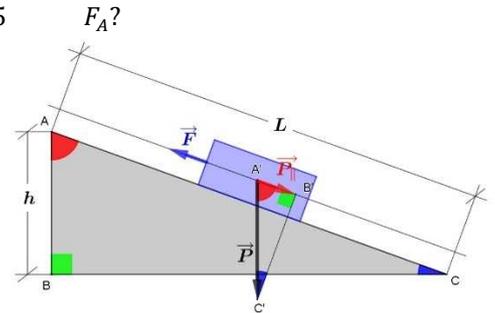


1. Un pinguino di 33 kg sta scivolando con andatura costante su un blocco di ghiaccio che ha una pendenza di  $26^\circ$ . Il coefficiente di attrito dinamico tra il pinguino e il ghiaccio vale 0,05. Qual è l'intensità della forza di attrito che si oppone al suo scivolamento?

$$m = 33 \text{ kg} \quad \alpha = 26^\circ \quad \mu = 0,05$$

Dalla rappresentazione del diagramma di corpo libero, vediamo che, per restare in equilibrio, la componente della forza peso del pinguino parallela al piano deve eguagliare, in modulo, la forza d'attrito, data dal prodotto tra il coefficiente di attrito e la forza premente, ovvero la componente perpendicolare al piano della forza peso:  $F_A = \mu P_\perp$ . Dal disegno, possiamo dedurre – visti gli angoli indicati come congruenti (l'angolo dato è indicato in blu) – che  $P_\perp = P \cos \alpha$ , perciò:

$$F_A = \mu P_\perp = \mu P \cos \alpha = \mu mg \cos \alpha = 15 \text{ N}$$



2. Giuseppe deve spostare una cassetta di plastica piena di angurie di peso totale 350 N. La spinge con una forza orizzontale su un pavimento di cemento. Il coefficiente di attrito statico tra plastica e cemento è 0,70, mentre il coefficiente di attrito dinamico è 0,30.

- A. Calcola la forza necessaria a mettere in moto la cassetta.  
 B. Calcola la forza da esercitare per mantenere in movimento la cassetta.  
 C. Mentre la cassetta si muove, Luca aggiunge un'anguria che pesa 78 N. Di quanto deve aumentare la forza di spinta di Giuseppe perché la cassetta non si fermi?

$$P = 350 \text{ N} \quad \mu_s = 0,70 \quad \mu_d = 0,30 \quad F_{As} ? \quad F ? \quad P_1 = 78 \text{ N} \quad \Delta F ?$$

- A. La forza necessaria per mettere in moto la cassetta è pari alla forza di attrito statico:  $F_{As} = \mu_s P = 2,5 \cdot 10^2 \text{ N}$   
 B. Nel momento in cui la cassetta viene messa in moto, per mantenerla in movimento è necessario applicare una forza pari alla forza di attrito dinamico:  $F = F_{Ad} = \mu_d P = 1,1 \cdot 10^2 \text{ N}$   
 C. Perché la cassetta non si fermi, quando si aggiunge l'anguria, la forza deve aumentare di una quantità pari alla forza di attrito dinamico generata da sola dal peso dell'anguria (perché la forza premente è la forza peso e aumentando la forza peso di un ulteriore peso – pari a quello dell'anguria):  $\Delta F = \mu_d P_1 = 23 \text{ N}$
3. Per spostare un armadio Paolo e Fabio spingono alle due estremità del mobile perpendicolarmente a esso. Paolo esercita una forza di 170 N, Fabio di 88 N. La distanza tra i punti di applicazione delle forze è di 125 cm.
- A. Calcola l'intensità della forza risultante.  
 B. A che distanza si trova il punto di applicazione della risultante dai punti di applicazione delle forze esercitate da Paolo e da Fabio?

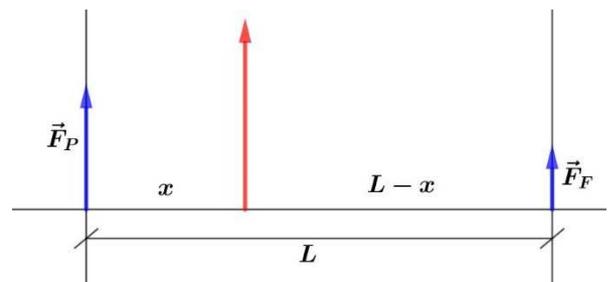
$$F_P = 170 \text{ N} \quad F_F = 88 \text{ N} \quad L = 125 \text{ cm} \quad F ? \quad x ? \quad L - x ?$$

Per calcolare l'intensità della forza risultante, non resta altro da fare che sommare le due forze (che agiscono lungo la stessa direzione e con lo stesso verso), perciò:  $F = F_P + F_F = 2,6 \cdot 10^2 \text{ N}$

Rappresentiamo il diagramma di corpo libero, indicando con  $x$  e  $L - x$  la distanza delle due forze,  $F_P$  e  $F_F$  rispettivamente, dal punto di applicazione della risultante. Sappiamo che:  $F_P x = F_F (L - x)$ . Perciò possiamo determinare la misura di  $x$  e  $L - x$ :

$$\frac{F_P}{F_F} = \frac{L - x}{x} \Rightarrow \frac{F_P}{F_F} = \frac{L}{x} - 1 \Rightarrow \frac{L}{x} = 1 + \frac{F_P}{F_F} \Rightarrow$$

$$\frac{L}{x} = \frac{F_F + F_P}{F_F} \Rightarrow \frac{x}{L} = \frac{F_F}{F_F + F_P} \Rightarrow x = \frac{F_F L}{F_F + F_P} = 0,43 \text{ m}$$



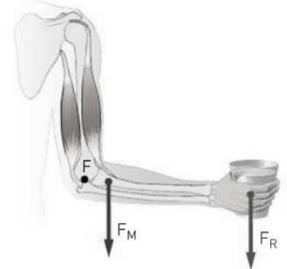
Per differenza, possiamo determinare la distanza della forza applicata da Fabio dal punto di applicazione della risultante, ovvero  $0,82 \text{ m}$ .

4. In un bicchiere di vetro di massa 1,2 kg Matteo verso 2,3 L di acqua. L'avambraccio di Matteo è lungo 40 cm e il suo bicipite è distante 4,0 cm dal gomito (figura 1). Qual è la forza esercitata dal bicipite per tenere sollevato il bicchiere?

$$m_1 = 1,2 \text{ kg} \quad m_2 = 2,3 \text{ kg} \quad b_R = 40 \text{ cm} \quad b_M = 4,0 \text{ cm} \quad F_M?$$

Si tratta di una leva e sappiamo che:  $F_M b_M = F_R b_R$ . La forza resistente è data dal peso delle due masse  $m_1$  e  $m_2$ , ovvero del bicchiere più la massa di acqua:

$$F_M = F_R \frac{b_R}{b_M} = (m_1 + m_2) g \frac{b_R}{b_M} = 3,4 \cdot 10^2 \text{ N}$$



5. L'apribottiglie della figura 2 è utilizzato per togliere un tappo a corona, che oppone una forza resistente di 120 N. Il braccio della resistenza è lungo 1,2 cm, quello della forza motrice 7,2 cm.

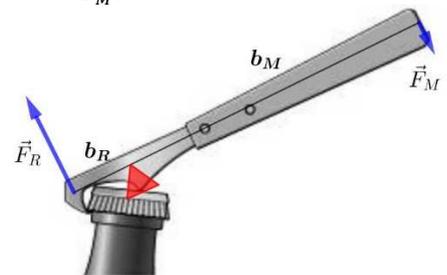
A. Rappresenta il diagramma delle forze.

B. Quale forza motrice serve per equilibrare la forza resistente?

$$F_R = 120 \text{ N} \quad b_R = 1,2 \text{ cm} \quad b_M = 7,2 \text{ cm} \quad F_M?$$

Ho rappresentato il diagramma delle forze, indicando il fulcro della leva con il triangolo rosso. Nella rappresentazione sono evidenziate le due forze e i due bracci, tra i quali sussiste la relazione:

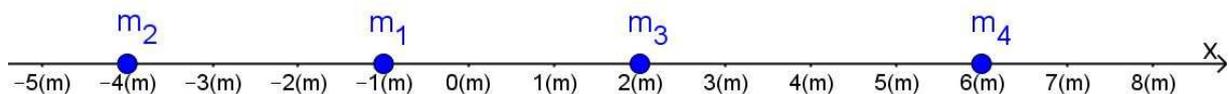
$$F_R b_R = F_M b_M \Rightarrow F_M = F_R \frac{b_R}{b_M} = 20 \text{ N}$$



6. Siano date quattro masse disposte come indicato nella figura 3, con  $m_1 = 3 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 1 \text{ kg}$  e  $m_3 = 2 \text{ kg}$ . Determina il valore della quarta massa, in maniera tale che il centro di massa del sistema si trovi nell'origine del sistema di riferimento.

$$m_1 = 3 \text{ kg} \quad x_1 = -1 \text{ m} \quad m_2 = 1 \text{ kg} \quad x_2 = -4 \text{ m}$$

$$m_3 = 2 \text{ kg} \quad x_3 = 2 \text{ m} \quad x_4 = 6 \text{ m} \quad x_{CM} = 0 \text{ m} \quad m_4?$$



Applichiamo la formula per determinare il centro di massa e da essa, con la formula inversa, ricaviamo il valore della massa mancante:

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + m_4 x_4}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4} \Rightarrow \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + m_4 x_4}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4} = 0 \Rightarrow m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + m_4 x_4 = 0$$

$$\Rightarrow m_4 x_4 = -m_1 x_1 - m_2 x_2 - m_3 x_3 \Rightarrow m_4 = \frac{-m_1 x_1 - m_2 x_2 - m_3 x_3}{x_4} = 0,5 \text{ kg}$$