

Classe 2<sup>A</sup>C Scientifico

## Fisica

### Indicazioni per il lavoro estivo 2025

Nelle pagine che seguono troverete esercizi di ricapitolazione relativi ai diversi argomenti trattati nel corso dell'anno. Svolgeteli a vostra scelta, ma lavorando su tutti gli argomenti indicati. Se necessario, fate riferimento anche agli esercizi del libro e alle esercitazioni consegnate durante l'anno scolastico

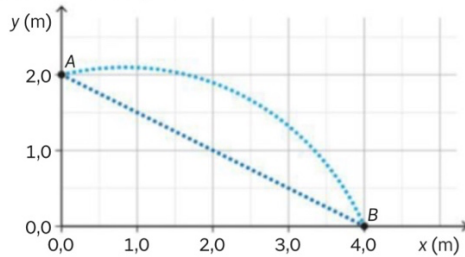
Chi ha conseguito in pagella:

- **Sei:** svolge circa il 75% degli esercizi di ogni argomento
- **Sette o otto:** svolge circa il 60% degli esercizi di ogni argomento
- **Nove o dieci:** svolge circa il 50% degli esercizi di ogni argomento
  
- **Debito o sei con aiuto:** per ogni argomento, riprendere gli esercizi svolti durante l'anno (dal libro e dalle schede distribuite). Quando vi sentite sicuri svolgete gli esercizi qui sotto allegati, al fine di consolidare la conoscenza e la comprensione dei contenuti.

Buone vacanze!!

## Moto

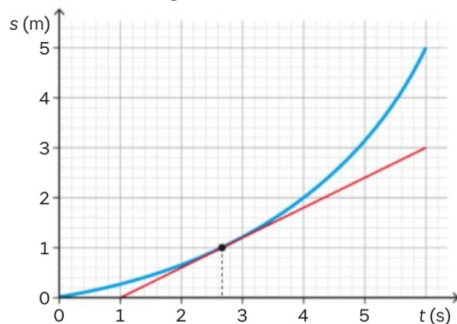
- 27** ●●● Simone si muove da A a B lungo la traiettoria azzurra mentre Elena lungo la traiettoria blu.



- Quali sono le posizioni iniziale e finale dei due amici?
- Quale dei due moti potrebbe essere descritto anche in un sistema di riferimento unidimensionale?
- Scegli ora come sistema di riferimento la retta  $s$  a cui appartiene il segmento che rappresenta la traiettoria di Elena, poni l'origine in A e il verso positivo da A a B. Esprimi la posizione del punto B in questo sistema di riferimento.

[A(0,0 m; 2,0 m); B(4,0 m; 0,0 m); Elena;  $s = 4,5$  m]

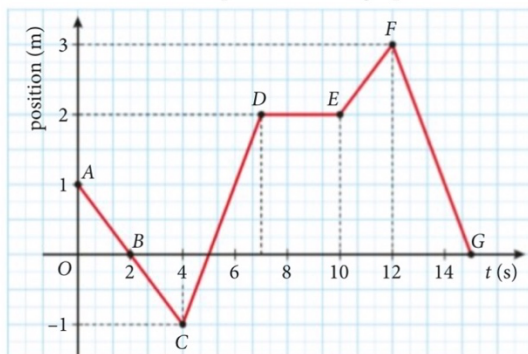
- 67** ●●● **GRAFICI** Il grafico  $s-t$  rappresenta il moto di un corpo nell'intervallo di tempo  $0 < t < 6$  s.



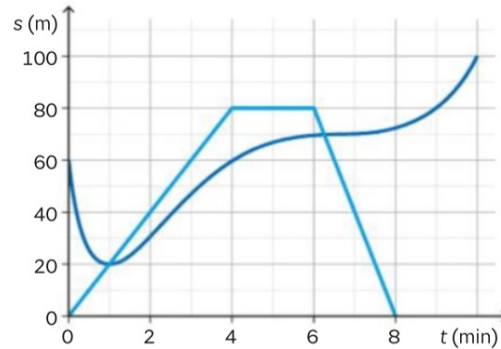
- Calcola la velocità media in questo intervallo di tempo.
- La velocità istantanea nell'istante indicato sul grafico è maggiore, minore oppure uguale alla velocità media calcolata al punto precedente?
- La velocità istantanea aumenta o diminuisce nell'intervallo di tempo  $0 < t < 6$ ?

[1 m/s; 0,6 m/s, minore; aumenta]

- 43** ♦♦♦ **READ THE GRAPH** Describe the motion of a pedestrian illustrated in the position-time graph.



- 32** ●●● **GRAFICI** Anna passeggia lungo una strada rettilinea e la sua posizione nel tempo è rappresentata nel grafico  $s-t$  tramite la linea spezzata azzurra.



Osserva il grafico e ricava queste informazioni:

- la posizione di Anna a  $t = 1$  min;
- gli istanti in cui Anna si trova a 40 m dall'origine;
- la distanza totale percorsa da Anna negli 8 minuti;
- lo spostamento di Anna tra 4 min e 8 min;
- l'intervallo di tempo in cui Anna è ferma.

[20 m; 2 e 7 min; 160 m; -80 m; 4 e 6 min]

- 33** ●●● Sul grafico del problema precedente è rappresentato, tramite la curva blu, anche il moto di un'amica di Anna, Cecilia, che passeggia sulla stessa strada.

Osserva il grafico e ricava queste informazioni:

- la posizione iniziale di Cecilia;
- quante volte Anna e Cecilia si incontrano;
- la distanza totale percorsa da Cecilia nei 10 minuti;
- lo spostamento di Cecilia tra 1 min e 10 min;
- l'intervallo di tempo approssimativo in cui Cecilia è ferma.

[60 m; 2; 120 m; 80 m; 6 min - 7 min]

- 77** ♦♦♦ In una gara podistica, Karen è avanti di 200 m rispetto a Maria e sta mantenendo una velocità costante di 5,0 m/s. Il traguardo dista 800 m da Maria.

- Scrivi le equazioni del moto delle due podiste, ponendo l'origine su Maria.
- Quale velocità minima deve tenere Maria se vuole vincere, se Karen continua a correre alla stessa velocità?

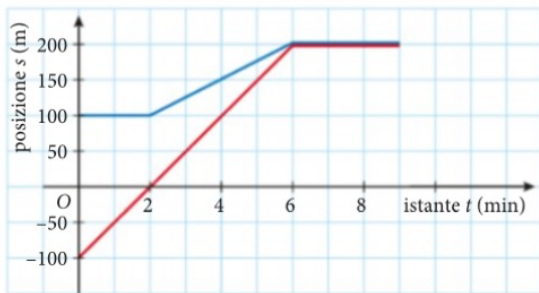
[ $s_K = 200 \text{ m} + (5,0 \text{ m/s})t$ ,  $s_M = v_M t$ ; 6,67 m/s]

- 78** ♦♦♦ Il ponte Kap Shui Mun, a Hong Kong, ha corsie affiancate per il traffico ferroviario e automobilistico. Un treno procede alla velocità costante di 35 m/s e, nell'istante in cui esso imbecca il ponte, un'auto lo precede di 200 m e si muove alla velocità costante di 25 m/s.

- Scrivi le equazioni del moto del treno e dell'auto.
- Determina (anche in modo grafico) l'istante di tempo e la posizione (rispetto all'imbecco del ponte) in cui il treno raggiunge l'automobile.

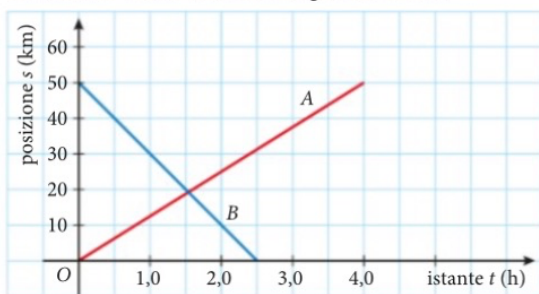
[20 s; 0,70 km]

- 89** Il grafico mostra le posizioni di Fabio (in blu) e Stefano (in rosso) mentre fanno shopping nella via principale della loro città.



- Chi dei due cammina più velocemente fra i tempi  $t = 2$  min e  $t = 6$  min?
- Disegna la distanza fra Fabio e Stefano in funzione del tempo.

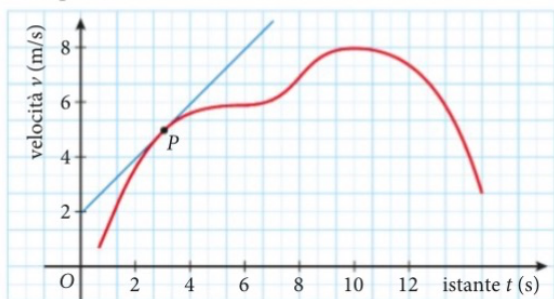
- 90** Due ciclisti A e B percorrono la stessa strada dritta, partendo nello stesso istante. Dal grafico ricava:



- la posizione iniziale di A e di B;
- la loro velocità;
- l'istante in cui sono nello stesso luogo;
- la posizione finale di ciascuno di essi.

- 18** **LEGGI IL GRAFICO** Il grafico velocità-tempo descrive il moto di un'automobile.

- Calcola la sua accelerazione istantanea nel punto P.
- A quale istante l'accelerazione istantanea è nulla?



[1 m/s<sup>2</sup>; 10 s]

- 111** Due auto gareggiano su 45 giri di un circuito di 5,473 km. La prima macchina viaggia a una velocità media di 243 km/h, la seconda di 232 km/h.

- Quando la prima macchina arriva al traguardo, quanti giri deve ancora compiere la seconda prima di poter tagliare il traguardo?

[2]

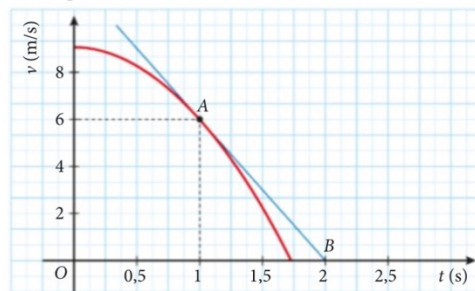
- 112** Matteo e Antonio abitano ai capi opposti di via Cavour, una delle vie principali della loro città lunga 800 m. Decidono di incontrarsi. Matteo procede con velocità di 2,0 m/s e Antonio con velocità 2,2 m/s nel verso opposto. Antonio, trattenuto da una telefonata, parte con 10 s di ritardo.

- Scrivi le leggi orarie del moto di Matteo e Antonio.
- Calcola l'istante in cui s'incontrano e quale distanza hanno percorso.
- Disegna i grafici spazio-tempo e velocità-tempo.

$$[s_M = (2,0 \text{ m/s})t; s_A = 800 \text{ m} - (2,2 \text{ m/s}) \times (t - 10 \text{ s}); 2,0 \times 10^2 \text{ s}; 4,0 \times 10^2 \text{ m}]$$

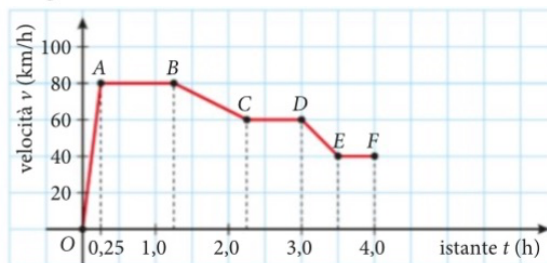
- 26** **LEGGI IL GRAFICO** Una motocicletta frena bruscamente, passando da una velocità di 9 m/s a 0 m/s in meno di 2 s, in accordo con il grafico in rosso.

- Qual è l'accelerazione istantanea all'istante  $t = 1$  s?
- Qual è l'accelerazione media nell'intervallo di tempo compreso tra  $t = 0$  s e  $t = 1$  s?



[−6 m/s<sup>2</sup>; −3 m/s<sup>2</sup>]

- 20** **ORA PROVA TU** In un viaggio su un tratto rettilineo, un'auto si muove secondo il grafico velocità-tempo nella figura.



- Descrivi il moto nei vari tratti, specificando in quali tratti l'accelerazione è positiva, negativa e nulla. In quale tratto l'accelerazione è massima?
- Calcola l'accelerazione media nei vari tratti.
- Calcola l'accelerazione media su tutto il percorso.

$$[0,025 \text{ m/s}^2; 0 \text{ m/s}^2; -1,5 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2; 0 \text{ m/s}^2; -3,1 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2; 0 \text{ m/s}^2; 7,7 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2]$$



- 117** In un'afosa giornata estiva vuoi lanciare una bottiglia d'acqua a un amico che sta per passare sotto la tua finestra posta a 5,0 m dal suolo. L'amico, in bicicletta, si muove alla velocità costante di 10 m/s.

- ▶ Quanto tempo occorre alla bottiglia per raggiungere terra se la lasci cadere senza lanciarla?
- ▶ A che distanza dal piede della verticale deve stare l'amico quando lasci la bottiglia?

[1,0 s; 10 m]

- 118** Una moto parte da ferma con accelerazione costante; in questo modo, dopo 2,1 s giunge alla velocità di 47 km/h.

- ▶ Dopo quanti metri dalla partenza la moto raggiunge la velocità di 31 km/h?

[6,0 m]

- 119** Un protone viaggia in un acceleratore lineare alla velocità iniziale di  $1,8 \times 10^6$  m/s e per un tratto di 5,0 cm subisce un'accelerazione costante (mediante l'applicazione di un campo elettrico uniforme). Alla fine di tale tratto, si muove a una velocità doppia di quella iniziale.

- ▶ Quanto tempo è durata l'accelerazione? [1,9  $\times 10^{-8}$  s]

- 120** Alexandra calcia un pallone verso l'alto con una velocità di 8,0 m/s. Fabrizio è fermo a 2,5 m di distanza da Alexandra e con accelerazione costante raggiunge il pallone nell'istante in cui tocca il suolo.

- ▶ Qual è stata l'accelerazione di Fabrizio? [2,0 m/s<sup>2</sup>]

- 121** Una palla cade da ferma da un balcone alto 3,5 m. Claudia si trova a 1,6 m dalla verticale lungo la quale sta cadendo la palla e corre per afferrarla. Le sue braccia si trovano a 1,0 m dal suolo e le mani si estendono di 41 cm rispetto al corpo.

- ▶ Con quale velocità media deve muoversi Claudia per afferrare la palla? [1,7 m/s]

- 50** Una pallina viene lanciata con una velocità iniziale  $\vec{v}_0 = (2,0 \text{ m/s})\hat{i} + (5,0 \text{ m/s})\hat{j}$ .

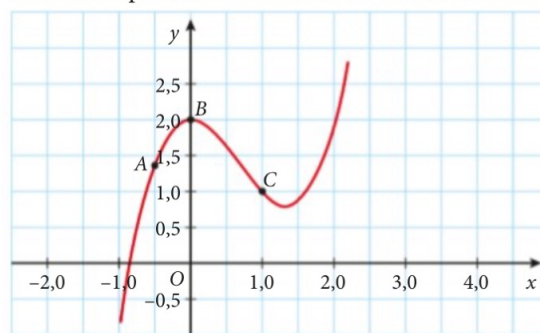
- Determina il tempo impiegato a raggiungere l'altezza massima.
- Determina l'altezza massima rispetto al punto di partenza.
- Determina la gittata. [0,51 s; 1,3 m; 2,0 m]

- 51** Una ragazza lancia un pallone da un terrazzo alto 6,0 m con una velocità iniziale di 15 m/s. La direzione del lancio è inclinata di 45° sopra all'orizzontale.

- Determina il tempo di volo.
- Determina la gittata. [2,6 s; 28 m]

- 7** **LEGGI IL GRAFICO** Disegna i vettori velocità nei punti A, B e C della traiettoria nella figura. La traiettoria viene percorsa passando prima da A, poi da B e infine da C.

- ▶ Che cosa puoi dire dei moduli dei vettori velocità?



- 35** Un aereo viaggia alla velocità di 456 km/h parallelamente al suolo e lascia cadere una cassa di aiuti umanitari. Il paracadute non si apre e la cassa precipita, raggiungendo il suolo dopo 7,00 s. Supponi che la cassa al momento del distacco abbia la stessa velocità dell'aereo. Trascura l'attrito dell'aria.

- ▶ Calcola la quota dell'aereo rispetto al suolo.
- ▶ Determina le componenti della velocità della cassa quando raggiunge il suolo.

[240 m;  $v_x = 456 \text{ km/h}$ ,  $v_y = 247 \text{ km/h}$ ]

- 53** Una palla che si muove con una traiettoria parabolica supera una rete alta 2,6 m. Le leggi orarie sono:

$$x(t) = (2,0 \text{ m/s})t$$

$$y(t) = 2,0 \text{ m} + (4,0 \text{ m/s})t - \frac{1}{2}(9,81 \text{ m/s}^2)t^2$$

- Tra quali istanti di tempo la palla si trova a un'altezza superiore a 2,6 m?
- Calcola dove può essere posizionata la rete.

[0,2 s < t < 0,6 s; 0,4 m < x < 1 m]

- 54** In una partita a pallavolo, Siyu palleggia lanciando la palla con una velocità iniziale di modulo 3,8 m/s inclinata di un angolo di 60° sopra l'orizzontale. Il bordo superiore della rete si trova a una distanza di 60 cm in orizzontale e 45 cm in verticale dal punto dove parte la palla.

- ▶ La palla supera la rete? [Si]

rizzontale.

- ▶ Stabilisci se riesce a superare l'ostacolo. [No]

- 56** Un getto d'acqua esce da un tubo con una velocità orizzontale pari a V ed entra nel centro di un secchio posto a una distanza D in orizzontale e a una distanza H in verticale più in basso rispetto al punto di fuoriuscita del getto. Calcola la velocità che deve avere il getto d'acqua per entrare esattamente nel centro del secchio se:

- il secchio viene spostato solo in orizzontale a distanza pari a 4D.
- il secchio viene lasciato a distanza 4D in orizzontale e posto a una distanza verticale 2H più in basso rispetto al punto di fuoriuscita del getto. [4V;  $2\sqrt{2} V$ ]



- 26 ● **ESERCIZIO GUIDATO** In una ruota di raggio 6,0 cm un punto materiale percorre un arco di 12 cm in 4,0 s. Determina la velocità angolare e il periodo del moto.

1. I dati nel SI sono:

2. La misura in radianti dell'angolo è:

$$\alpha = \frac{\text{misura dell'arco}}{\text{misura del raggio}}$$

3. La velocità angolare è  $\omega =$

4. Il periodo si può ricavare dalla velocità angolare:

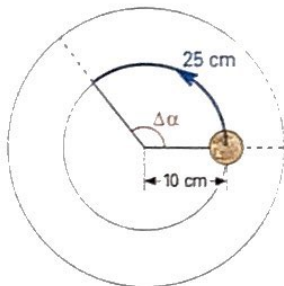
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} =$$

[0,50 rad/s; 13 s]

- 27 ● **METTI IN PRATICA** Un punto percorre una circonferenza di raggio 2,00 cm in 4,00 s; determina la velocità angolare, la velocità tangenziale e l'accelerazione centripeta.

[1,57 rad/s;  $3,14 \cdot 10^{-2}$  m/s;  $4,93 \cdot 10^{-2}$  m/s<sup>2</sup>]

- 28 ● Nella vetrina di un museo alcuni oggetti di particolare pregio sono posizionati su una piattaforma di diametro 28 cm che gira con moto uniforme. Una moneta si trova a 10 cm dal centro e percorre un arco di 25 cm in 10 s.



- a) Quali sono la velocità angolare e il periodo del moto della moneta?  
b) Determina l'accelerazione centripeta.  
c) La moneta viene spostata sul bordo della piattaforma: qual è ora la velocità angolare?

[a) 0,25 rad/s; 25 s; b)  $6,25 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup>]

- 29 ● Un punto percorre un arco lungo 12 cm di una circonferenza di raggio 2,0 cm in 5,0 s; calcolane la velocità angolare, la velocità tangenziale e l'accelerazione centripeta.

[1,2 rad/s;  $2,4 \cdot 10^{-2}$  m/s;  $2,9 \cdot 10^{-2}$  m/s<sup>2</sup>]

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

**SUGGERIMENTO** Dalla frequenza ricava il periodo.

[84 rad/s;  $1,4 \cdot 10^3$  m/s<sup>2</sup>]

- 31 ● Un orologio analogico ha le lancette per le ore, per i minuti e per i secondi. Individua la velocità angolare delle lancette.



**SUGGERIMENTO** La lancetta delle ore compie un giro completo in 12 h che, convertite in secondi, sono...; la lancetta dei minuti compie un giro completo in 1 h che, convertita in secondi, diventa...

[ $1,45 \cdot 10^{-4}$  rad/s;  $1,75 \cdot 10^{-3}$  rad/s;  $1,05 \cdot 10^{-1}$  rad/s]

- 32 ● Nel modello di atomo di idrogeno di Bohr-Rutherford l'elettrone, in condizioni normali, compie  $6,7 \cdot 10^{15}$  giri al secondo e ha una distanza dal nucleo di  $5,3 \cdot 10^{-11}$  m. Trovane la velocità angolare, la velocità tangenziale e l'accelerazione centripeta.

[ $4,2 \cdot 10^{16}$  rad/s;  $2,2 \cdot 10^6$  m/s;  $9,4 \cdot 10^{22}$  m/s<sup>2</sup>]

- 33 ● Un punto materiale posizionato in coincidenza dell'equatore ha una velocità tangenziale di 464 m/s a causa del moto di rotazione della Terra attorno al proprio asse. Determina la velocità angolare e l'accelerazione centripeta.

**SUGGERIMENTO** Dalla tabella in fondo al volume ottieni il raggio della Terra; quindi devi utilizzare la relazione  $v = \omega \cdot r$  per ricavare la velocità angolare.

[ $7,28 \cdot 10^{-5}$  rad/s;  $3,38 \cdot 10^{-2}$  m/s<sup>2</sup>]

- 34 ● Il disco rigido di un computer ha una frequenza di 7200 Hz e un punto sul bordo ha una velocità tangenziale pari a  $2,0 \cdot 10^3$  m/s. Calcola il raggio del disco.

**SUGGERIMENTO** Da  $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 2\pi \cdot f$  che ti permette di ricavare...

[4,4 cm]

- 35 ● Un'automobile percorre con velocità  $v = 64$  km/h una curva di raggio 100 m. Trova l'accelerazione centripeta del moto.

[3,2 m/s<sup>2</sup>]

- 36 ● La Terra si muove attorno al Sole con un moto che, in prima approssimazione, può essere considerato circolare e uniforme. Se l'accelerazione centripeta della Terra è  $6,0 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup>, quanto valgono la velocità angolare e quella tangenziale?

[ $2,0 \cdot 10^{-7}$  rad/s;  $3,0 \cdot 10^4$  m/s]

- 37 **IN ENGLISH** ● Calculate the angular speed and the frequency of the stirrer described in exercise 14.

[126 rad/s; 20 Hz]

- 38 **IN ENGLISH** ● A car is travelling at 70 km/h. Calculate the angular speed of its 35 cm radius wheels.

[55.6 rad/s]

**68 ARGOMENTA** Due oggetti di masse  $m_1$  e  $m_2$  sono spinti su un piano orizzontale con forze di modulo, rispettivamente,  $F_1 = m_1 a_0$  e  $F_2 = m_2 a_0$ . La forza di attrito radente assume lo stesso valore per entrambi.

- In un tempo fissato, quale oggetto percorre una distanza maggiore? Perché?

**69** Una ragazza di massa 49 kg sale su una bilancia posta in un montacarichi. L'ascensore parte da fermo con accelerazione raggiungendo la velocità di 2,7 m/s verso l'alto in 1,3 s.

- Che valore della forza-peso misura la bilancia prima che l'ascensore inizi a muoversi?
- Che valore della forza-peso misura la bilancia durante il primo secondo?

[ $4,8 \times 10^2$  N;  $5,8 \times 10^2$  N]

**70** Sei salito in ascensore al piano terra del Chrysler Building di New York su una bilancia pesapersona, per recarti all'ultimo piano, il settantasettesimo. La tua massa vale 70 kg. L'ascensore, in arrivo al settantasettesimo piano, sta rallentando con accelerazione costante di valore pari a  $1,5 \text{ m/s}^2$ .

- Che valore della forza-peso segna la bilancia durante la fase di rallentamento in salita?

[ $5,8 \times 10^2$  N]

**71** Sul tavolo è appoggiato un libro che ha una massa di 330 g. Su di esso agisce una forza, parallela al tavolo, del valore di 0,86 N.

- Calcola l'accelerazione con cui si muove il libro nei due casi:
  - a. attrito trascurabile tra il libro e il tavolo;
  - b. coefficiente di attrito dinamico pari a 0,12 tra il libro e il tavolo.

[ $2,6 \text{ m/s}^2$ ;  $1,4 \text{ m/s}^2$ ]

**72** Il 26 novembre 2011 la sonda spaziale Curiosity venne lanciata verso Marte e toccò il suolo marziano il 6 agosto 2012.



La distanza Terra-Marte è di 560 milioni di chilometri.

- Perché i motori della sonda possono essere spenti durante il viaggio?
- A che punto della traiettoria possono essere spenti?
- Che velocità media ha tenuto la sonda per compiere il viaggio in 254 giorni?

[ $9,18 \times 10^4 \text{ km/h}$ ]

**73** Una persona di 75,0 kg si trova in un ascensore, inizialmente fermo. Per raggiungere l'ultimo piano, l'ascensore si mette in movimento verso l'alto con l'accelerazione di  $0,80 \text{ m/s}^2$ . (Poni  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ .)

- Disegna il diagramma delle forze sulla persona, mentre l'ascensore è fermo e mentre sale.
- Calcola il modulo della forza vincolare sviluppata dal pavimento dell'ascensore fermo.
- Calcola il modulo della forza vincolare sviluppata dal pavimento mentre l'ascensore sale.

[735 N; 795 N]

**74** La persona in ascensore del problema precedente torna a pianterreno: l'ascensore scende verso il basso con la stessa accelerazione di  $0,80 \text{ m/s}^2$ .

- Disegna il diagramma delle forze sulla persona.
- Calcola il modulo della forza vincolare sviluppata dal pavimento durante la discesa.

[675 N]

**75** Igor ha una forza-peso di 588 N sulla Terra. Sulla stazione spaziale Internazionale (ISS) la sua forza-peso apparente vale 0 N. Spinge contro la parete della stazione e acquista un'accelerazione verticale di  $3,00 \text{ m/s}^2$ .

- Quanto vale la forza esercitata dalla parete durante la spinta?

[ $1,8 \times 10^2$  N]

**76** Un razzo ha una massa a serbatoio vuoto di 2400 kg e contiene 1400 kg di combustibile. In queste condizioni la spinta dei motori fornisce al sistema un'accelerazione pari a  $31 \text{ m/s}^2$ . Dopo che il combustibile è stato parzialmente utilizzato, la massa del razzo si riduce a 600 kg.

- A parità di altre condizioni, quanto vale ora l'accelerazione del razzo, dovuta alla spinta dei motori? [39 m/s<sup>2</sup>]

**77** Un pistone in un cilindro orizzontale ben lubrificato si muove con un attrito trascurabile. La massa del pistone è di 420 g. Il pistone, inizialmente fermo, è soggetto a una forza costante di 15,0 N per un intervallo di 0,12 s. Determina:

- l'accelerazione del pistone durante l'azione della forza;
- la velocità del pistone quando ha termine l'azione della forza;



- ▶ la distanza percorsa dal pistone durante l'azione della forza.

[35,7 m/s<sup>2</sup>; 4,3 m/s; 0,26 m]

- 78** Due pattinatori, Francesco e Alba, sono fermi uno di fronte all'altro nel mezzo di una pista ghiacciata. Francesco, che ha una massa di 70 kg, spinge Alba, che ha una massa di 50 kg, con una forza di 30 N. Durante la spinta, la forza esercitata è costante.

- ▶ Calcola le accelerazioni di Alba e di Francesco.

- ▶ Calcola la distanza fra i due pattinatori dopo 1,0 s.

[0,60 m/s<sup>2</sup>; 0,43 m/s<sup>2</sup>; 0,52 m]

- 79** Un'automobile di massa 2100 kg accelera e la sua velocità passa da 30 km/h a 120 km/h in 8,0 s. Poi prosegue a velocità costante per 10 s e infine rallenta, arrestandosi a un semaforo in 6,0 s.

- ▶ Determina il valore delle accelerazioni in ciascuno dei tratti indicati.

- ▶ Determina il modulo, la direzione e il verso della forza totale che agisce in ciascuno dei tratti indicati.

[3,1 m/s<sup>2</sup>; 0 m/s<sup>2</sup>; -5,6 m/s<sup>2</sup>; 6,6 × 10<sup>3</sup> N; 0 N; 1,2 × 10<sup>4</sup> N]

- 80** Un carrellino che scivola praticamente senza attrito di massa pari a 500 g subisce l'azione di una forza costante di 6,2 N per un intervallo di tempo di 1,5 s. All'istante in cui la forza comincia ad agire, la velocità del carrellino è di 0,96 m/s, con direzione e verso uguali a quelli della forza.

- ▶ Determina la distanza percorsa dal carrellino sotto l'azione della forza.

[15 m]

- 81** La massa massima di un Boeing 747 al decollo è pari a 4,42 × 10<sup>5</sup> kg, mentre il tempo necessario per farlo decollare è di 25 s. Per poter decollare è necessario che l'aereo raggiunga la velocità di 285 km/h, accelerando a partire da una velocità di 85 km/h.



- ▶ Quanto vale la forza risultante sull'aereo per farlo decollare?

- ▶ Che distanza viene percorsa durante la fase di accelerazione al decollo?

[9,8 × 10<sup>5</sup> N; 1,3 × 10<sup>3</sup> m]

- 82** Un tir di massa 2,0 × 10<sup>4</sup> kg percorre una strada rettilinea a velocità costante di 70 km/h. All'improvviso, la conducente vede davanti a sé un ramo spezzato, alla distanza di 1,5 × 10<sup>3</sup> m, e inizia a frenare. La forza frenante è costante e pari a 5,0 × 10<sup>4</sup> N.

- ▶ Scrivi la legge della velocità e la legge della posizione per il tir.

- ▶ Riuscirà la conducente ad arrestare in tempo il veicolo?

$$v(t) = 19 \text{ m/s} + (-2,5 \text{ m/s}^2)t;$$

$$s(t) = (19 \text{ m/s})t + \frac{1}{2}(-2,5 \text{ m/s}^2)t^2$$

- 83** 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 d'attrito dinamico?

[0,3]

- 84** Un jet bimotore che ha una forza-peso di 6,9 × 10<sup>5</sup> N è pronto per il decollo. I motori forniscono una propulsione costante di 1,7 × 10<sup>5</sup> N.

- ▶ Quanto deve essere lunga la pista perché il jet raggiunga la minima velocità di decollo pari a 285 km/h? (Trascura gli attriti.)

[1,3 km]

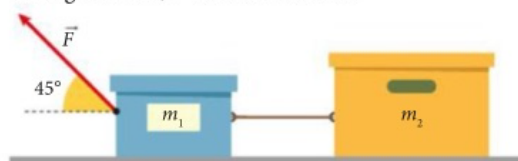
- 85** Ronald guida un'auto di massa pari a 1800 kg, viaggiando a 50,0 km/h, quando improvvisamente vede un ostacolo fermo sulla strada a 80,0 m davanti al veicolo. Il tempo di reazione di Ronald è 1,20 s e l'accelerazione durante la frenata è costante.

- ▶ Qual è il valore minimo della forza frenante per arrestare l'auto senza colpire l'ostacolo?

- ▶ Dopo quanto tempo l'auto si arresta?

[2,75 × 10<sup>3</sup> N; 10,28 s]

- 86** Due scatole di massa  $m_1 = 4,0$  kg e  $m_2 = 8,0$  kg sono collegate da una fune e poste su un piano orizzontale liscio. Sulla scatola 1 è applicata una forza di 70,0 N che forma un angolo di 45,0° con l'orizzontale.



- ▶ Quanto vale l'accelerazione del sistema?

- ▶ Qual è il valore della tensione della fune?

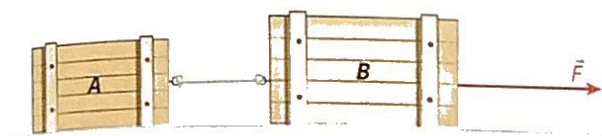
- ▶ Se la forza esterna fosse applicata alla scatola 2, cambierebbe qualcosa?

[4,1 m/s<sup>2</sup>; 33 N]



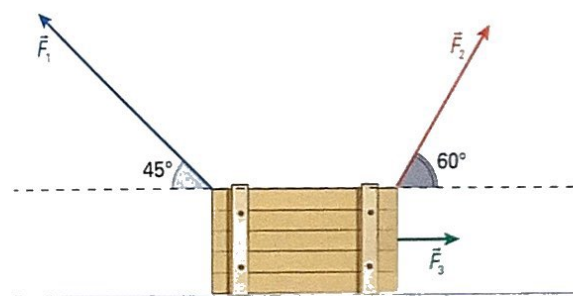
## » Problemi

- 11** Due casse A e B, rispettivamente di 3,7 kg e 5,2 kg, sono collegate da una fune di massa trascurabile e sono posizionate sul pavimento. Alla cassa B è applicata una forza di 17,8 N. Determina:



- a) l'accelerazione del sistema;  
b) la tensione della fune. [a] 2,0 m/s<sup>2</sup>; b) 7,4 N]
- 12** Al supermercato un uomo spinge un carrello di 32 kg con una forza inclinata verso il basso di 30° rispetto all'orizzontale. Determina:
- a) l'intensità della forza che deve applicare per raggiungere la velocità di 1,8 m/s in 6,0 s;  
b) la reazione del pavimento sul carrello. [a] 11 N; b) 320 N]

- 13** Una cassa di 13 kg è appoggiata sul pavimento e su di essa agiscono le forze rappresentate nella figura.



Sapendo che  $F_1 = 32$  N,  $F_2 = 24$  N ed  $F_3 = 8,0$  N, determina:

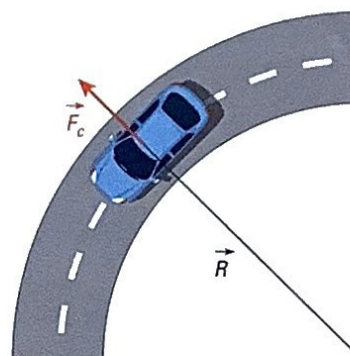
- a) in quale verso si muove la cassa;  
b) la velocità che raggiunge dopo 1,6 s;  
c) lo spazio percorso in 5,0 s. [a] verso sinistra; b) 0,32 m/s; c) 2,5 m]
- 14** In un parco giochi Michele, un ragazzo di 63,0 kg, si trova in una navicella ancorata a una torre verticale. La navicella parte da terra con accelerazione costante, raggiungendo dopo i primi 32,0 m la velocità di 24,0 m/s. Dopo aver percorso un tratto a velocità costante, la navicella nei restanti 48,0 m viene decelerata fino ad arrestarsi in cima alla torre. Quale sarebbe il peso di Michele se, durante le due fasi di salita (quella di accelerazione e quella di decelerazione), si posizionasse su una bilancia? [1190 N; 240 N]
- 15** Elena, di 48 kg, e Daniele, di 64 kg, vanno a pattinare. Quando sono fermi, Elena imprime una spinta a Daniele e l'accelerazione del ragazzo risulta di 0,50 m/s<sup>2</sup>.
- a) Determina l'accelerazione di Elena.  
b) Se la spinta dura 1,0 s, trascurando la distensione delle braccia durante la spinta, a quale distanza si trovano i due pattinatori dopo 3,0 s da quando Elena non tocca più Daniele? [a] 0,67 m/s<sup>2</sup>; b) 3,5 m]

- 16** Durante un allenamento, un atleta spinge parallelamente a una pista ghiacciata uno slittino di 24,0 kg, inizialmente fermo. Tra il ghiaccio e lo slittino il coefficiente di attrito statico è 0,0350. Quando lo slittino comincia a muoversi, l'atleta continua ad applicare la stessa forza, ottenendo un'accelerazione di 0,098 m/s<sup>2</sup>. Determina:

- a) la forza necessaria per muovere lo slittino;  
b) qual è il coefficiente di attrito dinamico tra lo slittino e la pista. [a] 8,24 N; b) 0,025]

- 17** Un'automobile affronta una curva di raggio 80,0 m alla velocità di 82,8 km/h.

La massa dell'automobile è 1200 kg e a bordo ci sono quattro passeggeri di 75,0 kg ciascuno.



- a) Sapendo che il mezzo, per non uscire di strada, non può sopportare una forza centrifuga maggiore di 8430 N, dimostra che nelle condizioni date va fuori strada.  
b) Determina quanti passeggeri devono scendere affinché l'automobile resti in carreggiata. [b] tre]

- 18** Un satellite orbita attorno alla Terra. Compie un giro completo in 1 h 24 min 42 s e procede alla velocità tangenziale di 7900 m/s.

- a) A quale quota si trova il satellite, se il raggio della Terra è  $6,38 \cdot 10^6$  m?  
b) Calcola l'accelerazione centripeta cui è sottoposto.  
c) Determina la sua massa, sapendo che la forza centripeta agente su di esso è di 3000 N.

[a] 10000 m; b) 9,77 m/s<sup>2</sup>; c) 307 kg]

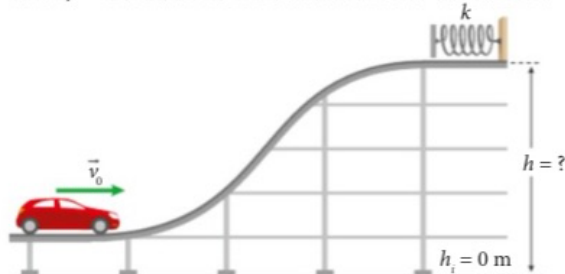
- 19** Un motociclo (massa 310 kg compreso il guidatore) inizia una salita rettilinea. Per procedere alla velocità costante di 90 km/h, il motore del mezzo deve garantire una forza costante di 421 N.

Se il dislivello tra l'inizio e la fine della salita è di 166 m, determina il tempo che il motociclo impiega a percorrere la salita.



[48 s]

- 68** Gabriele lancia con tutta la sua forza la macchinina lungo la pista nella figura, imprimendole una velocità orizzontale  $v_0 = 5,7 \text{ m/s}$ . La macchinina raggiunge la molla con una velocità di  $1,8 \text{ m/s}$ , la comprime fino a fermarsi e poi rimbalza all'indietro. La massa della macchinina è di  $650 \text{ g}$  e la costante elastica della molla vale  $1,3 \times 10^3 \text{ N/m}$ . Le forze di attrito sono trascurabili.



- A quale altezza si trova la molla rispetto al livello zero indicato?
- Di quanto si comprime la molla?

[1,5 m; 4,0 cm]

- 69** Una molla di costante elastica  $255 \text{ N/m}$  è mantenuta in posizione verticale ed è utilizzata per lanciare verso l'alto una pallina di massa  $150 \text{ g}$ . La molla viene prima compressa di  $7,5 \text{ cm}$ , poi viene rilasciata.

- A quale altezza massima arriva la pallina rispetto al punto di partenza?
- Quale velocità ha la pallina a metà dell'altezza massima raggiunta?

[0,49 m; 2,2 m/s]

- 70** **FISICA & MATEMATICA** Un proiettile viene sparato con una velocità orizzontale  $v_0$  da una scogliera alta  $h_0$  sul livello del mare.

- Calcola il modulo della velocità  $v$  del proiettile in funzione della quota  $h$  sul livello del mare e delle altre variabili.

[ $\sqrt{v_0^2 + 2g(h_0 - h)}$ ]

## 7 La conservazione dell'energia totale

- 71** Un pallone da basket di massa  $0,600 \text{ kg}$  viene lasciato cadere da fermo da un'altezza di  $1,30 \text{ m}$ . Rimbalza al suolo e risale fino a un'altezza di  $0,80 \text{ m}$ .

- Quanta energia meccanica si è trasformata in altre forme per attrito con l'aria e nel rimbalzo?

[2,9 J]

### 72 PROBLEMA GUIDATO

- Davide si lancia col parapendio da una rupe alta  $500 \text{ m}$  rispetto al fondo della valle. La sua massa complessiva, compresa l'attrezzatura, è pari a  $90 \text{ kg}$ . Nel momento in cui sta per atterrare la sua velocità è di  $5,0 \text{ m/s}$ .

- Quanta energia meccanica si è trasformata in altre forme di energia?

[ $4,4 \times 10^5 \text{ J}$ ]

#### Trova le formule

- Energia meccanica iniziale: poiché Davide parte da fermo,  $K_i = \dots \text{ J}$  e  $E_i = U_i + K_i = \dots h_i$ .
- Energia meccanica finale: scegli come livello di riferimento l'altezza dal fondovalle (cioè  $h_f = 0 \text{ m}$ ), quindi  $E_f = U_f + K_f = \dots v_f^2$ .
- In presenza di attriti, come in questo caso, l'energia meccanica non si conserva, quindi l'energia meccanica che si è trasformata in altre forme di energia è  $E_i - \dots$

#### Sostituisci i numeri nelle formule

Non dimenticare le unità di misura e approssima il risultato con il numero corretto di cifre significative.

- 73** **ORA PROVA TU** Carla lancia un avocado di massa  $350 \text{ g}$  in verticale verso l'alto con una velocità di  $7,0 \text{ m/s}$ . L'avocado arriva a un'altezza di  $2,3 \text{ m}$ , poi le ricade in mano con una velocità di  $6,5 \text{ m/s}$ .

- Calcola quanta energia meccanica si è trasformata in altre forme di energia durante la salita dell'avocado.
- Calcola quanta energia meccanica si è trasformata in altre forme di energia durante la discesa dell'avocado.

[0,69 J; 0,50 J]

### 74 LE 10 COSE Calcolare una percentuale

- Una molla oscilla di moto armonico con un'ampiezza  $A$  al tempo  $t = 0 \text{ s}$ . Si osserva che ogni  $5 \text{ s}$  l'ampiezza delle oscillazioni diminuisce del  $10\%$ .

- Calcola quale percentuale di energia meccanica è stata persa dal sistema al tempo  $t = 5 \text{ s}$  e al tempo  $t = 10 \text{ s}$ .

[19%, 34%]

- 75** Un proiettile di massa  $10,0 \text{ g}$  viene sparato orizzontalmente con una velocità di  $150 \text{ m/s}$  contro un blocco di legno spesso  $30 \text{ cm}$  fissato da due sostegni. Il proiettile attraversa il blocco e ne fuoriesce con una velocità di  $120 \text{ m/s}$ . Assumi che, durante l'attraversamento del blocco, la parte di energia meccanica iniziale del proiettile che si trasforma in altre forme di energia è proporzionale allo spessore del legno.

- Considera un blocco di legno spesso il doppio del precedente e la stessa velocità iniziale del proiettile. Qual è la nuova velocità di fuoriuscita del proiettile?

[79,4 m/s]



- 76** Un ciclista di 72 kg, su una bicicletta di 15 kg, sta procedendo alla velocità di 30 km/h, quando inizia a frenare costantemente e si ferma dopo aver percorso 5,0 m.

► Qual è il valore della forza esercitata dai freni?

$$[6,0 \times 10^2 \text{ N}]$$

- 77** A Genova è stato costruito un sistema funicolare per collegare due vie della città poste a diverse altezze rispetto al livello del mare. L'ascensore percorre un tratto verticale lungo 70 m a una velocità di 1,6 m/s. L'ascensore ha una capienza di 23 persone, ognuna considerata di massa in media pari a 75 kg. Calcola:

- il lavoro compiuto dall'ascensore per trasportare un passeggero;  
► la potenza sviluppata per trasportare la cabina a pieno carico dall'inizio alla fine della salita.

$$[5,1 \times 10^4 \text{ J}; 2,7 \times 10^4 \text{ W}]$$

- 78** Un'auto di 1200 kg passa da 30 km/h a 100 km/h in 180 s.

- Qual è il lavoro compiuto dal motore? Trascura gli attriti.  
► Il lavoro del motore aumenta se la velocità di marcia aumenta in 60 s invece che in 180 s?

$$[4,2 \times 10^5 \text{ J}]$$

- 79** Una pattinatrice scende lungo una discesa, percorre poi un tratto orizzontale di 10 m e risale lungo una salita. Parte da un'altezza di 4,0 m con una velocità iniziale di 4,2 m/s. Supponi che gli attriti siano trascurabili.

- A quale altezza arriva la pattinatrice lungo la salita?  
► L'altezza a cui arriva dipende dalla lunghezza del tratto orizzontale di raccordo?

$$[4,9 \text{ m}]$$

- 80** Un dinamometro appeso in verticale è utilizzato come una bilancia a molla, che è in grado di accumulare un'energia potenziale elastica massima di 140 J. La costante elastica della sua molla vale  $5,4 \times 10^3 \text{ N/m}$  e a riposo è lunga 24 cm. L'oggetto da pesare viene appeso al gancio della molla. (Trascura l'allungamento dovuto alla massa della molla).

- Determina la massima lunghezza che può raggiungere la molla.  
► Qual è il fondo scala della bilancia?

$$[47 \text{ cm}; 1,2 \times 10^2 \text{ kg}]$$

- 81** Una squadra di soccorritori trascina una barella con un ferito, di massa totale 110 kg, su una pista innevata che ha una pendenza di  $25^\circ$ . Trascinandola in salita a una velocità costante di 0,23 m/s, i soccorritori impiegano 15 min. Le forze di attrito compiono in totale un lavoro di  $-500 \text{ J}$ .

- Qual è la potenza totale  $P$  sviluppata dai soccorritori?

$$[1,1 \times 10^2 \text{ W}]$$

- 82** Un pacco di massa  $m$  si muove a velocità di modulo  $v_0$  quando incontra un piano orizzontale scabro lungo  $L$ . Il coefficiente di attrito dinamico fra il pacco e il piano è  $\mu_d$ .

- Calcola il valore minimo di  $v_0$  ( $v_{0\min}$ ) per cui il pacco riesce ad attraversare il piano.  
► Se  $v_0 \geq v_{0\min}$ , calcola quanta energia meccanica si è trasformata in altre forme di energia dopo che il pacco ha attraversato il piano.

$$[\sqrt{2\mu_d g L}; \mu_d m g L]$$

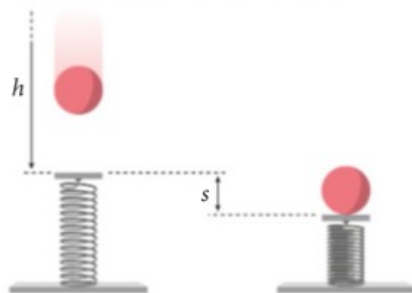
- 83** Un fucile a molla è caricato e puntato verso l'alto. La molla, di costante elastica 20 N/m, è compressa di 20 cm e spara una pallina di 25 g. Trascura gli attriti.

- A che altezza dal punto di partenza arriva la pallina?

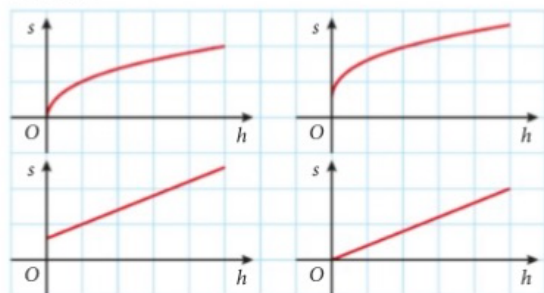
$$[1,6 \text{ m}]$$

#### **84** **FISICA & MATEMATICA** Equazioni di secondo grado

- Una pallina di massa  $m$  viene fatta cadere da un'altezza  $h$  sopra una molla di costante elastica  $k$ , disposta verticalmente. La molla si comprime di un tratto  $s$ .



- Determina  $s$  in funzione delle altre variabili.  
► Quale fra questi grafici può rappresentare  $s$  in funzione di  $h$ ?

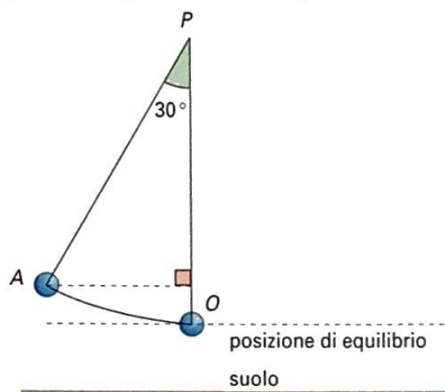


$$\left[ \frac{mg + \sqrt{m^2 g^2 + 2mghk}}{k} \right]$$

- 85** Nel 1994 Sergey Bubka stabilì il record del mondo nel salto in alto con l'asta con la misura di 6,14 m. Supponi che la velocità dell'atleta al termine della rincorsa sia di 10 m/s e che il baricentro del suo corpo si trovi a circa 1,0 m dal suolo. Trascura l'effetto dell'attrito.



- 116** ●●○ Un pendolo con massa di 350 g, sospeso mediante un filo di 70 cm, viene spostato dalla posizione di equilibrio fino a raggiungere la posizione A (vedi la figura). Sapendo che la posizione di equilibrio O dista 0,40 m dal suolo, determina l'energia potenziale gravitazionale del pendolo rispetto alla Terra quando si trova in A.



[1,7 J]

- 117** ●●● Una molla disposta orizzontalmente, con costante elastica di 400 N/m, viene compressa in modo da accumulare un'energia potenziale elastica di 2,20 J. In questa situazione al suo estremo viene agganciato un parallelepipedo di 6,50 kg, libero di strisciare su un piano (parallelo all'asse della molla) rispetto al quale ha un coefficiente di attrito statico di 0,8. Stabilisci se, una volta lasciato libero, il parallelepipedo si mette in movimento oppure no e quale deve essere la compressione minima affinché si sposti. [no, perché...; 12,8 cm]

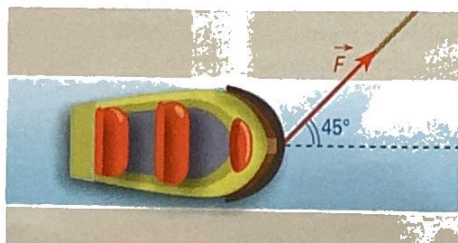
- 118** ●●● Un carrello di 400 g, partendo da fermo, scivola senza attrito su un piano inclinato lungo 1,70 m e alto 31,2 cm. Calcola l'energia cinetica finale del carrello al termine della discesa.

**SUGGERIMENTO** Rifletti bene: una strada per la ricerca della soluzione è molto rapida! [1,22 J]

- 119** ●●○ Un'automobile di 1170 kg, partendo da ferma, accelera per 9,25 s con accelerazione costante pari a  $3,0 \text{ m/s}^2$ . Calcola la potenza sviluppata dal motore nella fase di accelerazione.

**SUGGERIMENTO** Dopo aver trovato l'energia cinetica al termine del moto uniformemente accelerato, dal teorema delle forze vive puoi notare che tale quantità è uguale al ..., per cui per trovare la potenza devi dividerlo per... [49 kW]

- 120** ●●● Il barchino di una giostra di massa 40,0 kg viene tirato per un breve tratto da un operatore con una corda che forma un angolo di  $45^\circ$  rispetto al tratto rettilineo di percorso. Durante tale azione, la velocità del mezzo passa da  $2,5 \text{ m/s}$  a  $6,0 \text{ m/s}$ . Determina: a) la forza (per ipotesi costante) esercitata dall'operatore, se lo spostamento è avvenuto con accelerazione di  $1,75 \text{ m/s}^2$ ; b) la potenza sviluppata nell'azione.



[a] 99,0 N;  
[b] 298 W

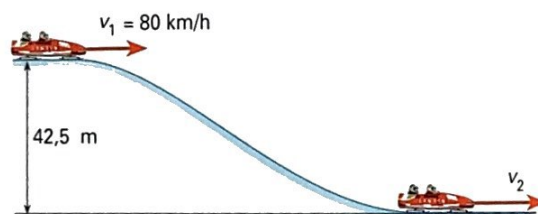
- 121** ●●● Un'automobile di massa 1800 kg sta viaggiando a  $50,0 \text{ km/h}$  lungo un percorso rettilineo. Grazie alla forza costante del motore, la sua velocità aumenta fino a  $90,0 \text{ km/h}$ . Sapendo che la fase di accelerazione si svolge per un tratto di 100 m e trascurando l'attrito, determina:

- a) la durata dell'accelerazione;  
b) la potenza sviluppata dal motore.

[a] 5,14 s; [b] 75,7 kW

- 122** ●●○ Un bob a due, che ha una massa complessiva (equipaggio compreso) di 360 kg, con una velocità iniziale di  $80 \text{ km/h}$  inizia a percorrere una discesa che presenta un dislivello di 42,5 m. Calcola:

- a) la variazione di energia potenziale;  
b) il lavoro delle forze gravitazionali, sapendo che senza attrito la velocità finale è  $131 \text{ km/h}$ ;  
c) il lavoro resistente delle forze d'attrito, sapendo che in tal caso la velocità finale è  $115 \text{ km/h}$ .



[a] 150 kJ; [b] 150 kJ; [c] 55 kJ

- 123** **IN ENGLISH** ●●○ A diver of mass 67.5 kg is at rest on a board 10.0 m above the water surface before he drops. Find his potential gravitational energy.

[6.62 kJ]

- 124** ●●○ Un carrello di 320 g si muove su una guidovia a cuscino d'aria alla velocità di  $1,50 \text{ m/s}$ . Sapendo che la sua energia meccanica è 5,00 J, calcola la quota alla quale si trova il carrello rispetto al pavimento. [1,48 m]

- 125** ●●○ Un ciclista di 65 kg si sta esibendo su un cavo posto a un'altezza di 8,0 m. La sua energia meccanica è 5500 J. Trova la velocità del ciclista. [3,5 m/s]

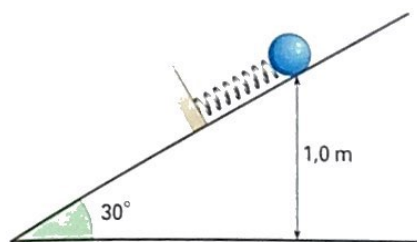
- 126** ●●● Un carrellino di 1200 g, libero di scivolare senza attrito su un piano inclinato lungo 2,00 m e alto 1,25 m, viene agganciato a una molla di costante elastica di 67,5 N/m, fissata parallelamente al piano inclinato. All'equilibrio il carrellino, dopo aver dilatato la molla, si trova a un'altezza di 87,5 cm dal pavimento. Calcola l'energia meccanica del sistema formato dal carrellino e dalla molla.

**SUGGERIMENTO** Ti conviene rappresentare in un disegno la situazione descritta, in modo da capire qual è la forza effettiva che agisce sulla molla, dilatandola. [10,7 J]

- 127** ●●● Una sfera di 1,5 kg viene posizionata su un piano inclinato, che forma con il piano orizzontale un angolo di  $30^\circ$ , a un'altezza di 1,0 m in modo da comprimere di 30 cm una molla con  $K = 500 \text{ N/m}$ .



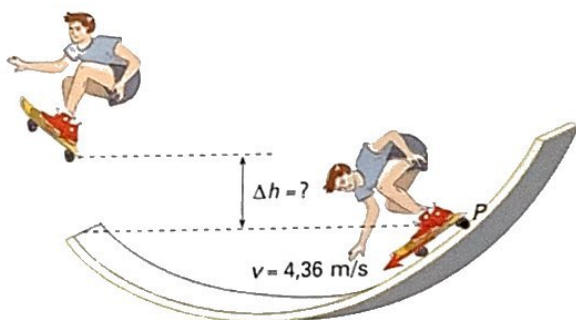
Se la molla viene lasciata libera, quale altezza raggiunge la sfera?



**SUGGERIMENTO** Si tratta di uguagliare l'energia... della molla e l'energia... della sfera alla fine del percorso, quando è ferma. Tieni conto che, essendo su un piano inclinato, se utilizzi le leggi del moto, devi considerare solo la componente attiva della forza peso della sfera. [2,5 m]

- 128 ●●○ Una sfera d'acciaio di 375 g sta cadendo verticalmente. Quando si trova a 6,20 m dal suolo ha una velocità di 10 m/s. Trascurando l'attrito dell'aria, determina l'energia cinetica e la velocità della sfera quando è scesa a una quota di 1,20 m. [37 J; 14 m/s]

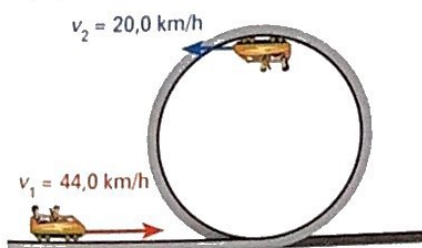
- 129 ●●○ Filippo sta scendendo con lo skateboard lungo una pista e nel punto P, che si trova a 2,50 m di altezza, raggiunge la velocità di 4,36 m/s. Di quanto risale dalla parte opposta, dopo avere abbandonato la pista, rispetto all'altezza alla quale si trova il punto P?



**SUGGERIMENTO** La massa di Filippo non viene data in quanto... [0,97 m]

- 130 ●●○ Un'automobile di 950 kg, ferma, viene messa in folle in cima a una discesa rettilinea lunga 120 m e caratterizzata da un dislivello di 20 m. Ricorrendo al principio di conservazione dell'energia meccanica, trova quanto spazio ha percorso l'automobile dall'inizio del suo moto fino al punto in cui raggiunge la velocità di 11,7 m/s. [42 m]

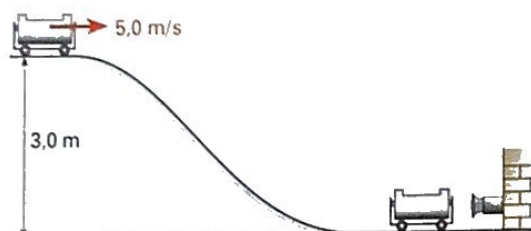
- 131 ●●● Un vagoncino delle montagne russe compie il giro della morte, entrando nell'anello alla velocità di 44,0 km/h.



Sapendo che nel punto più alto ha una velocità di 20,0 km/h, determina il raggio dell'anello (trascurando

gli attriti e ricordando che il vagoncino non ha motore). La velocità raggiunta nel punto più alto è sufficiente a equilibrare la forza peso e a non farlo cadere? [3,00 m; sì...]

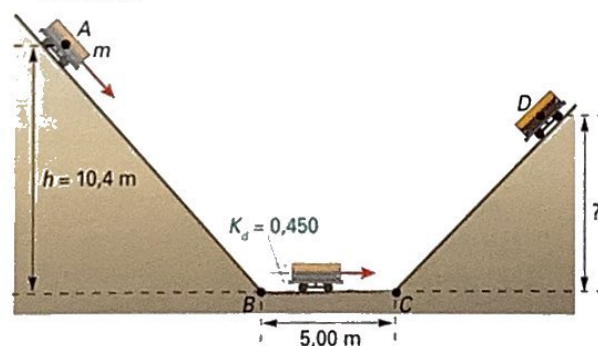
- 132 ●●○ Il vagone di una miniera, che ha una massa totale di 120 kg, va a urtare contro un respingente dopo aver percorso una discesa che presenta un dislivello di 3,0 m. Prima della discesa il vagone aveva una velocità di 5,0 m/s. Calcola, trascurando gli attriti, la compressione massima del respingente, sapendo che la costante elastica della molla al suo interno vale  $252 \cdot 10^3$  N/m.



[20 cm]

- 133 ●●● Un vagoncino di 30,0 kg si trova nel punto A, in cima a un piano inclinato alto 10,4 m. Dopo essere partito da fermo, percorre prima il tratto AB in assenza di attrito, poi il tratto orizzontale BC lungo 5,00 m e caratterizzato da un coefficiente di attrito dinamico  $K_d = 0,450$ , e infine risale un secondo piano inclinato anch'esso senza attrito. Determina:

- a) il lavoro svolto dalla forza di attrito lungo il tratto BC;  
b) la quota raggiunta dal vagoncino sul secondo piano inclinato.



[a] 662 J; b) 8,15 m]

- 134 ●●● Un carrello si muove con velocità di  $(1,36 \pm 0,02)$  m/s a un'altezza dal suolo di  $(1,145 \pm 0,005)$  m. La sua massa è  $(0,320 \pm 0,002)$  kg. L'accelerazione di gravità rispetto al livello del mare deve essere considerata con un'incertezza di  $0,01$  m/s<sup>2</sup>. Determina la misura dell'energia meccanica del carrello.

**SUGGERIMENTO** Non arrotondare secondo i criteri noti le incertezze dell'energia cinetica e dell'energia potenziale gravitazionale, ma soltanto quella finale dell'energia meccanica. [(3,89 ± 0,06) J]

- 135 **IN ENGLISH** ●●○ A stuntman driving a motorcycle at a constant speed  $v$  leaves the end of a ramp. If his speed is 54.0 km/h as he reaches a maximum height of 4.40 m, what is  $v$ ? (Neglect air resistance and friction.) [63.5 km/h]