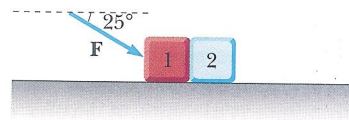


PROBLEMI

- 4.1 Un uomo esercita una forza costante $F = 200$ N per spingere a velocità costante la sua auto in panne lungo una strada orizzontale. Dopo 20 secondi l'auto è stata spostata di 20 metri. Calcolare: a) il lavoro e b) la potenza esercitata dall'uomo.
- 4.2 Un bue tira una slitta con un carico complessivo di massa $m = 300$ kg su una strada ripida, con pendenza $\theta = 0.3$ rad. Il coefficiente di attrito dinamico fra la slitta e la strada è $\mu_d = 0.15$. Il bue durante il traino eroga una potenza $\mathcal{P} = 3$ kW. Calcolare: a) la velocità massima costante con cui il bue riesce a tirare la slitta, b) la potenza dissipata per effetto dell'attrito e la corrispondente percentuale, c) la potenza per compiere lavoro contro la forza di gravità e la corrispondente percentuale.
- 4.3 In una frenata improvvisa, ad una velocità $v_0 = 100$ km/h, il pilota mantiene in azione i freni con una decelerazione costante $a = -6$ m/s². L'automobile ha una massa $m = 800$ kg. Calcolare: a) lo spazio di frenata Δx , b) il lavoro compiuto dalla forza frenante.
- 4.4 Un alpino di massa $m = 80$ kg si arrampica a velocità costante su una parete verticale, alta $h = 100$ m; per raggiungere la sommità impiega $t = 2$ minuti. Calcolare: a) la potenza $\mathcal{P}$ che devono fornire i muscoli dell'alpino per raggiungere la sommità, b) la velocità di ascensione v .
- 4.5 Un corpo di massa $m = 300$ g scivola lungo un piano orizzontale scabro, con velocità iniziale $v_0 = 2$ m/s. La velocità è ridotta a due terzi del valore iniziale dopo aver percorso un tratto pari a 30 cm. Determinare: a) il coefficiente d'attrito dinamico tra il corpo ed il piano μ_d , b) lo spazio complessivamente percorso prima di fermarsi s_{tot} , c) il lavoro complessivo della forza d'attrito W_{tot} .
- 4.6 Un'automobile di massa $m = 10^3$ kg, inizialmente in moto con velocità $v_0 = 20$ km/h, accelera in un intervallo di tempo $t_0 = 7$ s. Il motore eroga una potenza costante pari a 2.1 kW. Calcolare la velocità dell'automobile dopo 7 secondi.

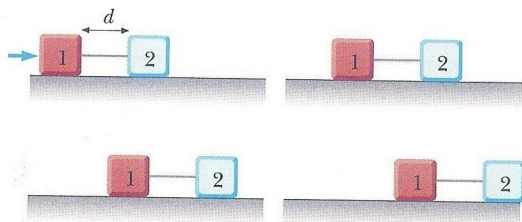
- 4.7 Un corpo di massa $m = 15$ kg si muove con velocità costante $v = 1.2$ m/s lungo un asse orizzontale sotto l'azione di una forza costante $F = 10$ N, parallela e concorde alla velocità. Calcolare: a) il coefficiente di attrito dinamico tra corpo e piano, b) il lavoro compiuto dalla forza F in un intervallo di tempo $t = 30$ s; c) il lavoro compiuto dalla forza di attrito nello stesso intervallo di tempo. Ad un certo istante t_0 il corpo, sempre sotto l'azione della forza F , entra in una zona in cui il coefficiente di attrito dinamico ha un valore doppio di quello sopra calcolato. Scrivere: d) l'espressione quantitativa della velocità del corpo a partire dall'istante t_0 .

- 4.8 Due corpi di massa $m_1 = 7$ kg e $m_2 = 9$ kg sono in quiete nell'origine di un asse x orizzontale liscio. All'istante $t = 0$ viene applicata la forza costante F , come in figura, e la forza applicata ad m_1 risulta $F_2 = 15.8$ N. Calcolare: a) il valore di F . Nell'istante $t = 3$ s cessa l'azione della forza F . Calcolare: b) quanto lavoro ha compiuto la forza F .

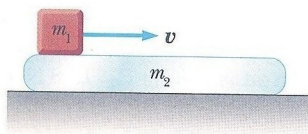


- 4.9 Durante una gara automobilistica di regolarità, il pilota concorrente deve percorrere un determinato percorso rettilineo a velocità costante $v_0 = 50$ km/h. La prima parte del percorso P_1 è in pianura, la seconda parte P_2 su una salita inclinata di un angolo $\phi_1 = 7^\circ$ e la terza parte P_3 su una discesa inclinata di un angolo $\phi_2 = -3^\circ$. La massa dell'auto è $m = 800$ kg e le forze d'attrito sono proporzionali alla velocità, con una costante di proporzionalità $A = 250$ kg/s. Si determinino i valori della potenza che deve erogare il motore nei tre tratti di percorso P_1 , P_2 , P_3 , assumendo che essa si mantenga costante in ciascun tratto.
- 4.10 Due corpi di masse m_1 e m_2 sono legati tra loro da un'asta lunga d , di massa trascurabile. Il sistema viene messo in moto lungo l'asse x all'istante $t = 0$ tramite l'applicazione di una forza di valore medio F durante un tempo τ ,

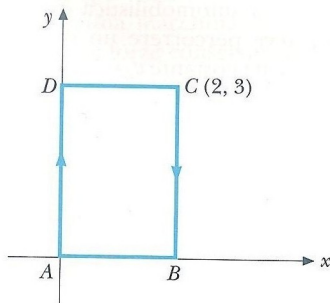
trascurabile agli effetti del moto. I corpi scivolano lungo un piano orizzontale con coefficienti di attrito μ_1 e μ_2 . Dopo aver percorso una distanza l il corpo 2 entra in una zona in cui l'attrito è nullo. Scrivere l'espressione del valore F_0 di F tale da far sì che il sistema abbia velocità nulla quando anche il corpo 1 arriva nella zona con attrito nullo. Eseguire il calcolo nel caso $m_1 = m_2 = m = 0.7$ kg, $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 0.6$, $d = l = 3$ m, $\tau = 10^{-3}$ s.



- 4.11 Su un ripiano orizzontale è appoggiata una piastra di massa m_2 , ferma. Il coefficiente di attrito piastra-piano è μ_2 . Sulla piastra viene posto un corpo di massa m_1 che si muove con velocità iniziale v , orizzontale. Il coefficiente di attrito corpo-piastra è μ_1 . Che relazione deve esistere tra m_1 , m_2 , μ_1 , μ_2 , v perché la piastra si muova? Posto $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 3$ kg, $\mu_1 = 0.6$, $\mu_2 = 0.2$, $v = 3$ m/s, calcolare: a) la distanza x_1 percorsa dal corpo rispetto alla piastra prima di fermarsi; b) la distanza x_2 percorsa dalla piastra sul ripiano prima di fermarsi; c) quanta energia meccanica viene dissipata nel processo.



- 4.12 Un punto materiale soggetto all'azione di una forza $\mathbf{F} = 3y^2\mathbf{u}_x + 2x^2y\mathbf{u}_y$ si muove sul piano (x, y) lungo una traiettoria chiusa $ABCD$. Le coordinate di C sono $(2, 3)$, espresse in metri. Calcolare il lavoro compiuto dalla forza. La forza è conservativa?

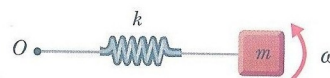


- 4.13 Un punto materiale di massa $m = 100$ g si muove di moto circolare con una legge oraria $s(t) = t/2 + t^2/3$, con s espresso in metri. All'istante $t = 2$ s, il modulo dell'accelerazione del punto è $a = 1.8$ m/s². Calcolare: a) il raggio

R , b) il lavoro W della forza agente in un giro completo, a partire dall'istante $t = 0$.

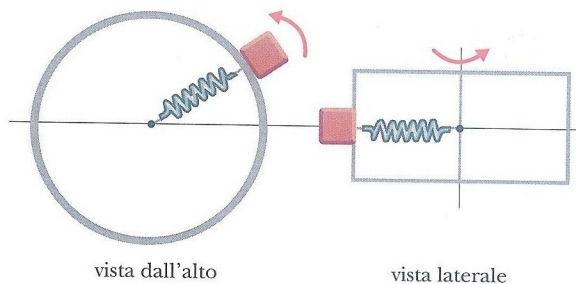
- 4.14 Un punto materiale di massa $m = 2.5$ kg si muove di moto circolare uniformemente accelerato con $\alpha = 3.9$ rad/s²; il raggio della circonferenza è $R = 0.46$ m. Calcolare: a) il valore della componente tangente della forza agente sul punto, b) verificare se tale forza è conservativa.

- 4.15 Un punto materiale di massa $m = 2.5$ kg è attaccato all'estremo di una molla di costante elastica $k = 120$ N/m e lunghezza a riposo $r_0 = 30$ cm; l'altro estremo della molla è fissato al punto O . Il sistema si trova su di un piano orizzontale e ruota con velocità angolare costante $\omega = 4$ rad/s attorno ad O . Calcolare: a) il raggio r della circonferenza descritta da m , b) discutere il risultato e studiare il caso $r_0 = 0$.



- 4.16 Un punto materiale di massa $m = 0.25$ kg descrive un moto circolare su una circonferenza di raggio $R = 0.4$ m. Nell'istante $t = 0$ la velocità angolare del punto è $\omega_0 = 5.4$ rad/s; negli istanti successivi il punto decelera uniformemente e si ferma dopo aver compiuto un giro. Calcolare: a) il modulo della forza che agisce sul punto nell'istante in cui compie mezzo giro, b) il lavoro speso per fermare il punto.

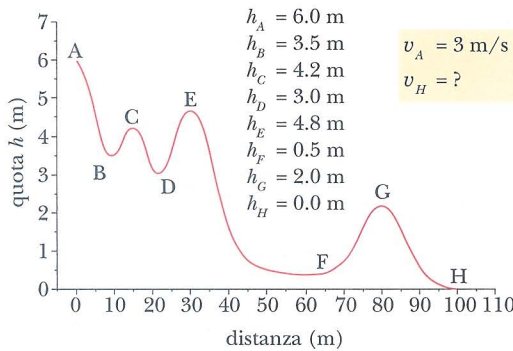
- 4.17 Un punto materiale di massa $m = 0.15$ kg ruota con velocità angolare costante scorrendo su una guida liscia di raggio $r = 0.5$ m; esso è legato al centro di rotazione da una molla di costante elastica $k = 5.1$ N/m e lunghezza a riposo $r_0 = 0.1$ m. Il sistema giace su un piano orizzontale. Calcolare: a) il valore massimo di ω per cui il moto si svolge come descritto, b) l'energia meccanica del sistema per $\omega = 2.4$ rad/s.



- 4.18 Un pallone viene lanciato verso il basso da un'altezza $h = 4$ m con velocità v_0 . Rimbalzando sul suolo il pallone perde due terzi della propria energia cinetica. Calcolare il valore minimo di v_0 per cui il pallone raggiunge nuovamente l'altezza h .
- 4.19 Un punto materiale di massa $m = 2$ kg viene spinto da una forza orizzontale costante e sale con velocità costante

lungo un piano inclinato liscio; in un tempo $t = 8$ s la variazione di quota è $\Delta z = 5$ m. Calcolare: a) il lavoro della forza; b) la potenza sviluppata in corrispondenza.

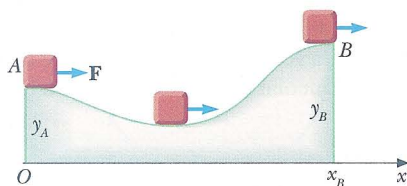
- 4.20** Si determini il valore della velocità v_H di un corpo di massa $m = 0.5$ kg quando raggiunge la fine del percorso riportato in figura. Si trascurino gli attriti. Se l'altezza della "cima" E viene aumentata, qual è il minimo valore h_E per il quale il corpo non arriva in H ?



- 4.21** Un punto materiale si muove sul piano (x, y) dall'origine di coordinate $(0, 0)$ al punto $P(2, -1)$ soggetto all'azione di una forza $\mathbf{F} = 5\mathbf{u}_x + 7\mathbf{u}_y$ N. Calcolare: a) il lavoro compiuto dalla forza nello spostamento. Determinare: b) qualora l'energia potenziale di questa forza fosse $E_p = -5x - 7y$ J, se tale espressione sarebbe coerente con la risposta data alla prima domanda.

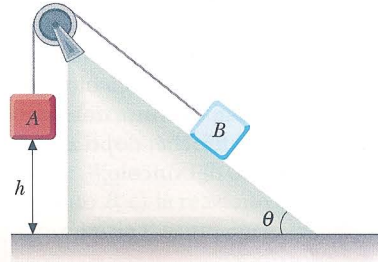
- 4.22** In un cantiere viene utilizzata una gru per portare, a velocità costante, un carico di massa $m = 300$ kg dal suolo ad una altezza $h = 25$ m. La forza resistente dovuta all'aria è $F_a = Av^2$, con $A = 2 \cdot 10^2$ kg/m. Se tale operazione deve essere compiuta in mezzo minuto, calcolare: a) la velocità di sollevamento, b) la potenza necessaria del motore.

- 4.23** Un punto materiale di massa $m = 5$ kg si muove lungo la guida liscia indicata in figura; nella posizione A, di ascissa $x_A = 0$, l'altezza rispetto al suolo è $y_A = 0.5$ m, nella posizione B, di ascissa $x_B = 2$ m, l'altezza $y_B = 0.8$ m. Al corpo è applicata la forza costante orizzontale $F = 20$ N. Calcolare: a) il lavoro delle forze agenti nello spostamento da A a B, b) quanto vale la velocità finale se la velocità iniziale è nulla.



- 4.24** Due masse eguali, collegate da un filo, sono disposte come in figura. L'angolo θ vale 30° , l'altezza h vale 1 m, il coefficiente di attrito massa-piano è $\mu = 0.4$. Al tempo $t = 0$ il si-

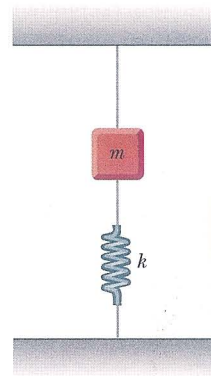
stema viene lasciato libero di muoversi e si osserva che la massa sospesa scende. Calcolare la distanza totale d percorsa in salita dalla massa che si trova sul piano inclinato.



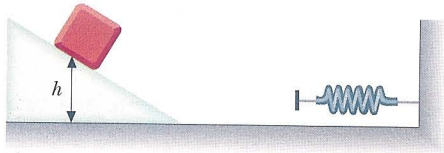
- 4.25** Una molla disposta orizzontalmente con una estremità fissa è colpita all'altra estremità da un blocco di massa $m = 0.5$ kg. La costante elastica della molla è $k = 40$ N/m e la massa della molla è trascurabile. Il blocco comprime la molla di un tratto $x = 30$ cm. Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico tra il blocco e la superficie è $\mu_d = 0.2$, calcolare: a) la velocità del blocco nell'istante in cui inizia a comprimere la molla. Per iniziare a mettere in moto il blocco era stato necessario applicare una forza trainante F , che formava un angolo $\theta = 50^\circ$ con l'orizzontale (verso l'alto). Calcolare: b) il valore minimo $F_{\min}$ della forza necessario per mettere in moto il corpo se il coefficiente di attrito statico è $\mu_s = 0.3$.

- 4.26** Un oggetto di massa $m = 200$ g viene appoggiato su un piatto metallico di massa $M = 800$ g, sostenuto da una molla di massa trascurabile, di costante elastica k . A causa del peso dell'oggetto e del piatto, la molla è compressa di una lunghezza $x_0 = 2$ cm. Si comprime ulteriormente la molla di una lunghezza x_1 , lasciandola successivamente libera. Calcolare il massimo valore di x_1 affinché l'oggetto rimanga aderente al piatto.

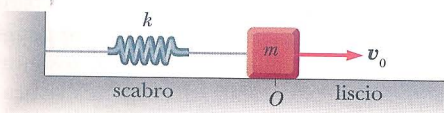
- 4.27** Un punto materiale di massa m è sospeso tramite un filo verticale ed è collegato al suolo da una molla, di costante elastica $k = 70$ N/m, che è in condizioni di riposo; la tensione del filo è $T = 4.9$ N. Si taglia il filo; calcolare: a) la massima distanza percorsa dal punto, b) la posizione in cui la velocità del punto è massima, c) il valore massimo della velocità.



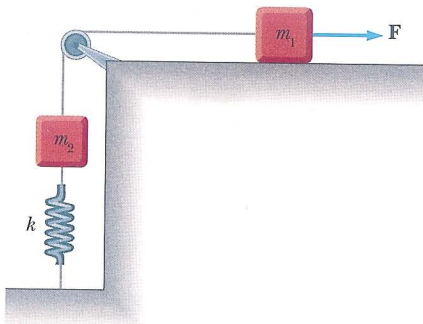
- 4.28 Un punto materiale di massa $m = 0.02$ kg scende lungo un piano inclinato liscio. Alla fine del piano inclinato scorre su un tratto orizzontale scabro ($\mu = 0.1$) andando ad urtare una molla, di massa trascurabile, fissata ad un vincolo verticale. La molla ha una lunghezza a riposo $l_0 = 10$ cm e una costante elastica $k = 2$ N/m. La distanza tra la fine del piano inclinato e il vincolo è $d = 40$ cm. Se il punto all'istante iniziale è fermo, determinare l'altezza h da cui deve scendere affinché, dopo aver urtato la molla, possa toccare la parete del vincolo.



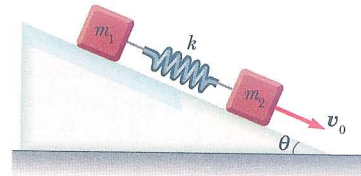
- 4.29 Un corpo di massa $m = 0.5$ kg è agganciato ad un supporto fisso da una molla di costante elastica $k = 2$ N/m; il sistema è in quiete sopra un piano orizzontale, che è liscio a destra di O . Viene comunicata al corpo una velocità $v_0 = 0.16$ m/s nel verso indicato. Calcolare: a) di quanto è allungata la molla nell'istante in cui il corpo si ferma. Il corpo ripassa per O con velocità $-v_0$ e si ferma dopo aver percorso oltre O la distanza $x' = 0.05$ m; a sinistra di O il piano è scabro. Calcolare: b) il valore del coefficiente di attrito dinamico μ .



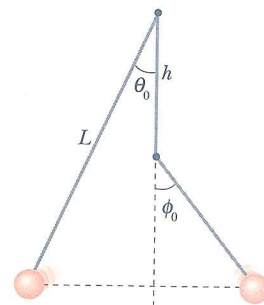
- 4.30 Il sistema in figura è in quiete sotto l'azione della forza $F = 16.5$ N; $m_1 = 2.4$ kg, $m_2 = 1.5$ kg, $k = 22.5$ N/m; la molla è estesa di una quantità x ; non ci sono attriti. Calcolare: a) il valore di x . Si sgancia la molla ed il sistema entra in movimento. Calcolare: b) il valore F_1 della risultante delle forze agenti su m_1 durante il moto. Si osserva che dopo un tempo t dall'inizio del moto il corpo m_1 è avanzato di $h = 0.6$ m. Calcolare: c) nell'intervallo di tempo da zero a t il lavoro W svolto dalla forza F , d) la variazione di energia potenziale ΔE_{p2} della massa m_2 , e) il valore di t , f) all'istante t l'energia cinetica totale E_k del sistema. g) Confrontare i valori trovati per W , ΔE_{p2} , E_k , valutando il risultato.



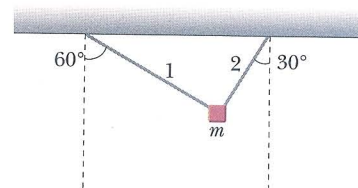
- 4.31 Due blocchi di massa $m_1 = 5$ kg e $m_2 = 2$ kg, collegati tra loro da una molla di costante elastica $k = 10$ N/m, sono appoggiati su un piano inclinato ($\theta = 10^\circ$). Il piano è scabro nella parte superiore, dove si trova m_1 , con coefficiente di attrito statico $\mu_s = 0.3$, ed è liscio nella parte inferiore dove si trova m_2 . Nell'istante iniziale m_1 è in quiete, m_2 ha la velocità $v_0 = 0.5$ m/s, la molla ha la sua lunghezza di riposo. Calcolare in tale istante: a) l'accelerazione di m_2 , b) la forza di attrito agente su m_1 . In un certo istante successivo m_1 entra in moto; calcolare in tale istante: c) l'allungamento della molla, d) la velocità di m_2 .



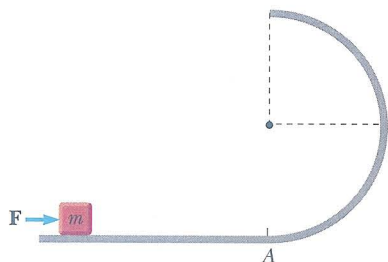
- 4.32 Un pendolo semplice, massa m e lunghezza l , oscilla in un piano verticale, con ampiezza $\theta_0 = \pi/2$. Calcolare, in funzione dell'angolo θ : a) la velocità di m , b) il modulo dell'accelerazione di m , c) il modulo della reazione vincolare nel punto di sospensione.
- 4.33 Un pendolo semplice di lunghezza L viene abbandonato con velocità nulla dall'angolo θ_0 rispetto alla verticale. Quando passa per la posizione di equilibrio statico ($\theta = 0$), il filo urta un piolo distante h dal punto di sospensione. Dimostrare: a) che la massa raggiunge la stessa altezza che avrebbe raggiunto in assenza del piolo, calcolare b) l'angolo ϕ_0 .



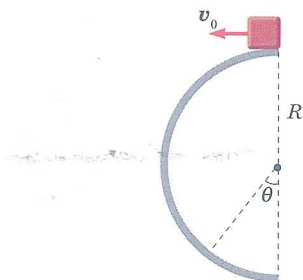
- 4.34 Un corpo di massa $m = 5$ kg è in quiete sostenuto da due fili come in figura. Calcolare: a) le tensioni dei due fili. Si taglia il filo 2 ed il corpo inizia ad oscillare con velocità iniziale nulla; la velocità massima durante le oscillazioni è $v = 2.7$ m/s. Calcolare: b) la lunghezza del filo 1.



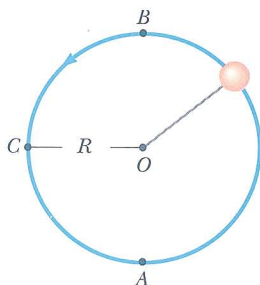
- 4.35 Ad un blocco di massa $m = 0.5$ kg in quiete viene applicata la forza $F = 470$ N durante l'intervallo di tempo $t = 10^{-2}$ s. A seguito di ciò il blocco scivola lungo un piano orizzontale liscio e ad un certo istante entra in un punto A in una guida circolare liscia di raggio $R = 1.6$ m. Calcolare la reazione della guida nell'istante in cui il blocco passa nella posizione individuata dall'angolo $\theta = 120^\circ$.



- 4.36 Un blocco di massa $m = 0.3$ kg si trova alla sommità di una guida circolare di raggio $R = 2.2$ m. Nell'istante $t = 0$ il blocco ha la velocità $v_0 = 5.8$ m/s e comincia a scendere lungo la guida, cui è vincolato. Nella prima metà la guida oppone al moto una forza tangenziale di attrito con modulo costante $F = 3.1$ N, nella seconda metà la guida è liscia. Calcolare la reazione della guida nell'istante in cui il blocco passa nella posizione individuata dall'angolo $\theta = 30^\circ$.



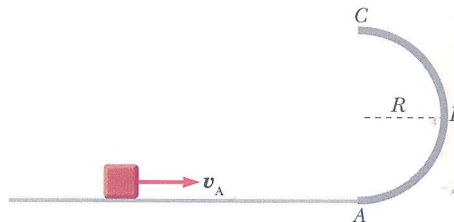
- 4.37 Un punto materiale di massa $m = 2$ kg, collegato al punto O da un filo, descrive una circonferenza di raggio R posta in un piano verticale. Si sa che nel punto A la tensione del filo vale $T_A = 137.2$ N e che nel punto B la velocità vale $v_B = 4.73$ m/s. Calcolare: a) il valore di R , b) la tensione del filo in C.



- 4.38 Un corpo di massa $m = 0.67$ kg, in quiete nel punto O, viene messo in moto tramite l'applicazione di una percossa per un tempo $\Delta t = 10^{-2}$ s e acquista una velocità $v_0 = 3.5$ m/s. Calcolare: a) il valor medio della forza applicata durante la percossa. Il corpo scivola lungo una guida rettilinea orizzontale liscia fino al punto A e successivamente lungo una guida scabra, posta in un piano verticale, avente la forma di un quarto di circonferenza di raggio $R = 0.3$ m. Il lavoro della forza di attrito lungo il percorso AB vale $W_{\text{att}} = 1.56$ J. Calcolare: b) la velocità del punto nel punto B, c) la reazione normale della guida nel punto A, dove inizia il tratto curvo verticale.



- 4.39 Un corpo di massa $m = 200$ kg entra con velocità $v_A = 20$ m/s in una guida verticale circolare liscia di raggio $R = 5$ m. Calcolare: a) la velocità nei punti B e C, b) la reazione della guida nei punti A, B e C, c) il valore minimo di v_A affinché il corpo arrivi nel punto C mantenendo il contatto con la guida.



- 4.40 Un corpo di massa $m = 50$ g si muove di moto rettilineo lungo l'asse x , soggetto ad una forza F . La velocità del corpo è funzione della posizione $v = Ax^{1/2}$, con $A = 5$ m^{1/2}/s. Calcolare: a) la potenza $\mathcal{P}$ fornita al corpo dalla forza nella posizione $x = 2$ m, b) l'impulso J della forza nel percorso da $x = 1$ m a $x = 2$ m.

- 4.41 Un punto materiale di massa m viene lanciato con velocità v_0 lungo il verso positivo dell'asse orizzontale x ; per $x \geq R$, dove R è la coordinata di un punto P sull'asse x , agisce la forza $F = -mk/x^2$. Calcolare dove si ferma la massa m .

- 4.42 Una sferetta viene lasciata cadere, con velocità iniziale nulla, in un fluido viscoso e si osserva che dopo un certo tempo cade con velocità costante $v_0 = 0.5$ m/s. La stessa sferetta viene poi lanciata orizzontalmente con velocità iniziale v_0 ; il fluido è lo stesso per il moto orizzontale. Calcolare: a) a quale distanza dal punto di partenza la sferetta si ferma, b) il lavoro compiuto dalla forza viscosa, se la massa della sferetta è $m = 8 \cdot 10^{-3}$ kg.