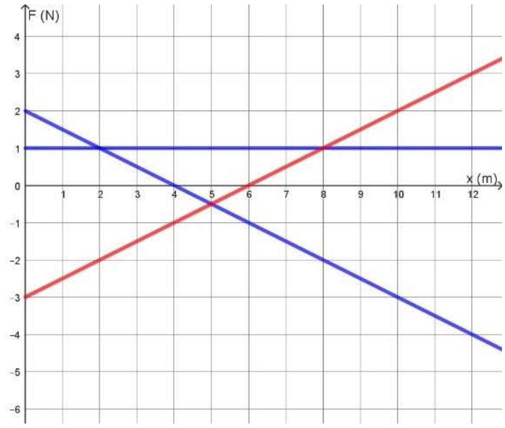
1. Su un oggetto di massa $0{,}5\,kg$ in moto lungo l'asse positivo delle x alla velocità di $8{,}0\,m/s$ agiscono due forze, $\vec{F}_1 = (8{,}0\,N)\,\hat{x} + (3{,}0\,N)\,\hat{y}$ e $\vec{F}_2 = (2{,}0\,N)\,\hat{x} - (3{,}0\,N)\,\hat{y}$. Al tempo $t = 0{,}0\,s$ la posizione dell'oggetto è $-2{,}0\,m$ sull'asse x. Scrivi la legge oraria dell'oggetto.

$m = 0{,}5\,kg \qquad \vec{v}_o = (8{,}0\,m/s)\,\hat{x} \qquad \vec{F}_1 = (8{,}0\,N)\,\hat{x} + (3{,}0\,N)\,\hat{y} \qquad \vec{F}_2 = (2{,}0\,N)\,\hat{x} - (3{,}0\,N)\,\hat{y} \qquad s_o = -2{,}0\,m \qquad s(t)?$

Comincio con il sommare le due forze agenti sull'oggetto: $\vec{F} = (10\,N)\,\hat{x}$ e posso quindi determinare l'accelerazione dell'oggetto applicando il **secondo principio della dinamica**: $\vec{F} = m\vec{a}$ perciò: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = (20\,m/s^2)\,\hat{x}$. L'oggetto si muove con moto rettilineo uniformemente accelerato lungo l'asse x e la sua legge oraria è: $\boldsymbol{s = -2{,}0 + 8{,}0\,t + 10\,t^2}$

2. Un oggetto si muove orizzontalmente a velocità costante nel verso positivo. Sull'oggetto agiscono tre forze $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_3$, anch'esse orizzontali. La figura 1 mostra i valori delle forze $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ al variare della posizione x dell'oggetto. Disegna il grafico della forza $\vec{F}_3$ al variare della posizione x.



L'oggetto si muove a velocità costante, ovvero con un moto rettilineo uniforme. Per il **primo principio della dinamica**, se la velocità è costante, la somma delle forze agenti sull'oggetto è zero, ovvero:

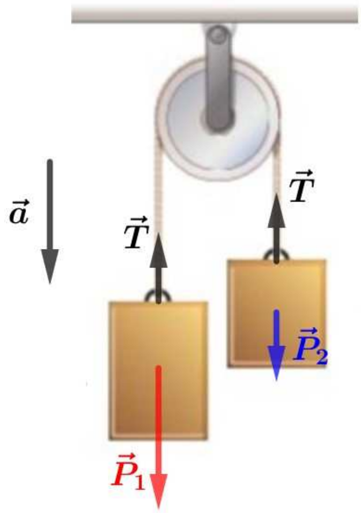
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{F}_3 = -\vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

Considerando l'espressione delle forze in funzione di x, ottengo:

$$\vec{F}_1(x) = 1 \qquad \vec{F}_2 = 2 - \frac{1}{2}x \qquad \Rightarrow \qquad \vec{F}_3 = \frac{1}{2}x - 3$$

La rappresentazione di $\vec{F}_3$ è quella in rosso,

3. Due oggetti di massa m_1 e m_2 con $m_1 > m_2$ sono collegati tramite una fune di massa trascurabile che scorre attorno a una carrucola con accelerazione pari a $3{,}0\,m/s^2$. La carrucola è bloccata e non può ruotare. Trascura l'attrito tra la fune e la carrucola. Determina il rapporto tra le due masse.



Applico il **secondo principio della dinamica** alle due masse, ovvero, per la massa m_2:

$$T - P_2 = m_2 a$$

Per la massa m_1 posso ottenere:

$$P_1 - T = m_1 a$$

Sommando membro a membro le due equazioni, ottengo:

$$\frac{\begin{cases} T - P_2 = m_2 a \\ P_1 - T = m_1 a \end{cases}}{P_1 - P_2 = m_1 a + m_2 a} \qquad m_1 g - m_2 g = m_1 a + m_2 a$$

$$m_1(g - a) = m_2(a + g) \quad \Rightarrow \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{a + g}{g - a} = \mathbf{1{,}9}$$

4. Uno slittino si muove su un pianoro innevato con una velocità v_o. A un certo istante, finisce su una zona in cui il coefficiente di attrito dinamico tra i pattini dello slittino e la neve è $0{,}050$. Sapendo che prima di fermarsi percorre 20 m, che velocità aveva inizialmente?

$$s = 20\,m \qquad \mu = 0{,}050 \qquad v = 0\,m/s \qquad v_o?$$

Applicando il **secondo principio della dinamica**, sappiamo che: $F = ma$ e dato che è la forza d'attrito a rallentare lo slittino, portando la sua velocità dal valore iniziale a zero, $F = F_a$, cioè:

$$F_a = ma \quad \Rightarrow \quad \mu F_\perp = ma$$

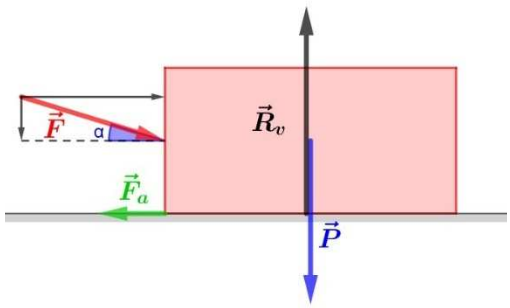
In questo caso, la forza premente è data dalla forza peso e dato che l'accelerazione può essere data da: $a = \frac{v^2 - v_o^2}{2s} = -\frac{v_o^2}{2s}$, si ottiene la relazione che permette di determinare lo spazio percorso prima che lo slittino si fermi, ricordando che, dato che la forza di attrito si oppone al moto, l'accelerazione sarà negativa:

$$-\mu mg = m\frac{-v_o^2}{2s} \quad \Rightarrow \quad v_o = \sqrt{2\mu g s} = \mathbf{4,4\ m/s}$$

5. Marta spinge un carrello della spesa di massa $8{,}0\,kg$ esercitando una forza di $19{,}4\,N$ in una direzione che forma un angolo di 17° rispetto al pavimento. Considerando una forza di attrito dinamico di $7{,}3\,N$, calcola l'accelerazione del carrello.

$$m = 8{,}0\,kg \qquad F = 19{,}4\,N \qquad \alpha = 17° \qquad F_a = 7{,}3\,N \qquad a?$$

Considero solamente la componente orizzontale della forza con la quale Marta spinge il carrello, $F_x = F\cos\alpha$. La forza che determina l'accelerazione in avanti del carrello è data dalla differenza tra i moduli delle due forze, visto che la forza di attrito si oppone al movimento. Applicando il **secondo principio della dinamica**, posso determinare l'accelerazione:



$$F_x - F_a = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F_x - F_a}{m} = \frac{F\cos\alpha - F_a}{m} = \mathbf{1,4\ m/s^2}$$

6. Un uomo e suo figlio sono fermi su una pista di pattinaggio su ghiaccio. L'uomo ha una massa di $70\,kg$ e il figlio di $25\,kg$. L'uomo spinge il figlio con una forza di modulo F. Calcola il rapporto percentuale tra l'accelerazione del figlio e quella del padre.

$$m_1 = 70\,kg \qquad m_2 = 25\,kg \qquad a_2/a_1?$$

Per il **terzo principio della dinamica**, la forza esercitata dal padre sul figlio è uguale, in modulo, alla forza esercitata dal figlio sul padre. Applicando il **secondo principio della dinamica**, si può ottenere:

$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{a_2}{a_1} = \frac{m_1}{m_2} = \mathbf{280\%}$$

7. Un modellino di treno è composto da una locomotiva e da tre vagoni identici di massa $0{,}12\,kg$. Il trenino si muove con accelerazione $0{,}65\,m/s^2$. Trascura tutti gli attriti. Calcola la forza che la locomotiva esercita sul primo vagone.

$$m_1 = m_2 = m_3 = 0{,}12\,kg \qquad a = 0{,}65\,m/s^2 \qquad F?$$

Per il **terzo principio della dinamica**, la forza esercitata dalla locomotiva sul primo vagone è uguale a quella esercitata dal primo vagone sulla locomotiva. Dato che la locomotiva deve trascinare tre vagoni identici, la forza (per il **secondo principio della dinamica**) è data da:

$$F = (m_1 + m_2 + m_3)\,a = \mathbf{0,23\ N}$$