

Dinamica dei corpi puntiformi

Forza e moto

- Se la velocità di un corpo cambia modulo **e/o direzione** significa che il corpo ha subito un'accelerazione.
- Questa accelerazione è imputabile ad una interazione tra il corpo e "qualcosa" di esterno al corpo (in genere nelle sue vicinanze).
- L'interazione che imprime un'accelerazione al corpo si chiama **forza**.
- Lo studio della relazione tra interazione ed accelerazione subita si chiama **meccanica Newtoniana**.
- Si basa su tre leggi note come **leggi di Newton**.

Prima legge di Newton (Principio d'inerzia)

*“Un corpo su cui agisce una **forza risultante nulla** persevera nel suo stato di **quiete** o di **moto rettilineo uniforme**”*

N.B. La prima legge usa il termine “**forza risultante**”. Spesso su un corpo agiscono simultaneamente più forze e la **forza risultante è la somma vettoriale di tutte queste forze**.

$$\sum_i \vec{F}_i = 0$$

Condizione affinché si verifichi la prima legge di Newton.

La prima legge di Newton non è facilmente verificabile nella vita di tutti i giorni a causa delle **forze di attrito**. Una situazione in cui l'attrito è minimo è per esempio quella del moto del dischetto da hockey su ghiaccio. Un altro problema è quello delle **forze apparenti** dovute alla **non inerzialità** del Sistema di riferimento.

Sistemi inerziali

Sistema di riferimento cartesiano.

Si definisce attraverso una terna di assi cartesiani, un metro campione (per misurare le lunghezze) e un orologio (per misurare i tempi).

Sistema di riferimento inerziale

Un sistema di riferimento inerziale è un sistema in cui è valida la prima legge di Newton.

La prima legge di Newton non è valida in tutti i sistemi di riferimento. Basti pensare ad un campo di hockey posto su una giostra: si vedrebbe il disco muoversi anche se non vi è alcuna forza applicata.....

Esempi di sistemi inerziali

Esempio1: Se si trascurano gli effetti della rotazione terrestre (vero per piccole distanze) la terra è un buon sistema inerziale. Per grandi distanze cio' non è più vero: Forze apparenti (Forza di Coriolis)

Esempio2: Un sistema con origine nel centro del Sole e i tre assi che puntano verso tre stelle molto lontane è un ottimo sistema inerziale.

Esempio3: Un sistema di riferimento che si muove di moto rettilineo uniforme rispetto ad un sistema inerziale è un sistema inerziale.

Inerzia e massa inerziale di un corpo

Inerzia

L'inerzia è la tendenza naturale di un corpo a rimanere nello stato di quiete o nello stato di moto rettilineo uniforme.

Massa

*La massa di un corpo è una misura quantitativa della sua inerzia. Si parla di **massa inerziale**.*

Unità di misura della massa inerziale nel SI:

chilogrammo (kg)

Seconda legge di Newton

- La seconda legge si occupa di ciò che succede quando la forza risultante su un corpo non è più nulla.
- Dice che **l'accelerazione di un corpo è proporzionale alla forza risultante**.
- **L'accelerazione è inoltre inversamente proporzionale alla massa inerziale del corpo stesso** (è più difficile accelerare un camion che un pallina da golf...).
- Per una forza risultante pari a \mathbf{F} , la seconda legge dice:

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \sum_i \vec{F}_i \quad \text{oppure} \quad \sum_i \vec{F}_i = m \vec{a} \quad (5.1)$$

Unità di misura della forza in SI: **newton** (N) = kg · ms⁻²

Seconda legge di Newton per componenti

Poniamo $\sum_i \vec{F}_i \equiv \vec{F}^{\text{tot}}$

In componenti $\vec{F}^{\text{tot}} = F_x^{\text{tot}} \hat{i} + F_y^{\text{tot}} \hat{j} + F_z^{\text{tot}} \hat{k}$

$$F_x^{\text{tot}} = \sum_i (F_i)_x, \quad F_y^{\text{tot}} = \sum_i (F_i)_y, \quad F_z^{\text{tot}} = \sum_i (F_i)_z$$

Seconda legge in componenti:

$$\sum_i \vec{F}_i \equiv \vec{F}^{\text{tot}} = m \vec{a} \quad \longrightarrow \quad \begin{aligned} F_x^{\text{tot}} &= \sum_i (F_i)_x = m a_x, \\ F_y^{\text{tot}} &= \sum_i (F_i)_y = m a_y, \\ F_z^{\text{tot}} &= \sum_i (F_i)_z = m a_z \end{aligned}$$

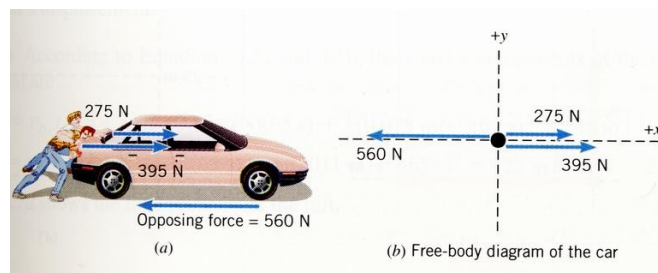
N.B.

Per risolvere i problemi relativi alla prima e seconda legge di Newton la quantità importante da calcolare è ovviamente la risultante delle forze sul corpo in oggetto:

$$\sum_i \vec{F}_i$$

In questo caso è spesso utile tracciare un **diagramma delle forze** che rappresenta il corpo e tutte (e solo) le forze che agiscono su di esso (vedi esempi successivi)

Esempio 1: Due persone spingono una macchina di massa pari a 1850kg con forze orizzontali rispettivamente pari a 275N e 395N. Una terza forza, dovuta all'attrito, e pari a 560N, agisce sulla macchina nella stessa direzione delle due forze precedenti ma con verso opposto. Si trovi l'accelerazione della macchina.



Sol.

La forza risultante vale

$$\vec{F}^{\text{tot}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = (F_{1x} + F_{2x} + F_{3x}) \hat{i}$$
$$= (+275\text{N} + 395\text{N} - 560\text{N}) \hat{i} = +110\text{ N} \hat{i} = F_x^{\text{tot}} \hat{i}$$

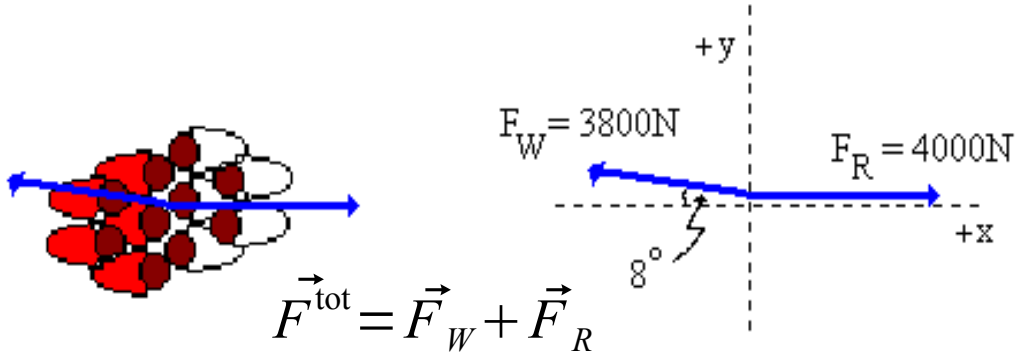
e dalla seconda legge di Newton l'accelerazione sarà

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \vec{F}^{\text{tot}} = \frac{1}{m} (F_x^{\text{tot}}) \hat{i} = \frac{110\text{N}}{1850\text{ Kg}} \hat{i} = (5.94 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2) \hat{i} = a_x \hat{i}$$

Esempio 2 (incontro di rugby)

La squadra rossa spinge con una forza totale pari 4000N mentre la squadra bianca spinge con una forza pari 3800N lungo una direzione che forma un angolo di 8° (vedere figura) con la direzione della forza della squadra rossa.

La massa totale delle due squadre è pari a 1000kg. Trovare le componenti x e y dell'accelerazione subita dalla mischia.



Sol.

Componente

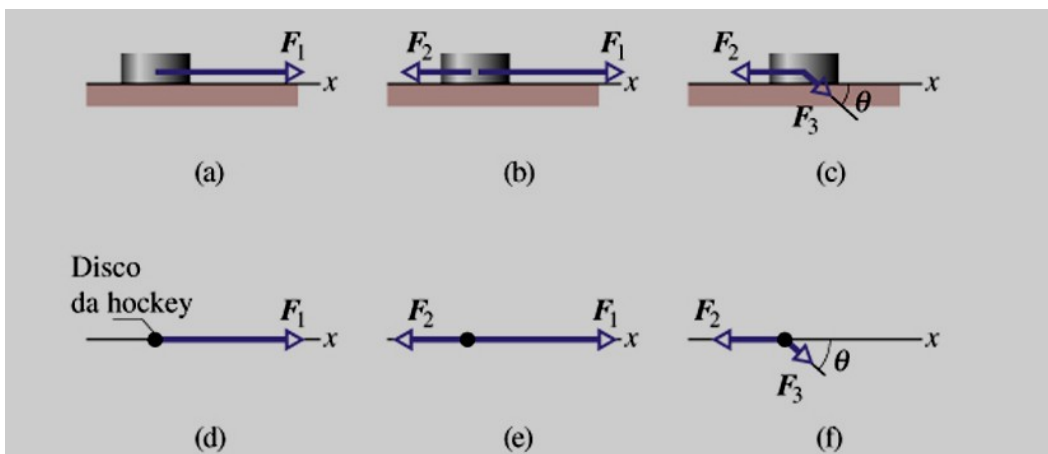
$$F_x^{\text{tot}} = F_{Wx} + F_R = F_W \cos(172^\circ) + F_R = 237 \text{ N}$$

$$\rightarrow a_x = \frac{1}{m} F_x^{\text{tot}} = \frac{237 \text{ N}}{1000 \text{ Kg}} = 2,37 \times 10^{-1} \text{ m/s}^2$$

Componente

$$F_y^{\text{tot}} = F_{Wy} = F_W \sin(172^\circ) = 529 \text{ N} \quad \Rightarrow \quad a_y = 0.529 \text{ m/s}^2$$

Esempio 3: Problema svolto 5.1 Halliday et al. Pag. 75



Calcolare l'accelerazione del disco nei tre casi della figura

Terza legge di Newton

La prima e la seconda legge di Newton descrivono come si muovono i corpi sotto l'influenza delle forze. **La terza legge di Newton riguarda una proprietà di tutte le forze.**

TERZA LEGGE DI NEWTON

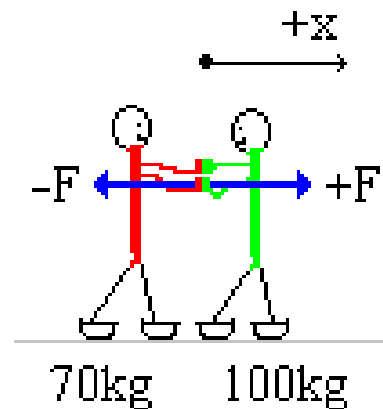
Se un corpo esercita una forza su un altro corpo, il secondo corpo esercita sul primo una forza uguale in modulo e direzione ma di verso opposto.

La terza legge di Newton è detta anche **principio di azione e reazione** in quanto si può enunciare anche nel modo seguente:

“ a ogni azione corrisponde una reazione uguale, ma opposta. ”

Esempio

Due pattinatori sono in piedi uno di fronte all'altro. Il pattinatore rosso spinge quello verde con una forza pari 25N. Trovare l'accelerazione di ciascun pattinatore (assumendo l'assenza di attrito) sapendo che la massa inerziale del rosso vale 70 Kg mentre quella del verde 100Kg.



In base alla terza legge di Newton il pattinatore verde applica una forza uguale e opposta al pattinatore rosso.

Quindi :

$$a_{\text{rosso}} = -F/m_{\text{rosso}} = -25\text{N}/70\text{kg} = -0.36\text{ms}^{-2}$$

$$a_{\text{verde}} = +F/m_{\text{verde}} = 25\text{N}/100\text{kg} = 0.25\text{ms}^{-2}$$

Il pattinatore rosso, avendo una massa inerziale più piccola, subisce un'accelerazione maggiore.

Esercizi consigliati tratti dall'Halliday et al. Capitolo 5

1E , 2E, 4E, 6P, 7P (quinta edizione).

2 , 3, 4, 5, 6 (sesta edizione).

Leggere con attenzione i
problemi svolti del Capitolo 5 !!!
(5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9)