

varii da 2,0 m/s a 12 m/s; (c) mostrare che la somma dei lavori delle forze agenti sul sistema è, su di un determinato percorso, eguale alla variazione di energia cinetica del sistema lungo il medesimo percorso. [R.: (a) 4,09 m/s²; (b) 17,1 m].

6.11 Un secchio contenente 15 litri di acqua viene tirato su da un pozzo profondo 30 m, alla velocità costante di 50 cm/s. Considerando trascurabile la massa del secchio rispetto a quella dell'acqua, calcolare: (a) il lavoro della forza di gravità sull'intero percorso; (b) il lavoro, sul medesimo percorso, della forza di trazione esercitata dalla persona che tira su il secchio; (c) la potenza spesa dalla persona. [R.: (a) $-4,41 \cdot 10^3$ J; (b) $4,41 \cdot 10^3$ J; (c) 73,6 W].

6.12 Una slitta di 20 kg, sulla quale è un uomo di 80 kg, è tirata da una muta di cani, per 2,0 km, su di una superficie orizzontale innevata, a velocità costante. Assegnando al coefficiente di attrito fra la slitta e la neve il valore di 0,15, calcolare: (a) il lavoro compiuto, sul percorso indicato, dalla muta di cani; (b) il lavoro compiuto, sul medesimo percorso, dalla forza d'attrito; (c) la forza esercitata dalla muta di cani. [R.: (a) $2,94 \cdot 10^5$ J; (b) $-2,94 \cdot 10^5$ J; (c) 147 N].

6.13 Su di un lago gelato una persona dà una spinta ad una slitta imprimendole una velocità iniziale di 5,0 m/s. Se il coefficiente di attrito fra la slitta ed il ghiaccio è 0,10, qual è la lunghezza del percorso compiuto dalla slitta prima di fermarsi? (R.: 12,7 m).

6.14 Si chiama «spazio di frenata» di un autoveicolo la lunghezza del percorso compiuto dal momento in cui il conducente inizia ad azionare i freni e l'istante di arresto. Un'autovettura viaggia alla velocità di 50 km/h e può essere fermata lungo un percorso minimo di 10 m; qual è il minimo spazio di frenata se la vettura viaggia alla velocità di 100 km/h e si assume che la forza frenante sia la stessa in entrambi i casi? (R.: 40 m).

6.15 Calcolare il lavoro della risultante di tutte le forze che agiscono sull'autovettura del problema 2.28, in ciascuno degli intervalli di tempo t_1 , t_2 e t_3 ivi indicati, se l'autovettura ha massa $m = 1,20 \cdot 10^3$ kg. (R.: $9,08 \cdot 10^5$ J; 0; $-9,08 \cdot 10^5$ J).

*6.16 Un blocco di massa 20 kg è poggiato su

di una superficie orizzontale scabra ed è inizialmente fermo; il coefficiente di attrito fra il blocco e la superficie è 0,35. Mediante una fune tesa secondo una direzione formante un angolo di 30° con la direzione orizzontale, un operaio tira il blocco con una forza F di intensità pari a 80 N (fig. 6.22) e sposta l'oggetto di 2,0 m sulla superficie. Eseguire un'attenta analisi delle forze che agiscono sul blocco e determinare: (a) il lavoro compiuto dalla forza F ; (b) il lavoro compiuto dalla forza d'attrito; (c) la variazione di energia cinetica del blocco. [R.: (a) 139 J; (b) -109 J; (c) 30 J].

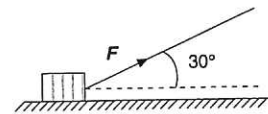


Figura 6.22

6.17 Un blocco di massa 1,5 kg viene tirato su per un piano inclinato liscio da una forza F costante, di intensità 15 N, parallela al piano (fig. 6.23); il corpo parte dalla quiete nella posizione A. Calcolare la velocità del blocco nella posizione B, distante 4,0 m da A, se il piano è inclinato di 30° rispetto ad un piano orizzontale. (R.: 6,38 m/s).

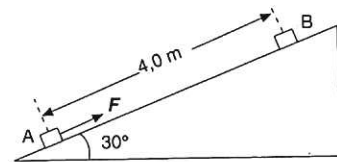


Figura 6.23

6.18 Un blocco di massa 3,0 kg è tirato su per un piano inclinato da una forza F orizzontale costante di modulo 40 N (fig. 6.24); il coefficiente di attrito fra il blocco e la superficie del piano inclinato è 0,10, e il blocco viene spostato di 2,0 m lungo il piano stesso. Calcolare: (a) il lavoro della forza F ; (b) il lavoro della forza di gravità; (c) il lavoro della forza d'attrito; (d) la variazione di energia cinetica del blocco. [R.: (a) 63,9 J; (b) $-35,4$ J; (c) $-9,5$ J; (d) 19,0 J].

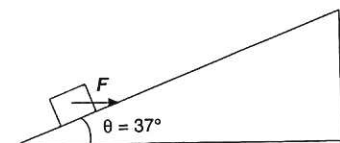


Figura 6.24

6.19 Nel punto A, situato su di un colle, ad un'altezza di 550 m rispetto alla pianura circostante (fig. 6.25), una bocca da fuoco spara un proiettile con una velocità, diretta orizzontalmente, eguale in modulo a 350 m/s. Qual è, in modulo, la velocità del proiettile quando tocca il suolo nel punto B? Si trascuri l'effetto determinato dalla resistenza dell'aria. (R.: 365 m/s).

6.20 In una gara di salto con l'asta un atleta, un istante prima di puntare l'asta a terra per compiere il salto, ha una velocità di 36 km/h. Di quanto riesce a innalzare il suo baricentro nell'ipotesi che l'energia potenziale gravitazionale derivi solo dalla conversione dell'energia cinetica e che tale conversione sia totale? (R.: di 5,1 m).



Figura 6.25

6.21 La velocità limite di un corpo umano in caduta libera nell'aria è di circa 200 km/h. Da quale altezza deve cadere un oggetto, nel vuoto, per raggiungere questa velocità? (R.: dall'altezza di 158 m).

6.22 Una pallina, di massa 30 g, è in grado di rimbalzare fino al 90 per cento della sua altezza iniziale. (a) Quanta energia meccanica si è perduta dopo che la pallina è rimbalzata una volta partendo da un'altezza iniziale di 3,0 m? (b) Quanti rimbalzi deve compiere la pallina perché l'altezza massima dopo l'ultimo rimbalzo sia l'1 per cento dell'altezza iniziale? (R.: (a) 0,088 J; (b) 44).

6.23 Un'automobile di $1,50 \cdot 10^3$ kg accelera uniformemente dalla quiete sino a raggiungere dopo 3,0 s la velocità di 36 km/h. Determinare: (a) l'energia cinetica della vettura 3,0 s dopo la partenza; (b) il lavoro compiuto dalla forza motrice (cioè dal motore) nei primi 3 secondi considerando trascurabili le forze d'attrito e resistenti; (c) la potenza media erogata dal motore nello stesso intervallo di tempo. (R.: (a) $7,50 \cdot 10^4$ J; (b) $7,50 \cdot 10^4$ J; (c) $2,50 \cdot 10^4$ W).

*6.24 Una cassa di 200 kg, tirata mediante una fune orizzontale da un motore, si sposta

su una superficie orizzontale scabra; il coefficiente di attrito fra la cassa e la superficie è 0,40. Calcolare la potenza che deve erogare il motore perché la cassa si muova alla velocità costante di 5,0 m/s. (R.: $3,92 \cdot 10^3$ W).

6.25 Una cassa di massa $m = 40$ kg, inizialmente ferma, viene spinta da una persona su di un pavimento orizzontale con una forza orizzontale costante F di intensità $F = 130$ N sino a determinare una variazione di energia cinetica $\Delta K = 18,0$ J; il coefficiente di attrito fra la cassa e il pavimento è $f = 0,30$. Calcolare: (a) il percorso compiuto dalla cassa mentre agisce la forza F ; (b) l'intervallo di tempo durante il quale la persona esplica la forza; (c) il percorso compiuto dalla cassa dall'istante in cui la persona cessa di spingere all'istante di arresto. (R.: (a) 1,50 m; (b) 3,16 s; (c) 15 cm).

6.26 Nell'ipotesi che durante un'attività fisica prolungata una persona normale, e in buona salute, possa fornire una potenza massima di 4 W per kg di massa corporea, qual è il tempo minimo che essa impiega per salire dal piano terra al sesto piano, se fra un piano e l'altro vi sono due rampe di 10 gradini, alto ciascuno 20 cm? (R.: 59 s).

*6.27 Si consideri la situazione esposta nel problema 3.9 e si determini: (a) il lavoro della forza di gravità e il lavoro della forza centripeta su ciascuno dei tratti costituenti la pista; (b) il lavoro, sui tratti rettilinei, della risultante delle forze d'attrito e resistenti se si assume che essa abbia costantemente l'intensità di 60 N; (c) la potenza spesa dalla pattinatrice per vincere queste forze. (R.: (b) $-1,20 \cdot 10^4$ J; (c) 750 W).

6.28 Il vagone di una funicolare ha, compresi i passeggeri, una massa di $5,45 \cdot 10^3$ kg. Sapendo che il dislivello da superare è di 750 m, che il pendio forma un angolo di 18° con un piano orizzontale e che la velocità con cui sale il vagone è di 3,4 m/s, calcolare: (a) la lunghezza del percorso; (b) il lavoro e la potenza, connessi con la forza di gravità, da spendere per l'ascensione del vagone. (R.: (a) $2,43 \cdot 10^3$ m; (b) $4,0 \cdot 10^7$ J; 56,2 kW).

6.29 Il motore di un tipo di autovettura può fornire una potenza massima di 50 CV. Trascurando le forze dissipative, calcolare la

velocità massima che la macchina può avere in salita se la vettura, di massa 720 kg, ha 4 persone a bordo, ciascuna di massa 70 kg, e la strada forma con un piano orizzontale un angolo di 10° . [R.: 77,5 km/h].

*6.30 Un bambino di massa 30 kg parte da fermo dal punto più elevato di uno scivolo di altezza 4,0 m (fig. 6.26). (a) Quale sarebbe la sua velocità nel punto più basso se non vi fosse attrito? (b) Se il bambino raggiunge il punto più basso con una velocità di 6,0 m/s, qual è il lavoro complessivamente compiuto dalla forza d'attrito lungo il percorso? (c) Quanta energia meccanica viene percentualmente dissipata a causa dell'attrito nella discesa se il bambino giunge nel punto più basso con la velocità indicata in (b)? [R.: (a) 8,86 m/s; (b) -636 J; (c) il 54 per cento].

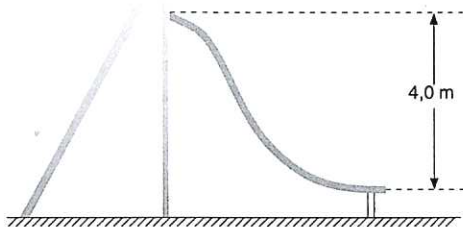


Figura 6.26

6.31 (a) Una slitta di massa 25 kg è inizialmente ferma nel punto A della superficie ghiacciata di un lago. Un uomo inizia a spingere la slitta (fig. 6.27) e lungo il tratto AB, di lunghezza 10 m, esercita una forza orizzontale costante di intensità 15 N; di conseguenza alla slitta viene impressa un'accelerazione di $0,10 \text{ m/s}^2$. Calcolare il lavoro della forza d'attrito, supposta costante, lungo il percorso AB e la velocità della slitta in B. (b) Sul tratto BC la slitta procede di moto uniforme, con la velocità raggiunta in B. Calcolare l'intensità della forza orizzontale che l'uomo deve esercitare perché questa condizione sia realizzata. (c) In C l'uomo cessa di spingere. Calcolare la lunghezza del percorso compiuto dalla slitta dal momento in cui la persona non esercita più alcuna forza e l'istante di arresto. [R.: (a) -125 J, 1,41 m/s; (b) 12,5 N; (c) 2,0 m].



Figura 6.27

*6.32 Un blocco O, di massa $m = 2,0 \text{ kg}$, è inizialmente fermo su di una superficie S orizzontale scabra. In un dato istante vengono ad esso applicate due forze orizzontali F_1 ed F_2 , ortogonali fra loro e di intensità $F_1 = 3,0 \text{ N}$ ed $F_2 = 4,0 \text{ N}$ (fig. 6.28). Il coefficiente di attrito fra il blocco e la superficie è $f = 0,15$. Determinare: (a) l'angolo θ che la direzione di moto del blocco forma con la direzione orientata della forza F_2 ; (b) l'intervallo di tempo t che deve trascorrere, dall'istante in cui vengono applicate le due forze, perché l'oggetto acquisti un'energia cinetica $K = 80 \text{ J}$; (c) la lunghezza s del percorso compiuto dal blocco nel medesimo intervallo di tempo. [R.: (a) $\theta = 36,9^\circ$; (b) $t = 8,68 \text{ s}$; (c) $s = 38,8 \text{ m}$].

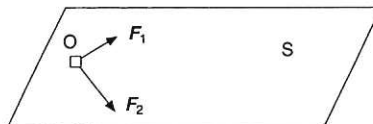


Figura 6.28

6.33 Un proiettile di massa $m_p = 10 \text{ g}$ viene sparato orizzontalmente contro un blocco di massa $m = 1,0 \text{ kg}$, inizialmente fermo all'estremità A di un tavolo di lunghezza $l = 4,50 \text{ m}$ ed altezza $h = 1,20 \text{ m}$ (fig. 6.29); il proiettile si conficca nel blocco che parte con velocità $v = 5,0 \text{ m/s}$. Il coefficiente di attrito fra il blocco e la superficie del tavolo è $f = 0,25$. Determinare: (a) la velocità con cui il proiettile viene lanciato contro il blocco; (b) la velocità con cui il blocco giunge all'altra estremità B del tavolo; (c) la velocità con cui il blocco tocca il pavimento; (d) la lunghezza che dovrebbe avere il tavolo perché il blocco giunga in B con velocità nulla. [R.: (a) 505 m/s; (b) 1,70 m/s; (c) 5,14 m/s; (d) 5,10 m].

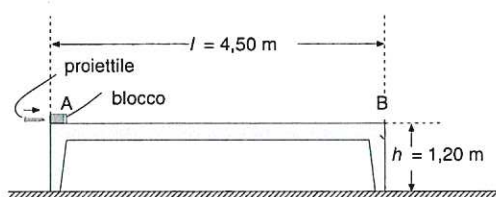


Figura 6.29

6.34 Un cubetto metallico, di massa 500 g, è collegato ad una molla elicoidale di massa trascurabile e di costante elastica 100 N/m [fig. 6.30 (a)]. Esso viene tirato di 10 cm verso destra dalla posizione di equilibrio O [fig. 6.30 (b)] e quindi lasciato libero dalla quiete. Calcolare la velocità dell'oggetto quando esso transita per O: (a) se la superficie su cui poggia è priva di attrito; (b) se il coefficiente di attrito fra l'oggetto e la superficie di appoggio è 0,35. [R.: (a) 1,41 m/s; (b) 1,15 m/s].

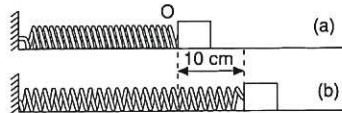


Figura 6.30

6.35 Un blocco di massa 1,0 kg è poggiato sul piano orizzontale AB privo di attrito ed è tenuto contro una molla elicoidale, di costante elastica 1000 N/m, in modo che essa risulti compressa di 20 cm (fig. 6.31). Il blocco, lasciato libero, parte muovendosi verso destra; di conseguenza esso scorre sulla superficie orizzontale per poi salire lungo il piano BC, inclinato di 30° rispetto al piano orizzontale. Calcolare: (a) la velocità che ha il blocco nell'istante in cui si distacca dalla molla; (b) la lunghezza del tratto percorso dal blocco sul piano inclinato se questo è privo di attrito; (c) la lunghezza del percorso compiuto sul piano inclinato se questo è scabro e il coefficiente di attrito fra il blocco e la superficie del piano BC è 0,15. [R.: (a) 6,32 m/s; (b) 4,07 m; (c) 3,23 m].

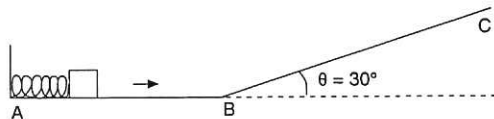


Figura 6.31

6.36 Un oggetto O, di massa $m = 500$ g, è tirato, su di una superficie orizzontale priva di attrito, da una forza F_1 costante e orizzontale [fig. 6.32 (a)]; in tali condizioni il modulo dell'accelerazione è $a_1 = 0,50$ m/s². Successivamente alla forza F_1 si aggiunge una forza F_2 nella stessa direzione e nello stesso verso [fig. 6.32 (b)]; il modulo dell'accelerazione è ora $a_2 = 1,50$ m/s². Nel momento in cui viene applicata la forza F_2 l'energia cinetica dell'oggetto è $K_0 = 40$ J. Determinare: (a) il

modulo della forza F_2 ; (b) l'energia cinetica del corpo 15 s dopo l'applicazione della forza F_2 ; (c) il lavoro complessivamente compiuto dalle due forze F_1 e F_2 nello stesso intervallo di tempo. [R.: (a) 0,50 N; (b) 308 J; (c) 268 J].

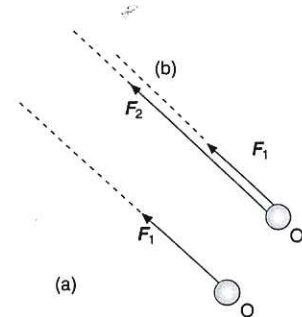


Figura 6.32

*6.37 Un blocco di massa $m = 1,0$ kg è inizialmente fermo alla base A di un piano scabro, inclinato di un angolo $\theta = 30^\circ$ rispetto ad un piano orizzontale. Al blocco viene data successivamente una spinta in conseguenza della quale esso parte con una energia cinetica $K_0 = 25$ J salendo lungo il piano inclinato (fig. 6.33). Giunto nel punto B, distante di un tratto $s = 3,0$ m da A, il corpo si ferma, quindi ridiscende ritornando in A con una energia cinetica K inferiore a quella iniziale K_0 . Calcolare: (a) il coefficiente di attrito f fra il blocco ed il piano inclinato; (b) l'energia cinetica K che il corpo ha nel momento in cui torna al punto di partenza. [R.: (a) $f = 0,40$; (b) $K = 4,5$ J].

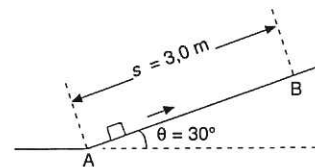


Figura 6.33

6.38 Una moneta da 100 lire, di massa $m = 8,0$ g, è lasciata libera dalla quiete nel punto più alto A di una cavità emisferica di vetro avente raggio $R = 50$ cm (fig. 6.34). Determinare: (a) l'energia cinetica che avrebbe la moneta in C, ad un'altezza $2R/3$ rispetto al punto B più basso della cavità, se l'attrito fosse del tutto assente; (b) l'energia cinetica che avrebbe la moneta in B se su di essa agisse una forza d'attrito di intensità F_a costantemente eguale a $4,0 \cdot 10^{-2}$ N. [R.: (a) $1,31 \cdot 10^{-2}$ J; (b) $0,78 \cdot 10^{-2}$ J].

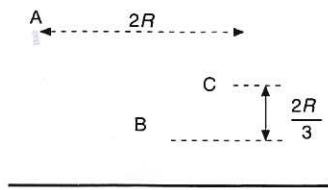


Figura 6.34

6.39 Un blocco, partito con velocità iniziale v_0 diversa da zero dalla sommità di un piano A scabro, di lunghezza $l = 5,0$ m e inclinato di un angolo $\theta = 37^\circ$ rispetto ad un piano orizzontale, giunge alla base di A con velocità v . Un secondo blocco, partito da fermo dalla sommità di un piano inclinato B liscio, avente la stessa lunghezza e la stessa inclinazione di A, giunge alla base di B con la medesima velocità v (fig. 6.35). Sapendo che il coefficiente di attrito fra il primo blocco ed il piano A è $f = 0,20$, calcolare: (a) il valore della velocità v ; (b) il valore della velocità iniziale v_0 del primo blocco. [R.: (a) 7,68 m/s; (b) 3,95 m/s].

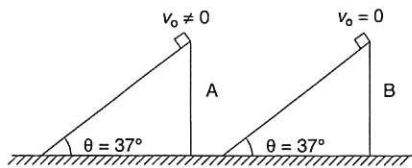


Figura 6.35

6.40 La pista di lancio di un proiettile P è costituita da un tratto orizzontale ABC e da un tratto circolare CD, ben raccordato con il primo e disposto in un piano verticale (fig. 6.36); tutti gli attriti sono trascurabili. Il tratto CD, che ha il centro in O, ha raggio $R = 1,0$ m ed angolo al centro $\alpha = 60^\circ$; il segmento OC è perpendicolare ad AC. Il proiettile, la cui massa è $m = 0,50$ kg, ha velocità nulla in A ed è, sul solo tratto AB, di lunghezza $s = 1,0$ m, sollecitato da una forza F costante e orizzontale. Determinare l'intensità minima che F deve avere affinché P lasci la pista in D. (R.: 2,45 N).

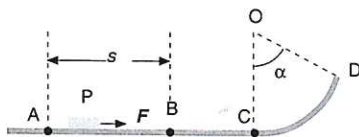


Figura 6.36

6.41 (a) Un uomo spinge lungo un pendio innevato, a velocità costante, uno slittino di massa 15 kg, sul quale è suo figlio, di massa 35 kg. Il pendio forma un angolo di 10° con un piano orizzontale e il dislivello da superare è di 10 m. Se si assume che sullo slittino agisca una forza d'attrito costante di 20 N, quanto lavoro deve compiere complessivamente l'uomo? (b) Raggiunta la sommità del pendio, lo slittino viene abbandonato con velocità iniziale nulla. Se si assume che nella discesa agisca su di esso la stessa forza d'attrito che ha agito durante la salita, quale sarà la sua velocità al termine della discesa? [R.: (a) $6,05 \cdot 10^3$ J; (b) 12,2 m/s].

6.42 Il blocco di legno sospeso di fig. 6.37 costituisce un «pendolo balistico». Un proiettile di massa $m_p = 10$ g viene sparato orizzontalmente nel blocco e vi rimane infisso. La traiettoria del proiettile passa per il centro di gravità (coincidente con il centro di massa) del corpo sospeso, la cui massa è $m = 1,0$ kg. (a) Sapendo che, in conseguenza dell'urto, il baricentro del blocco si porta ad un'altezza $h = 31$ cm rispetto al livello iniziale, calcolare la velocità del proiettile prima dell'impatto. (b) Quanta energia cinetica è andata percentualmente perduta a causa dell'attrito fra blocco e proiettile? [R.: (a) 249 m/s; (b) il 99 per cento].

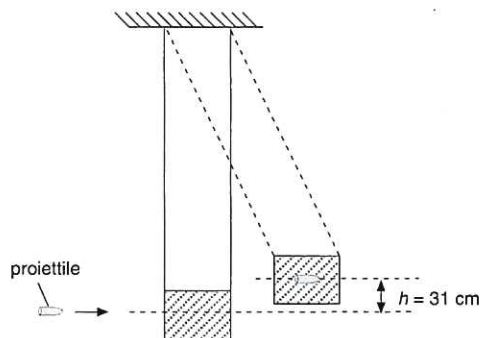


Figura 6.37

6.43 Su di una superficie orizzontale priva di attrito un blocco di massa m viene lanciato, con velocità $v_0 = 3,0$ m/s, contro una molla elicoidale, di costante elastica k , determinando in essa una deformazione massima x . Sulla stessa superficie un secondo blocco, di massa $m' = m/4$, viene lanciato, con velocità $v'_0 = 6,0$ m/s, contro una molla elicoidale, di costante elastica k' , determinando in essa la stessa deformazione massima riscontrata nella prima

molla. Calcolare il rapporto k/k' fra le due costanti elastiche. (R.: $k/k' = 1$).

6.44 Il blocco B, di massa $m = 2,50$ kg, è poggiato sul piano orizzontale scabro $O O'$ ed è premuto contro la molla elicoidale M, la cui estremità destra è fissata alla parete rigida P, in modo da determinarvi una deformazione $x = 20$ cm (fig. 6.38). Lasciato libero, il blocco parte verso sinistra scivolando sul piano scabro; nell'istante in cui si distacca dalla molla la sua velocità è $v = 3,80$ m/s. Sapendo che la costante elastica della molla è $k = 1000$ N/m, calcolare: (a) il coefficiente di attrito fra il blocco ed il piano di appoggio; (b) la lunghezza del percorso compiuto dall'oggetto dal momento in cui si distacca dalla molla all'istante di arresto; (c) l'intervallo di tempo impiegato per compiere tale percorso. [R.: (a) 0,40; (b) 1,84 m; (c) 0,97 s].

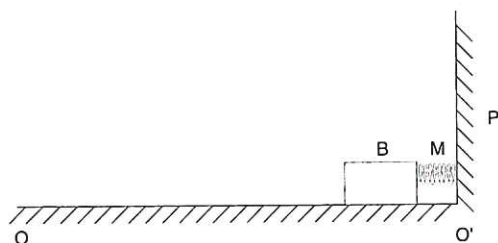


Figura 6.38

6.45 In un grande parco di divertimenti vi è uno scivolo molto lungo il cui profilo è mostrato in fig. 6.39. Il tratto terminale BC, orizzontale, ha altezza $h' = 50$ cm dal suolo e lunghezza $l = 5,0$ m; il punto A più alto dello scivolo è ad altezza $h = 4,0$ m dal suolo. Un bambino, di massa $m = 25$ kg, parte da fermo dal punto A e giunge in B con velocità $v = 3,0$ m/s e in C con velocità nulla. Determinare: (a) la forza d'attrito, supposta costante, che agisce sul bambino lungo il tratto orizzontale BC e il modulo della decelerazione lungo lo stesso tratto; (b) la lunghezza del tratto curvilineo AB se su tale percorso la forza d'attrito è in modulo eguale a quella che agisce sul tratto BC; (c) la velocità con cui il bambino giungerebbe in C se l'attrito fosse del tutto assente. [R.: (a) 22,5 N; 0,90 m/s²; (b) 33,1 m; (c) 8,3 m/s].

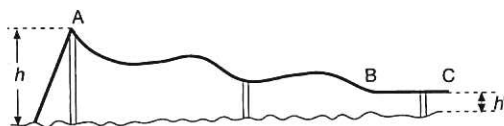


Figura 6.39

6.46 Una guida è costituita da tre tratti ben raccordati fra loro e giacenti nel medesimo piano verticale. Il tratto BB' è rettilineo e orizzontale, i due tratti AB e $B'A'$ sono circolari ed hanno ciascuno lunghezza pari a un quarto di circonferenza di raggio $R = 4,0$ m (fig. 6.40). Il tratto BB' è scabro mentre i due tratti circolari sono praticamente privi di attrito. Un blocco parte dalla quiete dalla posizione A e si arresta nel punto P_1 del tratto orizzontale; un secondo blocco parte da fermo dalla posizione A' e si arresta sul tratto orizzontale nel punto P_2 , a distanza $d = 10$ m da P_1 . Assumendo per i due blocchi sul tratto BB' il medesimo coefficiente di attrito $f = 0,20$, determinare: (a) la lunghezza del tratto orizzontale BB' e la lunghezza dell'intera guida $ABB'A'$; (b) il valore che dovrebbe assumere il coefficiente di attrito su BB' perché i due oggetti si arrestino nello stesso punto. [R.: (a) 50 m; 62,6 m; (b) 0,16].

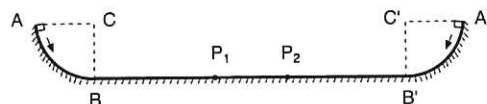


Figura 6.40

6.47 Un blocco viene lanciato su per un piano inclinato di altezza $h = 80$ cm ed inclinazione $\theta = 30^\circ$ (fig. 6.41). Sapendo che il blocco parte dalla base A del piano con velocità $v_0 = 6,0$ m/s, determinare: (a) la velocità che avrebbe l'oggetto alla sommità B del piano se l'attrito fosse del tutto assente; (b) il valore che il coefficiente di attrito fra il piano e il blocco deve avere perché l'oggetto raggiunga la sommità con velocità nulla. [R.: (a) 4,50 m/s; (b) 0,75].

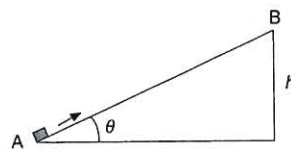


Figura 6.41

6.48 (a) Una cassa C, di massa $m = 40$ kg, viene tirata su per un piano inclinato AB scabro, a velocità costante, per mezzo di una corda parallela al piano (fig. 6.42). L'angolo di inclinazione del piano è $\theta = 30^\circ$; il coefficiente di attrito fra la cassa e la superficie del