Test e problemi

TEST

1 Quantità di moto e impulso

1 La quantità di moto di un corpo è il prodotto della:
a massa per l'accelerazione
b massa per la velocità
c velocità per l'accelerazione
d massa per il quadrato della velocità

2 Which of the following objects has the most linear momentum?
a a $1.0 \cdot 10^{-6}$ kg molecule traveling at 1000 m/s
b a 6.0 kg bowling ball moving at 18 km/h
c a 55 kg girl walking at 0.80 m/s
d a parked 1400 kg truck

3 Qual è la velocità di un modellino di elicottero radiocomandato, se ha massa 6,0 kg e quantità di moto pari a 30 N · s?
a 6,0 m/s
b 180 km/h
c 0,20 m/s
d 18 km/h

4 Due palloni da calcio di uguale massa sono lanciati verticalmente verso l'alto rispettivamente con velocità 2 *v* e *v*. Quale delle seguenti affermazioni è corretta?
a la quantità di moto del primo pallone è costantemente uguale al doppio di quella dell'altro
b la quantità di moto del primo pallone è costantemente uguale al quadruplo di quella dell'altro
c le quantità di moto dei palloni nei punti di massima altezza sono uguali
d le quantità di moto si mantengono costanti nel tempo, perché le forze agenti sui palloni sono conservative

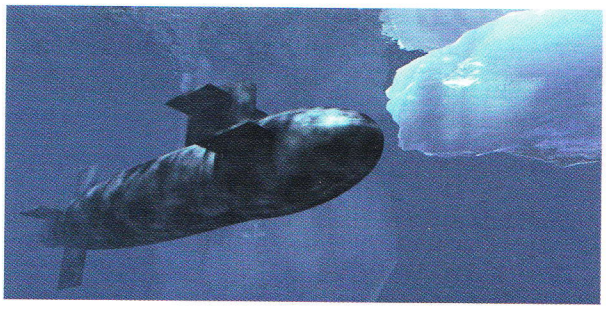
5 In un macchinario industriale una forza costante, agendo su un ingranaggio per 10 s, trasmette a esso l'impulso di 80 N · s. Quanto è intensa la forza?
a 8 N
b 80 N
c 10 N
d 800 N

6 Una forza d'intensità *F* variabile è applicata per 10 *s* a un punto materiale. Se in questo intervallo di tempo la quantità di moto del punto varia di 35 kg · m/s, qual è il valore medio di *F*?
a 3,5 N
b 0,29 N
c 350 N
d non si può rispondere, perché non si conosce la massa del punto

7 Un mitra spara 100 pallottole al minuto aventi ciascuna la massa di 60 g. Se la forza media che il mitragliere esercita per tenere in mano l'arma è uguale a 50 N, qual è la velocità delle pallottole?

[500 m/s]

8 Un sottomarino di $8{,}50 \cdot 10^5$ kg viaggia alla velocità costante di 180 km/h da Ovest verso Est. Determina modulo, direzione e verso della quantità di moto del sottomarino.



[$4{,}25 \cdot 10^7$ kg m/s, Ovest-Est]

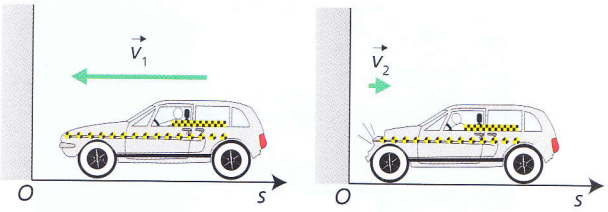
9 Un carrello di massa 3,0 kg, che si muove nel verso positivo dell'asse *x*, passa in 3,0 s, sotto l'azione di una forza costante, dalla velocità di 10 m/s alla velocità di 15 m/s. Determina modulo, direzione e verso dell'impulso della forza che ha comportato questa variazione di velocità. Ricava inoltre l'intensità di tale forza.

[15 N · s nel verso delle *x* positive; 5,0 N]

10 Una palla da golf ha una massa di 50 g. Calcola l'impulso di un colpo che imprime alla palla la velocità di 50 m/s. Se la mazza durante il colpo è stata in contatto con la palla per $5{,}0 \cdot 10^{-4}$ s, qual è stata l'intensità media di tale forza?

[2,5 N · s; $5{,}0 \cdot 10^3$ N]

11 In un test d'urto, un'automobile di 1400 kg è lanciata contro un muro alla velocità di 12 m/s. Subito dopo il contatto, che dura 0,14 s, l'automobile si sposta in verso opposto con velocità pari a 2,0 m/s. Qual è la forza media che agisce sull'automobile durante l'urto?



[$1{,}4 \cdot 10^5$ N]

Guida alla soluzione

Per la breve durata dell'urto, la forza impulsiva orizzontale sviluppata dalla parete può essere considerata l'unica forza che agisce sull'automobile. Le altre forze orizzontali (di attrito) sono infatti molto meno intense, e quindi trascurabili, mentre le forze verticali (forza di gravità e reazione normale del suolo) si bilanciano.

Fissando un asse orientato *Os* come in figura, la quantità di moto posseduta dall'automobile prima dell'urto ha verso opposto rispetto all'asse. La sua componente scalare Q_1 è dunque negativa:

$$Q_1 = - \ldots\ldots$$

La quantità di moto dopo l'urto è invece orientata nel verso di Os, per cui ha, come componente scalare,

$$Q_2 = ...$$

Per il teorema dell'impulso, l'impulso ricevuto dall'automobile è uguale alla variazione della sua quantità di moto:

$$\vec{F}_m \, \Delta t = \vec{Q}_2 - \vec{Q}_1 = m\,(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

Quindi la forza media $\vec{F}_m$ che agisce sull'automobile è:

$$\vec{F}_m = \frac{m}{\Delta t}\,(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$

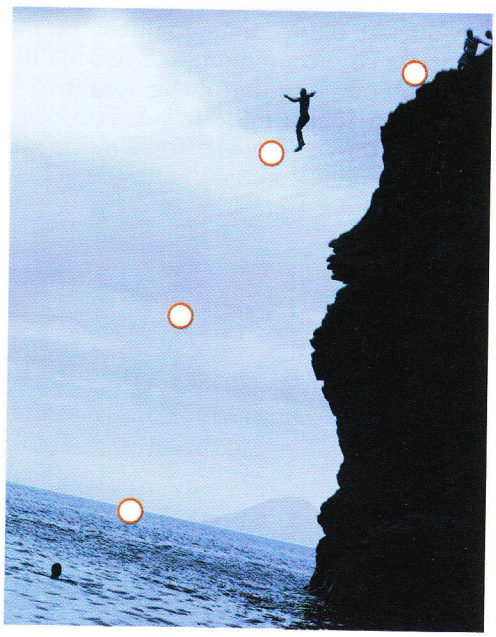
Il vettore $\vec{F}_m$ è orientato come la differenza $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$ fra la velocità finale e quella iniziale dell'automobile, ovvero nel verso ..... dell'asse Os. La sua componente scalare lungo l'asse è:

$$F_m = \frac{m[v_2 - (-v_1)]}{\Delta t} = \frac{m(v_2 + v_1)}{\Delta t} =$$

$$= \frac{(.....\ \text{kg})(.....\ \text{m/s} + ...\text{m/s})}{.....\ \text{s}} = ...\ \text{N}$$

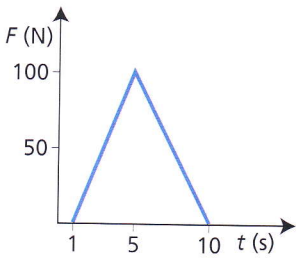
FISICA PER IMMAGINI

12 Indica con una crocetta in quale punto della traiettoria il tuffatore della foto possiede la massima quantità di moto.



13 Immagina che l'impulso della forza che vedi in figura sia applicato al prototipo di un razzo di massa 400 g, inizialmente fermo. Qual è la velocità acquistata dal razzo?

[1125 m/s]



RISPONDI IN BREVE *(in un massimo di 10 righe)*

14 L'impulso di una forza è una grandezza scalare o vettoriale? Qual è la sua unità di misura nel SI?

15 Un treno e una motocicletta possono possedere la stessa quantità di moto? Se sì, in quali casi?

16 Come si enuncia il teorema dell'impulso?

17 Che cosa si intende per forze impulsive? Fai qualche esempio.

2 La conservazione della quantità di moto

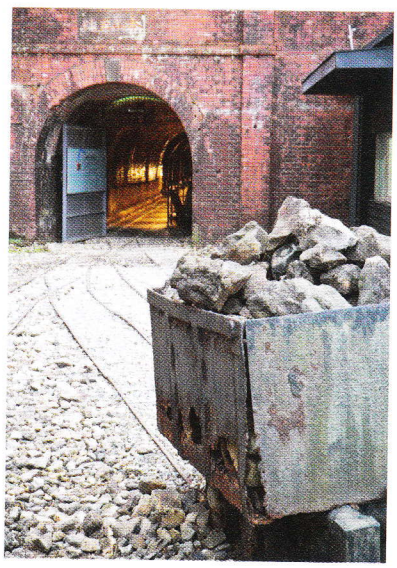
18 Due biglie di uguale massa m si muovono nello stesso verso con velocità di uguale modulo v. Quanto vale la quantità di moto totale del sistema delle due biglie?

a 0
b $m\,v$
c $2\,m\,v$
d $m\,v^2$

19 Martina sta pattinando sul ghiaccio a velocità costante. Trascurando gli attriti, come varierebbe la velocità di Martina se lo zainetto che ha in spalla le cadesse a terra?

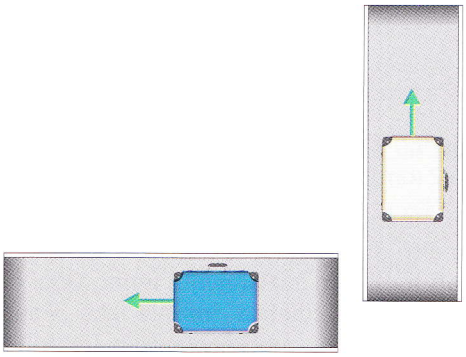
a aumenterebbe
b diminuirebbe
c rimarrebbe invariata
d per rispondere bisognerebbe sapere quanto valgono le masse della ragazza e dello zaino

20 In una miniera, per fermare un carrello carico di pietre avente una massa complessiva di 200 kg, bisogna applicare per 4,0 s una forza costante d'intensità 500 N diretta in verso opposto al moto del carrello. Con quale velocità si muoveva il carrello prima che venisse bloccato? Se, a parità di condizioni iniziali, si dovesse bloccare il carrello in 0,25 s, quanto dovrebbe essere intensa la forza applicata?



[10 m/s; $8{,}0 \cdot 10^3$ N]

21 All'aeroporto due valigie di uguale massa viaggiano su due diversi nastri trasportatori che le fanno avanzare con velocità costanti di ugual modulo, ma in direzioni ortogonali fra loro. Traccia nella figura il vettore che rappresenta la quantità di moto totale del sistema formato dalle due valigie.



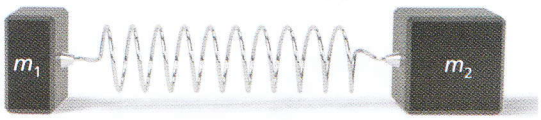
22 A 68 kg boy, standing on a stationary 45 kg boat, throws a 0.20 kg baseball with a horizontal velocity of 55 m/s. With what speed does the boat move after the boy throws the ball? Assume no friction between the boy and the boat.

[$9.7 \cdot 10^{-2}$ m/s]

23 La velocità di rinculo di un fucile di 5,0 kg che spara una pallottola a una velocità di 200 m/s è di 2,0 m/s. Qual è la massa della pallottola?

[50 g]

24 In figura sono rappresentati due blocchi di masse $m_1 = 6{,}0 \cdot 10^{-3}$ kg ed $m_2 = 2\ m_1$, separati da una molla, sono fermi su un piano orizzontale senza attrito. La molla, di costante elastica 10 N/m e massa trascurabile, non è vincolata ai due blocchi e inizialmente è mantenuta compressa di 5,0 cm rispetto alla sua lunghezza di equilibrio. A un certo istante i due blocchi vengono lasciati liberi e, per effetto dell'espansione della molla, partono in versi opposti. Calcola le velocità v_1 e v_2 da essi acquistate.



[1,7 m/s; 0,83 m/s]

Suggerimento

L'unica forza che compie lavoro sul sistema dei due blocchi è la forza elastica della molla, conservativa. L'energia meccanica del sistema è dunque conservata durante l'interazione. Quale altra grandezza fisica si conserva?

RISPONDI IN BREVE *(in un massimo di 10 righe)*

25 Dato un sistema isolato, quale differenza esiste tra forze interne e forze esterne?

26 Quale condizione si deve verificare perché la quantità di moto di un sistema sia costante nel tempo?

27 È vero o falso che i principi della dinamica possono essere derivati dal principio di conservazione della quantità di moto unitamente al teorema dell'impulso?

PIÙ MATEMATICA

Quantità di moto e trasformazioni galileiane

28 In un sistema di riferimento inerziale S, dato un sistema isolato formato da due biglie di masse m_1 e m_2, le cui velocità siano rispettivamente $\vec{v}_{01}$ e $\vec{v}_{02}$ nell'istante iniziale t_0, e $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ in un successivo istante t, il principio di conservazione della quantità di moto si esprime così: $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02}$. Come si esprime lo stesso principio in un altro sistema di riferimento inerziale S', in moto con velocità $\vec{v}$ rispetto a S?

a) nello stesso identico modo, cioè $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02}$

b) $m_1 (\vec{v}_1 - \vec{v}) + m_2 (\vec{v}_2 - \vec{v}) = m_1 (\vec{v}_{01} - \vec{v}) + m_2 (\vec{v}_{02} - \vec{v})$

c) $m_1 (\vec{v}_1 + \vec{v}) + m_2 (\vec{v}_2 + \vec{v}) = m_1 (\vec{v}_{01} + \vec{v}) + m_2 (\vec{v}_{02} + \vec{v})$

d) $m_1 (\vec{v}_1 - \vec{v}) + m_2 (\vec{v}_2 - \vec{v}) = m_1 (\vec{v}_{01} + \vec{v}) + m_2 (\vec{v}_{02} + \vec{v})$

29 "Il principio di conservazione della quantità di moto è invariante rispetto alle trasformazioni galileiane." Questa frase è sbagliata. Perché?

Un sistema a massa variabile

30 Un razzo con un sistema di propulsione a getto di gas:

a) non può funzionare nello spazio aperto, perché necessita di un'atmosfera su cui esercitare la propria spinta propulsiva

b) è un sistema a massa variabile, perché il gas perde massa durante il processo di combustione

c) basa il suo funzionamento sul principio di conservazione della quantità di moto

d) è in grado di modificare la propria energia cinetica, violando il principio di conservazione dell'energia

31 Se la quantità di gas espulsi per unità di tempo è costante, il razzo:

a) si muove di moto rettilineo uniforme

b) si muove di moto rettilineo uniformemente accelerato

c) si muove con accelerazione variabile

d) non segue una traiettoria rettilinea

32 Un razzo che contiene 1500 kg di carburante nel proprio serbatoio, accende i motori. Quanto gas deve essere espulso, per unità di tempo, se si desidera consumare un terzo del carburante in 3,5 minuti?

a) 2,2 kg/s

b) 2,4 kg/s

c) 7,1 kg/s

d) 21 kg/s

33 Un razzo interplanetario di massa 9000 kg è in moto a una velocità costante di 5,0 m/s, quando accende i propri motori a getto di gas. Se il gas combusto viene espulso al tasso di 2,0 kg per secondo, con una velocità di 180 m/s relativamente al razzo in direzione opposta rispetto al moto di quest'ultimo, quanto vale la velocità del razzo dopo 10 s?

[5,4 m/s]

Suggerimento

Calcola dapprima l'accelerazione del razzo; per ricavare la velocità finale puoi applicare le leggi del moto rettilineo uniformemente accelerato.
Puoi assumere, con buona approssimazione, che la massa totale del razzo si mantenga costante nell'intervallo di tempo considerato.

3 Gli urti

34 Due carrelli, entrambi di massa m, si muovono sopra un piano orizzontale e senza attrito con velocità entrambe di modulo v e dirette in versi opposti. Se l'urto è totalmente anelastico, quanto valgono la quantità di moto e l'energia cinetica del sistema dei due carrelli dopo l'urto?

a 0, 0
b 0, $m\,v^2$
c $2\,m\,v$, 0
d $2\,m\,v$, $m\,v^2$

35 Quale delle seguenti grandezze si conserva nell'urto elastico fra due corpi?

a l'energia cinetica dei singoli corpi interagenti
b la quantità di moto dei singoli corpi interagenti
c la quantità di moto totale dei corpi interagenti
d nessuna delle precedenti

36 Due campioni di wrestling si urtano sul ring con velocità opposte. Se i due sfidanti hanno pari massa e se l'urto è totalmente anelastico, qual è la percentuale dell'energia cinetica iniziale che viene dissipata nell'urto?

a 50%
b 100%
c 25%
d 0

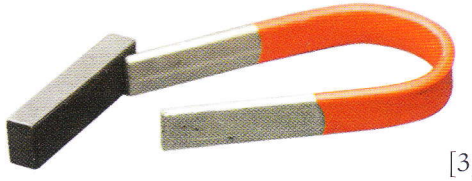
37 Un carrello di massa m_1 urta frontalmente alla velocità v_1 un secondo carrello fermo, proseguendo dopo l'urto alla velocità v. Se l'urto è totalmente anelastico, quanto vale la massa del secondo carrello?

a $\dfrac{m_1\,v_1}{v}$
b $\dfrac{m_1\,v}{v_1}$
c $\dfrac{m_1(v - v_1)}{v}$
d $\dfrac{m_1(v_1 - v)}{v}$

38 Un vagone ferroviario, di massa m, urta e si aggancia ad altri due vagoni, di massa totale $2\,m$, già agganciati fra loro e inizialmente fermi. Qual è la frazione dell'energia cinetica iniziale che viene dissipata nell'urto?

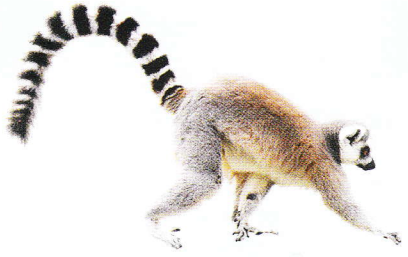
a $\dfrac{2}{3}$ b $\dfrac{3}{2}$ c $\dfrac{4}{9}$
d non è calcolabile perché non si conosce la velocità del primo carrello prima dell'urto

39 Una calamita urta un blocchetto di ferro di uguale massa fermo su un tavolo. Qual è la velocità iniziale della calamita se dopo l'urto i due corpi rimangono attaccati viaggiando alla velocità di 1,5 m/s?



[3,0 m/s]

40 Allo zoo un giovane esemplare di lemure, intento a rincorrere gli altri cuccioli del branco, balza su un carrello di 80 kg, lasciato inavvertitamente nel box dall'operatore addetto alla custodia degli animali. Se il lemure, che ha massa 4,5 kg, salta sul carrello alla velocità di 3,0 m/s e poi vi rimane immobile sopra, con quale velocità il carrello, inizialmente fermo, inizia a muoversi rispetto al terreno pianeggiante?



[0,16 m/s]

Suggerimento

Dopo il salto il lemure si muove, rispetto al terreno, con la stessa velocità $\vec{v}$ del carrello. Il salto rappresenta, pertanto, un urto completamente anelastico. Indicando con m_1 ed m_2, rispettivamente, le masse del lemure e del carrello, con $\vec{v}_1$ la velocità del lemu-

re prima del salto e osservando che, inizialmente, la velocità del carrello è nulla, si ha:

$$\vec{v} = \frac{\ldots\ldots}{m_1 + m_2} \ldots\ldots$$

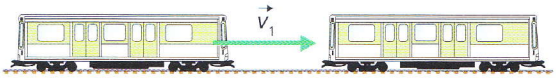
Dunque il carrello si muove, dopo l'urto, nella stessa direzione e nello stesso verso in cui si muoveva il lemure prima dell'urto.

41 Un carrello urta con velocità di 5,00 m/s un secondo carrello di massa 3,00 kg, inizialmente fermo. Sapendo che l'urto è totalmente anelastico e che la velocità del sistema dopo l'urto è 2,50 m/s, determina la massa del primo carrello e la perdita di energia cinetica.

[3,00 kg; 18,8 J]

42 A 500 kg rhinocerous charges a 1100 kg elephant at 54 km/h while the elephant is sleeping. Assuming the rhinocerous and elephant stick together upon impact, how fast are they moving after the rhinocerous' charge? [4,7 m/s]

43 All'arrivo nella stazione ferroviaria un vagone di 8000 kg, che si muove a una velocità di 20 m/s, urta un vagone fermo, di uguale massa. Se i due vagoni rimangono agganciati, qual è la loro comune velocità dopo l'urto? Quanta energia cinetica viene perduta nell'urto?



[10 m/s; $8{,}0 \cdot 10^4$ J]

Guida alla soluzione

Si tratta di un urto totalmente ..... .
Se indichi con m la massa di ciascuno dei due vagoni e con $\vec{v}_1$ la velocità iniziale del primo vagone, tenendo conto che il secondo vagone ha velocità iniziale $\vec{v}_2 =$ ....., per la conservazione della ..... si ha:

$$m \ldots\ldots = 2\,m \ldots\ldots$$

da cui segue che la comune velocità $\vec{v}$ dei vagoni dopo l'urto ha la stessa direzione e lo stesso verso di ..... e modulo:

$$v = \ldots\ldots/2 = (\ldots\ldots \text{ m/s})/2 = \ldots\ldots \text{ m/s}$$

L'energia cinetica del sistema prima dell'urto coincide con l'energia cinetica del primo vagone, poiché il secondo è fermo, cioè:

$$K_i = \frac{1}{2} \ldots\ldots = \frac{(\ldots\ldots \text{ kg})(\ldots\ldots \text{ m/s})^2}{2} = \ldots\ldots \text{ J}$$

mentre l'energia cinetica del sistema dopo l'urto è:

$$K_f = \frac{1}{2} \ldots\ldots = (\ldots\ldots \text{ kg})(\ldots\ldots \text{ m/s})^2 = \ldots\ldots \text{ J}$$

La perdita di energia cinetica è perciò:

$$K_i - K_f = (\ldots\ldots \text{ J}) - (\ldots\ldots \text{ J}) = \ldots\ldots \text{ J}$$

FISICA PER IMMAGINI

44 Due automobili, che viaggiavano lungo lo stesso rettilineo in opposti sensi di marcia, si sono scontrate frontalmente restando incastrate l'una nell'altra. Ricava, a partire dai dati in figura, il modulo e il verso della velocità del sistema formato dalle due auto dopo l'urto e calcola la perdita di energia cinetica.

[11 km/h nel verso del moto dell'auto più veloce; $4{,}4 \cdot 10^5$ J]

RISPONDI IN BREVE *(in un massimo di 10 righe)*

45 Qual è la grandezza fisica che si conserva in tutti i tipi di urti? Per quale motivo si conserva?

46 È possibile, nella realtà, che si verifichi un urto perfettamente elastico?

47 È possibile che due corpi urtino senza venire a contatto?

4 Urti elastici in una e due dimensioni

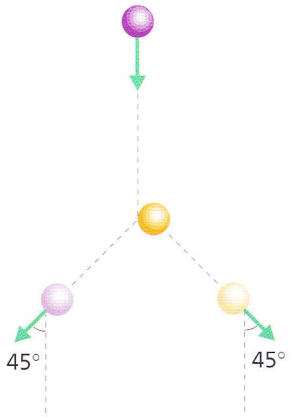
48 Un disco da hockey su ghiaccio, di massa 0,4 kg, urta frontalmente ed elasticamente alla velocità di 6 m/s un secondo disco inizialmente fermo, tornando indietro alla velocità di 2 m/s. Quanto vale la massa del secondo disco?

a 0,4 kg
b 0,8 kg
c non è calcolabile in quanto i dati sono incompatibili con la conservazione della quantità di moto
d non è calcolabile in quanto i dati sono incompatibili con la conservazione dell'energia cinetica

49 Un carrello di massa 2,0 kg urta frontalmente ed elasticamente alla velocità di 4,0 m/s un secondo carrello di massa 3,0 kg inizialmente fermo. Quali sono le velocità del primo e del secondo carrello dopo l'urto?

a −2,0 m/s; 3,0 m/s
b −3,0 m/s; 2,0 m/s
c −0,80 m/s; 3,2 m/s
d −2,5 m/s; 2,5 m/s

50 La figura mostra un urto elastico obliquo fra due palle da biliardo di ugual massa, di cui una inizialmente ferma. Se la palla urtante ha velocità uguale a $\sqrt{2}$ m/s, quanto vale la velocità delle due sfere dopo l'urto?

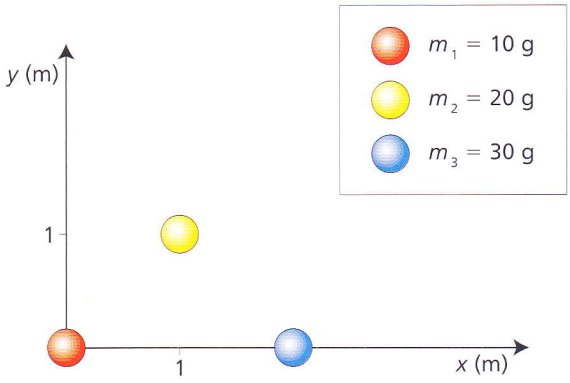


a $\sqrt{2}$ m/s b $\frac{\sqrt{2}}{2}$ m/s c 1 m/s d 2 m/s

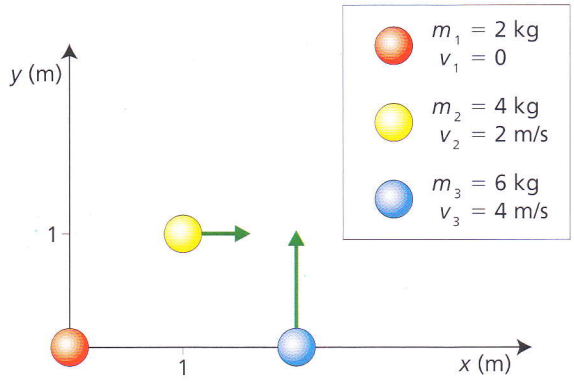
51 "Quando una palla urta una parete verticale, l'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione sono uguali solo se la palla si muove in direzione ortogonale alla parete."

FISICA PER IMMAGINI

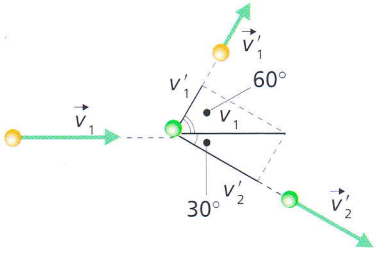
52 Ricava le coordinate del centro di massa del sistema formato dalle tre biglie mostrate in figura e indica il punto sul piano cartesiano.



53 Determina le componenti cartesiane della quantità di moto del sistema formato dalle tre biglie mostrate in figura.



54 Una palla da biliardo con velocità v_1 = 4,00 m/s compie un urto elastico obliquo con una seconda palla avente la stessa massa e inizialmente ferma. Sapendo che la prima palla dopo l'urto è deviata di 60° rispetto alla direzione originaria, determina la velocità della prima e della seconda palla dopo l'urto.



[2,00 m/s; 3,46 m/s]

Guida alla soluzione

Poiché le palle da biliardo hanno massa uguale, le loro traiettorie dopo l'urto obliquo formano un angolo di ..... Perciò, se la velocità $\vec{v}'_1$ della prima palla dopo l'urto forma un angolo di 60° con la direzione della velocità iniziale $\vec{v}_1$, la velocità $\vec{v}'_2$ acquistata dalla seconda palla forma un angolo di 30° con la stessa direzione, come indicato in figura. Inoltre i moduli v'_1 e v'_2 delle velocità dopo l'urto rappresentano le lunghezze dei cateti di un triangolo ..... con angoli acuti di ..... e 30° e ipotenusa di lunghezza v_1. Pertanto, da queste considerazioni geometriche puoi ricavare facilmente le velocità delle palle dopo l'urto, essendo:

$$v'_1 = v_1 \cos\ldots\ldots = (\ldots\ldots \text{ m/s})\ \frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots} = \ldots\ldots \text{ m/s}$$

e

$$v'_2 = v_1 \cos\ldots\ldots = (\ldots\ldots \text{ m/s})\ \frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots} = \ldots\ldots \text{ m/s}$$

55 Tre sferette di masse m_1, m_2, m_3, con $m_1 = 2\ m_2$ ed $m_2 = m_3$, sono inizialmente ferme in tre punti allineati. Se la prima sferetta è lanciata contro la seconda con velocità 9,0 m/s, qual è la velocità di m_3 nell'ipotesi che gli urti siano frontali e perfettamente elastici? [12 m/s]

56 In un bocciodromo una boccia urta obliquamente, con velocità uguale a 4,24 m/s, un'altra boccia di massa uguale inizialmente ferma. L'urto è perfettamente elastico. Quanto valgono le velocità delle due bocce dopo l'urto, sapendo che sono uguali in modulo?

[3,00 m/s]

5 Centro di massa e moto di un sistema di particelle

57 Il centro di massa di un sistema isolato di particelle si muove con moto:

a circolare uniforme
b uniformemente accelerato
c oscillatorio
d rettilineo uniforme se non è fermo

58 Un carrello di massa m, in moto con velocità v, compie un urto totalmente anelastico con un secondo carrello fermo. Se v' è la comune velocità dei due carrelli dopo l'urto, quanto vale la quantità di moto totale dei due carrelli nel sistema di riferimento del centro di massa?

a $m\,v$
b $m\,(v - v')$
c $m\,(v' - v)$
d 0

59 Una granata lanciata verticalmente verso l'alto, quando raggiunge l'altezza massima, esplode in due frammenti rispettivamente di masse 20 kg e 5 kg. Sapendo che la velocità del primo frammento è pari a 50 m/s, qual è la velocità del secondo?

[200 m/s]

60 Hai modellato con la plastilina due palline di masse 30 g e 20 g e le fai urtare lanciandole orizzontalmente l'una contro l'altra con velocità, assunte costanti, di modulo rispettivamente uguale a 1,0 m/s e 2,0 m/s. Calcola la velocità del centro di massa dle sistema formato dalle due palline. Se urtandosi si attaccano insieme, qual è la loro comune velocità dopo l'urto e a quanto ammonta la perdita di energia cinetica?

[−0,20 m/s; −0,20 m/s; $5{,}4 \cdot 10^{-2}$ J]

61 Dimostra che il centro di massa di due punti materiali P_1 e P_2, di masse m_1 ed m_2, è quel punto del segmento P_1P_2 che divide il segmento stesso in parti inversamente proporzionali alle masse.

62 Una bomba in caduta libera esplode in due frammenti di uguale massa, quando arriva a 1500 m da terra e la sua velocità ha modulo 50 m/s. Sapendo che subito dopo l'esplosione uno dei frammenti continua a muoversi verticalmente verso il basso alla velocità di 70 m/s, trova la posizione del centro di massa del sistema dopo 8,5 s dall'esplosione.

[$7{,}2 \cdot 10^2$ m]

Suggerimento
Puoi calcolare direttamente la posizione del centro di massa una volta ricavata la posizione dei frammenti dopo 8,5 s dall'esplosione (ricorda che nell'esplosione la quantità di moto del sistema si conserva); oppure, osservando che dopo l'esplosione le forze esterne agenti sul sistema non sono cambiate, puoi supporre che il centro di massa continui a muoversi verticalmente verso il basso come se l'esplosione non fosse avvenuta.

RISPONDI IN BREVE *(in un massimo di 10 righe)*

63 Se in un sistema di particelle si conserva la quantità di moto totale, com'è la velocità del centro di massa?

64 Perché le forze interne agenti fra le particelle che compongono un sistema non influiscono sul moto del centro di massa?

65 Come si scrive il secondo principio della dinamica per un sistema di particelle?

66 Se studi l'urto di due particelle nel sistema di riferimento del loro centro di massa, dovrai tener conto o no dell'insorgenza di forze apparenti? Perché?

Problemi di unità

67 Calcola la quantità di moto e l'energia cinetica della Terra nel suo moto di rivoluzione intorno al Sole, sapendo che la massa della Terra è $5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg e la sua velocità 30,0 km/s.

[$1{,}79 \cdot 10^{29}$ kg · m/s; $2{,}69 \cdot 10^{33}$ J]

68 Una bombola contiene 20 kg di gas acetilene. Per svuotare completamente la bombola, è necessario che la valvola di cui è dotata rimanga aperta per 2,5 minuti. Sapendo che la velocità media di uscita del gas è 40 m/s, calcola la forza media esercitata contro le pareti dal gas che fuoriesce.

[5,3 N]

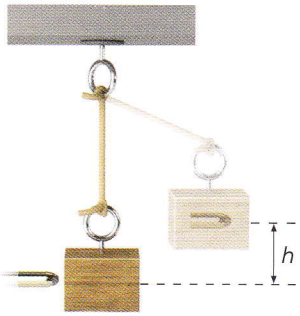
69 David lancia orizzontalmente una palla di 200 g con velocità di 20,0 m/s contro una parete fissa verticale. La palla urta contro la parete e rimbalza indietro con velocità di modulo 15,0 m/s. Se la durata del contatto è stata di 40,0 ms, qual è la forza media trasmessa dalla parete alla palla? L'urto fra palla e parete può dirsi elastico? Spiega.

[175 N]

70 In una partita di calcio un attaccante effettua un tiro imprimendo al pallone di massa 400 g una velocità di 15 m/s, nella direzione x della porta. Se il pallone rimpallando sul piede di un difensore inverte la direzione del moto e ritorna indietro con una velocità di 20 m/s, qual è il modulo dell'impulso trasmesso dal difensore al pallone? Come è diretto?

[14 kg · m/s; in direzione $-x$]

71 Una pallottola di massa 10 g colpisce alla velocità di 280 m/s un pendolo balistico di massa 2,0 kg, restando incorporata nel pendolo, come in figura. Calcola l'altezza h di cui si innalza il pendolo.



[9,9 cm]

72 Gli urti totalmente anelastici fra due particelle elementari sono noti, in fisica nucleare, come reazioni di cattura. Calcola la perdita percentuale di energia cinetica nella reazione di cattura di un neutrone con velocità v_1 da parte di un protone fermo con conseguente formazione di un nucleo di deuterio. [50%]

Guida alla soluzione

Supponi che la velocità v_1 del neutrone sia molto minore della velocità della luce, cosicché l'urto obbedisca alle leggi della meccanica classica (in caso contrario, sarebbe necessario ricorrere alla teoria relativistica). Per la conservazione della ....., detta m_n la massa del neutrone ed m_p quella del protone, la velocità v del nucleo di deuterio è:

$$v = \frac{\dots\dots\dots\dots}{\dots\dots + \dots\dots}$$

L'energia cinetica del sistema prima della cattura è solo quella del neutrone:

$$K_i = \frac{1}{2}\, m_n \dots\dots$$

mentre, dopo la cattura, quella del deuterio è:

$$K_f = \frac{1}{2}(m_n + \dots\dots)\, v^2 = \frac{\dots\dots\, v^2}{2(m_n + \dots\dots)} = \frac{m_n}{m_n + \dots\dots}\, K_i$$

La frazione di energia cinetica perduta è perciò:

$$\frac{K_i - K_f}{K_i} = 1 - \frac{m_n}{m_n + \dots\dots} = \frac{m_p}{m_n + \dots\dots}$$

Poiché protone e neutrone hanno identica massa, cioè $m_n = m_p = m$, la frazione di energia perduta vale:

$$\frac{K_i - K_f}{K_i} = \frac{m}{\dots\, m} = \frac{\dots\dots}{\dots\dots}$$

Dunque, la perdita percentuale è pari al ..... %.

73 Alcune sostanze radioattive emettono particelle α (cioè nuclei di elio). Se un nucleo di uranio ^{233}U di massa $3{,}8 \cdot 10^{-25}$ kg emette una particella α di massa $6{,}7 \cdot 10^{-27}$ kg e velocità $1{,}2 \cdot 10^{7}$ m/s, qual è la sua velocità di rinculo? Calcola inoltre la percentuale di energia cinetica rispetto a quella totale acquistata rispettivamente dall'uranio e dalla particella α in seguito all'emissione considerata.

[$2{,}1 \cdot 10^{5}$ m/s; 1,7%; 98%]

74 A bomb at rest explodes into three pieces. Two, each of the same mass, fly off in different directions with velocity 80 m/s and 120 m/s, respectively. A third piece is also formed in the explosion, and has twice the mass of the first two pieces. What is the magnitude and direction of its velocity?

[20 m/s, in the opposite direction of the piece moving at 120 m/s]

75 Al porto vedi una piattaforma galleggiante la cui estremità sinistra, indicata con S in figura, è a contatto con il muro del molo. Il mare è calmo, così la piattaforma, che è priva di ancoraggio, rimane ferma finché un pescatore, dapprima seduto sulla sua estremità destra, si alza in piedi e inizia a camminare per poi fermarsi una volta giunto in S. Quanto si è discostata la piattaforma dal molo, se questa è lunga 6,5 m e ha massa 200 kg e se il pescatore ha massa 80 kg? Trascura la resistenza offerta dall'acqua al moto della piattaforma.

[1,9 m]

Suggerimento
Fissa un asse cartesiano parallelo alla superficie dell'acqua e con origine nell'iniziale punto di contatto fra molo e piattaforma. Lungo l'asse x il sistema formato dalla piattaforma e dal pescatore non risente di alcuna forza esterna, quindi il centro di massa del sistema, che all'inizio è fermo, resta tale anche quando il pescatore si sposta da un'estremità all'altra della piattaforma.

76 Un elettrone con energia cinetica $2 \cdot 10^{-24}$ J urta frontalmente un atomo di idrogeno, la cui massa è 1840 volte quella dell'elettrone. Calcola la perdita di energia cinetica dell'elettrone nell'ipotesi che l'urto sia elastico e che l'atomo di idrogeno sia fermo. A quale percentuale dell'energia cinetica iniziale dell'elettrone corrisponde tale perdita?
[$4 \cdot 10^{-27}$ J; 0,2%]

77 Un cacciatore di anatre si trova a bordo di una piccola barca, su uno stagno. Al termine di una battuta di caccia infruttuosa, si diverte a fare il seguente esperimento: vuole fermare la barca, che si muove con velocità di 3,0 m/s, sparando dei proiettili di massa 200 g e velocità 180 km/h. Per riuscire nel suo intento il cacciatore sa che deve sparare lungo la stessa direzione del moto della barca, ma è incerto se deve sparare nello stesso verso o in verso opposto al moto. Tu sapresti suggerirglielo? Rappresenta graficamente la situazione. Se la massa dell'intero sistema è 100 kg, quanti proiettili deve sparare il cacciatore?
[30]

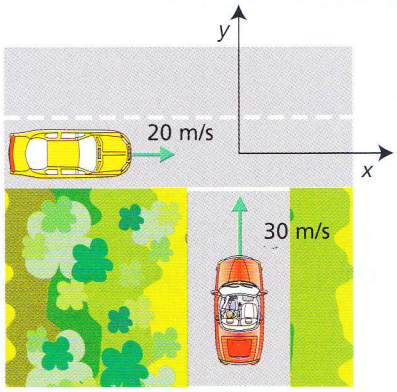
78 Un grosso pesce avente una massa di 8,0 kg, mentre nuota alla velocità di 0,50 m/s, incontra un altro pesce di massa 0,50 kg che sfortunatamente si muove nella stessa direzione del primo e in verso opposto alla velocità di 2,0 m/s. Calcola modulo, direzione e verso della velocità del pesce più grosso dopo che, in un solo boccone, ha inghiottito quello più piccolo.
[0,35 m/s, nel verso del moto del pesce più grosso]

79 A un corpo inizialmente fermo, poggiato sopra un piano orizzontale senza attrito, si applica una forza costante per 4,0 s parallelamente al piano. La forza compie un lavoro di 240 J e il corpo acquista una quantità di moto uguale a 60 kg · m/s.
- Quanto è intensa la forza?
- Quanto pesa il blocco?
- Al termine dei 4,0 s quanto spazio ha percorso il blocco e qual è la sua velocità?

[15 N; 74 N; 16 m; 8,0 m/s]

80 Un fucile di massa 4,00 kg spara una pallottola di massa 10,0 g. Sapendo che la velocità della pallottola relativa al fucile è uguale a 401 m/s, calcola il modulo della velocità di rinculo del fucile e le energie cinetiche acquistate dalla pallottola e dal fucile in seguito allo sparo.
[1,00 m/s; 800 J; 2,00 J]

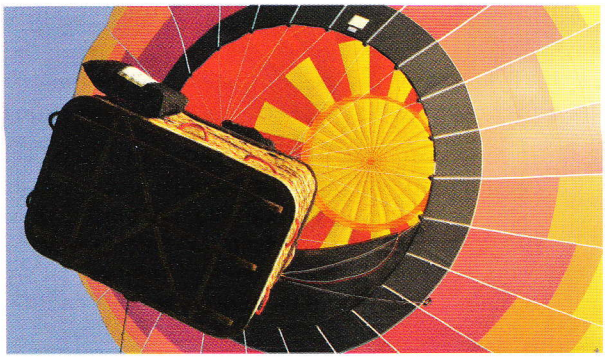
81 Due automobili di massa 1000 kg e 1500 kg, in moto rispettivamente alla velocità di 30 m/s e di 20 m/s, viaggiano su due strade perpendicolari fra loro. All'incrocio delle due strade le auto si urtano restando incastrate l'una nell'altra. Quanto vale, in modulo, la velocità del sistema delle due automobili dopo l'urto? Qual è la sua direzione?



[17 m/s; lungo la bisettrice dell'angolo delle direzioni iniziali delle automobili]

Suggerimento
Fissa un sistema di coordinate con gli assi x e y coincidenti con le direzioni delle velocità iniziali delle automobili e risolvi le due equazioni che esprimono la conservazione delle componenti x e y della quantità di moto totale del sistema.

82 Un pallone aerostatico lascia cadere da fermo, a una certa altezza dal suolo, una zavorra di 100 kg. Nell'urto con il suolo, questa imprime alla Terra la velocità di $3{,}50 \cdot 10^{-21}$ m/s. Ricordando che la massa della Terra è pari a $5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg, calcola l'altezza da cui è caduta la zavorra, trascurando la resistenza dell'aria.



[2,23 km]

83 Un'automobile di massa 1000 kg avanza lungo un rettilineo con velocità uguale a 108 km/h. Supponendo che durante una frenata agisca una forza costante e sapendo che il tempo di arresto è di 20,0 s, calcola la forza frenante e lo spazio percorso durante la frenata. [1500 N; 300 m]

Guida alla soluzione
Fissa un'asse cartesiano parallelo alla strada e orientato in verso opposto al senso di marcia dell'automo-

bile; indicata con v la velocità iniziale, le quantità di moto iniziale e finale dell'automobile sono rispettivamente:

$$Q_i = -\ldots\ldots \qquad \text{e} \qquad Q_f = \ldots\ldots$$

Poiché l'impulso della forza frenante F è uguale alla variazione della quantità di moto, puoi scrivere:

$$F \ldots\ldots = -\ldots\ldots$$

e ricavare

$$F = -\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots} = -\frac{\ldots\ldots \text{ kg m/s}}{\ldots\ldots \text{ s}} = \ldots\ldots \text{ N}$$

Per ricavare lo spazio di frenata, osserva che, frenando, l'automobile subisce una variazione di energia cinetica:

$$\Delta K = \frac{1}{2} \ldots\ldots$$

D'altro canto, il lavoro resistente della forza di attrito è

$$L = -\ldots\ldots s$$

con s spazio percorso durante la frenata. Per il teorema dell'energia cinetica puoi quindi scrivere:

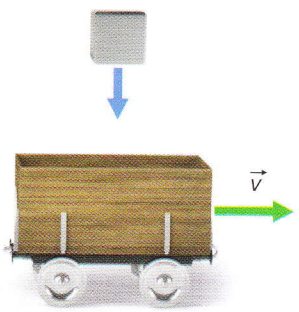
$$\ldots\ldots s = \frac{1}{2} \ldots\ldots$$

da cui si ricava

$$s = \frac{1}{2}\,\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots} = \frac{1}{2}\,\frac{(\ldots\ldots \text{ kg})(\ldots\ldots \text{ m/s})^2}{\ldots\ldots \text{ N}} = \ldots\ldots \text{ m}$$

Alternativamente, trovata F, puoi determinare l'accelerazione dell'automobile e poi calcolare s utilizzando la legge oraria del moto uniformemente accelerato.

84 Un carrello di 20 kg è in moto senza attrito con velocità $v = 3$ m/s su una guida orizzontale. Improvvisamente cade verticalmente sul carrello un blocco di massa 10 kg, come mostrato in figura. Calcola le variazioni di quantità di moto e di energia cinetica del sistema formato dal carrello e dal blocco dopo la caduta.

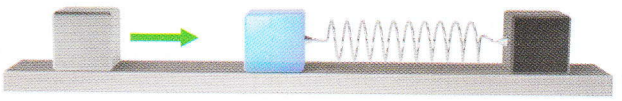


[0; −30 J]

85 Un vagone di di massa 10 000 kg si sta muovendo di moto rettilineo uniforme alla velocità di 4,0 m/s, quando incomincia a piovere. Se le gocce di pioggia cadono verticalmente, qual è la velocità del vagone dopo che ha raccolto 800 kg di pioggia? Supponi che una locomotiva applichi costantemente al vagone la forza necessaria a bilanciare le forze di attrito agenti nella direzione del moto. Qual è la percentuale dell'energia cinetica iniziale perduta?

[3,7 m/s; 7,6%]

86 La figura mostra un blocco grigio di massa 1,5 kg che urta elasticamente un blocco celeste di 0,50 kg fissato a una molla di costante elastica 25 N/m e massa trascurabile. Sapendo che la molla subisce una compressione massima di 10 cm, calcola la velocità del blocco grigio prima dell'urto. Entrambi i blocchi si muovono sopra una superficie orizzontale priva di attrito.



[0,47 m/s]

Suggerimento

Poiché in assenza di attrito l'energia meccanica totale del sistema si conserva, l'energia potenziale elastica della molla compressa deve essere uguale all'energia cinetica posseduta dal blocco celeste subito dopo l'urto con il blocco grigio, cioè in formula, indicando con v_2 la velocità acquistata dal blocco celeste in seguito all'urto, risulta

$$\frac{1}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots s^2 = \frac{1}{2} m_2 \ldots\ldots\ldots$$

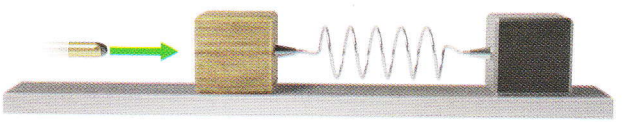
Una volta ricavata v_2, puoi risalire alla velocità v_1.

87 Un proiettile di massa 200 g viene sparato da un fucile a 60° rispetto all'orizzontale. Se la gittata del proiettile è uguale a 305 m, calcola, trascurando la resistenza dell'aria, la velocità di rinculo del fucile, di massa 4,00 kg.

[2,94 m/s]

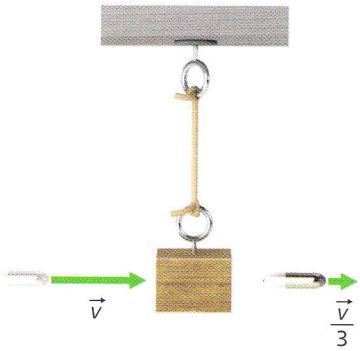
88 Un fucile spara una pallottola di massa 10 g contro un blocco di massa 1,0 kg fissato a una molla, come in figura. La pallottola rimane incorporata nel blocco e la molla, di costante elastica 25 N/m, subisce una compressione di 5,0 cm.

- Calcola l'energia elastica massima della molla.
- Quanto vale la velocità del sistema blocco-pallottola subito dopo l'urto?
- Qual è la velocità della pallottola prima dell'urto?
- Ricava quanta energia cinetica viene dissipata nell'urto.



[0,031 J; 0,25 m/s; 25 m/s; 3,1 J]

89 Un proiettile di massa m e velocità v attraversa un pendolo di massa M ed emerge con velocità $v/3$ come in figura. Se la massa del pendolo è appesa all'estremità di un filo, qual è la velocità di M subito dopo l'urto? Per quale valore del rapporto m/M, proiettile e massa del pendolo assumono velocità uguale dopo l'urto?



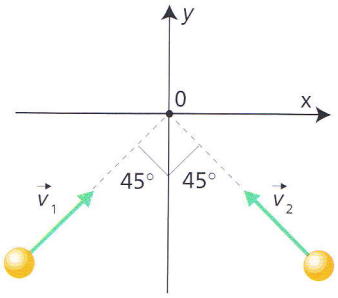
$[\frac{2}{3}\frac{m\,v}{M}; 0{,}5]$

90 Due blocchi, rispettivamente di massa l'uno il triplo dell'altro, sono separati da una molla compressa e poggiati sopra un piano orizzontale senza attrito. A un certo istante i due blocchi vengono lasciati liberi. Calcola le percentuali di energia cinetica rispetto a quella totale acquistate da ciascuno dei due blocchi.

[75%; 25%]

91 La figura mostra le velocità iniziali $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ di due palle da biliardo in un sistema cartesiano Oxy assegnato. Le velocità hanno modulo uguale v e formano un angolo di 90°. Le due palle, che hanno masse uguali, compiono un urto elastico nel punto O.

- Qual è il vettore velocità $\vec{v}_C$ del centro di massa prima dell'urto?
- Quali sono le velocità $\vec{v}_1'$ e $\vec{v}_2'$ delle palle rispetto al centro di massa prima dell'urto?
- Quali sono le velocità $\vec{V}_1'$ e $\vec{V}_2'$ delle palle rispetto al centro di massa dopo l'urto?
- Qual è la velocità $\vec{V}_C$ del centro di massa, rispetto al tavolo da biliardo, dopo l'urto?
- Quali sono le velocità $\vec{V}_1$ e $\vec{V}_2$ delle palle rispetto al tavolo da biliardo dopo l'urto?



$[\vec{v}_C = \frac{\sqrt{2}}{2} v\,\vec{j}; \vec{v}_1' = \frac{\sqrt{2}}{2} v\,\vec{i}; \vec{v}_2' = -\frac{\sqrt{2}}{2} v\,\vec{i};$

$\vec{V}_1' = -\frac{\sqrt{2}}{2} v\,\vec{i}; \vec{V}_2' = \frac{\sqrt{2}}{2} v\,\vec{i}; \vec{V}_C = \frac{\sqrt{2}}{2} v\,\vec{j};$

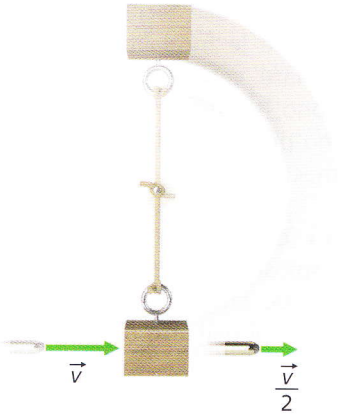
$\vec{V}_1 = \vec{v}_2; \vec{V}_2 = \vec{v}_1]$

92 Un cannone di massa 500 kg, privo di congegni di ammortizzamento e situato su un piano scabro orizzontale, spara parallelamente al piano un proiettile di massa 10 kg con velocità iniziale di 200 m/s. Il coefficiente di attrito fra il cannone e il piano di appoggio è uguale a 0,50.

- Quanto vale la velocità iniziale del rinculo del cannone?
- Quanto tempo impiega il cannone per arrestarsi?
- Qual è lo spazio percorso dal cannone dopo il rinculo prima di arrestarsi?

[4,0 m/s; 0,82 s; 1,6 m]

93 Un proiettile di massa m e velocità v attraversa un pendolo di massa M ed emerge con velocità $v/2$, come in figura. Se la massa del pendolo è appesa all'estremo di un filo di lunghezza l, qual è il minimo valore di v per cui il pendolo possa compiere un giro completo? Tratta il caso generale e quello particolare in cui $M/m = 6$ ed $l = 9{,}80$ m.



$[2\frac{M}{m}\sqrt{5\,g\,l}$; caso particolare: 263 m/s]

94 Per fissare una tenda un campeggiatore vuole piantare nel terreno un picchetto, di massa 2,0 kg, con un martello di 4,0 kg. Per verificare la friabilità del terreno, egli solleva il martello all'altezza di 1,0 m sopra il picchetto e lascia cadere il primo colpo senza fare forza sul martello, cosicché questo colpisce il picchetto con la velocità acquistata per effetto del suo peso. L'urto è completamente anelastico e il picchetto penetra nel terreno di 2,0 cm. Determina l'intensità della forza resistente che il terreno esercita sul picchetto, supponendola costante, e la percentuale di energia meccanica dissipata nell'urto.

[$1{,}3 \cdot 10^3$ N; 33%]