

PROBLEMI

PARAGRAFO 8.4 Determinazione dell'energia potenziale

1. Quanto vale la costante elastica di una molla che immagazzina 25 J di energia potenziale elastica quando è compressa di 7,5 cm dalla sua posizione di riposo?

2. Lasciate cadere un libro di massa 2,00 kg a un'amica che si trova ad afferrarlo a distanza $d = 1,50$ m dal suolo in cortile, posto più in basso di una distanza $D = 10,0$ m (vedi fig. 8.25). (a) Quanto lavoro L_g viene svolto dalla forza gravitazionale durante la caduta? (b) Qual è la differenza di energia potenziale ΔU del libro durante la caduta? (c) Quant'è l'energia potenziale del libro prima di cadere? (d) E quando l'amica l'afferra? Poniamo ora $U = 100$ J al livello del suolo. Ricalcolare (e) L_g , (f) ΔU , (g) U prima di cadere e (h) U quando il libro viene afferrato.

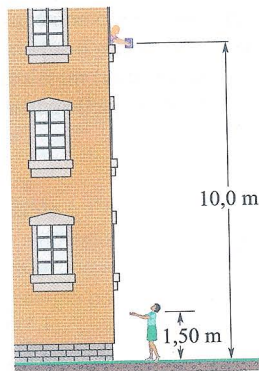


Figura 8.25 Problemi 2 e 10.

3. Una scheggia di ghiaccio di massa 2,0 g è lasciata scivolare dal bordo in una coppa semisferica di raggio $r = 22$ cm, priva di attrito (fig. 8.26). (a) Quanto lavoro compie la forza di gravità sulla scheggia durante la caduta? (b) Di quanto varia l'energia potenziale? (c) Se $U = 0$ in fondo alla coppa, quanto vale l'energia potenziale della scheggia prima di partire? (d) Se al contrario $U = 0$ al bordo della coppa, quanto vale l'energia potenziale della scheggia in fondo? (e) Raddoppiando la massa della scheggia le risposte da (a) a (d) aumenterebbero, diminuirebbero o resterebbero invariate?

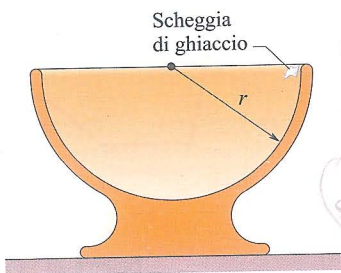


Figura 8.26 Problemi 3 e 9.

4. Una palla di massa $m = 0,341$ kg è attaccata all'estremità di un'asticella leggerissima di lunghezza $L = 0,452$ m e massa trascurabile. L'altro estremo dell'asticella è fissata a un perno che consente alla palla di descrivere una circonferenza su un piano verticale. L'asticella, tenuta in posizione orizzontale come nella figura 8.27, riceve una spinta verso il basso sufficiente a far ruotare la palla fino a raggiungere la posizione più alta sulla verticale, dove la sua velocità si annulla. Quanto lavoro viene compiuto dalla forza di gravità dalla partenza (a) al punto più basso, (b) al punto più alto e (c) al punto più a destra? Se $U = 0$ alla partenza, quanto vale (d) nel punto più basso, (e) in quello più alto e (f) nel punto più a destra? (g) Supponiamo che la spinta iniziale adesso sia maggiore: le variazioni di energia potenziale cambiano?

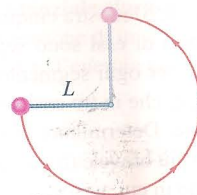


Figura 8.27 Problemi 4 e 12.

5. Il carrello di massa $m = 825$ kg di un ottovolante, privo di attrito, arriva in cima alla prima gobba della figura 8.28 ad altezza $h = 42,0$ m con velocità $v_0 = 17,0$ m/s. Quanto lavoro svolge la forza di gravità da qui (a) al punto A, (b) al punto B e (c) al punto C? Se l'energia potenziale è nulla nel punto C, qual è il suo valore (d) al punto B e (e) al punto A? (f) Raddoppiando m , come cambia la differenza di energia potenziale tra i punti A e B?

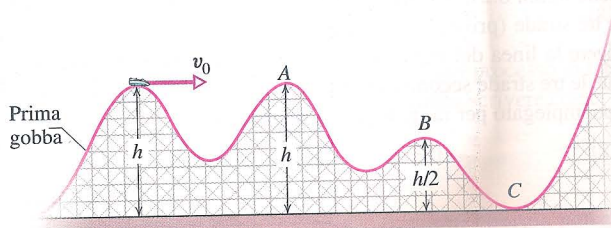


Figura 8.28 Problemi 5 e 11.

6. Lanciamo una palla di neve di massa 1,50 kg da una rupe alta 12,5 m con velocità iniziale 14,0 m/s nella direzione che forma un angolo di $41,0^\circ$ verso l'alto rispetto al piano orizzontale. (a) Quanto lavoro compie la forza di gravità tra il lancio e l'atterraggio? (b) E quant'è la variazione di energia potenziale in quest'intervallo? (c) Se $U = 0$ alla quota di lancio, quanto vale all'atterraggio?

7. Un blocchetto di massa $m = 0,032$ kg può scorrere lungo la pista a spirale con arco finale di raggio $R = 12$ cm della figura 8.29.

- (a) Se è lasciato cadere, da fermo, dal punto P ad altezza $h = 5R$, quale sarà la forza netta che agisce su di esso nel punto Q ? (b) E nel punto superiore dell'arco circolare? Ponendo $U = 0$ nel punto più basso, quanto vale l'energia potenziale (c) nel punto P , (d) nel punto Q e (e) in cima all'arco circolare? (f) Se, invece che lasciarlo cadere, si dà una spinta iniziale al blocchetto, come cambiano le risposte da (a) a (e)?

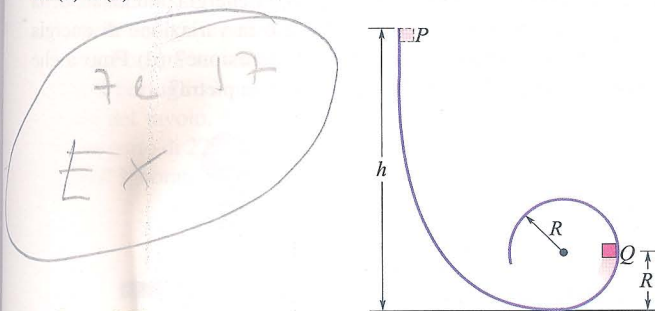


Figura 8.29 Problemi 7 e 17.

- 8. Un'asticella leggerissima di lunghezza $L = 2,00$ m e massa trascurabile è fissata a un perno che le consente di descrivere un cerchio in un piano verticale. Una palla pesante di massa $m = 5,00$ kg è fissata all'estremità inferiore. L'asticella è spostata lateralmente di un angolo $\theta_0 = 30,0^\circ$ come si vede nella figura 8.30, e qui lasciata libera da ferma. Durante il percorso fino al punto più basso, (a) quanto lavoro compie la forza di gravità e (b) di quanto varia l'energia potenziale? (c) Se $U = 0$ al punto inferiore, quanto valeva alla partenza? (d) Aumentando l'angolo θ i valori richiesti (in modulo) aumentano, diminuiscono o restano immutati?

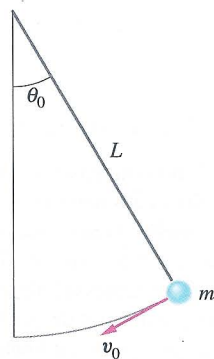


Figura 8.30 Problemi 8 e 22.

PARAGRAFO 8.5 Conservazione dell'energia meccanica

- 9. (a) Nel problema 3 che velocità ha la scheggia quando raggiunge il fondo? (b) E se avesse massa doppia? (c) Se anziché lasciarla cadere le avessimo impresso una velocità iniziale verso il basso, come cambierebbe la risposta ad (a)?
- 10. (a) Nel problema 2 che velocità ha il libro prima di essere afferrato? (b) E se avesse massa doppia? (c) Se anziché lasciarlo cadere gli aveste impresso una velocità iniziale verso il basso, come cambierebbe la risposta ad (a)?
- 11. (a) Nel problema 5 che velocità ha il carrello nel punto A? (b) E nel punto B? (c) E nel punto C? (d) A che altezza arriverebbe sull'ultima insuperabile salita? (e) Se si raddoppiasse la massa del carrello, come cambierebbero le risposte da (a) a (d)?

- 12. (a) Nel problema 4 che velocità bisogna imprimere alla pallina perché si arresti al culmine? (b) Quale sarebbe in questo caso la sua velocità nel punto più basso? (c) E nel punto più a destra? (d) Se raddoppiassimo la massa della pallina, come cambierebbero le risposte da (a) a (c)?

- 13. Un'autocisterna di massa $1,2 \cdot 10^4$ kg, fuori controllo per un guasto ai freni, sta scendendo a precipizio alla velocità di 130 km/h. Fortunatamente vicino alla fine della discesa c'è una rampa di emergenza in contropendenza (priva però di attrito!), con inclinazione $\theta = 15^\circ$ (vedi la figura 8.31). (a) Quale deve essere la sua lunghezza minima per esser certi che riesca ad arrestare la cisterna (assumendo che sia un corpo puntiforme; giustificate questa assunzione)? La lunghezza minima aumenta, diminuisce o resta uguale se (b) l'autocisterna ha massa minore e (c) la sua velocità è inferiore?

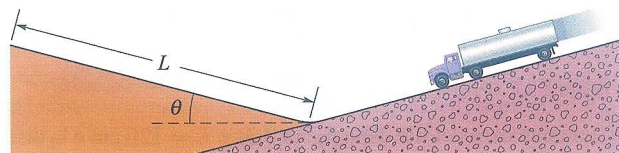


Figura 8.31 Problema 13.

- 14. Una massa di 700 g viene lasciata da ferma ad altezza h_0 sopra una molla di costante elastica $k = 400$ N/m e massa trascurabile. La massa rimane solidale con la molla e si arresta dopo averla compressa di 19,0 cm. Calcolare il lavoro svolto (a) dalla massa sulla molla e (b) dalla molla sulla massa. (c) Che valore ha h_0 ? (d) Se h_0 avesse valore doppio, quale sarebbe la compressione massima della molla?

- 15. Una biglia di massa 5,0 g viene sparata verticalmente verso l'alto da un fucile a molla. La molla dev'essere compressa di 8,0 cm perché la biglia riesca a colpire un bersaglio posto 20 m più in alto. (a) Qual è la variazione di energia potenziale gravitazionale della biglia durante la fase ascensionale? (b) Qual è la variazione di energia potenziale elastica della molla nella fase di lancio? (c) Qual è la costante elastica della molla?

- 16. Un blocco di massa $m = 2,0$ kg cade da un'altezza $h = 40$ cm su una molla avente costante $k = 1960$ N/m (fig. 8.32). Trovate la massima lunghezza di compressione della molla.

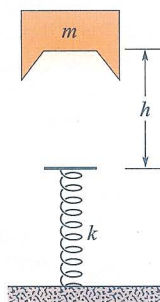


Figura 8.32 Problema 16.

- 17. Con riferimento al problema 7, quali sono i moduli delle componenti (a) orizzontale e (b) verticale della forza risultante che agisce sulla massa nel punto Q ? (c) Da quale altezza h si dovrebbe lasciar cadere il blocchetto per far sì che stesse per perder contatto (forza normale nulla) con la pista nel punto più alto dell'arco circolare? (d) Tracciate un grafico dell'intensità della forza normale in funzione di h per $0 \leq h \leq 6R$.

- 18. Tarzan, che pesa 688 N, salta da una roccia appeso a una provvidenziale liana lunga 18 m (vedi la figura 8.33). Dall'alto della roccia al punto più basso della sua oscillazione cala di 3,2 m. La liana è soggetta a rompersi se la tensione su di essa supera 950 N. (a) Arriverà a rompersi? (b) Se sì, indicare a quale angolo rispetto alla verticale si rompe. Se no, calcolare la massima tensione che deve sopportare.

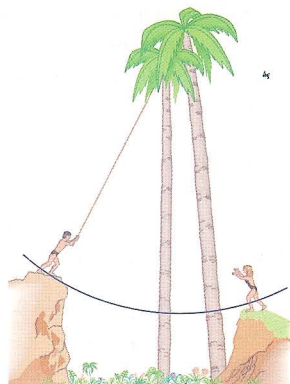


Figura 8.33 Problema 18.

19 ●●19. La lunghezza del filo della figura 8.34 è $L = 120$ cm e la distanza d del piolo P è $75,0$ cm. Quando la palla, inizialmente ferma, è lasciata libera, oscillerà lungo l'arco tratteggiato. Che velocità avrà quando raggiungerà (a) il punto più basso e (b) il punto più alto dopo che il filo sarà rimasto impigliato nel piolo?

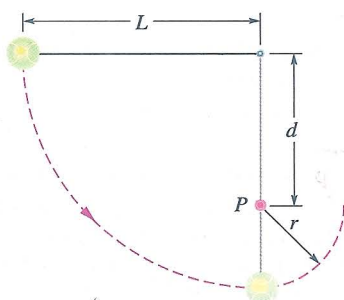


Figura 8.34 Problemi 19 e 46.

20 ●●20. All'istante $t = 0$ si lancia dall'alto di una torre una palla di massa $1,0$ kg con velocità $\mathbf{v} = (18 \text{ m/s})\mathbf{i} + (24 \text{ m/s})\mathbf{j}$. Quanto vale ΔU tra la posizione iniziale e quella dopo $6,0$ s?

21 ●●21. Uno sciatore di massa 60 kg parte da fermo da un'altezza $H = 20$ m rispetto al culmine di un trampolino di salto, come illustrato nella figura 8.35. Allo stacco dal trampolino la sua direzione forma un angolo $\theta = 28^\circ$ con il piano orizzontale. Trascuriamo l'attrito e la resistenza dell'aria. (a) Quanto varrà la massima altezza h raggiunta rispetto al punto di stacco? (b) Aumenta, diminuisce o resta invariata, se lo sciatore ora ripete il salto con un pesante zaino?

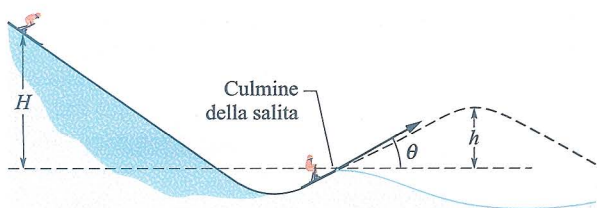


Figura 8.35 Problema 21.

22 ●●22. Nella figura 8.30 vediamo un pendolo di lunghezza $L = 1,25$ m. Il peso all'estremo inferiore, dov'è concentrata tutta la massa, ha velocità v_0 quando il filo forma un angolo $\theta_0 = 40,0^\circ$ con la verticale. (a) Ricavate la velocità del blocchetto nella sua posizione più bassa. Trovate il minimo valore che deve avere v_0 affinché il filo del pendolo possa arrivare, all'estremo dell'oscillazione, (b) in posizione orizzontale e (c) in posizione verticale, rimanendo teso. (d) Se si aumenta di poco l'angolo θ_0 , come cambiano le risposte (b) e (c)?

23 ●●23. Un sasso di massa $2,0$ kg pendola appeso a un filo lungo $4,0$ m, di massa trascurabile. Quando passa dalla posizione centrale ha una velocità di $8,0$ m/s. (a) Che velocità ha quando forma un angolo di 60°

con la verticale? (b) Che angolo massimo raggiunge? (c) Posto $U = 0$ al livello più basso, quant'è l'energia meccanica totale del sistema pendolo-Terra?

24 ●●24. Nella figura 8.36 vediamo una pietra di massa $8,00$ kg appoggiata su una molla. La molla è compressa dalla pietra di $10,0$ cm. (a) Qual è la costante elastica della molla? (b) La pietra viene ora spinta in giù di altri $30,0$ cm e poi rilasciata. Qual è l'energia potenziale della molla subito prima del rilascio? (c) Qual è la variazione di energia potenziale gravitazionale durante tutta l'escursione? (d) Fino a che altezza sopra la posizione di rilascio arriverà la pietra?

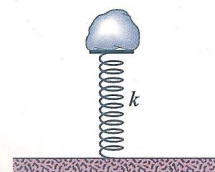


Figura 8.36 Problema 24.

25 ●●25. Una molla può essere compressa di $2,0$ cm da una forza di 270 N. Un blocco di massa $m = 12$ kg, inizialmente fermo in cima al piano inclinato privo di attrito della figura 8.37, che forma un angolo $\theta = 30^\circ$ con il piano orizzontale, viene lasciato andare. Il blocco si arresta dopo aver compresso la molla di $5,5$ cm. (a) In questo momento di quanto si è spostato lungo il piano inclinato? (b) Qual è la velocità del blocco quando arriva a toccare la molla?

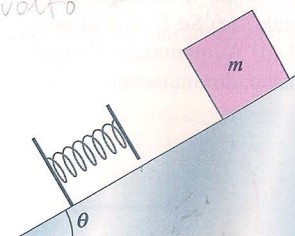


Figura 8.37 Problema 25.

26 ●●26. Un blocco di massa $m = 2,00$ kg è appoggiato contro una molla sul piano inclinato della figura 8.38, con pendenza $\theta = 30^\circ$, privo di attrito. La molla, avente costante elastica $k = 19,6$ N/cm, è compressa di $20,0$ cm e poi lasciata libera. (a) Quant'è l'energia potenziale della molla compressa? (b) Quanto vale la variazione di energia potenziale gravitazionale per l'intero tragitto del blocco? (c) Quanto lontano lungo il piano inclinato viene spinto il blocco?

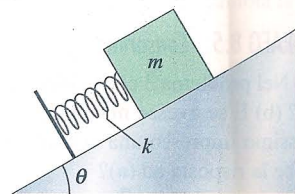


Figura 8.38 Problema 26.

27 ●●27. Il grafico della figura 8.39a rappresenta la forza della molla del fucile caricato a turacciolo della figura 8.39b, in funzione della sua

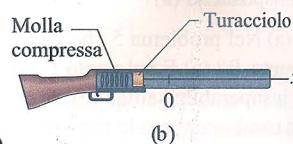
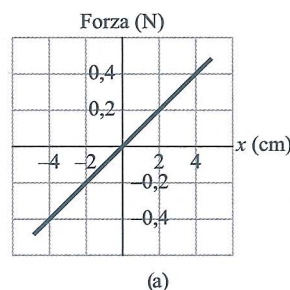


Figura 8.39 Problema 27.

estensione o compressione. La molla è compressa di una lunghezza 5,5 cm ed è usata per sparare un turacciolo di massa 3,8 g. (a) Qual è la velocità del turacciolo se è lasciato libero quando la molla passa per la sua posizione di riposo? (b) Supponiamo invece che il turacciolo rimanga attaccato alla molla, e l'abbandoni soltanto dopo averla allungata di 1,5 cm. Qual è la velocità del proiettile al momento del rilascio?

•••28. Due bambini stanno facendo una gara a chi riesce a centrare una scatoletta sul pavimento con una biglia sparata da una pistola a molla montata su un tavolo orizzontale. Come si vede nella figura 8.40, il bersaglio è piazzato a distanza $D = 2,20$ m in orizzontale dal bordo del tavolo. Orazio comprime la molla di 1,10 cm, ma il tiro risulta corto di 27,0 cm. Di quanto deve comprimerla Giustina per fare centro? Ignorate gli attriti.

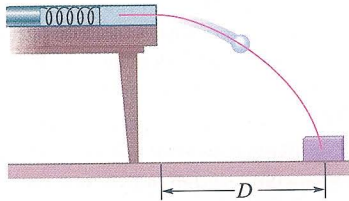


Figura 8.40 Problema 28.

•••29. Una corda di lunghezza 25 cm e massa 15 g inizialmente si trova incollata al soffitto per l'intera estensione. Poi pende verticalmente dal soffitto rimanendone attaccata per un'estremità. La modifica di orientamento della corda che variazione ha prodotto nella sua energia potenziale gravitazionale? (Suggerimento: suddividete la corda in elementi infinitesimali e ricorrete poi al calcolo integrale.)

•••30. Un ragazzino è seduto sulla cima del blocco di ghiaccio semisferico di raggio $R = 13,8$ m della figura 8.41. Comincia a scivolare in giù con velocità iniziale trascurabile. Se il ghiaccio è privo di attrito, a che altezza dal suolo si staccherà dal ghiaccio?

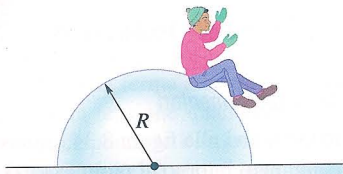


Figura 8.41 Problema 30.

PARAGRAFO 8.6 Le curve dell'energia potenziale

•••31. La figura 8.42 rappresenta un diagramma dell'energia potenziale U in funzione della posizione x per un corpo puntiforme di massa 0,90 kg vincolato a muoversi sull'asse x . Intervengono solo forze conservative. Il corpo è lasciato libero in $x = 4,5$ m con velocità iniziale di 7,0 m/s, diretta in verso opposto all'asse. (a) Può il corpo arrivare in $x = 1,0$ m e in caso positivo con che velocità vi giunge? In caso negativo dov'è il punto d'inversione? Quali sono (b) modulo e (c) direzione della forza agente sulla particella quando comincia a muoversi alla sinistra del punto $x = 4,0$ m? Supponiamo ora al contrario che il corpo si muova inizialmente nel verso concorde all'asse. (d) Può il corpo arrivare in $x = 7,0$ m e in caso positivo con che velocità vi giunge? In caso negativo dov'è il punto d'inversione? Quali

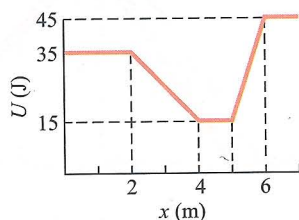


Figura 8.42 Problema 31.

sono (e) modulo e (f) direzione della forza agente sulla particella quando comincia a muoversi alla destra del punto $x = 5,0$ m?

•••32. L'energia potenziale di una molecola biatomica (come H_2 oppure O_2) è data da

$$U = \frac{A}{r^{12}} - \frac{B}{r^6},$$

ove r è la distanza fra gli atomi componenti la molecola e A e B sono costanti positive. Questa energia potenziale è dovuta alla forza che tiene legati gli atomi. (a) Trovate la *distanza di equilibrio*, ossia la distanza che deve separare gli atomi affinché la forza che agisce su ciascuno di essi sia zero. Dite se questa forza è repulsiva (gli atomi tendono ad allontanarsi) o attrattiva (tendono ad avvicinarsi) se la distanza è (b) minore o (c) maggiore di quella di equilibrio.

PARAGRAFO 8.7 Lavoro svolto su un sistema da una forza esterna

•••33. Un operaio spinge un blocco di massa 27 kg per una lunghezza di 9,2 m su un pavimento orizzontale a velocità costante applicando una forza nella direzione formante con il piano orizzontale un angolo di 32° verso il basso. Se $\mu_k = 0,20$, quali sono (a) il lavoro svolto durante la spinta e (b) l'aumento di energia termica del sistema blocco-pavimento?

•••34. Mediante una fune si tira un blocco di massa 3,57 kg a velocità costante per una lunghezza di 4,06 m su un piano orizzontale. La forza applicata dalla fune sul blocco è di 7,68 N ed è diretta con angolo di $15,0^\circ$ sopra al piano orizzontale. Determinare (a) il lavoro svolto dalla fune, (b) l'aumento di energia termica del sistema blocco-ripiano e (c) il coefficiente di attrito dinamico tra il piano e il blocco.

PARAGRAFO 8.8 Conservazione dell'energia

•••35. Un orsetto di massa 25 kg si lascia scivolare, da fermo, per 12 m lungo un palo raggiungendo la velocità di 5,6 m/s subito prima di toccare il suolo. (a) Quale variazione ha subito l'energia potenziale gravitazionale? (b) Qual è la sua energia cinetica subito prima di toccare il suolo? (c) Qual è la forza media di attrito che agisce sull'orsetto?

•••36. Durante una frana un masso di 520 kg precipita, da una posizione di riposo, giù per un pendio lungo 500 m per un dislivello di 300 m. Il coefficiente di attrito dinamico fra il masso e il pendio è 0,25. (a) Qual è l'energia potenziale gravitazionale U prima della frana, se $U = 0$ al piede dello scoscendimento? (b) Quanta energia meccanica viene trasformata in energia termica dalle forze di attrito durante la discesa? Quando giunge in fondo (c) qual è l'energia cinetica del masso e (d) la sua velocità?

•••37. Il blocco della figura 8.43 sta scendendo per un piano inclinato. La forza F di modulo 2,0 N è orientata parallelamente al piano in verso discendente agisce sul blocco spostandolo da A a B , punti distanti 5,0 m fra loro. La forza d'attrito agente sul blocco ha intensità 10 N. Se da A a B l'energia cinetica del blocco cresce di 35 J, quanto lavoro compie sul blocco la gravità durante il medesimo tragitto?

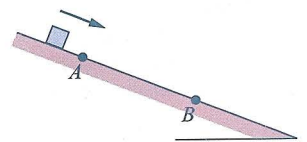


Figura 8.43 Problemi 37 e 49.

•••38. Nella figura 8.44 vediamo un blocco che scivola lungo una pista da un livello a un altro livello più elevato, attraversando un avvallamento intermedio. La pista è priva di attrito fino a che si giunge al livello maggiore, dove invece esiste una forza di attrito che arresta il blocco dopo una distanza d . Trovate d , sapendo che la velocità inizia-

le v_0 è 6,0 m/s, la differenza di quota h è 1,1 m e il coefficiente d'attrito dinamico μ_k è 0,60.

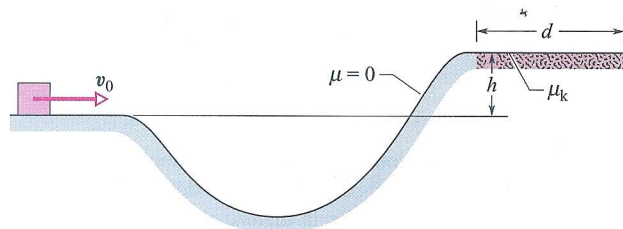


Figura 8.44 Problema 38.

37 ●●39. Nella figura 8.45 un blocco di massa 3,5 kg è spinto via da una molla compressa avente una costante elastica di 640 N/m. Distaccatosi dalla molla una volta che essa ha raggiunto la posizione di riposo, il blocco viaggia su una superficie orizzontale con coefficiente di attrito dinamico 0,25 fino a fermarsi alla distanza $D = 7,8$ m. (a) Quanta energia meccanica è stata dissipata in energia termica? (b) Quale è stata la massima energia cinetica del blocco? (c) Di quanto era compressa la molla inizialmente?

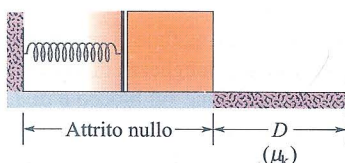


Figura 8.45 Problema 39.

15 ●●40. State spingendo un blocco di massa 2,0 kg contro una molla orizzontale comprimendola di 15 cm. Quando lo lasciate andare, la molla, di costante pari a 200 N/m, lo proietta facendolo scivolare su una superficie orizzontale finché si arresta dopo 75 cm di percorso. Qual è il coefficiente di attrito dinamico tra blocco e superficie?

42 ●●41. Una bambina che pesa 267 N scende per uno scivolo lungo 6,1 m che forma un angolo di 20° con il piano orizzontale. Il coefficiente di attrito dinamico è 0,10. (a) Trovate quanta energia si trasforma in energia termica per azione della forza di attrito. (b) Quale sarà la sua velocità all'arrivo se parte dall'alto con una velocità di 0,457 m/s?

46 ●●42. Una scatola di biscotti si sta muovendo su un piano inclinato di 40° . In un punto del piano a 55 cm dall'estremità inferiore ha una velocità di 1,4 m/s. Il coefficiente d'attrito dinamico tra scatola e piano è 0,15. (a) Di quanto salirà ancora sul piano inclinato? (b) Che velocità avrà la scatola quando sarà ridiscesa ai piedi del piano inclinato? (c) Se il coefficiente d'attrito fosse minore, i valori delle risposte precedenti aumenterebbero, diminuirebbero o resterebbero uguali?

43 ●●43. Un blocco di massa 2,5 kg, muovendosi come nella figura 8.46, va a urtare una molla orizzontale avente $k = 320$ N/m e la comprime per una lunghezza massima di 7,5 cm. Il coefficiente di attrito dinamico fra il blocco e la superficie di scorrimento è 0,25. (a) Quanto lavoro svolge la molla per arrestare il blocco? (b) Quanta energia meccanica è dissipata in energia termica dalla forza d'attrito prima che il blocco sia arrestato dalla molla? (c) Qual era la velocità del blocco quando ha urtato la molla?

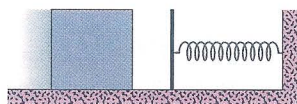


Figura 8.46 Problema 43.

49 ●●44. Una particella scivola sulla pista visibile in sezione nella figura 8.47, con le estremità innalzate rispetto alla parte centrale, che è piana e ha lunghezza $L = 40$ cm. Le due parti curve sono prive di

attrito, mentre per la parte in piano il coefficiente di attrito dinamico è $\mu_k = 0,20$. La particella è lasciata libera in A, all'altezza $h = L/2$ rispetto al tratto piano. Dove va a fermarsi la particella?

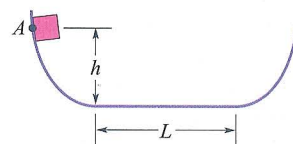


Figura 8.47 Problema 44.

50 ●●45. Il cavo dell'ascensore di massa 2000 kg della figura 8.48 si spezza quando la cabina si trova ferma al primo piano, col fondo a una distanza $d = 3,7$ m al disopra di una molla ammortizzatrice avente costante elastica $k = 0,15$ MN/m. Un dispositivo di sicurezza agisce da freno sulle guide in modo da far loro sviluppare in caso di emergenza una forza d'attrito costante pari a 4,4 kN che si oppone al moto dell'ascensore. (a) Calcolate la velocità dell'ascensore prima che urti la molla. (b) Trovate di quale lunghezza x verrà compressa la molla. (c) Trovate di quale lunghezza rimbalzerà l'ascensore lungo le guide. (d) Applicando la legge di conservazione dell'energia, calcolate la distanza approssimativa percorsa dall'ascensore fino al punto d'arresto inferiore.

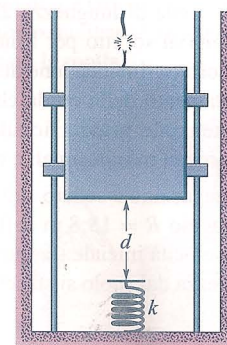


Figura 8.48 Problema 45.

Problemi supplementari

46. Riferendovi alla figura 8.34, dimostrate che, se la palla compie un giro completo intorno al piolo fisso, deve essere $d > 3L/5$. (Suggerimento: la palla deve avere velocità non nulla quando è nel punto più alto della sua rotazione. Ne vedete la ragione?)

47. Uno scivolo in un parco giochi ha la forma di un arco di cerchio di raggio 12 m, tangente al terreno e di altezza $h = 4,0$ m, secondo la figura 8.49. Un bambino di massa 25 kg parte da fermo dalla sommità dello scivolo e arriva in fondo alla velocità di 6,2 m/s. (a) Qual è la lunghezza dello scivolo? (b) Quale forza di attrito media agisce sul bambino lungo questa distanza? Se, invece che il terreno, fosse tangente alla circonferenza una linea verticale passante per la sommità dello scivolo, quali diventerebbero (c) la lunghezza della pista e (d) la forza di attrito media?

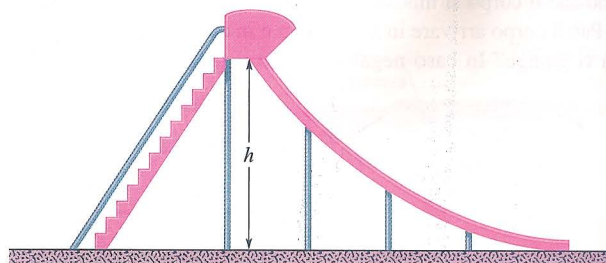


Figura 8.49 Problema 47.

48. In una fabbrica, una macchina imballatrice lascia cadere verticalmente una cassa di massa 300 kg su un nastro trasportatore che viaggia alla velocità di 1,20 m/s, mantenuta costante da un motore (fig. 8.50). Il coefficiente di attrito dinamico fra nastro e cassa è di 0,400. Dopo un certo tempo dalla caduta scompare lo slittamento fra il nastro e la cassa, che si muove da quel momento solidalmente con il nastro. Calcolate, in un sistema di riferimento solidale con la fabbrica, e per l'intervallo di tempo durante il quale si annulla il moto relativo fra cassa e nastro, (a) l'energia cinetica fornita alla cassa, (b) l'intensità della forza di attrito dinamico che agisce sulla cassa e (c) l'energia fornita dal motore. (d) Perché i valori (a) e (c) sono differenti fra loro?

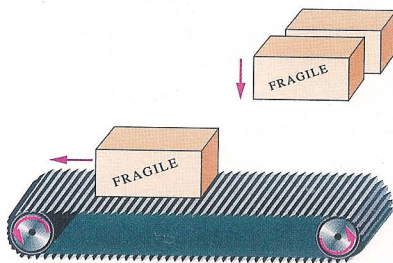


Figura 8.50 Problema 48.

49. Il blocco di figura 8.43 viene spinto giù per il piano inclinato privo d'attrito. La sua velocità nei punti A e B è rispettivamente di 2,00 m/s e 2,60 m/s. Si ripete la prova con una spinta maggiore e questa volta la velocità in A risulta di 4,00 m/s. Quale sarà ora la velocità in B?

50. Una pallottola di massa 30 g, con velocità iniziale di 500 m/s, penetra per 12 cm in una parete in muratura prima di fermarsi.

(a) Quant'è la riduzione di energia meccanica della pallottola?
(b) Ammettendo che la forza esercitata dal muro sulla pallottola sia costante, calcolatene il valore.

51. Una pallina di massa 0,092 kg può pendolare attaccata a un'asticella di lunghezza 0,62 m e massa trascurabile. L'asta è appesa a un perno e viene ruotata finché la pallina si trova verticalmente al di sopra del perno. Viene poi lasciata libera da ferma e comincia a dondolare. Calcolare (a) la velocità e (b) la tensione quando la pallina occupa il punto inferiore. Ora si ripete disponendo l'asticella orizzontale e lasciandola di nuovo libera da ferma. (c) A che angolo rispetto alla verticale la tensione dell'asta equivale al peso della pallina? (d) Come varia tale angolo se si raddoppia la massa della palla?

52. Una catena, come si vede nella figura 8.51, è tenuta ferma su un tavolo privo di attrito mentre un quarto della sua lunghezza pende dal bordo del tavolo. Se la catena ha una lunghezza totale $L = 28$ cm e una massa $m = 0,012$ kg, quanto lavoro è richiesto per tirare indietro sul piano del tavolo la parte pendente?

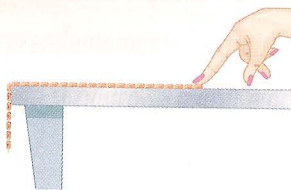


Figura 8.51 Problema 52.

53. Un corpo puntiforme di massa 2,0 kg, sotto l'azione di una forza conservativa, si muove lungo l'asse x in una regione in cui la sua energia potenziale $U(x)$ varia secondo la curva della figura 8.52. Quando esso si trova in $x = 2,0$ m, la sua velocità è $-1,5$ m/s. Che forza, in (a) modulo e (b) direzione, agisce sul corpo in questa posizione? Fra quali valori limite di x a (c) destra e (d) sinistra si muove la particella? (e) Qual è la sua velocità per $x = 7,0$ m?

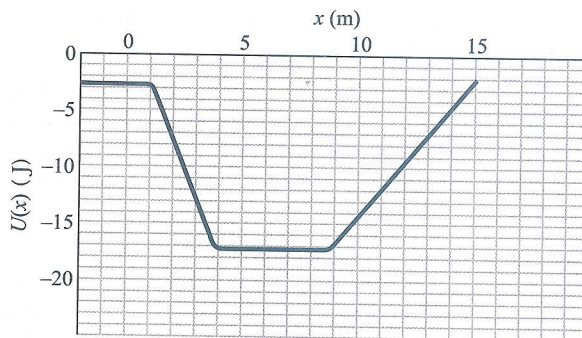


Figura 8.52 Problema 53.

54. Una certa molla non risulta conforme alla legge di Hooke. L'intensità della forza (in newton) che esercita quando è stirata di x (in metri) è $F = 52,8x + 38,4x^2$, in direzione opposta all'allungamento. (a) Calcolate il lavoro richiesto per far allungare la molla da $x = 0,500$ m a $x = 1,00$ m. (b) Fissato un estremo della molla, si attacca un corpo puntiforme di massa 2,17 kg all'altro estremo della molla estesa di $x = 1,00$ m. Se a questo punto è lasciata libera, calcolate la velocità della particella nell'istante in cui la molla presenta un'estensione $x = 0,500$ m. (c) La forza esercitata dalla molla è conservativa o no? Giustificate la vostra risposta.

55. A un manovale sfugge accidentalmente una cassa di massa 180 kg che stava trattenendo in cima a una rampa lunga 3,7 m con pendenza di 39° rispetto al piano orizzontale. Il coefficiente di attrito dinamico fra la cassa e la rampa, e fra la cassa e il pavimento orizzontale del magazzino, è 0,28. (a) Che velocità avrà la cassa quando arriverà al fondo della rampa? (b) Per quale lunghezza continuerà a strisciare sul pavimento in piano, supponendo che il cambiamento di pendenza non provochi alcuna perdita di energia cinetica? (c) Per quale ragione le risposte ad (a) e (b) non dipendono dalla massa della cassa?

56. Un'automobile di massa 1500 kg partendo da ferma raggiunge la velocità di 72 km/h in 30 s. (a) Quanta energia cinetica ha guadagnato? (b) Che potenza media ha dissipato in quei 30 s? Assumendo un'accelerazione costante, quanto vale la potenza istantanea al termine dell'intervallo?

57. Una locomotiva capace di una potenza di 1,5 MW può accelerare un treno dalla velocità di 10 m/s a quella di 25 m/s in 6,0 min. (a) Calcolare la massa del treno. Esprimere (b) la velocità del treno e (c) la forza che lo accelera in funzione del tempo durante tale intervallo. (d) Calcolare la distanza percorsa durante l'intervallo di 6,0 min.

58. Nella figura 8.53 la puleggia, priva di massa, e il piano inclinato sono privi di attrito. Il blocco A ha massa di 1,0 kg, la metà di B. L'angolo θ vale 30° . Se il sistema è lasciato libero da fermo, qual è l'energia combinata delle due masse dopo che la massa B è calata di 25 cm?

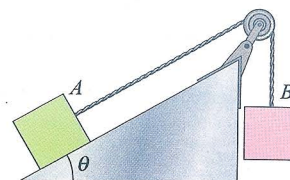


Figura 8.53 Problema 58.

59. Una banana di massa 0,50 kg viene gettata verticalmente in aria con velocità iniziale di 4,00 m/s e raggiunge la massima altezza di 0,80 m. Qual è la variazione di energia meccanica del sistema banana-Terra durante l'ascesa da attribuirsi alla forza di resistenza aerodinamica?

60. I motori diesel della nave da crociera *Queen Elizabeth 2* hanno una potenza massima di 92 MW, capaci di imprimere una velocità di