

**Problemi Risolti**

1. Sul cruscotto piatto della mia auto è appoggiato un libro di 1.5 kg il cui coefficiente di attrito statico con il piano d'appoggio è  $\mu = 0.3$ . La massima velocità secondo la quale posso affrontare una curva con raggio di curvatura  $R = 50$  m senza che il libro si sposti è di circa

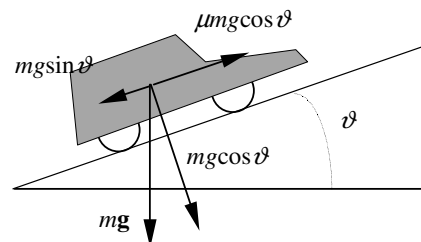
- (A) 9.8 m/s      (B) 12 m/s      (C) 15 m/s      (D) 21 m/s      (E) 26 m/s

**Soluzione.** La forza d'attrito massima  $\mu mg$  deve essere uguagliata a quella centripeta,  $mv^2/R$

$$\mu g = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\mu g R} \cong 12 \text{ m/s} . \text{ Si noti che la massa del libro non serve.}$$

2. Se il coefficiente di attrito per una Autobianchi Y10-4WD (quattro ruote motrici) è  $\mu = 0.8$ , la massima accelerazione che può avere quando sale lungo un rettilineo con una pendenza del 11.9% è di circa

- (A) 3.71 m/s<sup>2</sup>      (B) 6.62 m/s<sup>2</sup>      (C) 8.95 m/s<sup>2</sup>  
 (D) 9.80 m/s<sup>2</sup>      (E) 9.98 m/s<sup>2</sup>



**Soluzione.** Occorre trovare l'angolo di inclinazione fatto con l'orizzontale e fare il bilancio delle forze lungo il piano agenti sull'auto: componente della forza peso e spinta dell'auto, da uguagliare alla componente d'attrito in senso opposto al moto. Tale risultante è uguale al prodotto forza per accelerazione. Si inizia calcolando l'angolo  $\vartheta = \sin^{-1}(\text{pendenza}) = 6.840^\circ = 6^\circ 50'$ . La pendenza è definita a volte come il rapporto percentuale tra dislivello e distanza lungo la strada - pari a  $\sin \vartheta$ , altre volte come rapporto tra dislivello e distanza orizzontale, pari a  $\tan \vartheta$ . Nel nostro caso, la differenza è trascurabile. La componente della forza peso diretta nella direzione discendente lungo la strada è  $mg \sin \vartheta$  mentre la spinta massima applicabile dall'auto è proporzionale alla componente della forza peso normale al piano stradale e vale in modulo  $\mu mg \cos \vartheta$ . Questa forza può essere applicata perché vi è una forza d'attrito che blocca i punti di contatto tra pneumatici ed asfalto; idealmente tale forza non compie lavoro e deve essere pensata come la reazione di un sostegno a cui ci si appoggia per spingere l'auto nella direzione voluta. Se l'auto sale, il bilancio delle forze nella direzione di moto è

$$\mu mg \cos \vartheta - mg \sin \vartheta = ma \Rightarrow a = g(\mu \cos \vartheta - \sin \vartheta)$$

per i dati del problema, l'accelerazione vale 6.62 m/s<sup>2</sup>. Se l'auto scende, nell'equazione precedente il termine in  $\sin \vartheta$  va sommato.

3. In una scena di un film d'avventura, Indiana Jones (peso 82 kg) ha lanciato la cima di una corda all'eroina di turno (peso 54 kg) che si trovava sull'orlo di un baratro senza fondo e penzola ora attaccata alla corda. Con una seconda identica corda e la mano libera, Indiana Jones è riuscito ad arpionare il pattino di un elicottero proprio nell'istante in cui questo transita sopra la sua testa ed inizia a salire con accelerazione  $a$ . Sapendo che la massima tensione sopportabile dal tipo di corda impiegata è pari a 1500 N, il regista raccomanda al pilota dell'elicottero di non superare mai in salita l'accelerazione di

- (A) 1.2 m/s<sup>2</sup>      (B) 3.1 m/s<sup>2</sup>      (C) 5 m/s<sup>2</sup>      (D) 8.5 m/s<sup>2</sup>      (E) 9.8 m/s<sup>2</sup>

**Soluzione.** Si ha una corda tra elicottero ed Indiana Jones che sopporta il peso di questo ( $m_1 g$ ) e dell'eroina ( $m_2 g$ ). La tensione  $T$  applicata alla corda meno il peso dei due attori è proporzionale alla accelerazione in salita

$$T - (m_1 + m_2)g = (m_1 + m_2)a \Rightarrow a = \frac{T}{m_1 + m_2} - g = 1.2 \text{ m/s}^2$$

4. Il raggio della luna è di 1740 km e l'accelerazione di gravità alla sua superficie è di 1.63 m/s<sup>2</sup>.

La velocità di una navicella in orbita a 10 km di altezza dal suolo lunare è di circa  
 (A) 1630 m/s (B) 1690 m/s (C) 1800 m/s (D) 1910 m/s (E) 2110 m/s

**Soluzione.** La accelerazione di gravità della luna, di massa  $M_L$ , a distanza  $R_L+h$ , vale

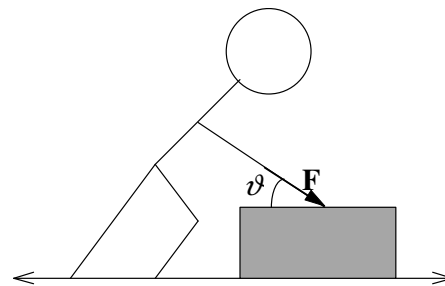
$$g = \frac{GM_L}{(R_L + h)^2} = \frac{GM_L}{R_L^2} \frac{R_L^2}{(R_L + h)^2} = 1.63 \frac{R_L^2}{(R_L + h)^2} \text{ m/s}^2$$

Tale accelerazione deve essere uguale all'accelerazione centripeta  $v^2/(R_L+h)$

$$\frac{v^2}{R_L + h} = g = 1.63 \frac{R_L^2}{(R_L + h)^2} \Rightarrow v = \sqrt{1.63 \frac{R_L^2}{R_L + h}} \approx 1680 \text{ m/s}$$

5. Un bimbo spinge una scatola di 5 kg appoggiata su di un piano scabro esercitando la forza  $F$  nella direzione indicata dalla figura con  $\vartheta=30^\circ$ . Se il coefficiente di attrito tra piano e scatola vale 0.3, qual'è in modulo il valore minimo della forza che consente di spostare la scatola?

- (A) 1.73 kg (B) 2.09 kg (C) 3.5 kg  
 (D) 5.3 kg (E) 9.8 kg

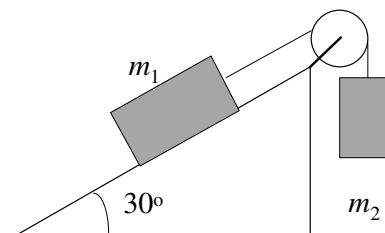


**Soluzione.** La componente orizzontale di  $F$  ( $|F| \cos\vartheta$ ) deve essere almeno pari alla forza di attrito a cui contribuisce sia la forza peso ( $mg = 5 \text{ kg}$ ) sia la componente verticale di  $F$ .

$$F \cos \vartheta = \mu(mg + F \sin \vartheta) \Rightarrow F = \frac{\mu mg}{\cos \vartheta - \mu \sin \vartheta} \approx 2.09 \text{ kg peso}$$

6. Una massa  $m_1$  da 1 kg è posta su di un piano liscio che forma un angolo di  $30^\circ$  con l'orizzontale. La massa  $m_1$  è attaccata mediante la fune e la carrucola ad una massa  $m_2 = 0.7 \text{ kg}$ . Un secondo dopo l'istante del rilascio, la velocità della massa  $m_2$  è di

- (A) 0.575 m/s (B) 1.15 m/s (C) 3.46 m/s  
 (D) 6.92 m/s (E) 9.8 m/s



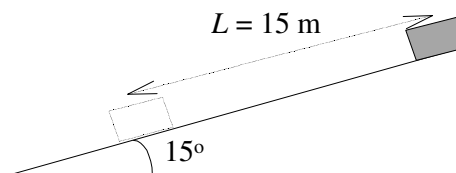
**Soluzione.** Indichiamo con  $T$  la tensione della corda e con  $a$  il valore assoluto della accelerazione. Facendo il bilancio delle forze su  $m_1$  (lungo il piano inclinato) e su  $m_2$  (lungo la verticale) ed eguagliandole al prodotto massa x accelerazione, otteniamo

$$T - m_1 g \sin 30^\circ = m_1 a \Rightarrow a = \frac{m_2 - m_1 \sin 30^\circ}{m_1 + m_2} g \approx 1.15 \text{ m/s}^2 \Rightarrow v(1 \text{ s}) = 1.15 \text{ m/s}$$

$$m_2 g - T = m_2 a$$

7. Una slitta di 5 kg scivola lungo il piano inclinato della figura: dopo aver percorso un tratto lungo  $L=15 \text{ m}$  dal punto di partenza la sua velocità è di 10 km/h. Il coefficiente di attrito tra slitta e piano vale circa (arrotondare al centesimo)

- (A) 0.23 (B) 0.24 (C) 0.27  
 (D) 0.50 (E) 0.61



**Soluzione.** Questo problema si risolve facilmente col teorema lavoro – energia cinetica, ma si può affrontare anche con considerazioni cinematiche. La velocità media nei primi 15 metri è di 5 km/h=1.39 m/s (metà della velocità finale) e il tempo di percorrenza è 10.8 s. Perciò, l'accelerazione è pari a  $v_{\text{fin}}/t = 0.257 \text{ m/s}^2$ . L'equazione di moto lungo il piano è

$$mg \sin 15^\circ - \mu mg \cos 15^\circ = ma \Rightarrow \mu = \frac{g \sin 15^\circ - a}{g \cos 15^\circ} \approx 0.24$$

**Esercizi proposti e svolti da \_\_\_\_\_**

1. Un'auto di 1200 kg che viaggia a 100 km/h tampona un autocarro di 10 t che sta viaggiando nella stessa direzione a 50 km/h. Dopo l'urto macchina e camion incastrati assieme viaggiano alla velocità di

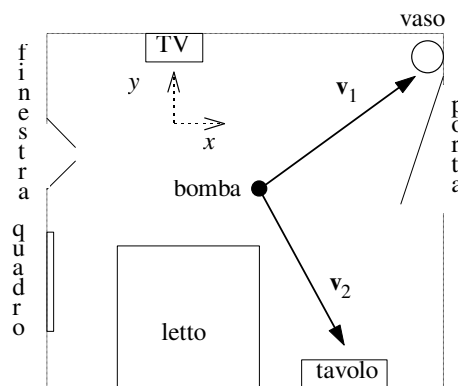
- (A) 50 km/h      (B) 55.4 km/h      (C) 62 km/h      (D) 94.6 km/h      (E) 100 km/h

2. Un carretto pesante 200 N è tirato a velocità costante lungo un piano inclinato formante un angolo di 30° con l'orizzontale. Se l'attrito è trascurabile la forza applicata parallelamente al piano inclinato vale circa

- (A) 50 N      (B) 100 N      (C) 115 N      (D) 150 N      (E) 173 N

3. James Bond entra in una stanza dove è stata collocata una bomba studiata per esplodere scagliando tre frammenti di massa uguale in un piano orizzontale ad altezza d'uomo. Scampato per puro caso a morte che sembrava certa, James Bond studia la stanza e riesce a determinare le velocità  $\mathbf{v}_1=(150\mathbf{i}+100\mathbf{j})$  (m/s) e  $\mathbf{v}_2=(100\mathbf{i}-150\mathbf{j})$ (m/s) di due frammenti al momento della esplosione (vedi schizzo). James Bond cerca il terzo frammento

- (A) tra vaso e TV    (B) tra porta e tavolo  
(C) fuori dalla finestra (D) sulla parete tra tavolo e letto  
(E) tra quadro e letto



Schizzo di James Bond

4. Un'auto di 1250 kg affronta una curva a 180 km/h. Se il coefficiente di attrito strada pneumatici è di 0.8 e l'auto non scivola il raggio della curva è di almeno

- (A) 980 m      (B) 500 m      (C) 425 m      (D) 319 m      (E) indet.

5. L'accelerazione di gravità sulla luna è  $g_L=1.67 \text{ m s}^{-2}$ . Se una persona sulla terra ( $g=9.8 \text{ m s}^{-2}$ ) riesce a scagliare un sasso all'altezza di 12 m, effettuando un lancio simile sulla luna manda il sasso all'altezza di circa

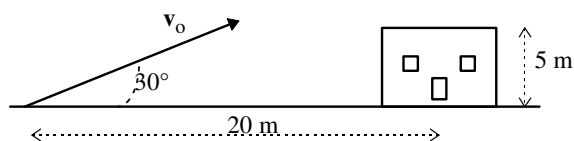
- (A) 70 m      (B) 413 m      (C) 29 m      (D) 22 m      (E) 20 m

6. Spingendo con una forza di 150 kg una slitta su un piano orizzontale liscio (senza attrito) si nota che acquista una accelerazione di  $3 \text{ m s}^{-2}$ . La massa della slitta è di

- (A) 50 kg      (B) 490 kg      (C) 1050 kg      (D) 196 kg      (E) non det.

7. La forza di attrito tra fondo stradale secco e pneumatici bloccati è pari al 90% del peso del veicolo. Dalle striature lunghe 20 m di una frenata d'emergenza la polizia stradale determina che il guidatore prima di pigiare sui freni andava a circa

- (A) 50 km/h      (B) 68 km/h      (C) 20 m/s      (D) 80 km/h      (E) 98 km/h



8. Una palla è tirata con una inclinazione di 30° ed atterra ad una distanza orizzontale di 20 m sul tetto di una costruzione alta 5 m. La velocità iniziale della palla è di circa

- (A) 7.6 m/s      (B) 15 m/s      (C) 9.8 m/s      (D) 32 m/s      (E) 20 m/s

9. La massima forza di attrito sviluppata dalle ruote di un'auto è data dal "coefficiente d'attrito" moltiplicata per la forza che fa aderire l'auto alla superficie d'appoggio. Se tale coefficiente vale 0.80, la massima velocità con la quale un'auto può affrontare una curva con un raggio di 80 m senza slittare è approssimativamente di

- (A) 18 m/s      (B) 52 km/h      (C) 25 m/s      (D) 101 km/h      (E) 35 m/s

10. Il raggio della luna è di  $1.738(10^6)$  m e l'attrazione di gravità alla sua superficie è  $1.63 \text{ m/s}^2$  (un sesto di quella alla superficie della terra). La costante gravitazionale è  $G = 6.67(10^{-11}) \text{ N m}^2/\text{kg}^2$  e la massa della luna è di circa

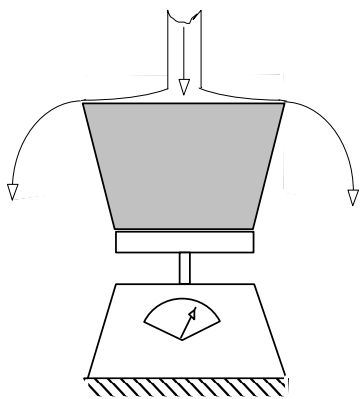
- (A)  $3.0(10^{21}) \text{ kg}$     (B)  $5.2(10^{21}) \text{ kg}$     (C)  $1.3(10^{22}) \text{ kg}$     (D)  $6.6(10^{22}) \text{ kg}$     (E)  $7.4(10^{22}) \text{ kg}$

11. Nel salto in lungo ci si stacca da terra con una inclinazione dei circa  $45^\circ$  sulla orizzontale. Se il detentore del record del mondo pesa 60 kg e salta 8.90 m la sua energia cinetica iniziale in assenza di attrito dell'aria è stimata essere

- (A) 695 J      (B) 783 J      (C) 2820 J      (D) 371 J      (E) 2620 J

12. Una battello è trascinato da un rimorchiatore a 2 m/s mediante una fune su cui vi è una tensione di 6000 N. La potenza trasferita al battello dal rimorchiatore vale

- (A) 9800 W      (B) 12000 W      (C) 19600 W      (D) 120 kW      (E) 3000 J



13. Un secchio colmo d'acqua pesa complessivamente 23 kg. Se è pesato mentre è sotto un rubinetto con una portata di 0.5 litri/s ed è raggiunto dall'acqua ad una velocità di 10 m/s, il suo peso apparente sarà approssimativamente di

- (A) 22.5 kg  
(B) 23.5 kg  
(C) 25 kg  
(D) 28.0 kg  
(E) 29.8 kg

14. Un nucleo fermo di massa  $3.8(10^{-25}) \text{ kg}$  si disintegra emettendo una particella  $\alpha$  di massa  $6.6(10^{-27}) \text{ kg}$  e velocità  $1.5(10^7) \text{ m/s}$ . La velocità di rinculo della restante parte del nucleo sarà approssimativamente di

- (A)  $2.6(10^5) \text{ m/s}$     (B)  $3.3(10^5) \text{ m/s}$     (C) 20000 km/h    (D)  $3(10^5) \text{ km/s}$     (E) non determ.

15. In una città spaziale disposta sulla superficie interna di un cilindro di raggio  $r=3 \text{ km}$  si vuole che gli abitanti sentano una accelerazione pari a quella terrestre ( $9.8 \text{ m/s}^2$ ). Approssimativamente, il cilindro in un'ora deve ruotare attorno al suo asse

- (A) 8 volte      (B) 16 volte      (C) 21 volte      (D) 28 volte      (E) 33 volte

16. Una forza agisce su di una massa di 2 kg impartendo una accelerazione di  $3 \text{ m/s}^2$ . La stessa forza su una massa di 3 kg che accelerazione produrrebbe?

- (A)  $1 \text{ m/s}^2$       (B)  $1.5 \text{ m/s}^2$       (C)  $2 \text{ m/s}^2$       (D)  $3 \text{ m/s}^2$       (E)  $6 \text{ m/s}^2$

17. Un vagone da 200 kg è tirato su un piano liscio da una fune orizzontale tesa da 500 N: passerà da  $v=0$  a  $v=8 \text{ m/s}$  in

- (A) 0.4 s      (B) 1.6 s      (C) 2 s      (D) 2.5 s      (E) 3.2 s

18. Un progettista di montagne russe vuole che gli occupanti del trenino si sentano "senza peso" quando passano oltre una montagna dove i binari hanno un raggio di curvatura di 20 m. Quale velocità deve avere il treno in cima alla montagna?

- (A) 9.8 m/s      (B) 12. m/s      (C) 14 m/s      (D) 20 m/s      (E) 0 m/s

19. Gli anelli di Saturno sono minuscole particelle in orbita equatoriale a distanze comprese tra  $7(10^4)$  km e  $1.35(10^5)$  km dal centro del pianeta. Il rapporto dei periodi  $\frac{T_e}{T_i}$  di una particella nell'orbita più esterna ( $T_e$ ) ed una nell'orbita più interna ( $T_i$ ) vale

- (A) 1.5      (B) 1.93      (C) 2.33      (D) 2.68      (E) 5.12

20. Nel lancio del peso si scaglia una palla di 7.26 kg con una inclinazione dei circa  $45^\circ$  sulla orizzontale. In un lancio da record mondiale di 22 m l'energia cinetica iniziale della palla in assenza di attrito dell'aria è stimata essere

- (A) 695 J      (B) 783 J      (C) 2820 J      (D) 371 J      (E) 2620 J

21. Un automobilista di 80 kg fermo al volante ad un incrocio è tamponato; l'urto dura 0.3 s e alla fine l'auto investita ha una velocità di 5 m/s. La forza media con cui, durante l'urto, l'automobilista è spinto contro il sedile è circa di

- (A) 720 N      (B) 980 N      (C) 1200 N      (D) 1330 N      (E) 11 760 N

22. Una palla da biliardo con velocità  $v = 1$  m/s urta frontalmente un'altra palla uguale e ferma. Dopo l'urto la velocità della seconda palla ha modulo uguale a

- (A) 0.5 m/s      (B) 0.707 m/s      (C) 1 m/s      (D) 1.414 m/s      (E) non deter.

23. Una persona in un ascensore che sale con accelerazione costante esercita una forza sul pavimento il cui valore

- (A) è sempre uguale al suo peso  
(B) è sempre maggiore del suo peso  
(C) è sempre meno del suo peso  
(D) è maggiore del suo peso solo se l'accelerazione è meno di  $g$  ( $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup>)  
(E) è maggiore del suo peso solo se l'accelerazione è maggiore di  $g$

24. Due masse puntiformi si attraggono con una forza  $F$  quando sono a 1 m di distanza. Quando la distanza è di mezzo metro si attrarranno con una forza

- (A)  $\frac{1}{4}F$       (B)  $\frac{1}{2}F$       (C)  $2F$       (D)  $4F$       (E)  $8F$

25. Innalzando un peso di 5 kg attaccato ad una corda leggera con una accelerazione di  $1.5$  m/s<sup>2</sup> la tensione nella corda è

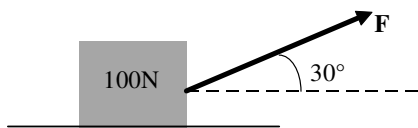
- (A) 56.5 N      (B) 49 kg      (C) 5 kg      (D) 7.5 kg      (E) 49 N

26. Un piano inclinato formante un angolo di  $37^\circ$  con l'orizzontale ha coefficienti di attrito statico e dinamico pari a 0.30. La forza parallela al piano necessaria per far risalire a velocità costante un peso di 100 N lungo il piano è

- (A) 4 kg      (B) 36 N      (C) 31 N      (D) 30 kg      (E) 84 N

27. Un pilota di 70 kg sta facendo compiere al suo aereo un cerchio verticale di 4000 m di diametro alla velocità di 700 km/h. La forza con cui è schiacciato contro il sedile quando è nel punto più basso del cerchio vale circa

- (A) 17120 N      (B) 387 kg      (C) 205 kg      (D) 1820 kg      (E) 1950 N



28. Un contenitore pesante 100N appoggia sul pavimento con un coefficiente di attrito statico di 0.4. Il modulo della forza minima  $F$  applicata come in figura necessaria per mettere il contenitore in moto vale approssimativamente

- (A) 25 N                      (B) 46.2 N  
 (C) 37.5 N                    (D) 50 N  
 (E) 100 N

29. Un peso di 0.3 kg attaccato ad una cordicella lunga 1.5 m posta in un piano orizzontale è fatto girare in un cerchio alla velocità di 0.6 m/s. La tensione della fune vale

- (A) 7.2 N                      (B) 1.62 N                      (C) 0.98 N                      (D) 0.072 N                      (E) 0.162 N

30. Una granata esplose in tre pezzi di uguale massa; uno ha velocità diretta verso est pari a 200 m/s; il secondo ha velocità diretta verso sud-est di 300 m/s; la velocità del terzo pezzo in modulo vale circa

- (A) 250 m s<sup>-1</sup>                      (B) 333 m s<sup>-1</sup>                      (C) 464 m s<sup>-1</sup>                      (D) 500 m s<sup>-1</sup>                      (E) non determ.

31. Un dirigibile di 1 tonnellata (1000 kg) inizia a scendere con una accelerazione di 1 m/s<sup>2</sup>. Supponendo costante la spinta idrostatica dell'aria e trascurabili gli attriti, la quantità di zavorra che deve buttare per risalire con una accelerazione di 1m/s<sup>2</sup> è di circa

- (A) 185 kg                      (B) 200 kg                      (C) 198 N                      (D) 9800 N                      (E) 66.6 kg

32. Un carro da 200 kg è viene fatto salire lungo un piano liscio formante un angolo di 30° con l'orizzontale; la forza minima da applicare vale

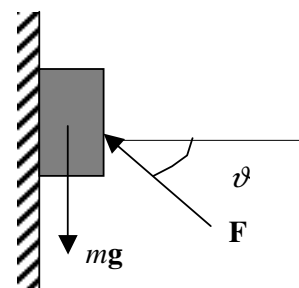
- (A) 66 kg                      (B) 100 kg                      (C) 115 kg                      (D) 173 kg                      (E) 200 kg

33. Nelle espressioni seguenti i simboli hanno il solito significato:  $\lambda$ ,  $h$ =lunghezze;  $g$ ,  $a$ =accelerazioni,  $v$ = velocità,  $F$ = forza,  $m$ = massa. Tutte le espressioni sono dimensionalmente corrette ECCETTO:

- (A)  $h = \frac{v^2}{2g}$                       (B)  $\lambda = vt$                       (C)  $F = \frac{mv}{t}$                       (D)  $F = \frac{m}{a}$                       (E)  $v = \sqrt{2gh}$

34. Voglio sorreggere un libro di  $m = 2$  kg contro una parete esercitando su questo una forza  $F$  diretta come in figura, dove  $\vartheta=45^\circ$ . Se il coefficiente di attrito libro-parete vale 0.6 la forza minima necessaria è di (in kg peso)

- (A) 1.41                      (B) 1.77                      (C) 1.96  
 (D) 2.83                      (E) 4



Quarta Esercitazione: Dinamica-I<sup>a</sup> parte

Esercizio	Risposta
1	(B) 55.4 km/h
2	(B) 100 N
3	(C) fuori dalla finestra
4	(D) 319 m
5	(A) 70 m
6	(B) 490 kg
7	(B) 68 km/h
8	(E) 20 m/s
9	(C) 25 m/s
10	(E) $7.4 (10^{22})$ kg
11	(E) 2620 J
12	(B) 12000 W
13	(B) 23.5 kg
14	(A) $2.6 (10^5)$ m/s
15	(E) 33 volte
16	(C) $2\text{m/s}^2$
17	(E) 3.2 s
18	(C) 14 m/s
19	(D) 2.68
20	(B) 783 J
21	(D) 1330 N
22	(E) non determinabile
23	(B) è sempre maggiore del suo peso
24	(D) 4F
25	(A) 56.5 N
26	(E) 84 N
27	(C) 205 kg
28	(C) 37.5 N
29	(D) 0.072 N
30	(C) 464 m/s
31	(A) 185 kg
32	(B) 100 kg
33	(D) $F = \frac{m}{a}$
34	(B) 1.77