

# ESERCIZI

## DOMANDE SUI CONCETTI

- 1** Perché una scatola che viene fatta scivolare sul pavimento di una stanza finisce per fermarsi? Questo fatto viola il principio di inerzia?
- 2** Osservi un autobus che si muove con velocità costante lungo una strada rettilinea. Puoi dire che la somma delle forze applicate su di esso è nulla?
- 3** Ti trovi su un'auto che affronta una curva (per esempio a sinistra) con velocità di modulo costante, e senti di essere spinto contro lo sportello rivolto verso l'esterno della curva (a destra). Perché? L'auto è in questo caso un sistema di riferimento inerziale?
- 4** Un sistema di riferimento  $S$  è accelerato uniformemente rispetto a un sistema di riferimento non inerziale  $S'$ . Puoi concludere che anche il sistema  $S$  allora è non inerziale?
- 5** Francesca è seduta su un treno che si muove a velocità costante rispetto al suolo (che in questo caso può essere considerato un sistema di riferimento inerziale) lungo un binario rettilineo. A un certo istante, lancia una mela verticalmente verso l'alto. La mela ricadrà nella sua mano, più avanti o più indietro?
- 6** Un treno parte dalla stazione lungo un binario rettilineo con accelerazione costante  $A$  rispetto alla banchina. Nello stesso istante, un passeggero parte di corsa in avanti lungo il corridoio del treno, con velocità costante  $v'$  rispetto al treno. Dimostra che la velocità dell'uomo rispetto al capostazione fermo sulla banchina è  $v(t) = v' + At$ .
- 7** Perché gli astronauti devono ricorrere al *Body Mass Measurement Device* per misurare la loro massa? Non potrebbero usare una semplice bilancia pesa-persone come quelle che si usano in casa?
- 8** Tommaso vuole scoprire se il suo zaino ha una massa di 2 kg. Ha a disposizione un carrello delle masse e alcuni pesi-campione identici da un kilogrammo. Dopo averci riflettuto, decide di misurare il tempo di oscillazione del suo zaino e quello di un peso-campione. Se il suo zaino ha massa 2 kg, pensa, il suo tempo di oscillazione sarà il doppio di quello di peso-campione. Pensi che abbia ragione? C'è un altro metodo per misurare la massa del suo zaino?
- 9** Forza, massa e accelerazione: quali coppie di queste grandezze sono direttamente proporzionali e quali inversamente proporzionali?
- 10** In base al secondo principio della dinamica, se la somma delle forze applicate a un corpo è nulla, esso non accelera e, viceversa, se il corpo non accelera la somma delle forze a esso applicate è nulla. Poiché questo è anche quanto affermato dal principio di inerzia, ciò significa che il principio di inerzia è superfluo e potrebbe essere omesso?
- 11** Dopo avere studiato il terzo principio della dinamica, Giulia pensa: «Se un camion traina un rimorchio, la forza che il camion esercita sul rimorchio è uguale e contraria alla forza che il rimorchio esercita sul camion, perché si tratta di forze di azione e reazione. La somma di queste due forze è zero, per cui il rimorchio non può mettersi in movimento». Trova l'errore nel ragionamento di Giulia.
- 12** Il principio di azione e reazione afferma che se un corpo  $A$  esercita una forza su un secondo corpo  $B$ , anche  $B$  esercita una forza su  $A$  di uguale intensità e di verso opposto. Quale delle due è l'azione e quale la reazione?

## PROBLEMI

### 3 IL PRINCIPIO DI RELATIVITÀ GALILEIANA

- 1** Un'auto viaggia verso nord con una velocità di modulo 35 km/h. Un caravan viaggia verso ovest con una velocità di modulo 42 km/h.  
★★★  
► Qual è la velocità del caravan secondo il guidatore dell'auto?

[15 m/s, verso sud-ovest]

**2** ★★★ Dario sale i gradini di una scala mobile, che a sua volta sale alla velocità di 0,60 m/s. La scala mobile è lunga 18 m e Dario impiega 9,0 s a salire dal piano inferiore a quello superiore.

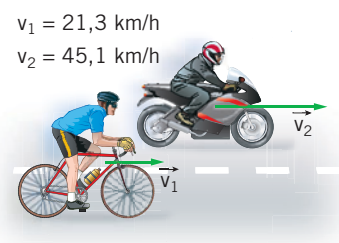
► Con quale velocità Dario sale lungo la scala mobile?

[1,4 m/s]

**3** ★★★ **PROBLEMA SVOLTO**

Una motocicletta, che viaggia su una strada rettilinea alla velocità costante di 45,1 km/h, sorpassa una bicicletta che procede nello stesso verso con una velocità costante di 21,3 km/h.

- Scrivi la legge del moto della motocicletta nel sistema di riferimento della strada, scegliendo come  $t = 0$  s e  $s = 0$  m, rispettivamente, l'istante di tempo e la posizione in corrispondenza dei quali avviene il sorpasso.
- Ricava la legge del moto della motocicletta anche nel sistema di riferimento della bicicletta (cioè quello in cui la bicicletta è ferma).



**Strategia e soluzione**

- Chiamiamo  $S$  il sistema di riferimento della strada e  $S'$  quello della bicicletta. La velocità della motocicletta in  $S$  è  $v = 45,1$  km/h = 12,5 m/s. La velocità della bicicletta (cioè quella del riferimento  $S'$ ) rispetto a  $S$  è  $V = 21,3$  km/h = 5,92 m/s.

- La legge del moto della motocicletta nel riferimento  $S$  è:

$$s = vt. \quad (*)$$

Abbiamo così risposto alla prima domanda del problema.

- Anche in  $S'$  scegliamo  $t' = 0$  s e  $s' = 0$  m in modo che corrispondano all'istante e alla posizione del sorpasso. Possiamo così usare le formule (2) con i soli moduli perché il moto è lungo una retta:

$$\begin{cases} s = s - Vt \\ t = t \end{cases}$$

- Sostituiamo al posto di  $s$  il valore dato dalla formula (\*):

$$\begin{cases} s = vt - Vt \\ t = t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} s = vt - Vt \\ t = t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} s = (v - V)t \\ t = t \end{cases}$$

- La legge del moto della motocicletta nel riferimento  $S'$  è quindi data da  $s' = (v - V)t' = (12,5$  m/s - 5,92 m/s) $t' = (6,6$  m/s) $t'$ .

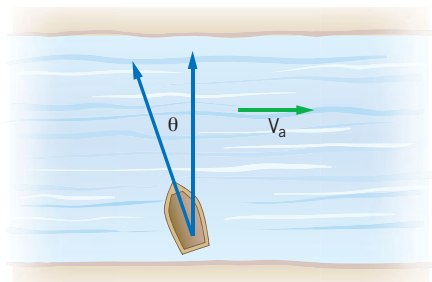
**Discussione**

Nel sistema di riferimento  $S'$ , in cui la bici è ferma, la motocicletta si muove di moto rettilineo uniforme con una velocità di modulo  $v' = v - V = 6,6$  m/s. A conferma della correttezza dei calcoli, questo è proprio il valore di velocità che si ottiene utilizzando la seconda delle formule (3).

**4** ★★★ Una barca può muoversi a una velocità di 10 km/h rispetto all'acqua di un fiume che scorre a 5,0 km/h. Il barcaiolo vuole attraversare il fiume perpendicolarmente alle rive, come mostrato nella figura.

- Secondo quale angolo deve orientare la sua barca?
- Con quale velocità rispetto al terreno deve muoversi?

(Adattato dalle *Olimpiadi della fisica, gara nazionale di primo livello, 2000*)



[30°; 2,4 m/s]

## ESERCIZI

**5** ★★★ Carla è seduta nello scompartimento di un treno che viaggia alla velocità di 68 km/h lungo un tratto rettilineo. Guardando fuori dal finestrino vede delle gocce di pioggia, che scendono a velocità costante, con componenti  $v_x = -16$  m/s e  $v_y = 3,0$  m/s.

► Quanto vale la velocità delle gocce di pioggia misurata da un osservatore che si trova a terra?

[4,2 m/s]

**6** ★★★ Un turista cammina alla velocità di 3,6 km/h, in direzione della prua, sul ponte di una nave da crociera che si muove alla velocità costante di 36 km/h. Nello stesso verso di marcia della nave, 5,0 km più avanti, vede un peschereccio che naviga alla velocità costante di 18 km/h.

► Scrivi la legge del moto del peschereccio nel sistema di riferimento del turista che cammina sul ponte della nave.

$$[s = 5,0 \times 10^3 \text{ m} - 6,0 \text{ m/s} \cdot t]$$

**7** ★★★ Luca sta nuotando lentamente in piscina mentre vede Federica venirgli incontro, nella corsia accanto, alla velocità di 1,8 m/s. Quando Federica raggiunge il bordo della piscina, inverte il suo moto mantenendo il modulo della velocità costante e poi sorpassa Luca, che la vede passare alla velocità di 0,80 m/s. Durante tutto questo tempo Luca ha mantenuto la sua velocità costante.

► Quali sono, in modulo, le velocità di Luca e Federica?

[0,50 m/s; 1,3 m/s]

## 5 IL SECONDO PRINCIPIO DELLA DINAMICA

### 8 PROBLEMA SVOLTO

★★★

Un lampadario a molla di 4,4 kg viene montato al soffitto. La molla ha costante elastica 480 N/m e lunghezza a riposo di 18 cm. Dopo essere stato montato, il lampadario viene lasciato scendere gradualmente.

► A che distanza dal soffitto si trova il lampadario?

#### ■ Strategia e soluzione

- Dopo che il lampadario è stato montato e lasciato scendere, esso è fermo, ma sottoposto a due forze: una è la forza-peso  $\vec{F}_p$ , diretta verso il basso, e la seconda è la forza elastica  $\vec{F}_e = -k\Delta\vec{x}$  della molla, diretta verso l'alto. Nell'espressione della forza elastica  $k$  è la costante elastica e  $\Delta x$  è l'allungamento della molla. In virtù del secondo principio della dinamica la somma vettoriale di queste due forze è nulla,

$$F_e - F_p = ma = 0$$

- Da questa relazione ricaviamo l'intensità della forza elastica esercitata dalla molla

$$F_e = F_p = mg = (4,4 \text{ kg}) \times (9,8 \text{ m/s}^2) = 43 \text{ N}$$

per cui l'allungamento della molla è

$$\Delta x = \frac{F_e}{k} = \frac{43 \text{ N}}{480 \text{ N/m}} = 0,090 \text{ m} = 9,0 \text{ cm}$$

Quindi la distanza del lampadario dal soffitto è

$$L = L_0 + \Delta x = 18 \text{ cm} + 9,0 \text{ cm} = 27 \text{ cm}$$

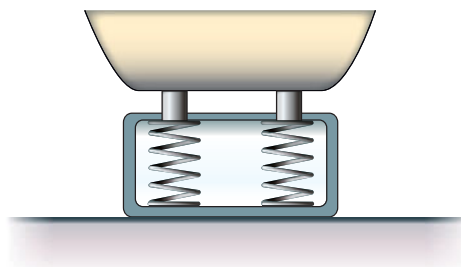
#### ■ Discussione

Ogni molla ha una sua lunghezza a riposo  $L_0$ , quando non è sottoposta ad alcuna forza, mentre ha lunghezza variabile  $L$  quando è sottoposta a forze. L'intensità della forza elastica che la molla esercita non è proporzionale né a  $L_0$  né a  $L$ , ma a  $\Delta r = |L - L_0|$ .

- 9** Una bilancia da cucina ha al suo interno due molle parallele, di costante elastica 250 N/m. La ditta che la produce vuole sostituire le due molle con un'unica molla, della stessa lunghezza, in modo tale che la bilancia funzioni allo stesso modo.

► Quanto deve valere la costante elastica della nuova molla?

[500 N/m]



**10** ★★★

### PROBLEMA SVOLTO

Un libro di 940 g è poggiato su un tavolo e viene spinto con una forza di 5,0 N diretta orizzontalmente. (Trascura le forze di attrito.)

- Quanto vale l'accelerazione del libro?  
 ► Assumi ora che la forza che spinge sia inclinata verso il basso, formando un angolo di 30° con l'orizzontale. L'accelerazione del libro cambia?

#### Strategia e soluzione

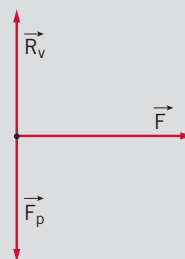
- Scegliamo un sistema di assi cartesiani per disegnare tutte le forze applicate al libro, considerato un punto materiale, libero da vincoli. Il secondo principio della dinamica può essere applicato per ciascuna delle direzioni,  $F_x = ma_x$ ,  $F_y = ma_y$ ,  $F_z = ma_z$ .

Quando la forza che spinge il libro è diretta orizzontalmente, il libro è soggetto alle tre forze rappresentate dal diagramma a lato, dove,

$$F_p = mg = (0,940 \text{ kg}) \times (9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 9,2 \text{ N.}$$

è il peso del libro,  $\vec{F}$  è la forza che spinge il libro e  $\vec{R}_V$  è la forza che il tavolo esercita sul libro. La forza di reazione vincolare  $\vec{R}_V$  ha la stessa intensità della forza-peso; sarà quindi la forza  $\vec{F}$  a determinare l'accelerazione del libro,

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5,0 \text{ N}}{0,94 \text{ kg}} = 5,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

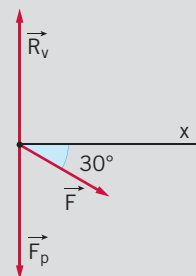


- Se la forza è inclinata verso il basso di 30°, il diagramma è rappresentato qui a lato.
- Lungo la direzione verticale la somma delle forze deve annullarsi, quindi la forza che il tavolo esercita sul libro è

$$R_V = F_p + F_y = F_p + F \sin 30^\circ = (9,2 \text{ N}) + (5,0 \text{ N}) \times 0,5 = 11,7 \text{ N,}$$

mentre la componente orizzontale della forza è quella che determina l'accelerazione del libro:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{(5,0 \text{ N}) \times \cos 30^\circ}{0,94 \text{ kg}} = 4,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



#### Discussione

Il valore dell'accelerazione nella seconda domanda è inferiore al precedente perché una parte della forza  $\vec{F}$  è diretta verso l'interno del tavolo e non produce alcuna accelerazione.

Le forze vincolari (in questo caso, la forza  $\vec{R}_V$  che il tavolo esercita sul libro) cambiano al cambiare delle condizioni a cui viene sottoposto l'oggetto esaminato, e vanno quindi determinate volta per volta.

## ESERCIZI

- 11** Una forza di 40 N applicata a un tavolo vuoto posto su un pavimento privo di attrito produce un'accelerazione di  $3,4 \text{ m/s}^2$ . Sul tavolo vengono posti 10 libri, e il tavolo su cui agisce la stessa forza acquista ora un'accelerazione di  $2,4 \text{ m/s}^2$ .

► Determina la massa totale dei libri.

[4,9 kg]

- 12** Uno studio di ingegneria specializzato in locomotive deve verificare le caratteristiche di una motrice di massa  $m_1 = 3,6 \times 10^4 \text{ kg}$ , che può trainare tre vagoni passeggeri, ciascuno di massa  $m_p$  pari a un terzo di  $m_1$ , con accelerazione costante di  $0,1 \text{ m/s}^2$ . L'azienda ferroviaria intende utilizzarla per trainare vagoni merci di massa  $m_m$  pari alla metà di  $m_1$  con la stessa accelerazione.

► Calcola quanti vagoni merci può trainare il motore della locomotiva.

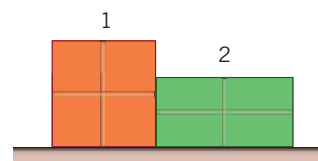
[2]

## 6 IL TERZO PRINCIPIO DELLA DINAMICA

### 13 PROBLEMA SVOLTO

★★★

Su un tavolo sono poggiati due pacchi, di massa  $m_1 = 2,0 \text{ kg}$  e  $m_2 = 1,0 \text{ kg}$ , a contatto tra loro, come mostrato nella figura. La forza di attrito tra il tavolo e i pacchi è sufficientemente piccola da potere essere trascurata. Claudio spinge il primo pacco verso il secondo con una forza di intensità  $F = 18 \text{ N}$ .

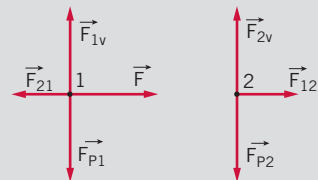


► Qual è l'intensità delle forze che i due pacchi esercitano l'uno sull'altro?

► Ora Claudio applica la stessa forza  $\vec{F}$  al secondo pacco, diretta verso il primo: il risultato cambia?

### ■ Strategia e soluzione

- Sul primo pacco agiscono la forza-peso  $\vec{F}_{p1}$ , diretta verso il basso, la forza di reazione vincolare  $\vec{F}_{1V}$  del tavolo, diretta verso l'alto, la forza  $\vec{F}$  che spinge il pacco, diretta verso destra e una forza  $\vec{F}_{21}$  che il secondo pacco esercita sul primo, diretta verso sinistra. Quest'ultima forza nasce dal contatto tra i due pacchi e dal fatto che il primo pacco viene spinto verso il secondo. Le forze che agiscono sul secondo pacco sono la forza-peso  $\vec{F}_{p2}$ , diretta verso il basso, la forza di reazione vincolare  $\vec{F}_{2V}$  del tavolo, diretta verso l'alto, la forza  $\vec{F}_{12}$  che il primo pacco esercita sul secondo, diretta verso destra. La forza  $\vec{F}$  non agisce invece sul secondo pacco.



Le forze  $\vec{F}_{12}$  e  $\vec{F}_{21}$  sono forze di azione e reazione e quindi, in virtù del terzo principio della dinamica,  $F_{12} = F_{21}$ .

- I pacchi non si muovono nella direzione verticale, quindi le forze di reazione vincolari annullano i pesi dei due pacchi:

$$F_{1V} = F_{p1} = m_1 g = (2,0 \text{ kg}) \times (9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 20 \text{ N} \quad F_{2V} = F_{p2} = m_2 g = (1,0 \text{ kg}) \times (9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = 9,8 \text{ N}$$

- Le forze che agiscono orizzontalmente sono quelle che determinano l'accelerazione dei due pacchi; queste accelerazioni sono uguali perché i due pacchi si muovono insieme. Dal secondo principio della dinamica applicato ai due pacchi otteniamo

$$F - F_{21} = m_1 a, \quad F_{12} = m_2 a$$

dove  $a$  è l'accelerazione dei due pacchi. Sostituendo la seconda equazione nella prima (ricordiamo che  $F_{12} = F_{21}$ ) otteniamo

$$F - m_2 a = m_1 a,$$

da cui risulta che l'accelerazione dei due pacchi è

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{18 \text{ N}}{3,0 \text{ kg}} = 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- Perciò la forza di contatto tra i due pacchi ha intensità:  $F_{12} = m_2 a = (1,0 \text{ kg}) \times \left(6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 6,0 \text{ N}$
- Se la forza  $\vec{F}$  viene applicata al secondo pacco, l'accelerazione dei due pacchi rimane identica. Infatti poiché i due pacchi si muovono insieme, con la stessa accelerazione, facendo i calcoli come in precedenza, si vede che è lecito considerarli come un unico oggetto, di massa  $M = 3 \text{ kg}$ , sottoposto alla forza-peso totale (controbilanciata da una forza di reazione vincolare) e alla forza  $\vec{F}$  che spinge il pacco. L'accelerazione dei due pacchi si ricava dal secondo principio della dinamica,

$$a = \frac{F}{M} = \frac{18 \text{ N}}{3,0 \text{ kg}} = 6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- Le forze che i due pacchi esercitano l'uno sull'altro, invece, cambiano di intensità. Adesso nella direzione orizzontale il primo pacco è sottoposto alla sola forza  $\vec{F}_{21}$ , che è la sola responsabile della sua accelerazione, per cui dal secondo principio della dinamica otteniamo

$$F_{21} = m_1 a = (2,0 \text{ kg}) \times \left(6,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 12 \text{ N}$$

e, in virtù del terzo principio,  $F_{12} = F_{21} = 12 \text{ N}$ .

### ■ Discussione

Il calcolo esposto nella prima parte della soluzione mostra che quando più oggetti si muovono con la stessa accelerazione, è possibile considerarli come un unico oggetto di massa  $M_T$  uguale alla somma dei singoli oggetti. In questo modo tutte le forze di azione e reazione che i singoli oggetti esercitano l'uno sull'altro possono essere sommate, essendo applicate all'oggetto di massa  $M_T$ , e la loro somma è nulla.

- 14** ★★★ Uno scatolone di 5,6 kg ha ricevuto una spinta e ora striscia sul pavimento finché va a urtare contro un'estremità di una molla orizzontale, di massa trascurabile e costante elastica 320 N/m. L'altro capo della molla è fissato al muro. Tra lo scatolone e il pavimento è presente attrito, con coefficiente di attrito dinamico 0,10.

- ▶ Qual è l'accelerazione dello scatolone quando ha compresso la molla di 2,0 cm?
- ▶ Quanto vale in quell'istante la forza che lo scatolone esercita sulla molla?

[2,1 m/s<sup>2</sup>; 6,4 N]

- 15** ★★★ Su un montacarichi di massa 16 kg si trova una bilancia da cucina di massa 3,0 kg. Sul suo piatto viene appoggiato un pacco di zucchero da 1,0 kg. Il montacarichi viene tirato verso l'alto con una forza di 220 N. Trascura l'effetto dell'aria.

- ▶ Che valore indica la bilancia?

[1,1 kg]

- 16** ★★★ Un ascensore di massa 450 kg è tirato verso l'alto da una forza di intensità 6000 N. Un uomo di 75,0 kg si trova all'interno dell'ascensore.

- ▶ Qual è l'intensità della forza che l'ascensore esercita sull'uomo?
- ▶ E quella della forza che l'uomo esercita sull'ascensore?

[8,6 × 10<sup>2</sup> N; 8,6 × 10<sup>2</sup> N]

## PROBLEMI GENERALI

- 1** ★★★ Su un treno che si muove lungo un binario rettilineo alla velocità di 48 km/h, un bambino in fondo a un vagone dà un calcio a un pallone verso la testa del vagone alla velocità di 2,0 m/s. Il vagone è lungo 16 m.

- ▶ Rispetto a un osservatore a terra, quanto vale la distanza percorsa dalla palla quando arriva alla testa del vagone?

[1,2 × 10<sup>2</sup> m]

## ESERCIZI

**2** ★★★ Martina nuota in un fiume seguendo il verso della corrente, che scorre alla velocità di 1,8 m/s. Così facendo, Martina impiega 16 s a percorrere la distanza di 96 m che separa un ponte da un altro. Raggiunto il secondo ponte, Martina si volta e risale il fiume nuotando con la stessa velocità.

- ▶ Qual è la velocità di Martina rispetto al fiume?
- ▶ Quanto tempo impiega per tornare al primo ponte?

[4,2 m/s; 40 s]

**3** ★★★ Andrea e Beatrice si trovano sul ponte di una nave che viaggia alla velocità di 11 m/s, a distanza di 6 m l'uno dall'altra, e si lanciano una palla che impiega 3 s per percorrere la distanza che li separa. Giovanni si trova su una seconda nave che viaggia parallelamente alla prima, e osserva che la palla si sposta di 12 m quando Andrea, che si trova a poppa, lancia la palla a Beatrice che si trova a prua.

- ▶ Con quale velocità si muove la nave su cui viaggia Giovanni?
- ▶ Qual è la velocità della palla secondo Giovanni quando Beatrice la lancia ad Andrea?

[9 m/s; 0 m/s]

**4** ★★★ Su un tratto rettilineo dell'autostrada Milano-Bologna, l'automobile *A* viaggia a velocità costante  $v_A = 100$  km/h e l'automobile *B* si muove a velocità costante  $v_B = 80,0$  km/h. Assumi  $t = 0$  s e  $s = 0$  m rispettivamente come l'istante di tempo e la posizione in corrispondenza dei quali i due veicoli sono affiancati.

- ▶ Scrivi la legge del moto dell'automobile *A* nel sistema di riferimento della strada.
- ▶ Ricava la legge del moto dell'automobile *A* nel sistema di riferimento dell'automobile *B* (in cui cioè l'automobile *B* è ferma).

$$[s = \left(27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot t; s' = \left(5,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot t']$$

**5** ★★★ In Alaska un postino consegna la posta usando una slitta che ha coefficiente di attrito dinamico con il suolo innevato pari a 0,12. L'uomo ha una massa di 80 kg, la slitta di 120 kg e i pacchi di posta da consegnare hanno una massa complessiva di 320 kg.

- ▶ Determina la forza necessaria per trainare la

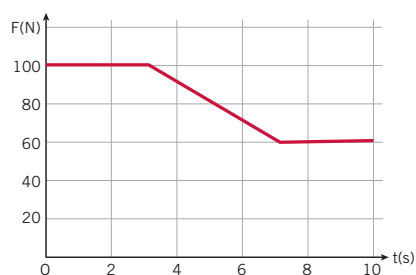
slitta a velocità costante.

- ▶ A un certo punto, un pacco di 60 kg cade dalla slitta. Determina l'accelerazione della slitta.

[ $6,1 \times 10^2$  N;  $0,15$  m/s<sup>2</sup>]

**6** ★★★ Una slitta di 160 kg viene trainata da una muta di cani, che esercitano una forza  $F(t)$  variabile nel tempo, come riportato nel grafico sottostante. Tra la slitta e il terreno innevato è presente attrito, con coefficiente di attrito dinamico  $\mu = 0,051$ . La slitta è inizialmente già in movimento.

- ▶ In quale intervallo di tempo l'accelerazione della slitta è positiva? In quale negativa?
- ▶ Calcola le accelerazioni della slitta negli intervalli di tempo in cui essa è costante.



[Nei primi 5 s; da 5 s a 10 s;  $0,13$  m/s<sup>2</sup>;  $-0,13$  m/s<sup>2</sup>]

**7** ★★★ Un'asta di 910 g è sospesa al soffitto tramite due molle identiche, di costante elastica 100 N/m e lunghezza a riposo 20 cm. L'asta viene tirata verso il basso in modo che le molle diventino lunghe 30 cm.

- ▶ Con quale accelerazione inizierà a muoversi l'asta?

[12 m/s<sup>2</sup>]

**8** ★★★ Un uomo, di massa 75 kg, si trova sopra una bilancia pesapersone all'interno di un ascensore, che scende con un'accelerazione di  $0,39$  m/s<sup>2</sup>.

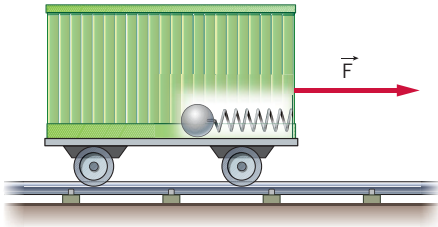
- ▶ Quanti kilogrammi indica la bilancia?

[72 kg]

**9** ★★★ Un carrello di massa 24 kg è posto su una superficie priva di attrito ed è tirato da una forza orizzontale di 200 N. All'estremità anteriore del carrello è collegata una molla di massa trascurabile, di costante elastica 150 N/m e lunghezza a riposo di

20 cm. All'altro capo della molla è collegata una palla, di massa 2,0 kg, come mostrato nella figura. La palla è ferma, in posizione di equilibrio.

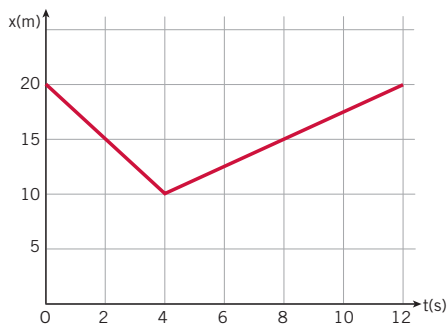
► La molla è dilatata o compressa? Di quanto?



[La molla è dilatata di 10 cm]

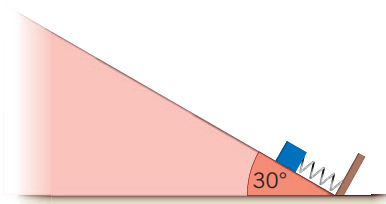
**10** Una palla di massa 1,4 kg è posta su un tavolo privo di attrito ed è collegata a una molla orizzontale di costante elastica 120 N/m e lunghezza a riposo 15 cm, fissata all'altro estremo a un supporto. La palla si muove lungo il tavolo sotto l'effetto di una forza esterna. La figura mostra il grafico spazio-tempo del moto della palla: l'estremità fissa della molla è presa come origine del sistema di riferimento.

► Disegna il grafico che rappresenta la forza elastica al variare del tempo.



**11** Un cubo di massa 340 g si trova su un piano inclinato all'estremità di una molla di costante elastica 140 N/m e lunghezza a riposo 12 cm. La seconda estremità della molla è fissata a un supporto al termine del piano inclinato, come mostrato nella figura. Il piano è inclinato di  $30^\circ$  e il suo attrito con il cubo è trascurabile.

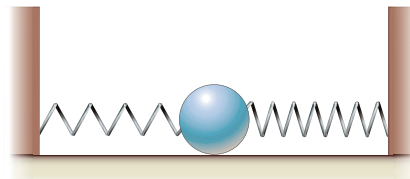
► Quanto deve essere lunga la molla affinché, una volta rilasciata, il cubo parta con accelerazione  $3,2 \text{ m/s}^2$ ?



[0,10 m]

**12** Una palla di massa 2 kg e raggio 5 cm è collegata a due molle, di costanti elastiche rispettivamente 200 N/m e 400 N/m, come mostrato nella figura. La lunghezza a riposo della molla di sinistra è 30 cm, quella della molla di destra è 40 cm. La distanza tra i due estremi delle molle ancorati a sostegni fissi è 1 m. La palla viene posta a metà strada tra i due sostegni fissi e lasciata libera.

► In quale direzione inizierà a muoversi e con quale accelerazione?



[ $5 \text{ m/s}^2$ , verso sinistra]

**13** Una molla di massa trascurabile, costante elastica 130 N/m e lunghezza a riposo di 16 cm è posta verticalmente su un tavolo. Sopra di essa è appoggiato un cubetto di piombo di massa 200 g, che spinge in basso la molla fino a una lunghezza di 10 cm.

► Quanto vale l'accelerazione iniziale del cubetto lasciato libero?

► Quanto vale la forza che la molla esercita sul cubetto prima della partenza del cubetto?

[ $29 \text{ m/s}^2$ ; 7,8 N]

**14** Una molla di costante elastica 200 N/m e lunga 13 cm ha un estremo collegato a un sostegno fisso ed è adagiata su un tavolo. L'altro estremo è attaccato all'estremo di seconda molla, di costante elastica 100 N/m e lunga 8,0 cm. Il secondo capo della seconda molla è tirato finché la lunghezza complessiva delle due molle diventa 30 cm.

► Determina l'intensità della forza che tira la seconda molla.

[6,0 N]



## ESERCIZI

**15** ★★★ Su un tavolo sono poste, l'una accanto all'altra, tre scatole, di massa 1,0 kg, 2,0 kg e 3,0 kg. L'attrito tra le scatole e il tavolo è trascurabile. La prima scatola viene spinta contro le altre due con una forza orizzontale di 24 N.

► Determina le intensità delle forze che ogni scatola esercita su quella o quelle con cui è a contatto.

[20 N, 20 N, 12 N, 12 N]

## QUESITI PER L'ESAME DI STATO

Rispondi ai quesiti in un massimo di 10 righe.

**1** Esponi i concetti di sistema di riferimento inerziale e di sistema di riferimento non inerziale aiutandoti con degli esempi.

**2** Enuncia il primo principio della dinamica e illustra una sua possibile verifica sperimentale.

**3** Enuncia il secondo principio della dinamica e illustra una sua possibile verifica sperimentale.

**4** Enuncia il terzo principio della dinamica e illustra una sua possibile verifica sperimentale.

## TEST PER L'UNIVERSITÀ

**1** Un astronauta si pesa sulla Terra e la bilancia segna circa 800 N. L'esperienza viene ripetuta sulla Luna e in questo caso la bilancia segna circa 130 N. A quale delle seguenti ragioni è dovuta tale differenza?

**A** L'accelerazione di gravità sulla Luna è inferiore a quella sulla Terra.

**B** La massa dell'uomo sulla Luna è inferiore a quella sulla Terra.

**C** La bilancia si è rotta durante il viaggio. Il peso dell'astronauta non cambia.

**D** La Luna ruota intorno al proprio asse con velocità angolare inferiore rispetto a quella della Terra.

**E** Sulla Luna non c'è l'atmosfera e dunque la pressione è nulla.

(Prova di ammissione al corso di laurea in Scienze Motorie, 2009/2010)

**2** La prima legge di Newton viene anche detta:

**A** principio d'inerzia.

**B** principio di azione e reazione.

**C** primo principio della termodinamica.

**D** legge di gravitazione universale.

**E** principio di Archimede.

(Prova di ammissione al corso di laurea nelle Professioni Sanitarie, 2009/2010)

**3** Il Titanic aveva una massa di  $6 \times 10^7$  chilogrammi. Quale forza applicata era necessaria per imprimere un'accelerazione di 0,1 metri al secondo per secondo (senza tener conto degli attriti a cui poteva essere sottoposto)?

**A**  $6 \times 10^7 \times 0,1 = 6 \times 10^6$  newton

**B**  $6 \times 10^7 / 0,1 = 6 \times 10^8$  newton

**C**  $6 \times 10^7 \times 9,8 = 5,9 \times 10^8$  newton

**D**  $6 \times 10^7 \times 9,8 \times 0,1 = 5,9 \times 10^7$  newton

**E** Una forza pari al suo peso.

(Prova di ammissione al corso di laurea in Medicina Veterinaria, 2008/2009)

**4** Una forza di 10 newton applicata ad una massa di 20 chilogrammi inizialmente ferma e appoggiata su di un piano orizzontale da ritenersi ad attrito trascurabile, produce:

**A** un'accelerazione costante di 0,5 metri al secondo per secondo.

**B** una velocità costante di 0,5 metri al secondo.

**C** una velocità costante di 2 metri al secondo.

**D** un'accelerazione costante di 2 metri al secondo per secondo.

**E** un aumento di massa del 10%.

(Prova di ammissione al corso di laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria, 2008/2009)

## PROVE D'ESAME ALL'UNIVERSITÀ

- 1** Il motore di un modellino d'aereo di 2 kg esercita sull'aereo una forza di 10 N. Se l'aereo accelera a  $3 \text{ m/s}^2$ , qual è il modulo della forza della resistenza dell'aria che agisce sull'aereo?

- A**  $F = 4 \text{ N}$                       **D**  $F = 12 \text{ N}$   
**B**  $F = 6 \text{ N}$                       **E**  $F = 16 \text{ N}$   
**C**  $F = 8 \text{ N}$

(Esame di Fisica, Corso di laurea in CTF, Università La Sapienza di Roma, 2003/2004)

- 2** Una stessa forza  $F$  agisce dapprima sul corpo  $m_1$  e poi sul corpo  $m_2$ . Si nota che l'accelerazione del primo corpo è esattamente il doppio di quella del secondo corpo. In questo caso quale sarà il rapporto tra le masse dei due corpi definito come  $R = m_2/m_1$ ?

- A**  $R = 2$                               **D**  $R = 1/4$   
**B**  $R = 1/2$                             **E**  $R = 1$   
**C**  $R = 4$

(Esame di Fisica, Corso di laurea in Tossicologia, Università La Sapienza di Roma, 2002/2003)

## STUDY ABROAD

- 1** **STATEMENT 1:** For an observer looking out through the window of a fast moving train, the nearby objects appear to move in the opposite direction to the train, while the distant objects appear to be stationary.

And

**STATEMENT 2:** If the observer and the object are moving at velocities  $\vec{V}_1$  and  $\vec{V}_2$  respectively with reference to a laboratory frame, the velocity of the object with respect to the observer is  $\vec{V}_2 - \vec{V}_1$ .

- A** Statement 1 is true, Statement 2 is true; Statement 2 is a correct explanation for Statement 1.  
**B** Statement 1 is true, Statement 2 is true; Statement 2 is NOT a correct explanation for Statement 1.  
**C** Statement 1 is true, Statement 2 is false.

- D** Statement 1 is false, Statement 2 is true.

(Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE), India, 2008/2009)

- 2** **STATEMENT 1:** A cloth covers a table. Some dishes are kept on it. The cloth can be pulled out without dislodging the dishes from the table.

Because

**STATEMENT 2:** For every action there is an equal and opposite reaction.

- A** Statement 1 is true, Statement 2 is true; Statement 2 is a correct explanation for Statement 1.  
**B** Statement 1 is true, Statement 2 is true; Statement 2 is NOT a correct explanation for Statement 1.  
**C** Statement 1 is true, Statement 2 is false.  
**D** Statement 1 is false, Statement 2 is true.

(Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE), India, 2007/2008)

- 3** A kangaroo hops along and then jumps from a flat plate on the ground up to a ledge, as shown above. When a jumping kangaroo is in contact with the plate, its feet exert a force on the plate in the vertical direction, and the plate exerts a force on the kangaroo's feet in the vertical direction. Which statement BEST describes the magnitudes of these forces?

- A** Both forces equal the mass of the kangaroo.  
**B** Both forces equal half the mass of the kangaroo.  
**C** They vary in size but stay equal to each other.  
**D** The force from the plate becomes larger than the force from the feet.

(Trends in International Mathematics and Science Study, 2008/2009)

