1. Un disco da hockey è sottoposto a una o più forze, come mostrato nella Figura 1. Disponi i quattro casi, A, B, C e D, in ordine crescente di modulo della forza che agisce sul disco, motivando la tua risposta con i calcoli.

Disco A: Le due forze hanno la stessa direzione, ma verso opposto, perciò il modulo della forza risultante è dato dalla differenza tra i due moduli:

$$F_A = 7N - 5N = \mathbf{2N}$$

Disco B: Le due forze formano un angolo di 90°, perciò il modulo della forza risultante lo posso ottenere con il teorema di Pitagora:

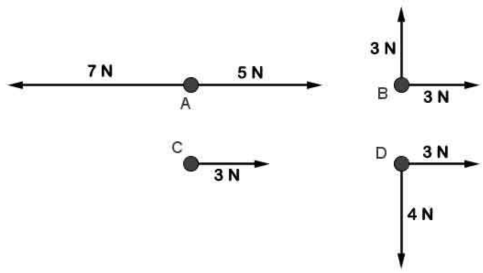
$$F_B = \sqrt{(3N)^2 + (3N)^2} = \mathbf{4N}$$

Disco C: Agisce solo una forza, perciò:

$$F_C = \mathbf{3N}$$

Disco D: Le due forze formano un angolo di 90°, perciò il modulo della forza risultante lo posso ottenere con il teorema di Pitagora:

$$F_D = \sqrt{(4N)^2 + (3N)^2} = \mathbf{5N}$$



L'ordine perciò è: $\boldsymbol{A < C < B < D}$

2. Una carrozza di massa 230 kg viene trainata da due cavalli legati ciascuno a un cavo fissato alla carrozza. Se la carrozza procede a una velocità costante di 8,00 km/h, su di essa agisce una forza di attrito di 830 N. Calcola la forza esercitata da ciascun cavallo.

Considerata la velocità costante, per il primo principio della dinamica, la somma delle forze agenti su di essa deve essere nulla, perciò le forze esercitate dai cavalli devono dare come risultato 830 N, che è la forza di attrito. In altre parole, le due forze hanno rispettivamente valore di **415 N**.

3. In un supermercato spingi un carrello della spesa di 12,3 kg con una forza di 10,1 N. Se il carrello parte da fermo, quale distanza percorre in 2,50 s?

$$m = 12{,}3\ kg \qquad F = 10{,}1\ N \qquad v_o = 0\ m/s \qquad t = 2{,}50\ s \qquad s?$$

Con la seconda legge della dinamica posso determinare l'accelerazione e con questo valore posso determinare la distanza:

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m} \qquad\qquad s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{F}{2m}t^2 = \mathbf{2,57\ m}$$

4. Un'automobile di massa $1{,}5 \cdot 10^3\ kg$ viene frenata da una forza costante, esercitata dai freni e pari a $1{,}6 \cdot 10^3\ N$, in uno spazio di 90 m. Determina la velocità a cui viaggiava l'auto.

$$m = 1{,}5 \cdot 10^3\ kg \qquad F = -1{,}6 \cdot 10^3\ N \qquad v_o? \qquad s = 90\ m \qquad v = 0\ m/s$$

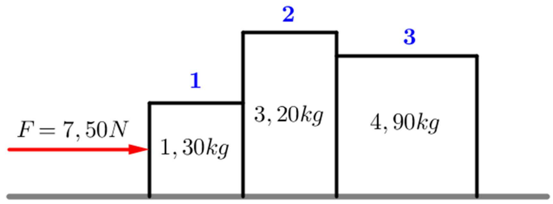
Con la seconda legge della dinamica posso determinare l'accelerazione e con questo valore posso determinare la velocità iniziale:

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F}{m} \qquad\qquad s = \frac{v^2 - v_o^2}{2a} = \frac{-v_o^2}{2a} \quad \Rightarrow \quad v_o = \sqrt{-2as} = \sqrt{-\frac{2Fs}{m}} = \mathbf{14\ m/s}$$

5. 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 2. Determina la forza di contatto:
   A. tra la scatola 1 e la scatola 2;
   B. tra la scatola 2 e la scatola 3.

Innanzi tutto, determino l'accelerazione del sistema, che ottengo applicando il secondo principio della dinamica, considerando come forza quella data e come massa la somma delle masse:

$$F = (m_1 + m_2 + m_3)\ a \qquad \Rightarrow \qquad a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3} = 0{,}798\ m/s^2$$



A. Per determinare la forza di contatto tra la scatola 1 e la scatola 2, considero la forza come applicata alle scatole 2 e 3, perciò:

$$F_{1,2} = (m_2 + m_3)\ a = \mathbf{6,46\ N}$$

B. Per determinare la forza di contatto tra la scatola 2 e la scatole 3, considero la forza come applicata alla scatola 3, perciò:

$$F_{2,3} = m_3\ a = \mathbf{3,91\ N}$$

6. Un blocco di 1,4 kg scende lungo un piano inclinato privo di attrito. Sapendo che il modulo della reazione vincolare è 12 N e che l'altezza del piano inclinato è di 2,0 m, determina la lunghezza del piano.

$$m = 1{,}4\ kg \qquad R = 12\ N \qquad H = 2{,}0\ m \qquad L?$$

La reazione vincolare è uguale e opposta alla componente perpendicolare al piano della forza peso. Posso perciò determinare, con il teorema di Pitagora, la componente della forza peso parallela al piano. Per la similitudine dei triangoli rettangoli ABC e A'B'C', abbiamo la proporzione:

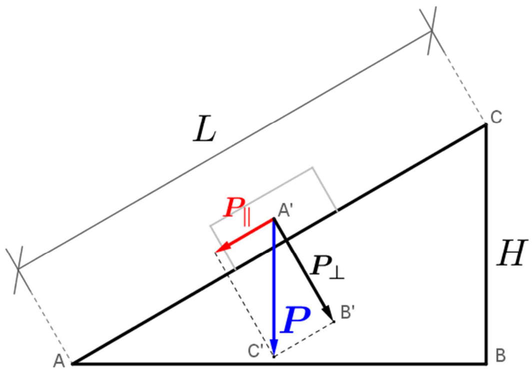
$$AC : BC = A'C' : B'C'$$

ovvero:

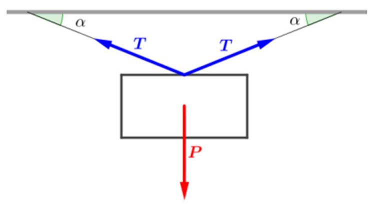
$$L : H = P : P_{\parallel}$$

Lavorando alla formula otteniamo:

$$L = \frac{P}{P_{\parallel}} H = \frac{mg}{\sqrt{P^2 - P_{\perp}^2}} H = \mathbf{4,1\ m}$$



7. Un oggetto di massa m è sospeso a due fili di lunghezza uguale che formano un angolo α con l'orizzontale (figura 3). Calcola la tensione delle funi in funzione dell'angolo e della massa dell'oggetto. Se la massa dell'oggetto raddoppia, come variano le tensioni? Per quale valore dell'angolo α le due tensioni sono uguali al peso dell'oggetto?



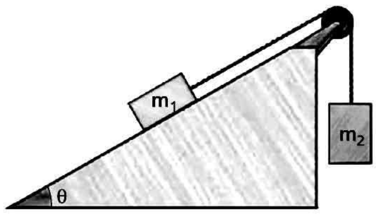
$$T_1 = T_2 = T$$

$$\vec{T_1} + \vec{T_2} = -\vec{P} \qquad T_{1x} = -T_{2x} \qquad T_{1y} = T_{2y} = T_y$$

$$T_y + T_y = P \quad \Rightarrow \quad 2T_y = P \quad \Rightarrow \quad 2T sen\ \alpha = P \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{T = \frac{mg}{2\ sen\alpha}}$$

Raddoppiando la massa dell'oggetto, raddoppia anche la tensione, visto che è direttamente proporzionale alla massa.
Le due tensioni sono uguali al peso se $2\ sen\alpha = 1 \quad \Rightarrow \quad sen\ \alpha = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \alpha = sen^{-1}\frac{1}{2} = \mathbf{30°}$

8. Due corpi sono collegati da una corda priva di massa, come mostrato nella figura a lato. Il piano inclinato e il piolo sono privi d'attrito. Determina l'accelerazione dei corpi e la tensione della corda per valori generici di θ, m_1 e m_2.
Determina il valore dell'accelerazione nel caso in cui la massa sospesa sia il triplo di quella sul piano inclinato e l'angolo valga 30°.



Su entrambi i corpi agiscono la tensione della fune e la forza dovuta all'accelerazione, ma nel caso del corpo sospeso verticalmente ho l'azione della forza peso, nel caso del corpo appoggiato sul piano ho la componente parallela al piano della forza peso:

$$\begin{cases} T - P_{1,\parallel} = m_1 a \\ -T + P_2 = m_2 a \end{cases}$$

Operando sul sistema, posso determinare quanto richiesto, sommando le due equazioni membro a membro:

$$P_2 - P_{1,\parallel} = m_1 a + m_2 a$$

$$m_2 g - m_1 g\, sen\theta = a\,(m_1 + m_2) \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{a = \frac{m_2 - m_1\, sen\theta}{m_1 + m_2}\, g}$$

Ora posso determinare la tensione:

$$T = m_2 g - m_2 a = m_2 g - m_2 \frac{m_2 - m_1\, sen\theta}{m_1 + m_2} g = \boldsymbol{\frac{m_1 m_2\,(1 + sen\theta)}{m_1 + m_2}\, g}$$

Ora si suppone che:

$$m_2 = 3\, m_1 \qquad \theta = 30° \qquad \Rightarrow \qquad sen\,\theta = \frac{1}{2}$$

$$a = \frac{3\,m_1 - \frac{1}{2} m_1}{m_1 + 3m_1} g = \frac{\frac{5}{2} m_1}{4m_1} g = \frac{5}{8} g = \boldsymbol{6,1\ m/s^2}$$