

Lezione 4: Forze

1 Concetti discussi

Introduzione alle forze, leggi della dinamica, forza peso, piano inclinato

2 Forze

Con la cinematica abbiamo studiato il moto senza chiederci che cosa induce un corpo a muoversi. La **dinamica** invece è quella branca della meccanica che studia le cause del moto. Per prima cosa dobbiamo introdurre il concetto di **forza**. una forza è una causa capace di modificare lo stato di moto rettilineo uniforme di un corpo. Si noti che lo stato di quiete è anch'esso un moto rettilineo uniforme con velocità nulla. La forza è una grandezza fisica vettoriale che ha un modulo, una direzione ed un verso. Su ogni corpo possono agire simultaneamente diverse forze che si sommano tra di loro come somma vettoriale. Si definisce **risultante delle forze** la somma di tutte le forze agenti su un corpo $\sum \vec{F}$.

Abbiamo appena detto che una forza modifica lo stato di moto rettilineo uniforme, quindi cambia la velocità di un corpo. Pertanto una forza deve causare un'accelerazione.

Primo principio della dinamica o principio d'inerzia : Se la risultante delle forze agenti su un corpo è nulla allora il corpo permane nel suo stato di quiete o moto rettilineo uniforme. Si noti che questo principio si applica solo se la somma delle forze è nulla o se un corpo non è soggetto ad alcuna forza.

Questo primo principio ci permette di introdurre il concetto d'**inerzia** che è la "tendenza" di un corpo a permanere nel proprio stato di moto. Sebbene il concetto di inerzia sia introdotto dal primo principio della dinamica è il secondo principio a darne una definizione più precisa.

Secondo principio della dinamica : Il secondo principio ci dice che la risultante delle forze è direttamente proporzionale alla massa del corpo e alla sua accelerazione.

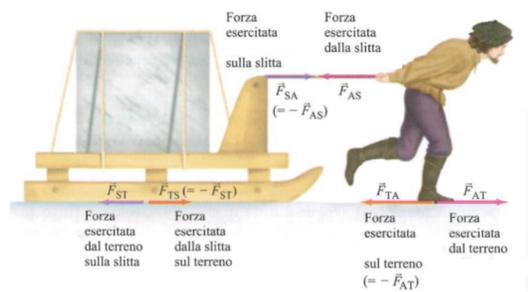
$$\vec{F} = m\vec{a}. \quad (1)$$

Quindi se guardiamo i moduli, a parità di forza, ad una massa più grande corrisponde una minore accelerazione (il prodotto ma è costante). La massa è quindi una grandezza che ci descrive la tendenza di un corpo a resistere ad un cambio di velocità (accelerazione) quando una forza interviene per modificarla. Possiamo quindi dire che l'inerzia di un corpo

dipende dalla massa del corpo. Si parla quindi di **massa inerziale**. Questo concetto è facilmente comprensibile se pensiamo di spostare un grande masso o un sassolino. Applicando ad entrambi la stessa forza riusciremo a spostare con facilità il sassolino mentre il masso probabilmente non si sposterà.

Grazie al secondo principio della dinamica possiamo dedurre che la forza di misura in kg m/s^2 che è la definizione del Newton (N) che si usa comunemente come unità di misura della forza.

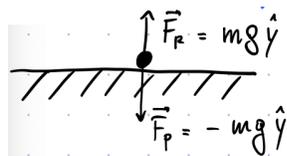
Terzo principio della dinamica anche detto "principio di azione e reazione". Dati due corpi 1 e 2, se il primo esercita una forza sul secondo \vec{F}_{12} allora il secondo esercita una forza \vec{F}_{21} sul primo tale per cui $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$.



Cerchiamo ora di chiarire un concetto sul terzo principio della dinamica. Immaginiamo di dover spostare un blocco di marmo appoggiato su una slitta. Per il terzo principio della dinamica potremmo dire che quando esercitiamo una forza sulla slitta, la slitta ne esercita un'altra su di noi uguale e opposta all'indietro. Saremmo quindi portati a pensare che la risultante delle forze sulla slitta è nulla e quindi la slitta non si muoverà mai. E quindi come possiamo muovere la slitta? Per determinare se noi che

stiamo tirando la slitta riusciamo a muoverci, dobbiamo considerare tutte le forze esercitate su di noi e considerare la risultante $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, dove m e a sono la nostra massa e la nostra accelerazione. In questo caso le forze che agiscono su di noi sono: La forza che esercitiamo sul terreno \vec{F}_{TA} (per la terza legge della dinamica, più forte sarà la nostra spinta sul terreno e più forte sarà la spinta in avanti che il terreno esercita su di noi), la forza esercitata dalla slitta su di noi che ci spinge indietro. Più forte sarà la spinta sul terreno maggiore sarà la spinta del terreno su di noi \vec{F}_{AT} . Se questa forza sarà maggiore di quella che la slitta esercita su di noi, allora riusciremo a spostare il blocco di marmo.

2.1 Reazione del vincolo

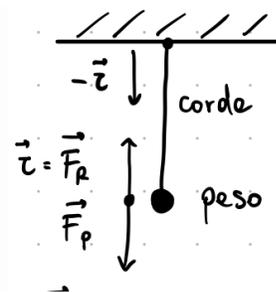


Ora che abbiamo visto i principi della dinamica possiamo provare a fare qualche esempio pratico. Come primo esempio possiamo studiare la **reazione del vincolo**, ovvero la situazione in cui un corpo preme su una superficie vincolante. Prendiamo l'esempio di un libro appoggiato sul tavolo. Sul libro agisce la forza peso $\vec{F}_P = m\vec{g} = mg\vec{y}$ diretta verso il basso e con m e g rispettivamente la massa del libro e l'accelerazione di gravità. Questa forza è diretta verso il basso. Il libro è fermo sul tavolo, quindi la sua accelerazione è nulla. Applicando la seconda legge della dinamica ne consegue che la risultante delle forze sul libro è nulla. Per avere una somma delle forze nulla deve esserci una forza di reazione \vec{F}_R agente sul libro esercitata dal tavolo che contrasta la forza di gravità tale per cui

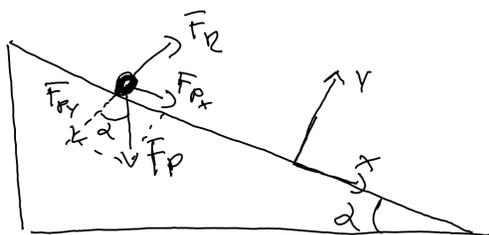
$$m\vec{g} + \vec{F}_R = 0. \quad (2)$$

Si noti bene che la forza di reazione di una superficie è sempre perpendicolare alla superficie di appoggio!

Facciamo ora un altro esempio e pensiamo ad un oggetto appeso ad una corda come in figura. Anche in questo caso, sull'oggetto ci sarà la forza peso che tira l'oggetto verso il basso ed una forza di reazione contraria data dalla corda che invece lo sostiene (la tensione della corda).



Piano inclinato È importante notare che non sempre la reazione di un vincolo bilancia la forza peso. Un esempio è quello di un oggetto su un piano inclinato di un angolo α . In questo caso la forza peso è sempre diretta verso il basso ma la forza di reazione è perpendicolare alla superficie. Ne consegue che la forza peso non è totalmente bilanciata e il corpo tenderà a scivolare lungo il piano.



Come possiamo calcolare l'accelerazione del corpo? Visto che il corpo scivolerà lungo il piano inclinato, il modo più semplice per affrontare il problema è porre gli assi cartesiani in modo che l'asse x sia parallelo al piano inclinato e l'asse y perpendicolare alla sua superficie. Fatto questo possiamo scomporre la forza peso nelle due direzioni e ottenere quindi che

$$\begin{cases} F_{Py} = -F_P \cos \alpha \\ F_{Px} = F_P \sin \alpha \end{cases} \quad (3)$$

Dato che il corpo non sprofonda all'interno del piano inclinato, ne consegue che la forza peso lungo l'asse y è bilanciata con la forza di reazione del piano. Quindi $F_{Py} = -F_R$. Dato che c'è un bilanciamento di forze lungo l'asse y , allora non ci sarà nessuna variazione di moto lungo quest'asse $a_y = 0$. Lungo l'asse x ? in questo caso c'è solo la componente x della forza peso che agisce. Quindi

$$F_{Px} = F_P \sin \alpha = mg \sin \alpha = ma_x \quad (4)$$

e quindi il corpo scivolerà lungo il piano con accelerazione $a_x = g \sin \alpha$.

Metodo di risoluzione dei problemi di dinamica: In termini pratici, quello che abbiamo fatto è definire un sistema di riferimento, scomporre le forze nelle varie direzioni e calcolare le accelerazioni corrispondenti ad ogni direzione.