

1. Al supermercato, spingendo un carrello pieno di acquisti con una forza orizzontale di 21 N, si ottiene un aumento della sua velocità di 2 m/s in 4 secondi. Qual è la massa del carrello?

$$F = 21 \text{ N}, \quad \Delta v = 2 \text{ m/s}, \quad \Delta t = 4 \text{ s} \quad m?$$

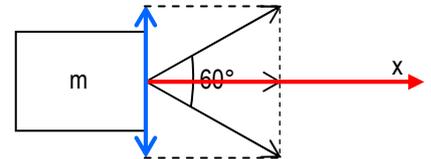
Semplice applicazione del secondo principio della dinamica:

$$F = ma \Rightarrow m = \frac{F}{a} = \frac{F}{\frac{\Delta v}{\Delta t}} = \frac{F \cdot \Delta t}{\Delta v} = \mathbf{42 \text{ kg}}$$

2. Due persone trascinano una cassa di 50,0 kg, inizialmente ferma, su di un piano orizzontale senza attrito, tirandola con due forze uguali, di 36,0 N ciascuna, che formano fra di loro un angolo di 60,0°
- Qual è la forza risultante che sposta la cassa?
  - Qual è la velocità della cassa dopo uno spostamento di 4,0 m?

Proietto entrambe le forze sull'asse x, con il quale entrambe le forze formano un angolo di 30,0°. Se proietto entrambe le forze sull'asse y, ottengo due forze uguali ed opposte, che quindi non danno alcun contributo al movimento della cassa. Invece, le due proiezioni sull'asse x sono:

$$F_{1,x} = F_{2,x} = F_1 \cos(30,0^\circ)$$



Sommando le componenti delle forze lungo l'asse x, otteniamo la forza risultante che sposta la cassa:

$$F_{tot} = 2F \cos(30,0^\circ) = \mathbf{62,4 \text{ N}}$$

Possiamo quindi determinare l'accelerazione, usando il secondo principio della dinamica:  $F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$

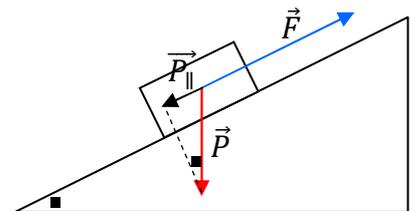
Conoscendo la velocità iniziale, pari a zero, lo spostamento di 4,0 m, l'accelerazione, determinata a partire dalla forza e dalla massa, possiamo ricavare la velocità finale:

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2sa + v_0^2} = \sqrt{2s \frac{F}{m} + v_0^2} = \mathbf{3,2 \text{ m/s}}$$

3. Una cassa di 50 kg viene spinta verso l'alto su di un piano inclinato di 30° (senza attrito). Con quale forza si deve spingere la cassa perché essa:
- salga con velocità costante?
  - salga con accelerazione di 0,7 m/s<sup>2</sup>?

Perché la cassa salga con velocità costante, vuol dire – per il principio d'inerzia – che la somma delle forze agenti sulla cassa sia nulla. In altre parole, questo significa che la componente parallela al piano della forza peso e la forza applicata per spingere la cassa siano uguali e opposte. (La componente perpendicolare al piano della forza peso è invece annullata dalla reazione vincolare del piano).

$$P_{\parallel} = P \sin 30^\circ = F = \mathbf{245 \text{ N}}$$



Perché la cassa salga con un'accelerazione, consideriamo lo schema del corpo libero nella sua componente parallela al piano:

$$F - P_{\parallel} = ma \Rightarrow F = P_{\parallel} + ma = \mathbf{280 \text{ N}}$$

4. La figura 3 mostra un dispositivo chiamato “macchina di Atwood”. Una fune senza massa passa nella gola di una carrucola fissa (senza massa e senza attrito) e sostiene due masse,  $m_1 = 5,0$  kg e  $m_2 = 7,0$  kg. Calcola l’accelerazione delle due masse e la tensione della fune.

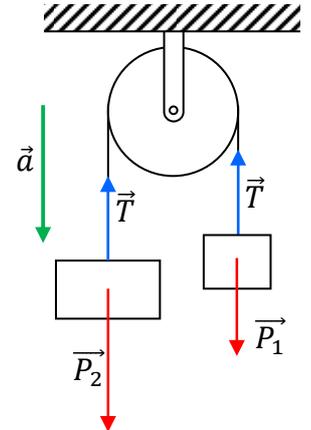
Consideriamo le equazioni che ricaviamo dallo schema del corpo libero delle due masse:

$$\begin{aligned} T - P_1 &= m_1 a \\ P_2 - T &= m_2 a \end{aligned}$$

Sommando le due equazioni membro a membro, otteniamo:

$$P_2 - P_1 = m_1 a + m_2 a \Rightarrow a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g = \mathbf{1,6 \text{ m/s}^2}$$

Dalla prima equazione, possiamo ricavare la tensione:  $T = P_1 + m_1 a = \mathbf{57 \text{ N}}$



5. In un’esperienza di laboratorio, su una rotaia senza attriti scivola un carrello di massa 300 g, trainato da una massa di 30 g, appesa a un filo di nylon che passa nella gola di una carrucola.
- Qual è l’accelerazione del carrello?
  - Qual è la tensione nel filo?
  - Se la massa  $m_2$  fosse il doppio della massa  $m_1$ , quanto varrebbe l’accelerazione del carrello rispetto a quella di gravità?

Considero le due equazioni che derivano dallo schema del corpo libero:

$$\begin{aligned} T &= m_2 a \\ P_1 - T &= m_1 a \end{aligned}$$

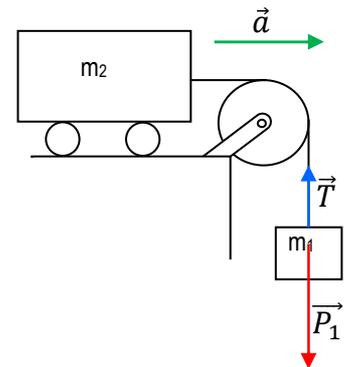
Sommando le due equazioni, otteniamo l’espressione dell’accelerazione:

$$P_1 = a (m_1 + m_2) \Rightarrow a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g = \mathbf{0,89 \text{ m/s}^2}$$

Possiamo così determinare la tensione:  $T = m_2 a = \mathbf{0,27 \text{ N}}$

Se la massa del carrello fosse il doppio di quella del peso, ovvero  $m_2 = 2m_1$ , l’accelerazione sarebbe 1/3 di quella di gravità, infatti:

$$a = \frac{m_1}{m_1 + m_2} g = \frac{m_1}{m_1 + 2m_1} g = \frac{m_1}{3m_1} g = \mathbf{\frac{1}{3} g}$$



6. Una pallina di massa 200 g ruota su una circonferenza orizzontale di raggio 30 cm, trattenuta da un filo di nylon teso durante la rotazione. Se la tensione del filo è di 6,0 N, calcola la velocità della pallina e il periodo di rotazione.

La tensione del filo coincide con la forza centripeta:  $T = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{Tr}{m}} = \mathbf{3,0 \text{ m/s}}$

Conoscendo la velocità, posso ricavare il periodo di rotazione, sapendo che:  $v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \mathbf{0,63 \text{ s}}$

7. Sul piatto di un giradischi che ruota a 33 giri/min è appoggiato un dado alla distanza di 8,0 cm dal centro. Se il dado resta fermo al suo posto durante la rotazione, qual è il coefficiente di attrito tra dado e piatto?

Se il dado resta fermo durante la rotazione, vuol dire che la forza di attrito e la forza centripeta sono uguali in modulo, perciò:

$$\frac{m v^2}{r} = mg\mu \Rightarrow \mu = \frac{v^2}{g r} = \frac{4 \pi^2 r f^2}{g} = \mathbf{0,097}$$