1. Un Boeing 747 atterra e comincia a rallentare, fino a fermarsi, muovendosi lungo la pista. Se la sua massa è $3{,}50 \cdot 10^5\ kg$, il modulo della sua velocità iniziale è 27,0 m/s e la forza di frenata risultante è $4{,}30 \cdot 10^5\ N$:
   A. qual è il modulo della sua velocità dopo 7,50 s?
   B. quale distanza ha percorso l'aereo in questo periodo di tempo?

$$m = 3{,}50 \cdot 10^5\ kg \qquad v_o = 27{,}0\ m/s \qquad F = -4{,}30 \cdot 10^5\ N \qquad t = 7{,}50\ s \qquad v? \qquad s?$$

A. Dal secondo principio della dinamica, posso determinare la massa:

$$F = ma \qquad \Rightarrow \qquad a = \frac{F}{m}$$

Possiamo ricavare la velocità finale, dalla definizione di accelerazione:

$$a = \frac{v - v_o}{t} \qquad \Rightarrow \qquad v = at + v_o = \frac{F}{m}t + v_o = \mathbf{17,8\ m/s}$$

B. Dai dati in nostro possesso, possiamo determinare lo spazio percorso:

$$s = \frac{v + v_o}{2} \cdot t = \mathbf{168\ m}$$

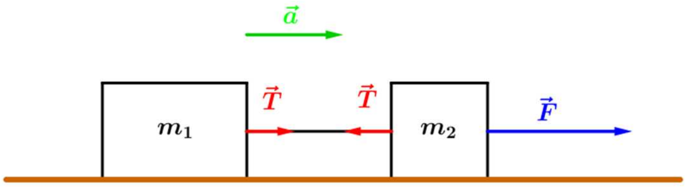
2. Sono date due masse $m_1 = 4{,}5\ kg$ ed $m_2 = 2{,}5\ kg$, collegate da una fune ideale (di massa trascurabile) e posizionate su un piano orizzontale privo di attrito (figura 1). Sapendo che alla massa m_2 è applicata una forza di 35 N, calcola l'accelerazione del sistema e la tensione della fune.

$$m_1 = 4{,}5\ kg \qquad m_2 = 2{,}5\ kg \qquad F = 35\ N \qquad a? \qquad T?$$

Dalla seconda legge della dinamica ricaviamo l'accelerazione:

$$F = (m_1 + m_2)\, a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \mathbf{5,0\ m/s^2}$$

$$T = m_1 a = \mathbf{23\ N}$$

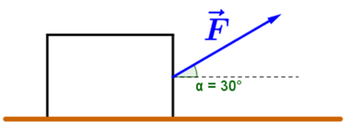


3. Su un baule di massa 25 kg posizionato su una superficie priva di attrito agisce una forza di 50 N applicata con un angolo di 30° rispetto all'orizzonte (figura 2). Calcola l'accelerazione del baule e l'intensità della reazione vincolare esercitata dalla superficie sul baule.

$$m = 25\ kg \qquad F = 50\ N \qquad \alpha = 30° \qquad a? \qquad R_V?$$

L'accelerazione del baule viene determinata dalla componente orizzontale della forza:

$$F_x = ma \qquad \Rightarrow \qquad a = \frac{F_x}{m} = \frac{F \cos\alpha}{m} = \mathbf{1,7\ m/s^2}$$



Per quanto riguarda la reazione vincolare, invece:

$$R_V = P - F_y = mg - F\ sen\ \alpha = \mathbf{2,2 \cdot 10^2\ N}$$

4. Per allenarsi a una gara Luca scende con il proprio skateboard dalla sommità di un piano inclinato lungo 15,0 m, che forma con l'orizzonte un angolo di 45°. Sapendo che la velocità iniziale del ragazzo è 2,40 m/s, calcola la sua velocità quando giunge alla base della discesa, supponendo che non vi siano attriti.

$$l = 15{,}0\ m \qquad v_o = 2{,}40\ m/s \qquad \alpha = 45° \qquad v?$$

Il moto è determinato dalla componente della forza peso parallela al piano:

$$F = P_{\parallel} = P\ sen\alpha \quad \Rightarrow \quad ma = mg\ sen\alpha \quad \Rightarrow \quad a = g\ sen\alpha = \frac{v^2 - v_o^2}{2s}$$

$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{2as + v_o^2} = \sqrt{2gs\ sen\alpha + v_o^2} = \mathbf{14,6\ m/s}$$

5. Un motorino sta viaggiando alla velocità di 32,4 km/h. Se il coefficiente di attrito statico tra gli pneumatici e l'asfalto è 0,55, qual è la minima distanza entro cui fermarsi affinché le ruote non slittino?

$$v_o = 32{,}4\ km/h = 9{,}00\ m/s \qquad \mu = 0{,}55 \qquad v = 0\ m/s \qquad s?$$

La forza agente è una forza frenante ed è la forza di attrito

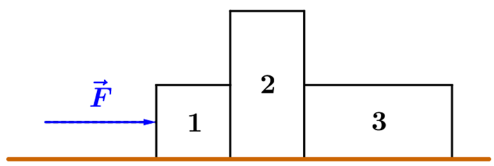
$$F = -F_a \quad \Rightarrow \quad ma = -mg\ \mu \quad \Rightarrow \quad a = \frac{v^2 - v_o^2}{2s} = -g\ \mu \quad \Rightarrow \quad s = \frac{v_o^2}{2g\mu} = \mathbf{7,5\ m}$$

6. Una forza di modulo 7,50 N spinge tre scatole di massa $m_1 = 1{,}30\ kg$, $m_2 = 3{,}20\ kg$, $m_3 = 4{,}90\ kg$, come mostrato nella figura 3. Determina la forza di contatto:
   A. tra la scatola 1 e la scatola 2;
   B. tra la scatola 2 e la scatola 3.

$$F = 7{,}50\ N \qquad m_1 = 1{,}30\ kg \qquad m_2 = 3{,}20\ kg \qquad m_3 = 4{,}90\ kg \qquad F_{12}? \qquad F_{23}?$$

Il sistema si mette in moto con un'accelerazione a data da:

$$F = (m_1 + m_2 + m_3)\ a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3}$$



A. La forza di contatto tra la scatola 1 e la scatola 2 è data da:

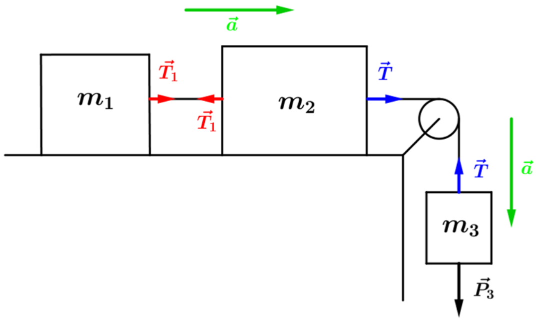
$$F_{12} = (m_2 + m_3)\ a = \frac{m_2 + m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F = \mathbf{6,46\ N}$$

B. La forza di contatto tra la scatola 2 e la scatola 3 è data da:

$$F_{23} = m_3\ a = \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} F = \mathbf{3,91\ N}$$

7. Determina l'accelerazione delle masse mostrate nella figura 4, sapendo che $m_1 = 1{,}0\ kg$, $m_2 = 2{,}0\ kg$ ed $m_3 = 3{,}0\ kg$.

Dal diagramma delle forze indicato a lato, possiamo determinare le seguenti equazioni:

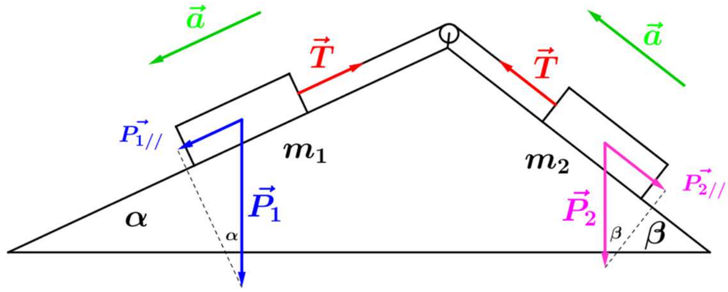


$$\begin{cases} P_3 - T = m_3 a \\ T - T_1 = m_2 a \\ T_1 = m_1 a \end{cases} \qquad \begin{cases} T_1 = m_1 a \\ T - m_1 a = m_2 a \\ P_3 = T + m_3 a \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_1 = m_1 a \\ T = (m_1 + m_2)\, a \\ P_3 = (m_1 + m_2 + m_3)\, a \end{cases} \qquad a = \frac{m_3}{m_1 + m_2 + m_3} g = \mathbf{4{,}9\ m/s^2}$$

8. Due carrellini sono attaccati tramite una fune di massa trascurabile, che scorre su un piolo privo di attrito. Essi si muovono su una rotaia, a profilo triangolare, priva di attrito (figura 5).
   A. Supponendo che le due masse siano in equilibrio, scrivi la relazione che lega le masse dei due corpi.
   B. Supponendo che m_1 scenda con accelerazione a, scrivi la relazione che lega le masse dei due corpi.

Partiamo dal diagramma delle forze a lato.



A. Nel primo caso l'accelerazione è nulla, perciò:

$$\begin{cases} P_{1\parallel} - T = 0 \\ P_{2\parallel} - T = 0 \end{cases} \qquad P_{1\parallel} = P_{2\parallel}$$

$$m_1 g\ sen\ \alpha = m_2 g\ sen\ \beta$$

$$\boldsymbol{m_2 = \frac{sen\ \alpha}{sen\ \beta}\, m_1}$$

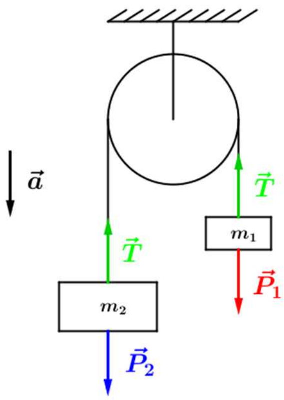
B. Nel secondo caso, l'accelerazione è diversa da zero:

$$\begin{cases} P_{1\parallel} - T = m_1 a \\ T - P_{2\parallel} = m_2 a \end{cases} \qquad P_{1\parallel} - P_{2\parallel} = m_1 a + m_2 a$$

$$m_1 g\ sen\ \alpha - m_2 g\ sen\ \beta = m_1 a + m_2 a \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{m_2 = \frac{g\ sen\ \alpha - a}{g\ sen\ \beta + a}\, m_1}$$

9. L'apparecchio mostrato in figura 6, chiamato macchina di Atwood, è utilizzato per determinare l'accelerazione di gravità g a partire dalla misura della accelerazione a dei due corpi. Supponi che corda e carriola abbiano massa trascurabile e che la carrucola sia priva di attrito. Determina il modulo dell'accelerazione e della tensione della corda.

Essendo la massa m_2 maggiore della massa m_1, l'accelerazione sarà verso il basso per la massa m_2 e verso l'alto per la massa m_1, perciò ottengo le relazioni:



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

Risolvendo il sistema e sommando le due equazioni:

$$P_2 - P_1 = a\,(m_1 + m_2) \quad \Rightarrow \quad a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g$$

Per determinare la tensione, sostituisco l'espressione ottenuta nella prima equazione:

$$T = P_1 + m_1 a = m_1 g + m_1 \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g = \frac{2\, m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$