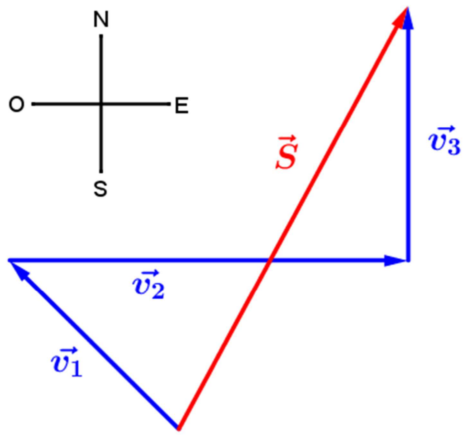
1. Una nave ormeggiata sulla banchina deve eseguire una serie di manovre per poter uscire in mare aperto ed evitare le barriere del porto. Prima si dirige a 45° nord-ovest per compiere 300 m, poi va verso est per 500 m e infine si dirige verso nord percorrendo 320 m.
   a. Rappresenta la situazione descritta.
   b. Determina il vettore risultante in coordinate cartesiane.
   c. Calcola il rapporto tra la distanza percorsa e il modulo del vettore spostamento.

a. Ho rappresentato in blu i vettori dati e in rosso quello risultante.



b. Determino le coordinate di ogni vettore per poi poter determinare le coordinate del vettore risultante:

$$\vec{v_1} = (-300\,m\cos 45°)\,\hat{x} + (300\,m\,\text{sen}\,45°)\,\hat{y} =$$
$$= -212\,m\,\hat{x} + 212\,m\,\hat{y}$$
$$\vec{v_2} = 500\,m\,\hat{x}$$
$$\vec{v_3} = 320\,m\,\hat{y}$$
$$\vec{S} = \mathbf{288\,m\,\hat{x} + 532\,m\,\hat{y}}$$

c. La distanza percorsa è la somma dei moduli dei vettori:

$$\frac{300\,m + 500\,m + 320\,m}{\sqrt{(288\,m)^2 + (532\,m)^2}} = \mathbf{1,85}$$

2. Una cassa di massa 15,0 kg, caduta da un aereo in volo, sta scendendo verso terra a velocità costante. Determina la resistenza dell'aria.

Considerata la velocità costante, per il primo principio della dinamica, la somma delle forze agenti su di essa deve essere nulla, perciò la resistenza dell'aria deve essere pari alla forza peso della cassa, ovvero **147 N**.

3. Un oggetto di massa m_1 si muove con accelerazione a_1. Un oggetto di massa m_2 si muove con accelerazione a_2. Sapendo che $\frac{m_1}{m_2} = 4$ e che $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{3}$, determina il rapporto tra le due forze.

Applico il secondo principio della dinamica:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 a_1}{m_2 a_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{a_1}{a_2} = 4 \cdot \frac{1}{3} = \mathbf{\frac{4}{3}}$$

4. Una motocicletta di massa 200 kg, inizialmente ferma, raggiunge la velocità di 30 m/s in 10 s. Quanto vale l'intensità della forza che ha agito nell'intervallo di tempo considerato? Quale distanza ha percorso la motocicletta nello stesso tempo?

$$m = 200\,kg \qquad v_o = 0\,m/s \qquad v = 30\,m/s \qquad t = 10\,s \qquad F? \qquad s?$$

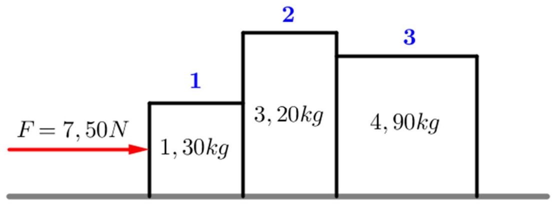
Si tratta di un'applicazione delle leggi della cinematica e della seconda legge della dinamica:

$$F = ma = m\frac{v - v_o}{t} = \mathbf{6,0 \cdot 10^2 N} \qquad\qquad s = \frac{v + v_o}{2}t = \mathbf{1,5 \cdot 10^2\,m}$$

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.
   C. l'accelerazione che avrebbe il sistema se togliessi la terza scatola.

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:

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

C. Per determinare l'accelerazione che avrebbe il sistema senza la terza scatola, applico il secondo principio della dinamica:

$$F = (m_1 + m_2)\, a_2 \qquad \Rightarrow \qquad a_2 = \frac{F}{m_1 + m_2} = \mathbf{1,67\ m/s^2}$$

6. Anna ha lasciato un libro sul tavolo da disegno, di altezza 40 cm e lunghezza 80 cm. La massa del libro è di 550 g. Se il coefficiente di attrito statico è di 0,15, la componente parallela della forza peso è sufficiente per tenere il libro in equilibrio?

$$H = 40\ cm \qquad L = 80\ cm \qquad m = 550\ g \qquad \mu = 0{,}15 \qquad P_{\parallel} >/< F_a?$$

Per determinare la componente parallela al piano della forza peso, uso la similitudine dei triangoli rettangoli ABC e A'B'C' e abbiamo la proporzione:

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

ovvero:

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

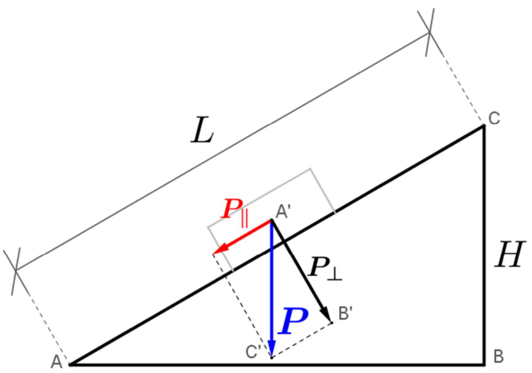
Lavorando alla formula otteniamo:

$$P_{\parallel} = P\frac{H}{L} = \mathbf{2,7\ N}$$

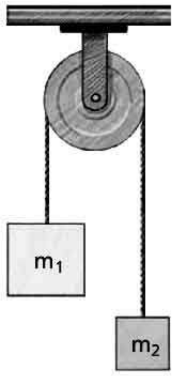
Per determinare la forza d'attrito, ho bisogno della componente della forza peso perpendicolare al piano:

$$F_a = \mu P_{\perp} = \mu\sqrt{P^2 - P_{\parallel}^2} = \mathbf{0,70\ N}$$

Siccome la forza d'attrito è inferiore alla componente parallela della forza peso, il libro scivola lungo il tavolo.



7. Due pacchi di massa m_1 e m_2 (con $m_1 > m_2$) sono sospesi ai due estremi di una corda che passa su una carrucola (questo dispositivo è noto con il nome di *macchina di Atwood*). Trascura la massa della corda e assumi che la carrucola sia ideale. Con quale accelerazione si muovono i due pacchi? Quanto vale la tensione della corda? Se $m_1 = 2m_2$, quanto vale l'accelerazione?



Essendo la massa 1 maggiore della massa 2, l'accelerazione sarà verso il basso per la massa 1 e verso l'alto per la massa 2, 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:

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

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

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

Ora si suppone che:

$$m_1 = 2\,m_2 \qquad\qquad a = \frac{2m_2 - m_2}{2m_2 + m_2} g = \frac{m_2}{3m_2} g = \frac{1}{3} g = \mathbf{3{,}3\ m/s^2}$$