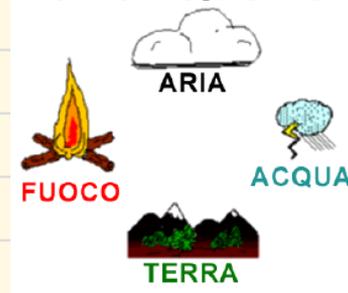


Meccanica classica

- A differenza della cinematica in cui i moti sono descritti solo geometricamente attraverso l'uso dei vettori posizione, velocità ed accelerazione, nella dinamica vengono analizzate le cause che danno origine al moto.
- In generale, il moto di un corpo è determinato dalla sua interazione con l'ambiente circostante
- Saranno considerati i soli punti materiali, in modo da poter prescindere dalla forma del corpo nello studio dell'interazione.
- Si studierà la dinamica di corpi in moto con velocità trascurabili rispetto a quella della luce nel vuoto (circa
- 3×10^8 m/s)
- Si studierà la dinamica di corpi con dimensioni superiori delle particelle componenti i sistemi atomici.
- Tale ambito di studio è detto ***meccanica classica***

Cause del moto: pre Galilei e Newton

- Ogni elemento ha una sua posizione naturale: la terra e l'acqua sotto, l'aria e il fuoco sopra: ogni elemento cerca di raggiungere la sua posizione naturale dopo di che rimane in quiete



- Si riteneva per far muovere un corpo (o mantenerlo in moto) occorresse esercitare un'azione su di esso. Lo stato naturale dei corpi era l'assenza di moto.
- Affinché si avesse il moto di un corpo, ad esempio rettilineo uniforme, su di esso doveva essere esercitata continuamente un'azione e, al cessare di questa, il moto sarebbe terminato. Tale convinzione era avvalorata dall'esperienza quotidiana che vede, ad esempio, la necessità di una spinta continua di un corpo su una superficie orizzontale scabra per mantenerne il moto rettilineo uniforme.

Cause del moto: visione attuale

- Il valore degli studi di Galileo e Newton sta nella capacità di separare dagli aspetti caratteristici e determinanti dei processi analizzati gli elementi estranei e perturbatori: ad esempio si osserva che al ridursi degli agenti perturbatori (attraverso operazioni di levigatura, lubrificazione ecc.), la diminuzione della velocità di un corpo lasciato a sé stesso sulla superficie orizzontale procede sempre più lentamente.
- È possibile estrapolare tale caratteristica affermando che qualora si potessero eliminare tutte le perturbazioni, il corpo continuerebbe a muoversi di moto rettilineo uniforme.

Cause del moto: visione attuale

- I risultati degli studi di Galilei e Newton hanno fornito delle leggi che vanno considerate come dei postulati, dei principi fondamentali, non dimostrabili, formulati sulla base delle loro intuizioni e deduzioni, da cui si possono far discendere tutte le altre leggi che descrivono i fenomeni particolari.
- Il confronto delle previsioni dedotte dai principi fondamentali con i risultati sperimentali permette di apprezzare e dimostrare la correttezza dei postulati iniziali.
- Tutta la attuale visione delle cause del moto è condensata nelle tre leggi di Newton.

I legge di Newton-Principio di inerzia

- ***Ogni corpo isolato ovvero non sottoposto ad azioni esterne (punto materiale libero) persiste nel suo stato di moto rettilineo uniforme o di quiete (caso particolare di moto rettilineo uniforme)***

Prima legge di Newton

- Lo stato naturale dei corpi non è la quiete ma il moto rettilineo uniforme: non è necessaria alcuna azione per mantenere in moto rettilineo uniforme un corpo: tale proprietà è detta **inerzia** (Per tale motivo la prima legge di Newton si chiama anche *principio o legge d'inerzia*)
- Se non ci sono interazioni con altri corpi (corpo o punto materiale isolato) non c'è accelerazione e, quindi, non vi è alcuna possibilità di cambiare la velocità (modulo e/o direzione) di un corpo o di un punto materiale isolato
- Se un corpo o punto materiale isolato cambia il suo stato di moto vuol dire che nell'ambiente esiste almeno un altro corpo che sta esercitando un'azione sul corpo o punto materiale isolato considerato

Sistemi di riferimento inerziali

- Per verificare la prima legge di Newton, a causa della relatività del concetto di moto, bisogna specificare il sistema di riferimento rispetto al quale riferire il moto.
- Si riferisce il moto del corpo ad un osservatore non soggetto ad interazioni con l'ambiente circostante: *osservatore inerziale*. Il corrispondente sistema di riferimento è detto *sistema di riferimento inerziale*.

Sistemi di riferimento inerziali

- Un sistema di riferimento solidale ad un altro osservatore in moto rettilineo uniforme relativamente ad un sistema di riferimento inerziale è pure un sistema di riferimento inerziale: esistono infiniti sistemi di riferimento inerziali in moto rettilineo uniforme relativo.
- Un sistema di riferimento inerziale è un'astrazione (non si può isolare del tutto un corpo). Spesso le interazioni di un corpo con l'ambiente circostante possono essere considerate trascurabili per i processi studiati: in buona approssimazione, il sistema di riferimento solidale con tale corpo può essere ritenuto inerziale.

Forza

- Le cause che determinano una variazione della velocità di un punto materiale sono dette *forze*.
- Osservando che un punto materiale, a riposo su un piano privo di elementi che ne possono alterare il moto, si muove lungo la direzione nella quale viene spinto, segue che la forza ha carattere vettoriale.
- Diremo che due forze applicate successivamente ad uno stesso corpo sono uguali se ne determinano la stessa accelerazione vettoriale.
- Si osserva che forze proporzionali applicate successivamente ad uno stesso corpo generano accelerazioni proporzionali: tra la forza e l'accelerazione sussiste una relazione di proporzionalità vettoriale.

$$\vec{F} \propto \vec{a}$$

Forza

- Sperimentalmente, attraverso l'applicazione di uguali forze a corpi di differente natura (assimilabili a punti materiali), si osserva che la costante di proporzionalità dipende da caratteristiche proprie del corpo.
- Tale costante manifesta l'inerzia del punto materiale: stabilisce l'entità dell'accelerazione che subisce il punto materiale sottoposto all'azione di una certa forza.
- Applicando a due punti materiali, in momenti distinti, due forze, le accelerazioni conseguenti saranno tali che

$$\vec{F} = \xi_1 \vec{a}_1$$

$$\vec{F}' = \xi_1 \vec{a}'_1$$

$$\Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{\xi_2}{\xi_1}$$

$$\Rightarrow \frac{a'_1}{a'_2} = \frac{\xi_2}{\xi_1}$$

$$\vec{F} = \xi_2 \vec{a}_2$$

$$\vec{F}' = \xi_2 \vec{a}'_2$$

la costante di proporzionalità costituisce una proprietà intrinseca dei punti materiali che ne caratterizza il comportamento in relazione agli agenti che perturbano lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme.

Massa inerziale

- La costante di proporzionalità che lega forza ad accelerazione costituisce una proprietà intrinseca dei punti materiali: è indipendente dal loro stato di moto e ne caratterizza il comportamento in relazione agli agenti che ne perturbano lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme.
- La caratteristica per cui un corpo mantiene il proprio stato di moto rettilineo uniforme o di quiete (inerzia) è rappresentata dalla *massa inerziale*. E si indica con m .
- La massa inerziale misura la capacità di un corpo di opporsi a cambiamenti del suo stato di moto (cambiamenti di velocità)
- La massa è una quantità scalare pertanto segue le leggi proprie di tali grandezze

Seconda legge di Newton

- ***In un sistema di riferimento inerziale l'accelerazione di un punto materiale prodotta da forze applicate è direttamente proporzionale alla somma delle forze stesse e inversamente proporzionale alla massa del punto***

$$\vec{\mathbf{F}} = m\vec{\mathbf{a}}$$

Seconda legge di Newton

- La risultante delle forze agenti su un corpo è uguale alla massa del corpo per l'accelerazione subita

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

- L'accelerazione è un vettore, la massa uno scalare: la forza è un vettore

$$[\vec{F}] = [m[\vec{a}]] \quad \text{nel sistema SI} \quad \frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} = \text{N (Newton)}$$

- La seconda legge di Newton è una relazione vettoriale equivalente a tre equazioni scalari

$$(\sum \vec{F})_x = \sum F_x$$

$$(m\vec{a})_x = ma_x$$

$$\sum F_x = ma_x$$

$$(\sum \vec{F})_y = \sum F_y$$

$$(m\vec{a})_y = ma_y$$

$$\sum F_y = ma_y$$

$$(\sum \vec{F})_z = \sum F_z$$

$$(m\vec{a})_z = ma_z$$

$$\sum F_z = ma_z$$

Diagramma delle forze

- Se si conoscono le forze come funzione del tempo, della posizione, delle proprietà dei corpi interagenti (massa, carica, etc.) la seconda legge di Newton ci permette di determinare l'accelerazione in funzione del tempo.
- Nota l'accelerazione, con i metodi della cinematica è possibile determinare la legge oraria, conoscere la posizione del corpo in funzione del tempo, e descrivere il moto
- L'applicazione della seconda legge di Newton richiede la specificazione spaziale e/o temporale di **tutte** le forze che agiscono sul corpo, attraverso il cosiddetto *diagramma delle forze*.

Diagramma delle forze

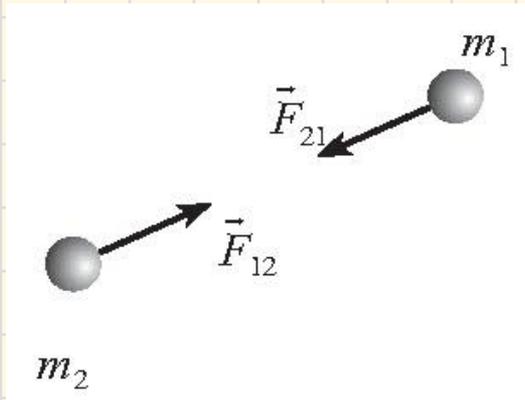
- Nella costruzione del diagramma delle forze devono essere considerata tutte le forze seguendo le seguenti linee guida:
 - Nei sistemi di riferimento inerziali le forze sono dovute ad altri corpi presenti nell'ambiente attorno al corpo di cui si vuol studiare il moto.
 - Una forza è completamente definita quando si conosce qual è il corpo che la subisce e qual è il corpo che la genera
 - Per individuare tutte le forze è necessario individuare tutti i corpi presenti nell'ambiente circostante che possono interagire con il corpo considerato
 - Ci sono forze che agiscono a distanza ed altre per agire richiedono che ci sia contatto tra i corpi interagenti

Corpi e forze

- I corpi interagiscono con l'ambiente in cui si trovano attraverso forze.
- Esaminando le forze agenti su un corpo, si osserva che:
 1. ciascuna forza è originata dall'azione di un altro corpo facente parte dell'ambiente circostante;
 2. il generico corpo presente nell'ambiente, avendo come parte del suo ambiente il corpo considerato, interagisce con esso.
- Si osserva che, quando un corpo esercita una forza su un altro, quest'ultimo esercita una forza sul primo.
- Tale coppia di forze è caratterizzata da essere uguale in modulo e direzione, ma opposta in verso.

Terza legge di Newton

- ***Quando due corpi esercitano delle forze l'uno verso l'altro, queste hanno lo stesso modulo, la stessa direzione e verso opposto***



$$\vec{\mathbf{F}}_{12} = -\vec{\mathbf{F}}_{21}$$

Terza legge di Newton

- Nell'interazione tra due corpi una delle forze viene arbitrariamente denominata *azione* e l'altra *reazione*. Per cui la terza legge di Newton si può anche enunciare come:
 - ***Ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria***
 - N.B.: Le forze di azione e reazione agiscono sempre su corpi diversi. Forze uguali ed opposte, ma agenti sullo stesso corpo, non possono essere quelle previste dalla terza legge di Newton in quanto se agissero sul medesimo corpo, la risultante delle forze agenti su di esso sarebbe nulla, per cui non potrebbe aversi alcuna accelerazione