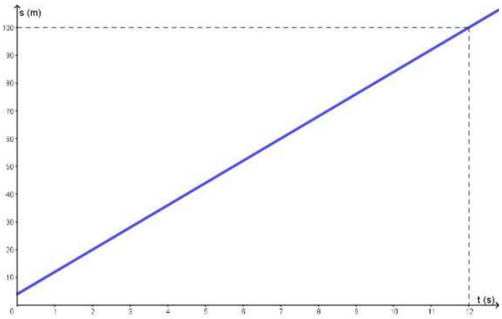
1. La legge oraria di un moto rettilineo uniforme è $s = 8t + 4$, espressa in unità di misura del SI.
   A. Determina la velocità e lo spazio iniziale percorso.
   B. A quale distanza dall'origine si trova il corpo dopo 5 s?
   C. Dopo quanto tempo si troverà a 100 m dall'origine?
   D. Rappresenta graficamente il moto.



A. La velocità è $\mathbf{8\ m/s}$ e lo spazio iniziale è $\mathbf{4\ m}$.

B. Per determinare a quale distanza dall'origine si trovi il corpo dopo 5 s, basta sostituire 5 s a t:

$$s = 8\,m/s \cdot 5\,s + 4\,m = \mathbf{44\ m}$$

C. Sostituendo 100 m a s, posso determinare il valore di t:

$$100\,m = 8\,m/s \cdot t + 4\,m \qquad t = \frac{96\,m}{8\,m/s} = \mathbf{12\ s}$$

2. Due ragazzi escono per andare ad allenarsi. Fabio abita a 160 m dalla palestra e cammina alla velocità media di 1,15 m/s, mentre Massimo che abita a 1,20 km prende il motorino e va alla velocità media di 32,4 km/h. Chi dei due arriva per primo? Dopo quanti secondi arriva il secondo?

$$s_{oF} = 160\,m \qquad v_F = 1{,}15\,m/s \qquad s_{oM} = 1200\,m \qquad v_M = 9{,}00\,m/s \qquad \Delta t?$$

Per stabilire chi arriva primo, calcoliamo il tempo di percorrenza della tratta per entrambi, sapendo che la velocità costante è data dal rapporto tra lo spazio percorso e il tempo impiegato, perciò lo spazio è dato dal rapporto tra lo spazio percorso e la velocità:

$$v = \frac{s}{t} \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} t_F = \dfrac{s_{oF}}{v_F} = 139\,s \\ t_M = \dfrac{s_{oM}}{v_M} = 133\,s \end{array}$$

Il più veloce è **Massimo**, che arriva $\mathbf{5,80\ s}$ prima di Fabio.

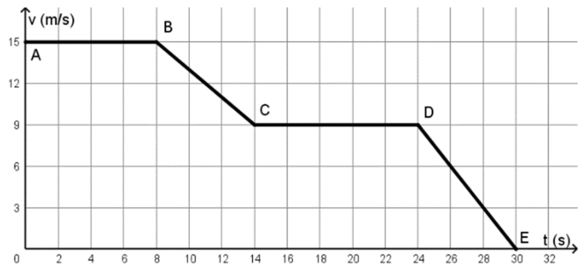
3. Un pallone sta percorrendo una traiettoria rettilinea con un'accelerazione costante di $5{,}0\,m/s^2$. Sapendo che è partito da fermo, stabilisci quale velocità in km/h raggiunge dopo 3,0 s.

$$a = 5{,}0\,m/s^2 \qquad v_o = 0\,m/s \qquad t = 3{,}0\,s \qquad v?$$

Dalla legge oraria della velocità, possiamo determinare il valore della velocità finale, sostituendo i valori indicati:

$$v = v_o + at = 15\,m/s = \mathbf{54\ km/h}$$

4. Un'auto si sta muovendo nel traffico cittadino. Procede ad una velocità costante per $8{,}0\,s$ percorrendo $120\,m$, poi rallenta con decelerazione costante di $1{,}0\,m/s^2$ per $6{,}0\,s$. Prosegue con velocità costante per $10\,s$ e poi si ferma in $6{,}0\,s$. Aiutandoti con un grafico velocità tempo, determina la strada percorsa in totale dall'auto.



Il primo è un tratto di moto rettilineo uniforme, perciò conoscendo la distanza percorsa e il tempo impiegato, si può determinare la velocità:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{120\,m}{8{,}0\,s} = 15\,m/s$$

Posso rappresentare il primo tratto di moto, AB.
Il secondo è un tratto di moto rettilineo uniformemente accelerato: la velocità iniziale è di $15\,m/s$, la decelerazione di $1{,}0\,m/s^2$ per $6{,}0\,s$, perciò:

$$v = v_o + at = 15\,m/s - 1{,}0\,m/s^2 \cdot 6{,}0\,s = 9{,}0\,m/s$$

Segue poi un tratto di moto rettilineo uniforme (il tratto orizzontale CD) e poi la decelerazione finale (DE), fino a giungere alla velocità nulla. È possibile determinare l'area sottesa dal grafico, ovvero la distanza percorsa in totale:

$$s = 120\,m + \frac{(15+9)\,m/s}{2} \cdot 6\,s + 9\,m/s \cdot 10\,s + 9\,m/s \cdot 6\,s \cdot \frac{1}{2} = \mathbf{309\ m}$$

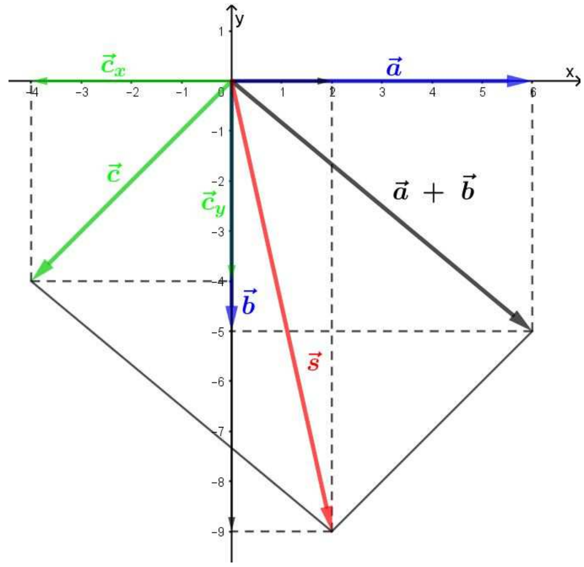
5. Dato il vettore $\vec{a}$, che ha la stessa direzione e lo stesso verso dell'asse x e modulo $6N$, dato il vettore $\vec{b}$, che ha la stessa direzione, ma verso opposto all'asse y e modulo $5N$, dato il vettore $\vec{c}$, che forma un angolo di $225°$ con la direzione positiva dell'asse x e ha modulo $4\sqrt{2}\ N$, dopo averli rappresentati e averne determinate le componenti, determina graficamente il vettore somma $\vec{s}$, determinane le componenti e il modulo.

Riscrivo i vettori in componenti:

$$\vec{a} = 6\,\hat{x} \qquad \vec{b} = -5\,\hat{y}$$

$$\vec{c} = c\cos 225°\ \hat{x} + c\sin 225°\ \hat{y} = -4\,\hat{x} - 4\hat{y}$$

Ricostruisco graficamente la somma usando la regola del parallelogramma: prima sommo i vettori $\vec{a}$ e $\vec{b}$ e poi trovo la somma $\vec{s}$ (indicata in rosso) aggiungendo anche il vettore $\vec{c}$. Eseguo la somma per componenti, per determinarne il modulo:



$$s_x = a_x + b_x + c_x = 2$$

$$s_y = a_y + b_y + c_y = -9$$

Perciò il vettore somma è dato da:

$$\vec{s} = 2\,\hat{x} - 9\,\hat{y}$$

Determiniamone il modulo:

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = \mathbf{9,2\ N}$$

6. Il cestello di una lavatrice che ha un raggio di 20 cm compie 800 giri al minuto in fase di centrifuga. Calcola la velocità angolare e l'accelerazione centripeta.

$$r = 0{,}20\ m \qquad f = 800/min \qquad \omega? \qquad a?$$

Dalle formule del moto circolare uniforme, determiniamo i dati richiesti: $\omega = 2\pi f = \mathbf{84\ rad/s}$ $\qquad a = \omega^2 r = \mathbf{1,4 \cdot 10^3\ m/s^2}$

7. Un paracadutista si lancia da 1200 m di altezza e apre il paracadute dopo un tratto di 125 m di caduta libera. Perché con il paracadute il suo moto, dopo un breve tratto iniziale, diventa rettilineo uniforme? Se la sua velocità è di 1,75 m/s, quanto tempo impiega il paracadutista ad atterrare?

$$h = 1200\ m \qquad s_o = 125\ m \qquad v = 1{,}75\ m/s \qquad t?$$

Il moto diventa rettilineo uniforme con il paracadute, perché la forza peso – che agisce dall'alto verso il basso – è uguale alla resistenza esercitata dal paracadute, che agisce dal basso verso l'alto e, dato che la somma delle forze che agiscono sul paracadutista è nulla, il moto, per il primo principio della dinamica, diventa rettilineo uniforme. In tal caso, conoscendo la velocità e lo spazio percorso (pari a $h - s_o$) posso determinare il tempo:

$$v = \frac{s}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{h - s_o}{v} = \mathbf{10\ min\ 14\ s}$$

8. Una molla posta in direzione orizzontale è stata compressa. Contro la molla è appoggiata e tenuta ferma una biglia, la cui massa è 82,7 g. Una volta lasciata libera, su un piano senza attrito, la molla esercita sulla biglia una forza orizzontale, il cui valore è 1,25 N. Con quale accelerazione inizia a muoversi la biglia sotto l'azione della molla?

$$m = 82{,}7\ g \qquad F = 1{,}25\ N \qquad a?$$

Per il secondo principio della dinamica, $F = ma$ e possiamo quindi determinare l'accelerazione con la formula inversa:

$$a = \frac{F}{m} = \mathbf{15,1\ m/s^2}$$

9. Giada e Riccardo giocano al tiro alla fune, con una corda di massa $0{,}75\ kg$, che tirano in versi opposti. Giada tira con una forza di $16{,}0\ N$ e la corda accelera verso Riccardo con un'accelerazione di $1{,}25\ m/s^2$. Qual è la forza esercitata da Riccardo?

$$m = 0{,}75\ kg \qquad F_G = 16{,}0\ N \qquad a = 1{,}25\ m/s^2 \qquad F_R?$$

L'accelerazione data si ottiene dall'azione contemporanea delle due forze, quella di Giada e quella di Riccardo. Siccome le due forze hanno verso opposto, la forza totale si ottiene sottraendo tra di loro i moduli delle forze, perciò, applicando il secondo principio della dinamica, otteniamo:

$$F_R - F_G = ma \quad \Rightarrow \quad F_R = F_G + ma = \mathbf{16,9\ N}$$

10. Un autobus urbano di massa $1{,}9 \cdot 10^4\ kg$ viaggia con una velocità di $36\ km/h$. L'autista inizia a frenare esercitando una forza costante e si ferma in 45 m. Calcola il modulo della forza che agisce sull'autobus.

$$m = 1{,}9 \cdot 10^4\ kg \qquad v_o = 10\ m/s \qquad v = 0\ m/s \qquad s = 45\ m \qquad F?$$

Per determinare la forza agente, abbiamo bisogno dell'accelerazione. Nel caso specifico, abbiamo lo spazio percorso e la velocità iniziale e finale, perciò possiamo determinare l'accelerazione, sapendo che $s = \frac{v^2 - v_o^2}{2a}$ e ricordando che l'accelerazione sarà negativa e così pure la forza, che si oppone al moto dell'autobus:

$$F = ma = m\frac{v^2 - v_o^2}{2s} = \mathbf{2,1 \cdot 10^4\ N}$$

11. Silvia è sulla pista di pattinaggio sul ghiaccio e lancia una palla da basket di massa 550 g al suo amico, imprimendole un'accelerazione di $1{,}3\ m/s^2$. Per reazione, Silvia si sente spinta all'indietro con un'accelerazione di $0{,}015\ m/s^2$. Qual è la massa di Silvia?

$$m_1 = 550\ g \qquad a_1 = 1{,}3\ m/s^2 \qquad a_2 = 0{,}015\ m/s^2 \qquad m_2?$$

Per il terzo principio della dinamica, la forza esercitata da Silvia sulla palla è uguale in modulo e direzione ma opposta in verso a quella esercitata dalla palla su Silvia, perciò, sapendo che, per il secondo principio, la forza è data dal prodotto tra massa e accelerazione, otteniamo:

$$F_{Sp} = F_{pS} \quad \Rightarrow \quad m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad \Rightarrow \quad m_2 = m_1 \frac{a_1}{a_2} = \mathbf{48\ kg}$$

12. Un oggetto di massa 5 kg, appoggiato sul pavimento, si muove a velocità costante tirato con una forza di 15 N inclinata di 30° rispetto all'orizzontale. Quanto vale il coefficiente di attrito dinamico?

$$m = 5\ kg \qquad F = 15\ N \qquad \alpha = 30° \qquad \mu?$$

Siccome l'oggetto si muove con velocità costante, per il primo principio della dinamica la somma delle forze che agiscono su di esso è nulla. In altre parole, la componente orizzontale della forza con cui l'oggetto viene tirato è uguale in modulo alla forza di attrito, $F_x = F_a$. Sapendo inoltre che la forza di attrito è data dal prodotto tra la forza premente e il coefficiente d'attrito, $F_a = \mu F_\perp$, bisogna tenere presente che, in questo caso, la forza premente è data dalla differenza tra la forza peso e la componente verticale della forza con la quale l'oggetto viene tirato $F_\perp = mg - F \sin\alpha$. Quindi:

$$F_x = F_a \quad \Rightarrow \quad F\cos\alpha = \mu\,(mg - F\sin\alpha) \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{F\cos\alpha}{mg - F\sin\alpha} = \mathbf{0,3}$$

13. La velocità iniziale orizzontale di un proiettile sparato in un poligono di tiro è di 350 m/s. Il proiettile, soggetto alla sola forza-peso, si sposta in orizzontale di 150 m. Calcola il tempo di volo del proiettile e stabilisci da che altezza è partito.

$$v_o = 350\ m/s \qquad x = 150\ m \qquad t_v? \qquad h?$$

Il moto del proiettile in orizzontale è uniforme, perciò: $x = v_o t_v \quad \Rightarrow \quad t_v = \frac{x}{v_o} = \mathbf{0,429\ s}$.

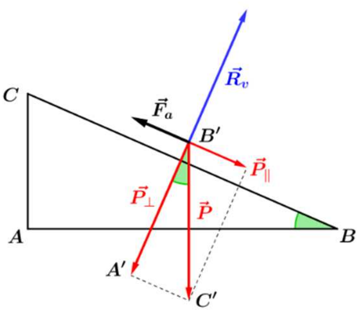
Il moto del proiettile in verticale è uniformemente accelerato e, in questo caso, con partenza da fermo, perciò: $h = \frac{1}{2} g t_v^2 = \mathbf{0,90\ m}$.

14. In un magazzino una scatola di massa 19 kg che contiene mele è trasportata dalla base lungo un piano inclinato liscio lungo 4,2 m. Il piano inclinato ha un'altezza di 2,1 m. Una seconda scatola di massa 19 kg è invece sollevata verticalmente. Quale forza deve essere applicata alla prima scatola per sollevarla? Quale forza deve essere applicata alla seconda scatola?

$$m = 19\ kg \qquad l = 4{,}2\ m \qquad h = 2{,}1\ m \qquad F_1? \qquad F_2?$$

Nel secondo caso, la forza da applicare è uguale alla forza peso, visto che la scatola viene sollevata in verticale: $F_2 = mg = \mathbf{1,9 \cdot 10^2\ N}$.

Nel primo caso, invece, la forza da applicare è pari alla componente della forza peso parallela al piano. Come possiamo dedurre dal disegno a lato, i due triangoli ABC e A'B'C' sono simili e il cateto A'C' costituisce il modulo della componente della forza peso parallela al piano, perciò:



$$\overline{A'C'} : \overline{B'C'} = \overline{AC} : \overline{BC} \quad \Rightarrow \quad P_\parallel : P = h : l \quad \Rightarrow \quad P_\parallel = P\frac{h}{l} = mg\frac{h}{l} = \mathbf{93\ N}$$