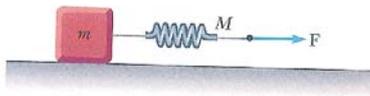


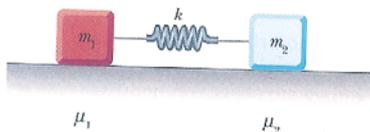
## PROBLEMI

- 3.1 Un oggetto di massa  $m = 0.5$  kg si muove lungo una traiettoria orizzontale. La sua velocità diminuisce in funzione del tempo, per effetto di una forza d'attrito radente, secondo la legge  $v = 25 - 1.47t$  m/s. Calcolare: a) il valore della forza d'attrito, b) il coefficiente d'attrito dinamico  $\mu_d$ .
- 3.2 Un punto materiale si muove lungo il verso positivo di un asse orizzontale; all'istante  $t = 0$  passa per l'origine ( $x = 0$ ) con velocità  $v$ . Da quell'istante in poi il moto è uniformemente decelerato ed il punto si ferma nella posizione di coordinata  $x = 29.6$  m, all'istante  $t = 11$  s. Calcolare: a) il valore della velocità  $v$ ; b) nell'ipotesi che la decelerazione sia dovuta ad una forza costante di attrito radente dinamico, il valore del coefficiente  $\mu_d$ .
- 3.3 Un corpo di massa  $m = 0.4$  kg si muove di moto rettilineo

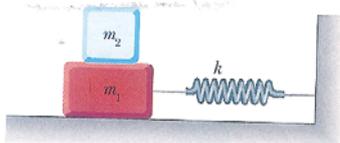
- 3.5 Un punto materiale di massa  $m = 0.4$  kg si muove sotto l'azione di una forza  $F = 8$  N. La molla ha massa  $M = 0.1$  kg e costante elastica  $k = 200$  N/m. Calcolare la deformazione  $x$  della molla.



- 3.6 Due punti materiali, di masse  $m_1 = 1.5$  kg e  $m_2 = 1.8$  kg, sono collegati tra loro da una molla, di costante elastica  $k = 50$  N/m; la molla è a riposo. Supponendo che il coefficiente di attrito statico tra  $m_1$  e il piano di appoggio sia  $\mu_1 = 0.4$  e che l'analogo coefficiente per  $m_2$  sia  $\mu_2 = 0.3$ , calcolare di quanto si può allungare la molla mantenendo il sistema sempre in condizioni di equilibrio statico.



- 3.7 Un corpo di massa  $m_1 = 3$  kg è attaccato ad una molla di costante elastica  $k = 25$  N/m. Sopra  $m_1$  è poggiato un secondo corpo di massa  $m_2 = 1$  kg; il coefficiente di attrito statico tra i due è  $\mu_s = 0.4$ . Calcolare la massima elongazione rispetto alla posizione di riposo che può avere il sistema se non si vuole che  $m_2$  si muova rispetto a  $m_1$ .



- 3.8 Un punto materiale di massa  $m = 1.4$  kg descrive un moto armonico lungo un asse  $x$  orizzontale, con centro nell'origine ed estremi nei punti  $P$  di coordinata  $x_p = 0.25$  m e  $Q$  di coordinata  $x_Q = -0.25$  m. Il periodo del moto è  $T = 0.7$  s; nell'istante  $t = 0$  il punto passa per l'origine con velocità positiva. Calcolare: a) la velocità del punto nell'istante  $t = 0.4$  s, b) la costante elastica della molla, c) cosa cambierebbe nella soluzione se nell'istante  $t = 0$  il punto passasse per l'origine con velocità negativa.

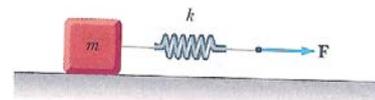
- 3.9 Ad una massa  $m = 3$  kg, posta su un piano orizzontale, è collegata una molla di costante elastica  $k = 640$  N/m, all'estremo della quale agisce parallelamente al piano una forza  $F = 16$  N; il sistema è in quiete. Calcolare: a) l'allungamento della molla, b) quale affermazione quantitativa si può fare sul coefficiente di attrito statico tra corpo e piano? Se invece il corpo si muove e  $\mu_d = 0.5$ , calcolare: c) l'accelerazione, d) l'allungamento della molla.

orizzontale. All'istante  $t = 0$ , quando il corpo ha la velocità  $v_0 = 3.6$  m/s, inizia ad agire sul corpo una forza  $F$  costante, di modulo  $F = 3.8$  N, ad angolo costante  $\theta$  rispetto alla traiettoria. A seguito dell'azione della forza si osserva che la velocità del corpo aumenta; in particolare essa vale  $v = 14.8$  m/s dopo un percorso  $d = 20$  m dall'istante  $t = 0$ . Calcolare: a) il valore dell'angolo  $\theta$ , b) il tempo impiegato dal corpo per percorrere la distanza  $d$ .

- 3.4 Un contadino trascina, parallelamente al suolo, un tronco di massa  $m = 100$  kg, attaccato alla parte posteriore del suo trattore, che si muove alla velocità costante di 8 km/h. La forza esercitata dal trattore sul tronco è  $F = 350$  N. Calcolare: a) la risultante delle forze agenti sul tronco  $F_{tot}$ , b) il coefficiente d'attrito tra il tronco ed il terreno, c) l'angolo formato con la direzione orizzontale dalla risultante della reazione vincolare ed il suo modulo.

Problemi

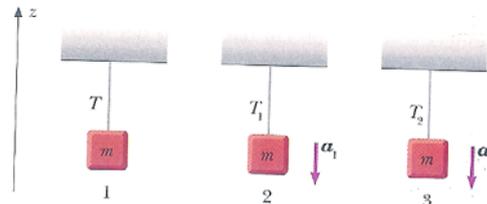
81



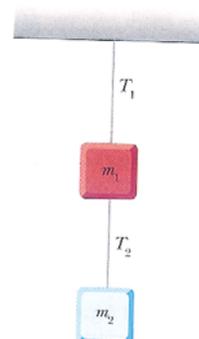
- 3.10 Un corpo di massa  $m = 0.7$  kg è appeso tramite un filo ad una piattaforma che sale con accelerazione  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>. Calcolare: a) la tensione del filo, b) se il filo si rompe quando la tensione supera il valore di 10 N, la massima accelerazione tollerata.

- 3.11 Una molla è sospesa verticalmente ad un supporto; all'altro estremo è attaccato un corpo di massa  $m$ . Sia  $k$  la costante elastica e  $x_0$  la lunghezza a riposo. Se il supporto accelera verticalmente con accelerazione  $a$ , calcolare: la variazione di lunghezza della molla (che non oscilla), a) nel caso in cui  $a$  è diretta verso l'alto (modulo qualsiasi) e b) nel caso in cui  $a$  è diretta verso il basso (con modulo minore, eguale o maggiore di  $g$ ).

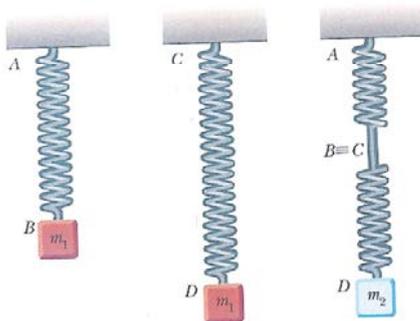
- 3.12 Un corpo di massa  $m$  è appeso ad un supporto tramite un filo che, in condizioni di quiete, è teso con tensione  $T = 31$  N. Si supponga che il sistema supporto, filo teso, corpo si muova con moto verticale uniformemente accelerato: in una prima situazione si verifica che il filo assume una tensione  $T_1 = 40$  N ed in una seconda situazione si verifica che il filo assume una tensione  $T_2 = 26$  N. Calcolare a) la massa  $m$  del corpo, b) l'accelerazione  $a_1$  (modulo e verso) nella prima situazione, c) l'accelerazione  $a_2$  (modulo e verso) nella seconda situazione e discutere le caratteristiche del moto.



- 3.13 Due masse  $m_1$  e  $m_2$  sono appese come in figura. a) Calcolare: a) i valori delle tensioni  $T_1$  e  $T_2$ . Si taglia il filo 1. Determinare: b) se durante la caduta il filo è teso.



- 3.14 Un corpo di massa  $m = 10$  kg è posto nel centro del ripiano di un tavolo quadrato a quattro gambe, di massa  $M = 20$  kg, a sua volta poggiato su un pavimento orizzontale. Calcolare le forze applicate al corpo, al tavolo e al pavimento.
- 3.15 Una molla ideale  $AB$ , fissata per l'estremo  $A$  al soffitto, si allunga di  $x_{AB} = 0.067$  m quando all'estremo  $B$  viene appesa una massa  $m_1 = 1.25$  kg. La stessa massa provoca l'allungamento  $x_{CD} = 0.19$  m di una seconda molla ideale  $CD$ , fissata al soffitto per l'estremo  $C$ . Si congiungono le due molle; l'estremo  $A$  della prima è fissato al soffitto, mentre l'estremo  $C$  della seconda è agganciato all'estremo  $B$  della prima. All'estremo libero  $D$  viene agganciata una massa  $m_2 = 0.45$  kg. Calcolare l'allungamento totale del sistema.



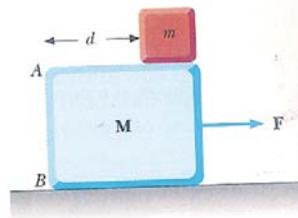
- 3.16 Una moneta di massa  $m = 10$  g è ferma su un disco che ruota attorno ad un asse verticale passante per il suo centro con una velocità angolare costante,  $\omega = 2$  rad/s. La moneta si trova a 50 cm dal centro del disco. Il coefficiente d'attrito statico è  $\mu_s = 0.5$ . Calcolare: a) la forza d'attrito agente sulla moneta  $F_a$ , b) il valore massimo di  $\omega$  per cui la moneta resta ferma.
- 3.17 Due punti materiali, di masse  $m_1 = 8.4$  kg e  $m_2 = 10$  kg, sono collegati come in figura, con  $d_1 = 0.21$  m e  $d_2 = 0.16$  m. Il sistema, che sta in un piano orizzontale, ruota con velocità angolare costante  $\omega = 3$  rad/s attorno al punto  $O$ . Calcolare le tensioni dei fili.



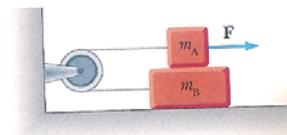
- 3.18 Un punto materiale si muove lungo una circonferenza di raggio  $R = 40$  cm posta in un piano orizzontale. All'istante  $t = 0$  il punto possiede la velocità  $v_0 = 2$  m/s; si osserva che dopo aver compiuto un giro la velocità vale  $v_1 = 0.3$  m/s, la diminuzione essendo dovuta a una forza di attrito costante. Calcolare: a) l'accelerazione centripeta del punto dopo mezzo giro, b) il tempo che impiega il punto a fare il giro.
- 3.19 Un sasso di massa  $m = 1$  kg, attaccato a una bacchetta di massa trascurabile, viene fatto ruotare a velocità  $v$  costante

lungo una circonferenza, posta in un piano verticale, di raggio  $R = 1.2$  m. Nel punto più alto della circonferenza la tensione della bacchetta è nulla. Calcolare: a) la velocità del sasso, b) il valore della tensione nel punto più basso della circonferenza.

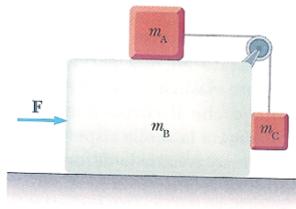
- 3.20 Un sasso di massa  $m = 1.5$  kg è appeso al capo di una fune, inestensibile e di massa trascurabile, di lunghezza  $d = 0.8$  m. L'altro capo della fune è fissato al soffitto di una stanza. Viene impressa al sasso una velocità  $v$ , mettendolo in rotazione in un piano orizzontale attorno alla verticale, passante per il punto di attacco della fune. Il moto del sasso compie un moto circolare uniforme, con la fune che forma un angolo  $\theta = 20^\circ$  rispetto alla verticale. Calcolare: a) il valore di  $v$ , b) la tensione della fune. Se il carico di rottura della fune è  $T_F = 30$  N, calcolare: c) la massima massa ammissibile per il sasso nelle stesse condizioni di moto.
- 3.21 Sopra un piano orizzontale è poggiato un cubo di massa  $M = 50$  kg che può scorrere senza attrito sul piano. Sopra il cubo è poggiato un altro cubetto di massa  $m = 10$  kg a distanza  $d = 50$  cm dalla faccia  $AB$  del cubo più grande. All'istante iniziale, quando tutto è fermo, al cubo è applicata una forza  $F = 100$  N, orizzontale; dopo  $t = 2$  s il cubetto cade. Calcolare il coefficiente di attrito tra i due cubi.



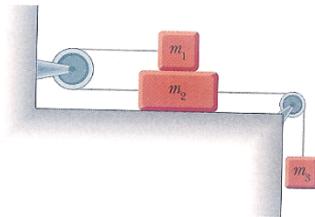
- 3.22 Si consideri il sistema rappresentato in figura. I fili sono di massa trascurabile ed inestensibili, la massa della carrucola è trascurabile. Le masse hanno i valori  $m_A = 150$  g,  $m_B = 210$  g. Il piano su cui appoggia  $m_B$  è liscio, mentre il coefficiente d'attrito dinamico tra  $m_A$  e  $m_B$  è  $\mu_d = 0.4$ . Al corpo  $m_A$  viene applicata la forza orizzontale  $F = 2$  N. Calcolare: a) il modulo  $a$  dell'accelerazione, b) la tensione del filo  $T$ .



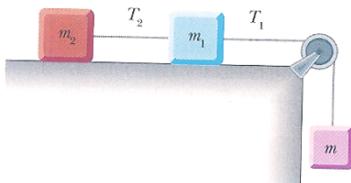
- 3.23 Nel sistema rappresentato in figura, gli attriti sono trascurabili, il filo inestensibile e di massa trascurabile; la massa della carrucola è trascurabile;  $m_A = 200$  g,  $m_B = 300$  g,  $m_C = 100$  g. Calcolare il valore di  $F$  affinché la massa  $m_A$  rimanga in quiete rispetto a  $m_B$ .



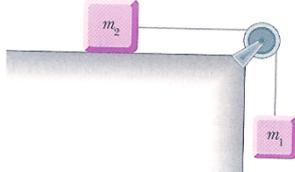
- 3.24 Una massa  $m_1 = 1$  kg è posta sopra una massa  $m_2 = 2.5$  kg. Le due masse sono collegate da una fune inestensibile e priva di massa. Una terza massa  $m_3 = 5$  kg è collegata a  $m_2$ , come indicato in figura. Il coefficiente d'attrito dinamico vale  $\mu_d = 0.3$  per tutte le superfici a contatto. Calcolare: a) il valore del modulo dell'accelerazione  $a$  delle tre masse, b) la tensione  $T_1$  della fune che collega  $m_1$  e  $m_2$ , c) la tensione  $T_2$  della fune che collega  $m_2$  e  $m_3$ .



- 3.25 Nel sistema in figura tra  $m_1$  e il tavolo c'è il coefficiente di attrito  $\mu_1$ , tra  $m_2$  e il tavolo  $\mu_2$ . Determinare: a) che relazione deve esistere tra  $m$ ,  $m_1$ ,  $m_2$  affinché il moto sia uniforme, b) se tale relazione è soddisfatta e  $m_1 = 8$  kg,  $m_2 = 6$  kg,  $\mu_1 = 0.3$ ,  $\mu_2 = 0.5$ , i valori delle tensioni  $T_1$  e  $T_2$ . c) Ad un certo istante  $m$  si stacca: il filo tra  $m_1$  e  $m_2$  resta teso?

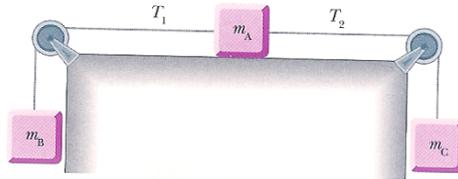


- 3.26 Due masse  $m_1$  e  $m_2$  sono disposte come in figura; tra  $m_2$  e il piano c'è un coefficiente di attrito  $\mu$ . Calcolare: a) l'accelerazione delle due masse, b) la tensione del filo. c) C'è movimento in ogni caso?

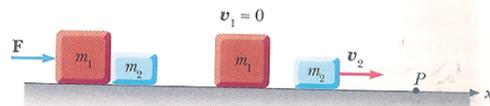


- 3.27 Un corpo di massa  $m_A = 2$  kg è posto su un piano orizzontale liscio. Esso è collegato tramite due fili a due corpi di

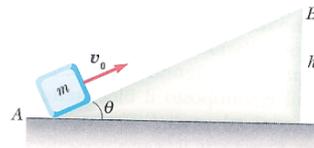
massa  $m_B = 4$  kg e  $m_C = 1$  kg. Inizialmente il sistema è mantenuto in quiete. Calcolare: a) l'accelerazione del sistema, b) la tensione dei due fili.



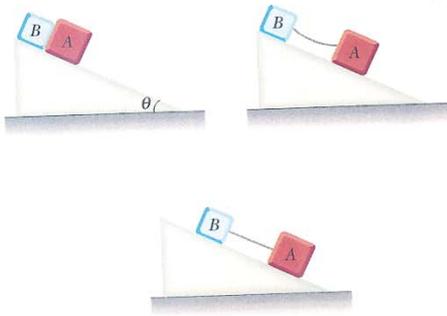
- 3.28 Due blocchetti, di masse  $m_1 = 0.9$  kg e  $m_2 = 1.4$  kg, a contatto tra loro, sono in quiete su un asse orizzontale; all'istante  $t = 0$  inizia ad agire sul blocchetto  $m_1$  la forza costante  $F = 5$  N, parallelamente all'asse di appoggio. Calcolare: a) la forza che agisce sul blocchetto  $m_2$  durante il moto. Ad un certo istante  $t_1$  viene fermato il blocchetto  $m_1$  e il blocchetto  $m_2$  procede libero. Dopo aver percorso un tratto liscio entra in una zona dell'asse  $x$  dove incontra attrito con coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d$  (dal punto  $P$  in poi). Si osserva che il blocchetto percorre oltre  $P$  la distanza  $x = 15$  m impiegando un tempo  $t_2 = 3$  s. Calcolare: b) la velocità del blocchetto in  $P$ , c) il coefficiente di attrito dinamico, d) il valore di  $t_1$ .



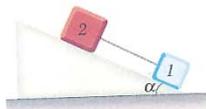
- 3.29 Un punto materiale di massa  $m$  viene lanciato dalla posizione  $A$  con velocità iniziale  $v_0 = 4.2$  m/s lungo un piano inclinato con angolo  $\theta = 30^\circ$ ;  $h$  vale 0.4 m, il coefficiente di attrito dinamico è  $\mu = 0.2$ . Calcolare: a) quanto tempo impiega il punto per arrivare nella posizione  $B$ , b) quanto dovrebbe valere  $\mu$  per far sì che il punto arrivasse in  $B$  con velocità nulla.



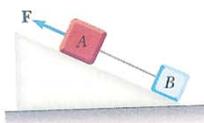
- 3.30 Due masse eguali ( $m = 1$  kg) sono posate sopra un piano inclinato ( $\theta = 30^\circ$ ); i coefficienti di attrito con il piano sono diversi,  $\mu_A$  e  $\mu_B$ ; le masse sono collegate da un filo lungo  $d = 10$  cm. All'istante  $t = 0$   $A$  viene lasciata scivolare lungo il piano; all'istante  $t_1 = 0.56$  s il filo si tende e anche  $B$  inizia a scivolare. Si osserva che ora  $A$  e  $B$  si muovono con velocità costante. Calcolare: a) la tensione del filo, b) i valori dei coefficienti di attrito.



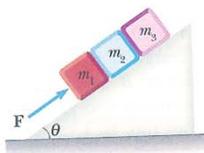
- 3.31 Due corpi di masse  $m_1 = 0.48$  kg e  $m_2 = 0.76$  kg, collegati da un filo, scendono lungo un piano inclinato ( $\alpha = 16^\circ$ ). Tra  $m_1$  e il piano non c'è attrito mentre tra  $m_2$  e il piano c'è attrito. Calcolare che valore deve avere il coefficiente di attrito  $\mu$  affinché il moto sia uniforme.



- 3.32 Due masse  $m_A = 3$  kg e  $m_B = 2$  kg collegate da un filo possono scorrere su un piano inclinato liscio. Ad A applicata una forza variabile, diretta come in figura, di modulo  $F = 2t$  N (con  $t$  espresso in secondi). Sapendo che il filo sopporta una tensione massima di 40 N, determinare l'istante di rottura del filo.



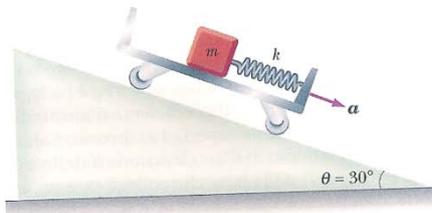
- 3.33 Tre blocchetti di masse  $m_1 = 2$  kg,  $m_2 = 3.5$  kg,  $m_3 = 4.1$  kg scendono lungo un piano inclinato liscio, con angolo  $\theta = 40^\circ$ , sotto l'azione della forza peso e della forza  $F$  costante indicata in figura. Si sa che la forza tangente al piano a cui è sottoposto il blocchetto  $m_2$  è  $F_2 = 8.4$  N. Calcolare: a) il valore di  $F$ . Si supponga ora che non ci sia la forza  $F$ , ma che il piano presenti attrito, con coefficienti  $\mu_1, \mu_2 = 0.84, \mu_3 = 0.80$  rispettivamente per il blocchetto  $m_1, m_2, m_3$ , e che il moto sia uniforme. Calcolare: b) il valore di  $\mu_1$ .



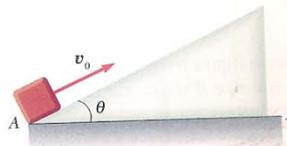
spento e il motoscafo procede in folle. Per effetto della forza viscosa  $F = -bv$ , con  $b = 8$  Ns/m, il motoscafo rallenta. Calcolare l'istante  $t_1$  al quale il motoscafo raggiunge una velocità  $v_1 = v_0/100$ .

- 3.39 Due cavalli si muovono lungo le sponde opposte di un canale trascinando una barca da carico di massa  $m = 500$  kg, mediante due funi, ciascuna di lunghezza  $L = d$ , con  $d$  larghezza del canale. La barca si muove al centro del canale con velocità costante  $v_0 = 5$  km/h. Il carico di rottura di ciascuna fune è  $T_R = 3 \cdot 10^4$  N. La resistenza dell'acqua è  $R = -Av^3$ , con  $A = 2 \cdot 10^3$  kgs/m<sup>2</sup>. Calcolare: a) il modulo della tensione di ciascuna fune, b) il valore massimo della velocità di traino  $v_{\max}$  affinché non si abbia la rottura delle funi.
- 3.40 Un corpo in quiete di massa  $m = 100$  g è sottoposto per 5 s ad una forza unidirezionale variabile con il tempo secondo la legge  $F = 5 \cdot 10^{-2} t^3$  N. Calcolare la velocità del corpo al tempo  $t = 5$  s.
- 3.41 Un giocatore di baseball blocca con il guanto una palla lanciata dal battitore, di massa  $m = 200$  g, che si muove lungo una traiettoria orizzontale (asse  $x$ ) con velocità  $v = 10$  m/s. La palla si blocca nel tempo di 0.02 s. Calcolare: a) il valore della forza media sulla mano del giocatore. Ipotizzando che durante tale processo il giocatore eserciti una forza sulla palla funzione lineare del tempo, calcolare: b) lo spostamento della mano del giocatore per effetto del rinculo, c) il valore finale della forza esercitata dalla palla sulla mano del giocatore.

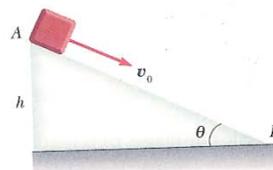
- 3.34 Un carrello scende lungo un piano inclinato con accelerazione costante  $a$ . Sul carrello si trova un corpo di massa  $m = 0.38$  kg, fissato ad una parete del carrello da una molla di costante elastica  $k = 5.5$  N/m. Si assuma che non ci siano attriti e che il corpo non oscilli. Calcolare: di quanto è deformata la molla rispetto alla posizione di riposo e in che verso avviene la deformazione a) se  $a = a_1 = 6$  m/s<sup>2</sup> oppure b) se  $a = a_2 = 3$  m/s<sup>2</sup>.



- 3.35 Un corpo sale lungo un piano inclinato ( $\theta = 36^\circ$ ) scabro ( $\mu_s = 0.35, \mu_d = 0.25$ ), partendo dalla base con velocità  $v_0 = 10$  m/s e diretta parallelamente al piano inclinato. Calcolare: a) dove e quando si ferma. Se torna indietro, calcolare: b) quanto tempo impiega per raggiungere la posizione iniziale.

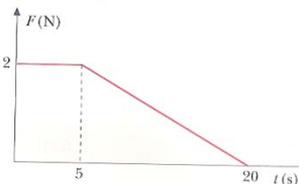


- 3.36 Un corpo si trova all'estremo superiore A ( $h = 0.5$  m) di un piano inclinato ( $\theta = 18^\circ$ ) scabro ( $\mu_d = 0.35$ ). Calcolare il valore della velocità iniziale  $v_0$ , diretta parallelamente al piano inclinato verso il basso, tale che il corpo arrivi all'estremo inferiore B con velocità nulla.



- 3.37 Uno sciatore inizia un tratto di salita di inclinazione costante  $\theta = 30^\circ$  con velocità  $v_0 = 36$  km/h. Percorsi 9.5 m si arresta e inizia a rincarare lungo il pendio con accelerazione costante. Calcolare: a) il coefficiente di attrito dinamico sci-neve lungo il pendio, b) la velocità con cui lo sciatore torna nel punto di inizio della salita.
- 3.38 Un motoscafo, di massa  $m = 250$  kg, si muove ad una velocità costante  $v_0 = 20$  m/s. Al tempo  $t_0 = 0$  il motore viene

- 3.42 Un corpo di massa  $m = 2$  kg è soggetto all'azione di una forza costante  $F = 2$  N, nell'intervallo di tempo da  $t = 0$  a  $t_1 = 5$  s. Successivamente la forza decresce linearmente nel tempo (si veda la figura), annullandosi al tempo  $t_2 = 20$  s. Calcolare le velocità del corpo agli istanti  $t_1$  e  $t_2$ , assumendo che al tempo  $t = 0$  la velocità sia nulla.



- 3.43 Una cassa di massa  $m = 15$  kg si muove su un piano orizzontale scabro, con coefficiente d'attrito dinamico  $\mu_d = 0.3$ . All'istante  $t = 0$ , quando la cassa ha una velocità  $v_0 = 7$  m/s, viene applicata sulla superficie superiore della cassa una forza  $F = At$ , con  $A = 200$  N/s, che spinge sulla superficie formando un angolo  $\phi = 75^\circ$  rispetto alla direzione orizzontale (si veda la figura). Calcolare: a) il tempo  $t_1$  al quale la cassa si ferma, b) lo spazio  $x_1$  percorso prima di fermarsi.

