



corpi isolati e principio di inerzia

Interazione: tutte le forze note della natura si possono ricondurre a interazioni tra oggetti materiali che (**sperimentalmente**) diminuiscono al crescere della distanza

E' sempre possibile (almeno in linea di principio) rendere un corpo materiale non soggetto a forze ("isolato"), allontanandolo da tutti gli altri corpi

(In pratica, si può semplicemente annullare la presenza di una forza con un'altra uguale e contraria)

Un **sistema di riferimento è inerziale** se un punto materiale isolato (non soggetto a forze) che si trovi in quiete, rimane in quiete.

⇒ Tutti i sistemi Ω' connessi da una trasformazione di Galileo ad un sistema inerziale Ω sono inerziali (altrimenti sarebbero distinguibili da esso sulla base di questa proprietà)

⇒ Poiché un punto fermo in Ω si muove di moto rettilineo uniforme in Ω' (e viceversa), in un riferimento inerziale un punto libero si muove con velocità costante

Principio di relatività + esistenza di sistemi inerziali

⇒ **principio di inerzia** (I principio della dinamica)



riferimenti inerziali

- esistono sistemi di riferimento inerziali?
- la terra è un riferimento inerziale?
sembrerebbe di no, visto che un corpo libero fermo cade! ma in realtà ciò è dovuto alla forza peso
appoggiando il corpo su un piano (vincolo) la forza peso si cancella (il vincolo è in realtà una schematizzazione della reazione elastica dovuta alla deformazione del piano)
ma se si bilancia la forza peso con la reazione vincolare, l'attrito rallenta il moto uniforme se si elimina anche l'attrito (ghiaccio, cuscino d'aria), al limite finalmente sembra di si.
- in realtà no, visto che la terra gira su se stessa.
- E tuttavia un riferimento in moto rettilineo uniforme rispetto al moto collettivo dell'Universo (le "stelle fisse" o come si preferisce dire oggi, le "stelle lontane") è sperimentalmente inerziale.



secondo principio

- quando il corpo risente delle azioni dei corpi vicini, non è più isolato, è sottoposto a forze, allora $a \neq 0$ in un riferimento inerziale, e vale la legge $\vec{F} = \sum \vec{f} = m\vec{a}$ che costituisce il **II principio della dinamica** (definizione operativa dinamica della forza)

dove m è una proprietà del punto materiale, la **massa inerziale** (grandezza fondamentale del SI, si misura in kg, vedi oltre)

L'equazione $\vec{F} = m\vec{a}$ non è una identità:

- effetti statici: forze diverse possono bilanciarsi, ossia ci può essere accelerazione nulla anche in presenza di forze
- applicazione di campioni uguali di forze a masse diverse (p.es. una molla compressa)
- le forze sono presenti indipendentemente dal fatto che ci siano masse da accelerare (**campo**, es. gravità, onde elettromagnetiche ...)

dimensioni, unità di misura:

$$[f]=[m\text{lt}^{-2}]$$

si misura in Newton: $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$

che è quindi la forza che applicata alla massa di 1 kg imprime un'accelerazione di 1 m/s^2



massa inerziale e massa gravitazionale

abbiamo già introdotto il campione di massa (inerziale), completiamone la definizione operativa:

Se si applica una stessa forza alla massa e alla massa campione, deve essere $m_x a_x = m_c a_c (= f_c)$

$$\text{da cui } m_x = m_c \frac{a_c}{a_x}$$

Abbiamo detto che un possibile campione di forza è la forza peso

Cosa è il peso? è l'effetto sulla superficie terrestre della **legge di gravitazione universale**, che dice che due corpi si attraggono con una forza proporzionale al prodotto di due loro proprietà, dette **masse gravitazionali**, secondo la formula:

$$\vec{f}_G = -\frac{GM_1 M_2}{r^2} \hat{r} \text{ che sulla superficie terrestre diventa}$$

$$\vec{P} = \vec{f}_G = -\frac{GM_T}{R_T^2} \hat{r} M = -g \hat{r} M, \text{ essendo } g = \frac{GM_T}{R_T^2}$$

allora la legge di Newton diventa $Mg = ma$

sperimentalmente (Galilei) a è indipendente dai corpi, da cui deriva che m/M è una costante universale, che può arbitrariamente essere posta uguale a 1

(e la forza peso che si esercita su 1 kg massa è quindi 9.8 N)

⇒ **identificazione della massa inerziale con la massa gravitazionale**, circostanza inspiegabile fino alla formulazione della relatività generale