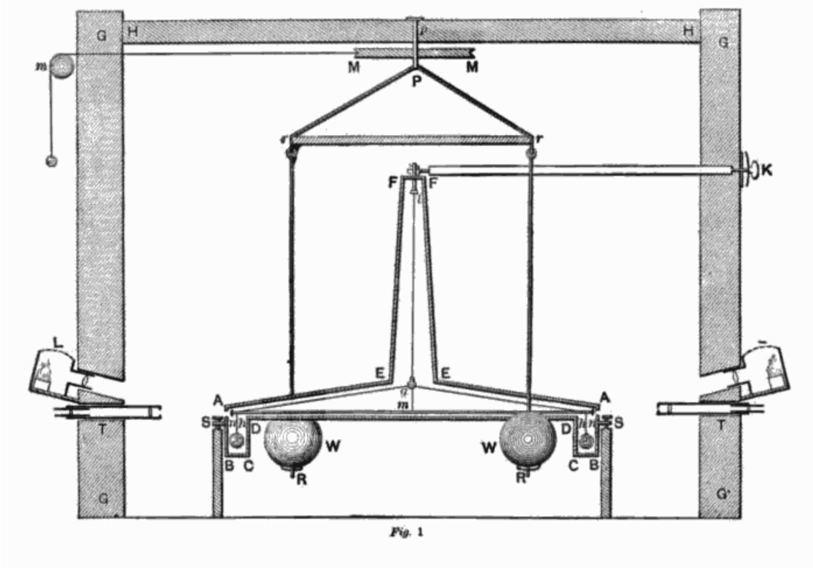
$$G = 6.674 \times 10^{-11}\ \frac{Nm^2}{kg^2}$$

Bilancia di torsione



$$F_g = G\,\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

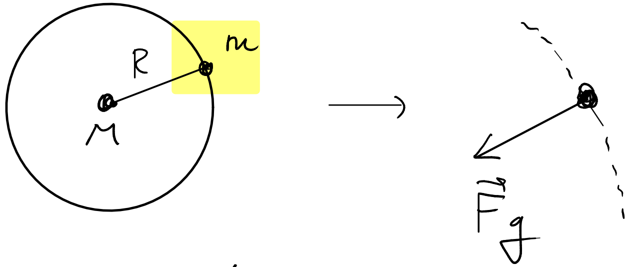




Esperimento di Cavendish
1798

Applicazione: III legge di Keplero

Modello: moto circolare uniforme



$\tau \sim R^{\alpha}$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \qquad \text{II Newton}$$

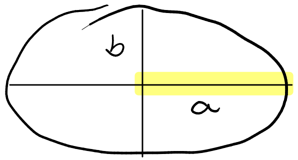
$$|\vec{F}_g| = m|\vec{a}_c|$$

$$G\frac{M\cancel{m}}{R^{\cancel{2}}} = \cancel{m}\frac{v^2}{\cancel{R}} \quad \rightarrow \quad \text{periodo orbitale } \tau$$

$$v\tau = 2\pi R \Rightarrow v = \frac{2\pi R}{\tau}$$

$$\Rightarrow \quad G\frac{M}{R} = \frac{4\pi^2 R^2}{\tau^2} \Rightarrow \tau^2 = \frac{4\pi^2}{GM}R^3$$

$$\tau^2 \sim R^3 \Rightarrow \tau \sim R^{3/2} \quad \boxed{V}$$



III legge di Keplero

$\tau^2 \sim a^3$