

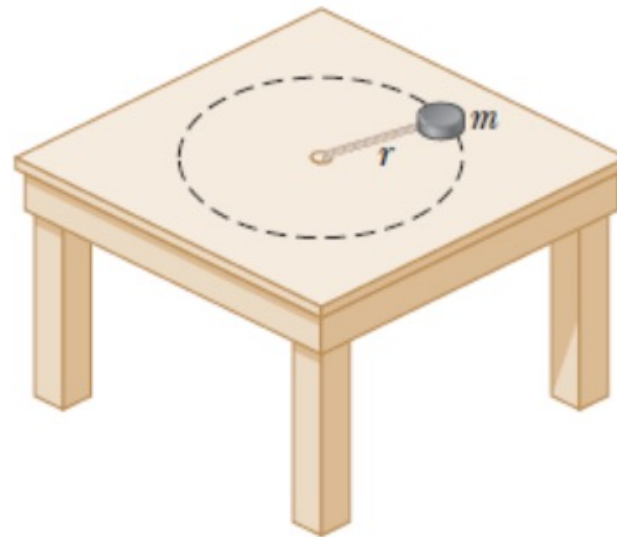
CAPITOLO 6

APPLICAZIONI DELLE LEGGI DI NEWTON

ELISABETTA COMINI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA –2024/25

1. Una corda priva di massa può sorreggere, prima di rompersi, un carico di 25.0 kg in quiete. Un corpo di massa $m = 3.00$ kg è collegato ad un'estremità di una corda, l'altra estremità è fissata su di un tavolo orizzontale privo di attrito e il corpo è in moto circolare su di una circonferenza di raggio $r = 0.800$ m, come mostrato in Figura P6.1. Per quale intervallo del modulo della velocità del corpo la corda non si rompe?



7. Una stazione spaziale a forma di ruota, di diametro di 120 m, ruota intorno al proprio asse per produrre una “gravità artificiale” di valore 3.00 m/s^2 sugli astronauti che lavorano sulla parete interna del bordo della stazione. Si determini la velocità di rotazione della ruota (in giri per minuto) che genera questo effetto.

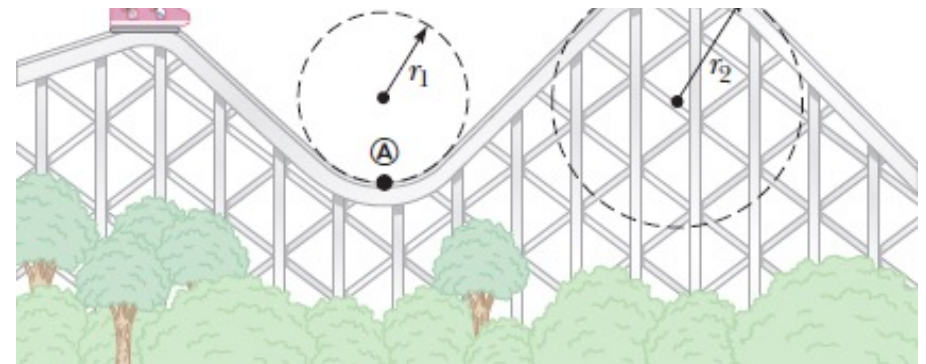
8. Si consideri un pendolo conico (Fig. 6.8) costituito da una massa $m = 80.0 \text{ kg}$ appesa ad un filo lungo $L = 10.0 \text{ m}$ e che forma un angolo $\theta = 5.00^\circ$ con la verticale. Si determini no (a) il valore delle componenti verticale ed orizzontale della forza esercitata dal filo e (b) l’accelerazione radiale della massa.



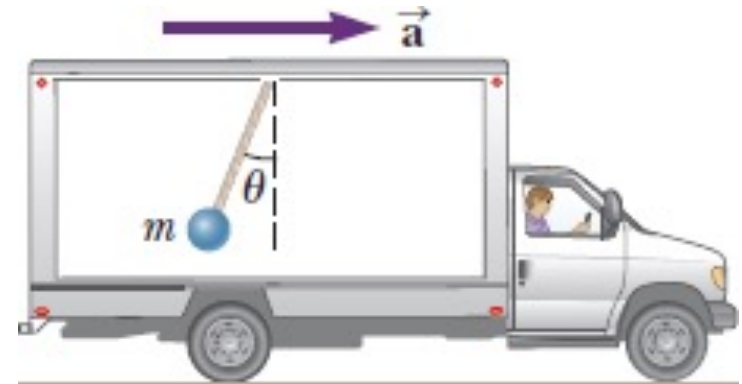
12. Un secchio d'acqua viene fatto ruotare su un percorso circolare verticale di raggio 1.00 m. (a) Quali sono le due forze esterne che agiscono sull'acqua nel secchio? (b) Quale tra queste due riveste il ruolo più importante nel far sì che l'acqua non esca dal secchio? (c) Qual è la minima velocità che deve avere il secchio affinché l'acqua non cada quando il secchio è nel punto più alto? (d) Si assuma che il secchio, con la velocità calcolata al punto (c), improvvisamente scompaia quando si trova nel punto più alto della propria traiettoria. Quale sarebbe il successivo moto dell'acqua? Sarebbe diversa dal moto di un proiettile?

13. Un'aquila sta volando lungo un arco orizzontale di raggio 12.0 m con una velocità di 4.00 m/s. (a) Si trovi il valore dell'accelerazione centripeta. (b) Essa continua a volare lungo lo stesso percorso orizzontale, ma incrementa ogni secondo la sua velocità scalare di 1.20 m/s^2 . Si determini l'intensità e la direzione dell'accelerazione dell'aquila quando la sua velocità è 4.00 m/s.

16. La vettura di un otto-volante ha una massa di 500 kg quando è piena di passeggeri. Il percorso che porta la vettura dal punto ① al punto ② è costituito solo da tratti di salita e discesa, ma non prevede spostamenti laterali. (a) Se la vettura ha una velocità di 20.0 m/s nel punto ①, quanto vale la forza esercitata dal binario sulla vettura in questo punto? (b) Qual è la massima velocità che la vettura può avere nel punto ② affinché essa rimanga in contatto con il binario? Si assuma che la traiettoria della vettura nei punti ① e ② sia un tratto di una circonferenza verticale di raggi rispettivamente $r_1 = 10.0$ m ed $r_2 = 15.0$ m.



21. Un corpo di massa $m = 0.500 \text{ kg}$ è sospeso mediante un filo al soffitto di un vagone, come mostrato in Figura P6.21. Assumendo $a = 3.00 \text{ m/s}^2$, si trovino (a) l'angolo θ formato dal filo con la verticale e (b) la tensione T del filo.



24. Problema di riepilogo. Uno studente è fermo in un ascensore in moto uniformemente accelerato verso l'alto, con accelerazione a . Il suo zaino si trova sul pavimento, vicino alla parete. La larghezza dell'ascensore è L . Nell'istante $t = 0$, lo studente dà un piccolo calcio al suo zaino, impartendogli una velocità v e facendolo scivolare attraverso il pavimento dell'ascensore. Nell'istante t , lo zaino colpisce la parete opposta. Si trovi il coefficiente di attrito dinamico μ_k tra lo zaino ed il pavimento dell'ascensore.

19. Un archeologo avventuroso ($m = 85.0 \text{ kg}$) tenta di attraversare un fiume dondolandosi da una sponda all'altra con l'aiuto di una liana. La liana è lunga 10.0 m , e può sopportare un tensione massima di $T = 1\,000 \text{ N}$. Se, per attraversare il fiume, l'archeologo deve avere una velocità di 8.00 m/s nel punto più basso della traiettoria, riuscirà nell'impresa?

23. Una persona all'interno di un ascensore si trova ferma sopra una bilancia. Appena l'ascensore comincia a muoversi, sulla bilancia si legge costantemente 591 N ; durante la fase di frenata si legge 391 N . Si assuma che il modulo dell'accelerazione dell'ascensore, durante l'avvio e durante la frenata, sia lo stesso. Si determinino (a) il peso della persona, (b) la sua massa e (c) l'accelerazione dell'ascensore.

27. La massa di un'auto sportiva è $1\,200 \text{ kg}$. Il profilo dell'auto è tale che il coefficiente di attrito viscoso è 0.250 e la sezione frontale è 2.20 m^2 . Si ignorino tutte le altre fonti di attrito. Si calcoli l'accelerazione iniziale dell'auto sapendo che un istante prima stava viaggiando a 100 km/h e che adesso è in folle.

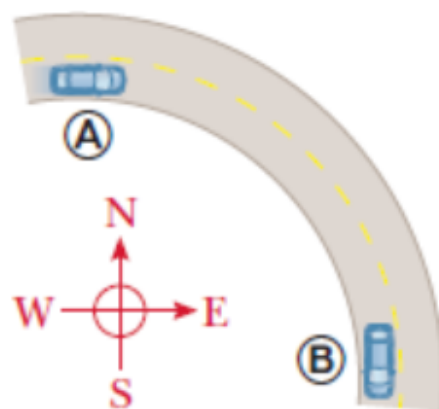
28. Un paracadutista di massa 80.0 kg si lancia da un aereo che si sta muovendo lentamente e raggiunge la velocità limite di 50.0 m/s. (a) Quanto vale l'accelerazione del paracadutista quando la sua velocità è 30.0 m/s? Quanto vale la forza frenante sul paracadutista quando la sua velocità è (b) 50.0 m/s? (c) E quando è 30.0 m/s?

30. Un piccolo pezzo di polistirolo da imballaggio è lasciato cadere da un'altezza di 2.00 m dal suolo. Fino a che non raggiunge la sua velocità limite, l'intensità della sua accelerazione è $a = g - Bv$. Dopo aver percorso circa 0.500 m, il polistirolo raggiunge la sua velocità limite ed impiega altri 5.00 s a toccare il suolo. (a) Qual è il valore della costante B ? (b) Quanto vale l'accelerazione nell'istante $t = 0$? (c) E quanto vale, invece, quando la velocità è 0.150 m/s?

33. Si assuma che la forza frenante agente su un pattinatore sia proporzionale al quadrato della velocità secondo la relazione $f = -kmv^2$, dove k è una costante ed m è la massa del pattinatore. Egli taglia il traguardo in una gara in linea alla velocità v_0 per poi rallentare lasciando scivolare i pattini. Si mostri che la velocità che esso ha dopo un tempo t da quando ha tagliato il traguardo è $v(t) = v_0/(1 + k t v_0)$.

35. Il pilota di un motoscafo rompe il motore mentre sta viaggiando alla velocità di 10.0 m/s e prosegue per inerzia, fino a fermarsi. L'equazione che descrive la velocità del motoscafo è $v = v_i e^{-ct}$, dove v è la velocità nell'istante t , v_i è la velocità iniziale a $t = 0$ e c è una costante. A $t = 20.0$ s la velocità è 5.00 m/s. (a) Si calcoli la costante c . (b) Qual è la velocità all'istante $t = 40.0$ s? (c) Derivando rispetto al tempo l'equazione $v(t)$, si dimostri che, in ogni istante, l'accelerazione del motoscafo è proporzionale alla sua velocità.

37. Un'automobile percorre in senso orario un tratto curvo di una strada giacente su di un piano orizzontale. La situazione è mostrata in Figura P6.37. Si determini la direzione della sua velocità e della sua accelerazione (a) quando passa per il punto Ⓐ e (b) quando passa per il punto Ⓑ.



43. Un idrovolante di massa m atterra su un lago; la sua velocità immediatamente prima dell'atterraggio è $v_i \hat{i}$. Si assuma che l'unica forza agente sull'idrovolante in direzione orizzontale in fase di atterraggio sia la forza di attrito con l'acqua, che supporremo proporzionale alla velocità dell'idrovolante secondo la relazione $\vec{R} = -b\vec{v}$. La seconda legge di Newton applicata all'idrovolante quindi dà $-bv\hat{i} = m(dv/dt)\hat{i}$. Dal teorema fondamentale del calcolo, questa equazione differenziale implica che la velocità dell'idrovolante cambi nel tempo secondo la relazione

$$\int_{v_i}^v \frac{dv}{v} = -\frac{b}{m} \int_0^t dt$$

(a) Si esegua l'integrazione per determinare la velocità dell'idrovolante in funzione del tempo. (b) Si disegni un grafico qualitativo che mostri l'andamento di tale velocità in funzione del tempo. (c) L'idrovolante si arresterà completamente in un intervallo di tempo finito? (d) L'idrovolante riesce ad arrestarsi in una distanza finita dal punto di atterraggio?

53. Problema di riepilogo. Mentre imparate a guidare in un parcheggio, siete sul punto di urtare un muretto. La massa della vostra auto è $1\,200\text{ kg}$, il modulo della velocità che state tenendo in quel momento è 20.0 m/s e sapete che la massima forza orizzontale che l'asfalto può esercitare sull'auto è $7\,000\text{ N}$. (a) Spiegate perché vi aspettate che ci sia un massimo valore per la forza che l'asfalto può esercitare sull'auto. (b) Supponete quindi di azionare i freni senza sterzare. Qual è la minima distanza a cui dovete trovarvi dal muretto per evitare la collisione? (c) Se invece di frenare girate lo sterzo, qual è la minima distanza a cui dovete trovarvi dal muretto per evitare la collisione? (d) Qual è il metodo migliore tra quello in (b) ed in (c) per evitare la collisione? Sarebbe meglio sia frenare che girare lo sterzo? O non fare nessuna delle due cose? Si giustifichi la risposta. (e) La conclusione che avete tratto nella risposta alla domanda (d) dipende dai particolari valori numerici usati nel problema oppure vale in generale? Si giustifichi la risposta.

65. Su un corpo di 9.00 kg che, partendo da fermo, cade in un mezzo viscoso, agisce la forza frenante data dall'Equazione 6.2. Il corpo raggiunge la metà della sua velocità limite in 5.54 s . (a) Si determini la velocità limite. (b) In quale istante la velocità del corpo è tre quarti del valore della velocità limite? (c) Quanto spazio ha percorso il corpo nei primi 5.54 s del suo moto?

57. La Figura P6.57 mostra una foto di un'attrazione di un parco divertimenti. L'attrazione consiste in una piattaforma circolare rotante di diametro D disposta su di un piano orizzontale ed i sedili, ognuno di massa m , sono ad essa attaccati mediante delle catene di lunghezza d . Quando la piattaforma ruota con velocità angolare costante, la catene si inclinano verso l'esterno formando un angolo θ con la verticale. Se $D = 8.00$ m, $d = 2.50$ m, $m = 10.0$ kg, e $\theta = 28.0^\circ$, (a) quanto vale la velocità di ogni sedile? (b) Si disegni il diagramma delle forze agenti sul sistema formato da un sedile e da un bambino di massa di 40.0 kg seduto su di esso, calcolando anche (c) la tensione della catena.



PER CASA

68. Una perlina può scorrere con attrito trascurabile in un filo di ferro sagomato a forma di circonferenza di raggio 15.0 cm come mostrato in Figura P6.68. La circonferenza è disposta su di un piano verticale e viene posta in rotazione stazionaria attorno al suo diametro verticale con un periodo di 0.450 s. La posizione della perlina è specificata tramite l'angolo θ che il suo raggio vettore forma con la verticale.

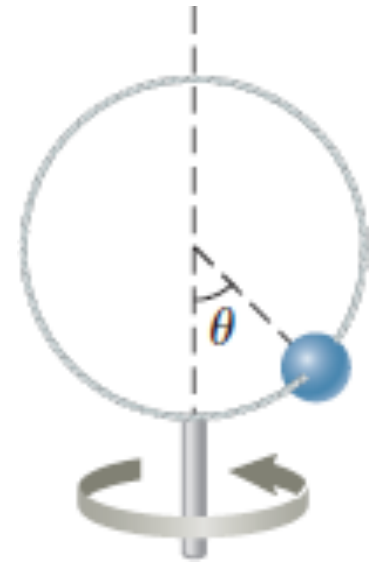
(a) In quale angolo deve essere posizionata la pallina per far in modo che rimanga ferma rispetto alla sagoma del filo di ferro?

(b) E se? Si risolva nuovamente il problema assumendo per il periodo di rotazione del filo il valore di 0.850 s.

(c) Si dica come la soluzione trovata differisce da quella determinata al punto (a).

(d) La posizione angolare in cui è possibile porre la perlina in modo che resti ferma rispetto al filo esiste per ogni valore del periodo di rotazione?

(e) È possibile che esistano più di due angoli che risolvono il problema a dato valore del periodo?



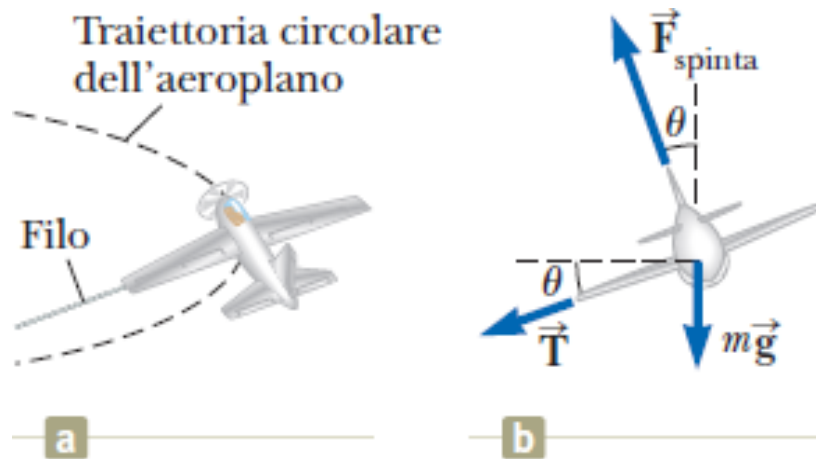
69. L'espressione $F = arv + br^2v^2$ fornisce il modulo (in Newton) della forza frenante esercitata su di una sfera di raggio r (espresso in metri) da un flusso di aria di velocità v (in metri al secondo), dove a e b sono coefficienti che hanno unità di misura opportune nel Sistema Internazionale ed i loro valori sono $a = 3.10 \times 10^{-4}$ e $b = 0.870$.

Utilizzando questa espressione, si calcoli il modulo della velocità limite delle gocce d'acqua che cadono in aria solo sotto l'azione del proprio peso.

Si esaminino vari casi utilizzando le seguenti misure di riferimento per il raggio della singola goccia: (a) $10.0 \mu\text{m}$, (b) $100 \mu\text{m}$, (c) 1.00 mm . Nei casi (a) e (c) potete ricavare il risultato senza bisogno di risolvere l'equazione di secondo grado corrispondente una volta capito quale dei due è il contributo dominante nell'espressione della forza frenante e trascurando l'altro.

63. Un modellino di aeroplano di massa 0.750 kg è in volo su di una traiettoria circolare disposta su di un piano orizzontale. Il modulo della velocità dell'aeroplano è 35.0 m/s ed il raggio della traiettoria, che coincide con la lunghezza del filo di controllo, è 60.0 m , come mostrato in Figura P6.63a.

Le forze agenti sull'aeroplano sono mostrate in Figura P6.63b e consistono nella tensione del filo di controllo, nella forza di gravità e nella spinta aerodinamica che agisce verso l'interno della traiettoria ad un angolo $\theta = 20.0^\circ$ con la verticale. Si calcoli la tensione del filo assumendo che quest'ultimo formi costantemente un angolo $\theta = 20.0^\circ$ con l'orizzontale.



61. Un'auto affronta una curva sopraelevata come discusso nell'Esempio 6.4 e mostrato in Figura 6.5. Il raggio di curvatura della strada è R , l'angolo di sopraelevazione è θ ed il coefficiente di attrito statico tra l'auto e la strada è μ_s .

(a) Si determini l'intervallo di valori che può assumere il modulo della velocità dell'auto senza che questa scivoli né verso il basso né verso l'alto.

(b) Si calcoli il minimo valore di μ_s per cui tale velocità è zero.

