

1. Una locomotiva di massa $9,8 \cdot 10^5 \text{ kg}$ parte da ferma e raggiunge la velocità di 10 m/s in $4,8 \text{ s}$. Calcola la forza media che ha agito sulla locomotiva.

$$m = 9,8 \cdot 10^5 \text{ kg} \quad v_o = 0 \text{ m/s} \quad v = 10 \text{ m/s} \quad t = 4,8 \text{ s} \quad F?$$

Si tratta di un moto uniformemente accelerato e, con l'applicazione del secondo principio della dinamica, posso determinare la forza media:

$$F = ma = m \frac{v - v_o}{t} = \mathbf{2,0 \cdot 10^6 \text{ N}}$$

2. Una barca ha una massa di 6800 kg . I suoi motori le applicano una forza di 4100 N verso ovest, mentre il vento esercita su di essa una forza di 800 N verso est e l'acqua esercita una forza di resistenza di 1200 N verso est. Determina il modulo, la direzione e il verso dell'accelerazione della barca.

$$m = 6800 \text{ kg} \quad F_1 = 4100 \text{ N} \quad F_2 = 800 \text{ N} \quad F_3 = 1200 \text{ N} \quad \vec{a}?$$

La forza totale agente sulla barca è data dalla somma vettoriale delle tre forze.

Considerando come verso positivo quello della forza applicata dai motori (\vec{F}_1), ovvero quello verso ovest, otteniamo:

$$F = |\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3| = F_1 - F_2 - F_3 = 2100 \text{ N}$$



Perciò la forza risultante ha lo stesso verso della forza applicata dai motori (nel disegno: agisce verso sinistra, ovvero verso ovest). Quindi, per il secondo principio della dinamica, anche l'accelerazione risultante sarà **verso ovest**:

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m} = \mathbf{0,31 \text{ m/s}^2}$$

3. Un blocco di legno di massa $0,75 \text{ kg}$ striscia lungo un piano orizzontale risentendo di un attrito di $2,5 \text{ N}$. Una forza F sta trascinando il blocco a velocità costante di $0,85 \text{ m/s}$. Calcola il modulo della forza F che trascina il blocco. Il modulo di F viene poi aumentato di $0,50 \text{ N}$. Calcola quanto tempo occorre perché il blocco raggiunga una velocità tripla di quella iniziale.

$$m = 0,75 \text{ kg} \quad F_a = 2,5 \text{ N} \quad v_o = 0,85 \text{ m/s} \quad F? \quad F' = F + 0,50 \text{ N} \quad v = 3v_o \quad t?$$

Nella fase iniziale, siccome il blocco di legno si muove con velocità costante, per il **primo principio della dinamica** la somma delle forze agenti su di lui sarà nulla, quindi:

$$\vec{F} + \vec{F}_a = 0 \quad \Rightarrow \quad F = F_a = \mathbf{2,5 \text{ N}}$$

Per determinare il tempo impiegato per triplicare la velocità, applichiamo le leggi del moto uniformemente accelerato:

$$\Delta F = ma = m \frac{v - v_o}{t} = m \frac{3v_o - v_o}{t} = \frac{2mv_o}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{2mv_o}{\Delta F} = \frac{2mv_o}{F' - F_a} = \mathbf{2,6 \text{ s}}$$

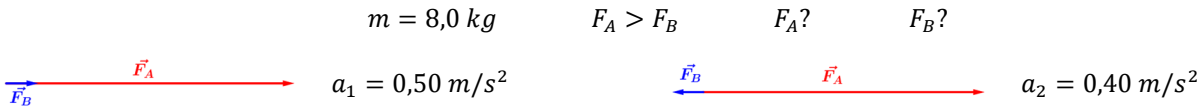
4. Con un arco viene lanciata una freccia a 25 m/s . A parità di tutte le altre condizioni, se la forza media esercitata dall'arco raddoppiasse, quale velocità raggiungerebbe la freccia?

$$v_1 = 25 \text{ m/s} \quad v_o = 0 \text{ m/s} \quad F_2 = 2F_1 \quad v_2?$$

Al raddoppio della forza, raddoppia anche l'accelerazione:

$$a_2 = 2a_1 \quad \Rightarrow \quad \frac{v_2^2 - v_o^2}{2s} = 2 \cdot \frac{v_1^2 - v_o^2}{2s} \quad \Rightarrow \quad v_2^2 = 2v_1^2 \quad \Rightarrow \quad v_2 = v_1\sqrt{2} = \mathbf{35 \text{ m/s}}$$

5. A un oggetto di massa $8,0 \text{ kg}$ sono applicate due forze \vec{F}_A e \vec{F}_B . F_A è maggiore di F_B . Quando entrambe le forze sono dirette verso est l'accelerazione dell'oggetto è $0,50 \text{ m/s}^2$. Quando invece \vec{F}_A è diretta verso est e \vec{F}_B verso ovest, l'accelerazione dell'oggetto è di $0,40 \text{ m/s}^2$ in direzione est. Calcola i moduli di \vec{F}_A e \vec{F}_B .



Dalle immagini precedenti, ricaviamo che nel primo caso per fare la somma vettoriale delle forze bisognerà effettuare la somma dei moduli delle singole forze, mentre nel secondo caso per fare la somma vettoriale delle forze bisognerà effettuare la differenza tra i moduli delle singole forze, applicando poi il secondo principio della dinamica:

$$\begin{cases} F_A + F_B = ma_1 \\ F_A - F_B = ma_2 \end{cases} \quad \begin{cases} F_A = m \frac{a_1 + a_2}{2} = \mathbf{3,6 \text{ N}} \\ F_B = m \frac{a_1 - a_2}{2} = \mathbf{0,4 \text{ N}} \end{cases}$$

6. Una scala mobile è lunga $10,5 \text{ m}$ e si muove a $1,5 \text{ m/s}$. Un cagnolino va avanti e indietro sulla scala correndo a $2,3 \text{ m/s}$ e invertendo il moto quando arriva agli estremi. A quale velocità lo vede muoversi un osservatore fermo rispetto alla scala? Quanto tempo impiega il cagnolino a percorrere la scala in un verso e poi nell'altro?

$L = 10,5 \text{ m}$ $v_s = 1,5 \text{ m/s}$ $v_c = 2,3 \text{ m/s}$ $v_a?$ $t_a?$ $v_r?$ $t_r?$

All'andata, il cagnolino si muove nello stesso verso della scala, perciò il modulo della velocità totale è dato dalla somma dei moduli delle due velocità e il tempo lo posso calcolare con le leggi del moto rettilineo uniforme:

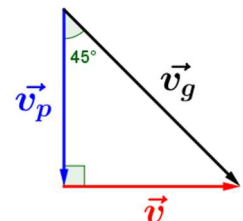
$$v_a = v_c + v_s = \mathbf{3,8 \text{ m/s}} \quad v_a = \frac{L}{t_a} \Rightarrow t_a = \frac{L}{v_a} = \mathbf{2,8 \text{ s}}$$

Al ritorno, il cagnolino si muove in verso opposto alla scala, perciò il modulo della velocità totale è dato dalla differenza dei moduli delle due velocità:

$$v_r = v_c - v_s = \mathbf{0,8 \text{ m/s}} \quad v_r = \frac{L}{t_r} \Rightarrow t_r = \frac{L}{v_r} = \mathbf{13 \text{ s}}$$

7. Durante una giornata di pioggia, il passeggero di un'automobile osserva che le traiettorie delle gocce di pioggia hanno un'inclinazione che cambia al cambiare della velocità dell'auto. Procedendo a una velocità costante, il passeggero nota che la pioggia è inclinata di circa 45° . Che cosa puoi concludere? Motiva la tua risposta.

Il grafico a lato rappresenta la situazione: \vec{v}_p è la velocità della pioggia, che cade perpendicolarmente al terreno, percepita da un osservatore fermo a lato della strada; \vec{v}_g è la velocità della goccia di pioggia, che forma un angolo di 45° rispetto alla verticale, percepita dal passeggero dell'automobile; \vec{v} è la velocità dell'auto, perpendicolare rispetto a quella della pioggia, percepita da un osservatore fermo a lato della strada. Dal disegno, possiamo notare che, seguendo le indicazioni date, si viene a formare un triangolo rettangolo isoscele, perciò **la velocità dell'auto è uguale, in modulo, alla velocità della pioggia.**



8. Un padre e suo figlio sono fermi su una pista di pattinaggio su ghiaccio. La massa del padre è doppia di quella del figlio. Il padre spinge il figlio con una forza F . Calcola il rapporto fra l'accelerazione del figlio e quella del padre.

$$m_P = 2m_F \quad \frac{a_F}{a_P} ?$$

Se il padre spinge il figlio con una forza F , per il terzo principio della dinamica, anche il figlio esercita sul padre una forza F , perciò dato che $F = ma$ per il secondo principio della dinamica otteniamo:

$$m_F a_F = m_P a_P \quad \Rightarrow \quad \frac{a_F}{a_P} = \frac{m_P}{m_F} = \frac{2m_F}{m_F} = 2$$

9. Una superpetroliera con massa $1,5 \cdot 10^8 \text{ kg}$ viaggia a 18 km/h . Il capitano fa spegnere i motori e la nave percorre 8 km prima di fermarsi. Calcola la forza media esercitata dall'acqua sulla nave.

$$m = 1,5 \cdot 10^8 \text{ kg} \quad v_o = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s} \quad s = 8 \text{ km} \quad v = 0 \text{ m/s} \quad F ?$$

Per la seconda legge della dinamica e per le leggi del moto uniformemente accelerato:

$$F = ma = m \frac{v^2 - v_o^2}{2s} = -2,3 \cdot 10^5 \text{ N}$$

Il segno negativo è dovuto al fatto che la forza si oppone al movimento della nave.