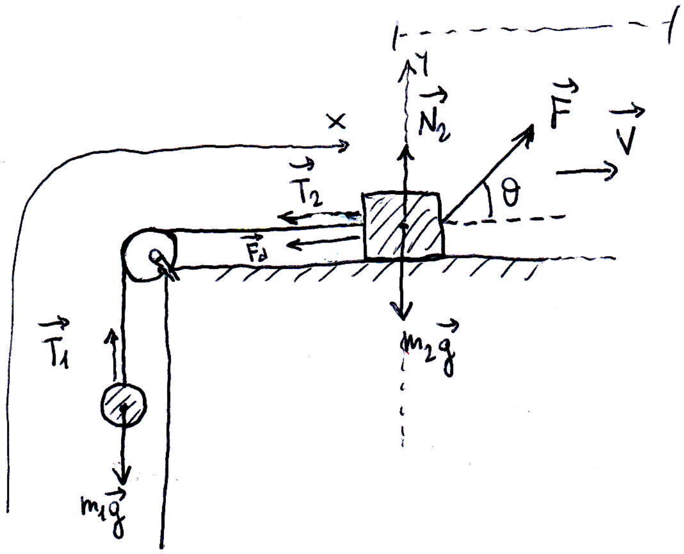
ESERCIZI SULLE APPLICAZIONI DELLE LEGGI DEL MOTO

Serway, esempio 5.13

Un blocco di massa m_2, poggiato su un piano orizzontale scabro, e' collegato a una palla di massa m_1 mediante una corda priva di massa e inestensibile, che passa su una puleggia anch'essa di massa trascurabile, priva di attrito. Una forza di modulo F e inclinata di un angolo θ rispetto alla direzione orizzontale viene applicata al blocco che si muove verso destra. Il coefficiente di attrito dinamico tra il blocco e il piano e' μ_d.

Si determini il modulo della accelerazione dei due corpi.



Qui e' schematizzato il diagramma di tutte le forze agenti su ciascuno dei due corpi.

Fissiamo, come abbiamo sempre fatto per risolvere problemi di questo tipo, un "asse" x che si avvolge attorno alla carrucola, con verso positivo coincidente con quello delle velocita' dei due corpi, cioe' verso l'alto nel tratto verticale e verso destra nel tratto orizzontale.

Risulta quindi: $(m_1\vec{g})_x = -m_1 g$, $T_{1,x} = |\vec{T_1}|$,

$T_{2,x} = -|\vec{T_2}|$, $F_{d,x} = -\mu_d |\vec{N_2}|$, $(m_2\vec{g})_y = -m_2 g$, $(m_2\vec{g})_x = 0$

$N_{2,x} = 0$, $N_{2,y} = |\vec{N_2}|$, $F_x = F\cos\theta$, $F_y = F\,\text{sen}\,\theta$, con

$F = |\vec{F}|$.

Poiché il corpo di massa m_2 si muove di moto rettilineo lungo l'asse x, la componente della sua accelerazione lungo l'asse y è nulla; dunque è nulla la componente y della risultante delle forze agenti sul corpo di massa m_2:

$$N_{2,y} + F_y + (m_2\vec{g})_y = 0$$

(le altre forze agenti non hanno componente lungo l'asse y).

Posto $|\vec{N_2}| = N$, possiamo scrivere quindi:

$$N_2 + F\,\text{sen}\,\theta - m_2 g = 0$$

Risulta poi, per le note proprietà delle corde di massa trascurabile che si avvolgono attorno a una puleggia di massa trascurabile:

$$|\vec{T_1}| = |\vec{T_2}| = T$$

Applichiamo quindi la seconda legge della dinamica al corpo di massa m_1:

$$m_1 a_{1x} = T - m_1 g$$

Applichiamo la seconda legge della dinamica al corpo di massa m_2:

$$m_2 a_{2x} = F\cos\theta - T - \mu_d N_2$$

Poiché la fune è anche inestensibile, risulta ovviamente

$$a_{2x} = a_{1x} = a_x .$$

Devono quindi valere le seguenti equazioni:

$$\begin{cases} N_2 + F\,\text{sen}\,\theta - m_2 g = 0 \\ m_1 a_x = T - m_1 g \\ m_2 a_x = F\cos\theta - T - \mu_d N_2 \end{cases}$$

Dalla prima equazione ricaviamo N_2:

$$N_2 = m_2 g - F\,\text{sen}\,\theta \quad \left(\text{N.B.: deve risultare } F \leq \frac{m_2 g}{\text{sen}\,\theta} \;!!\right)$$

Sostituiamo questa espressione nella terza equazione:

$$m_2 a_x = F\cos\theta - T - \mu_d (m_2 g - F\,\text{sen}\,\theta) ,$$ cioè

$$m_2 a_x = F(\cos\theta + \mu_d\,\text{sen}\,\theta) - T - \mu_d m_2 g \qquad (*)$$

Ricaviamo T dalla seconda equazione:

$$T = m_1 a_x + m_1 g$$

Sostituiamo questa espressione nell'equazione (*):

$$m_2 a_x = F(\cos\theta + \mu_d \operatorname{sen}\theta) - m_1 a_x - m_1 g - \mu_d m_2 g$$

$$m_2 a_x = F(\cos\theta + \mu_d \operatorname{sen}\theta) - m_1 a_x - (m_1 + \mu_d m_2) g$$

$$(m_1 + m_2) a_x = F(\cos\theta + \mu_d \operatorname{sen}\theta) - (m_1 + \mu_d m_2) g$$

Infine otteniamo:

$$a_x = \frac{F(\cos\theta + \mu_d \operatorname{sen}\theta) - (m_1 + \mu_d m_2) g}{m_1 + m_2}$$

Attenzione !!

1) Questo è un esempio di una situazione in cui il modulo della reazione vincolare del piano d'appoggio non è uguale al modulo del componente della forza peso perpendicolare al piano d'appoggio. Questo avviene perché sul corpo di massa m_2 agisce una forza aggiuntiva $\vec{F}$ che ha una componente non nulla lungo la direzione perpendicolare al piano d'appoggio.

2) a_x può essere positiva o negativa a seconda del segno del numeratore dell'espressione di a_x.

Serway, pr. 5.79

Due blocchi di masse m_1 e m_2 sono posti sulla superficie orizzontale di un tavolo, in contatto fra loro. Il coefficiente di attrito dinamico fra il blocco di massa m_1 e il tavolo è μ_1 e quello fra il blocco di massa m_2 e il tavolo è μ_2.
Una forza orizzontale di modulo F è applicata al blocco di massa m_1. Si vuole trovare il modulo P della forza di contatto fra i blocchi.

a) Si disegnino i diagrammi delle forze agenti su ogni blocco.

b) Qual è la risultante delle forze agenti sul sistema dei due blocchi?

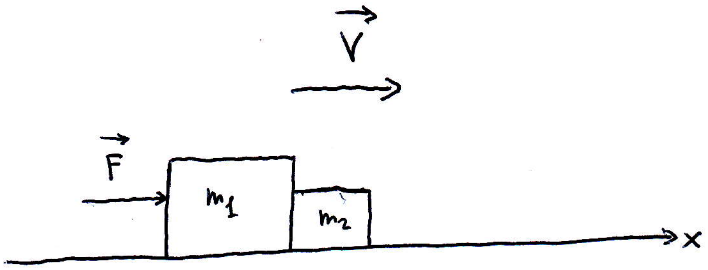
c) Qual è la risultante delle forze agenti su m_1?

d) Qual è la risultante delle forze agenti su m_2?

e) Si scriva la seconda legge della dinamica nella direzione del moto per ciascun blocco.

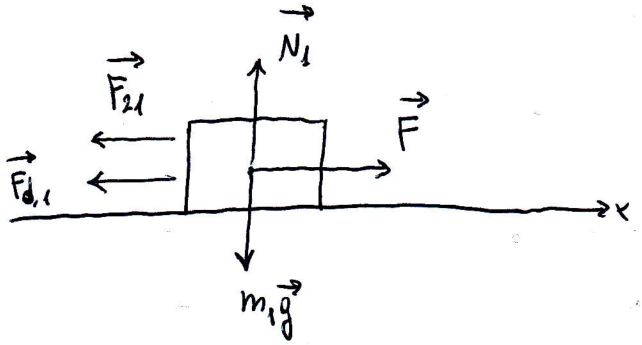
f) Si risolva il sistema di due equazioni e si calcoli l'accelerazione a_x dei blocchi in funzione delle masse, del modulo F della forza applicata, dei coefficienti di attrito dinamico e di g.

g) Si trovi il modulo P della forza di contatto fra i blocchi in funzione delle stesse quantità.



Rappresentazione schematica del problema.

a) Forze agenti sul blocco di massa m_1



$\vec{F}_{21}$: forza di contatto esercitata dal blocco 2 sul blocco 1

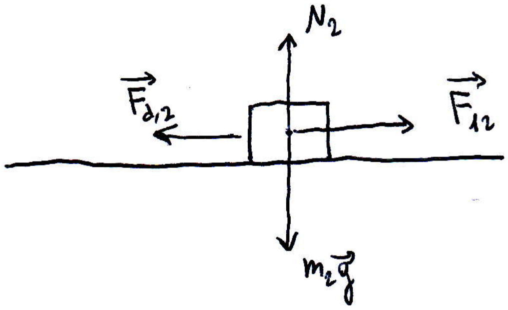
$\vec{F}_{d,1}$: forza di attrito dinamico agente sul blocco 1

Risulta ovviamente, in questo caso:

$$\vec{N}_1 + m_1\vec{g} = 0 \Rightarrow N_1 = |\vec{N}_1| = m_1 g$$

$$|\vec{F}_{d,1}| = F_{d,1} = \mu_1 N_1 = \mu_1 m_1 g$$

Forze agenti sul blocco di massa m_2



$\vec{F}_{12}$: forza di contatto esercitata dal blocco 1 sul blocco 2

$\vec{F}_{d,2}$: forza di attrito dinamico agente sul blocco 2.

Risulta:
$$\vec{N}_2 + m_2\vec{g} = 0 \Rightarrow N_2 = |\vec{N}_2| = m_2 g$$

$$|\vec{F}_{d,2}| = F_{d,2} = \mu_2 N_2 = \mu_2 m_2 g$$

b) La risultante delle forze agenti sul sistema dei due blocchi, tenuto conto che $\vec{F}_{21} + \vec{F}_{12} = 0$, $\vec{N}_1 + m_1 \vec{g} = 0$, $\vec{N}_2 + m_2 \vec{g} = 0$, sarà:

$$\vec{F}_{ris} = \vec{F} + \vec{F}_{d,1} + \vec{F}_{d,2}$$

Introducendo un asse x orizzontale orientato positivamente nel verso concorde a quello del vettore velocità $\vec{v}$ dei due blocchi, risulta:

$$F_{ris,x} = F - (\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2) g \, , \quad \text{essendo} \quad F = |\vec{F}|$$

Affinché il sistema dei due blocchi possa muoversi nel verso positivo dell'asse x, deve quindi risultare

$$F \geq (\mu_1 m_1 + \mu_2 m_2) g \, , \quad \text{affinché} \quad F_{ris,x} \geq 0 \quad \text{e quindi} \quad a_x \geq 0 \, .$$

c) Poniamo $|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| = P$.

La risultante delle forze agenti sul corpo 1 (vedi diagramma) è:

$$\vec{F}_{ris,1} = \vec{F} + \vec{F}_{21} + \vec{F}_{d,1} \quad (\text{essendo } \vec{N}_1 + m_1 \vec{g} = 0)$$

Dunque: $$F_{ris,1,x} = F - P - \mu_1 m_1 g$$

d) La risultante delle forze agenti sul corpo 2 è (vedi diagramma):

$$\vec{F}_{ris,2} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{d,2} \qquad (\text{essendo } \vec{N}_2 + m_2\vec{g} = 0)$$

Dunque:

$$F_{ris,2,x} = P - \mu_2 m_2 g$$

e) Applichiamo la seconda legge della dinamica al blocco 1:

$$m_1 a_x = F - P - \mu_1 m_1 g$$

Applichiamo la seconda legge della dinamica al blocco 2, tenuto conto del fatto che i due blocchi si muovono di conserva e quindi hanno istante per istante la stessa accelerazione:

$$m_2 a_x = P - \mu_2 m_2 g$$

f) Devono quindi valere le due equazioni seguenti:

$$\begin{cases} m_1 a_x = F - P - \mu_1 m_1 g \\ m_2 a_x = P - \mu_2 m_2 g \end{cases}$$

Sommiamo membro a membro le due equazioni:

$$(m_1+m_2)\,a_x = F-(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)\,g$$

Dunque risulta

$$a_x = \frac{F-(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)\,g}{m_1+m_2}$$

g) Dalla seconda equazione del sistema lineare impostato nel punto f) otteniamo:

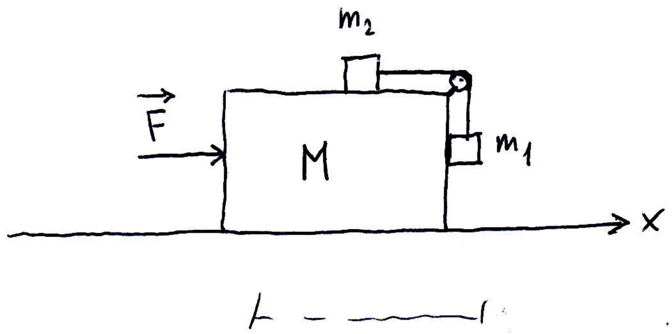
$$P = m_2\,(a_x+\mu_2 g) = m_2\left[\frac{F-(\mu_1 m_1+\mu_2 m_2)\,g}{m_1+m_2}+\mu_2 g\right] =$$

$$= m_2\,\frac{F-\mu_1 m_1 g-\cancel{\mu_2 m_2 g}+\mu_2 m_1 g+\cancel{\mu_2 m_2 g}}{m_1+m_2} = m_2\,\frac{F-(\mu_1-\mu_2)\,m_1 g}{m_1+m_2} =$$

$$= \frac{m_2}{m_1+m_2}\left[F+(\mu_2-\mu_1)\,m_1 g\right]$$

Serway, pr. 5.93

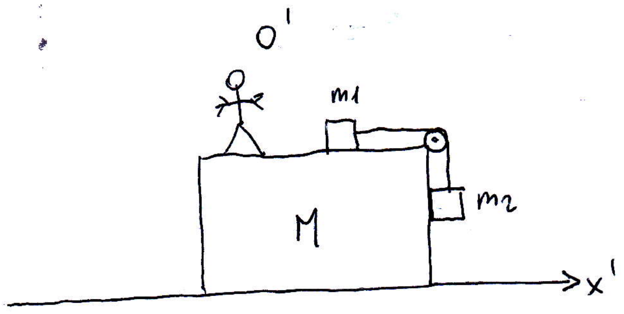
Quale forza orizzontale deve essere applicata al blocco di massa M della figura affinché i blocchi più piccoli rimangano in quiete rispetto al blocco grande? Si ipotizzi che tutte le superfici, le ruote e la puleggia siano prive di attrito.



Per risolvere più agevolmente il problema proposto, può convenire mettersi dal punto di vista di un osservatore non inerziale rispetto al quale tutti i blocchi sono fermi. L'accelerazione del sistema dei tre blocchi rispetto a un osservatore inerziale fermo che sta osservando i tre blocchi che accelerano è:

$$a_x = \frac{F}{M + m_1 + m_2}$$

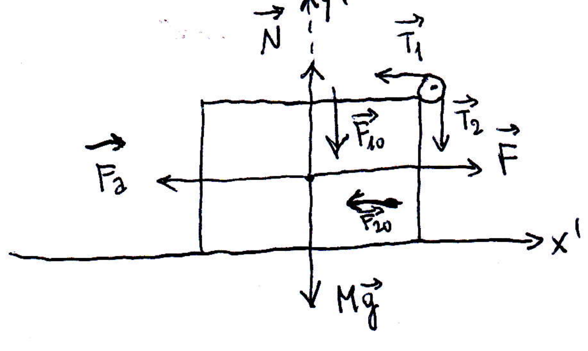
, perché i tre blocchi stanno accelerando verso destra come se fossero un unico blocco di massa $M + m_1 + m_2$.



Dunque, rispetto a un osservatore O' fermo rispetto al sistema dei tre blocchi, sul blocco di massa M agirà una forza apparente $F_a = -Ma_x$ (lungo l'asse x'), sul blocco di massa m_1 agirà una forza apparente $F_{a1} = -m_1 a_x$, e sul blocco di massa m_2 agirà una forza apparente $F_{a2} = -m_2 a_x$, tutte forze dirette lungo l'asse x'.

Tracciamo i diagrammi di tutte le forze agenti su ciascun blocco, rispetto all'osservatore O'

- Blocco di massa M



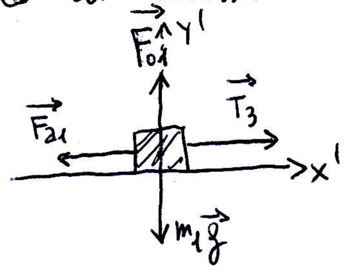
$\vec{F}_{10}$: forza esercitata dal blocco di massa m_1 sul blocco di massa M

$\vec{F}_{20}$: forza esercitata dal blocco di massa m_2 sul blocco di massa M

$\vec{T}_1$: forza esercitata sul blocco di massa M dal tratto di fune orizzontale

$\vec{T}_2$: forza esercitata sul blocco di massa M dal tratto di fune verticale

• Blocco di massa m_1:

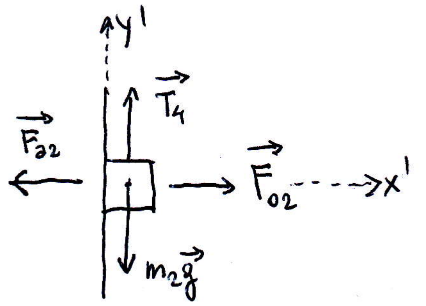


$\vec{F}_{01}$: forza esercitata dal blocco di massa M sul blocco di massa m_1

$\vec{T}_3$: forza esercitata sul blocco di massa m_1 dal tratto di fune orizzontale

Risulta chiaramente $\quad \vec{F}_{01} + \vec{F}_{10} = 0$, e $\vec{T}_3 + \vec{T}_1 = 0$

• Blocco di massa m_2:



$\vec{F}_{02}$: forza esercitata dal blocco di massa M sul blocco di massa m_2

$\vec{T}_4$: forza esercitata sul blocco di massa m_2 dal tratto di fune verticale

Risulta chiaramente $\quad \vec{F}_{02} + \vec{F}_{20} = 0$, e $\vec{T}_4 + \vec{T}_2 = 0$

Poiché la massa della puleggia e' trascurabile, risulta poi:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = |\vec{T}_3| = |\vec{T}_4| = T$$

Poniamo poi: $\quad |\vec{F}_{10}| = |\vec{F}_{01}| = F_1, \quad |\vec{F}_{20}| = |\vec{F}_{02}| = F_2$

Nel sistema di riferimento non inerziale tutti e tre i blocchi risultano fermi, per cui applichiamo la prima legge della dinamica tenendo conto di tutte le forze agenti, incluse le forze apparenti.

• Blocco di massa M.

(1) Asse x': $\quad F - F_2 - T - F_a = 0$, avendo posto $|\vec{F}| = F$, $|\vec{F_a}| = F_a$

(2) Asse y': $\quad N - F_1 - T - Mg = 0$

• Blocco di massa m_1.

(3) Asse x': $\quad T - F_{a1} = 0$

(4) Asse y': $\quad F_1 - m_1 g = 0$

• Blocco di massa m_2.

(5) Asse x': $\quad F_2 - F_{a2} = 0$

(6) Asse y': $\quad T - m_2 g = 0$

Otteniamo subito da (6): $\quad T = m_2 g \Rightarrow F_{a1} = T = m_2 g$ (da (3))

Poiché $F_{a1} = m_1 a_x = \dfrac{m_1 F}{M + m_1 + m_2}$, otteniamo

$$\frac{m_1 F}{M + m_1 + m_2} = m_2 g,$$ da cui $$\boxed{F = \frac{m_2 (M + m_1 + m_2) g}{m_1}}$$

Completiamo l'esercizio determinando tutte le altre grandezze incognite.

$$F_1 = m_1 g \qquad (\text{da } (4))$$

$$F_2 = F_{a2} = m_2 a_x = \frac{m_2 F}{M + m_1 + m_2} = \frac{m_2^2}{m_1} g \qquad (\text{da } (5))$$

$$N = F_1 + T + Mg = (M + m_1 + m_2) g \qquad (\text{da } (2))$$

Tenuto conto che $F_a = M a_x$, si verifica facilmente che l'espressione (1) è un'identità.

Risulta, infine:

$$a_x = \frac{F}{M + m_1 + m_2} = \frac{m_2}{m_1} g$$

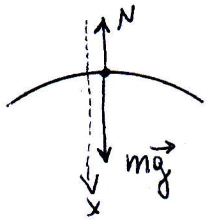
Serway, pr. 6.41

Un'auto di massa m si trova a passare sopra a un moderatore di velocità, la cui sezione è schematizzabile come un arco di circonferenza di raggio R.

a) Se l'auto viaggia con una velocità di modulo v, quale forza esercita la strada sull'auto quando quest'ultima passa per il punto più alto del moderatore di velocità?

b) Quanto vale il massimo modulo che può avere la velocità dell'auto per poter passare sopra il moderatore di velocità senza perdere il contatto con la strada?

a) Tracciamo il diagramma di tutte le forze agenti sull'auto nel momento in cui si trova nel punto più elevato del moderatore di velocità:



Le uniche forze agenti sono la forza peso e la reazione vincolare della superficie del moderatore di velocità

Come sempre in questo tipo di problemi, introduciamo un asse cartesiano x diretto lungo il raggio della traiettoria circolare nel punto considerato, con verso positivo verso il centro della traiettoria circolare.

Con questa scelta, posto $|\vec{N}| = N$, risulta:

$(m\vec{g})_x = mg$, $N_x = -N$, $a_x = \frac{v^2}{R}$, essendo v il modulo della velocità dell'auto nel punto considerato (v è costante).

Applicando la seconda legge della dinamica all'auto, risulta:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N}$$

Per le componenti dei vettori lungo l'asse x possiamo scrivere:

$$m a_x = (m\vec{g})_x + N_x,$$ cioè:

$$m\frac{v^2}{R} = mg - N,$$ da cui ricaviamo

$$\boxed{N = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)}$$

b) Affinché l'auto possa restare in contatto con la strada mentre passa sopra il moderatore di velocità nel suo punto più elevato, deve risultare $N \geq 0$, cioè

$$g - \frac{v^2}{R} \geq 0,$$ e dunque $\frac{v^2}{R} \leq g \Rightarrow v^2 \leq gR$, e infine

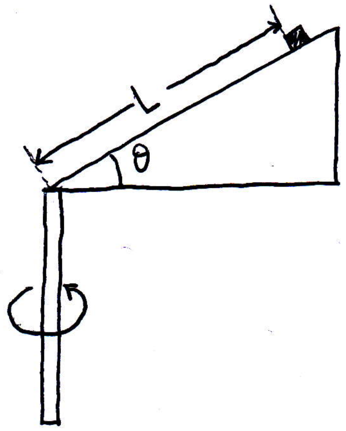
$$v \leq \sqrt{gR} = v_{max}$$

Pertanto il massimo valore che può avere il modulo della velocità dell'auto mentre questa sta passando sopra il moderatore di velocità senza perdere il contatto con la strada è

$$\boxed{v_{max} = \sqrt{gR}}$$

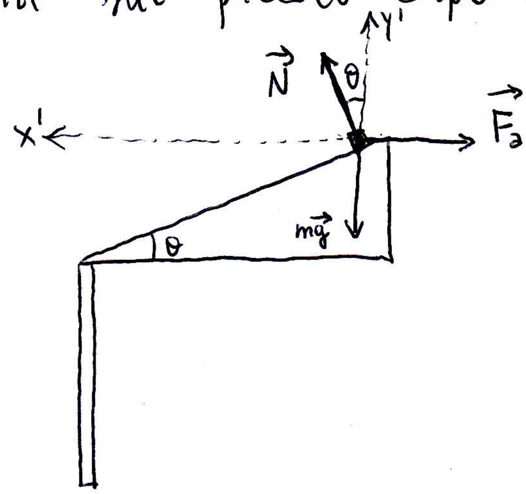
Serway: pr. 6.42

Un gioco per bambini consiste in un piccolo cuneo con angolo al vertice θ con una sbarretta a esso attaccata che serve per porlo in rotazione. Se un piccolo corpo di massa m viene posto sul profilo inclinato del cuneo in rotazione (supponendo che l'attrito sia trascurabile) a una distanza L dal vertice del cuneo, in modo che stia in equilibrio, si calcoli l'espressione del modulo della velocità del corpo in termini di g, L e θ.



Per risolvere questo problema, una possibile procedura consiste nel porsi dal punto di vista di un osservatore non inerziale, solidale con il cuneo durante la rotazione.

In questo sistema di riferimento, il diagramma delle forze agenti sul piccolo corpo di massa m è il seguente:



$\vec{N}$: reazione vincolare del piano di appoggio.

$\vec{F_a}$: forza apparente (centrifuga) agente sul corpo nel sistema di riferimento non inerziale

Introduciamo un sistema di assi cartesiani solidale al sistema di riferimento non inerziale. L'asse x' è orizzontale, orientato positivamente verso il centro della traiettoria circolare; l'asse y' è verticale, orientato positivamente verso l'alto. Poiché dal punto di vista dell'osservatore solidale con il cuneo il piccolo corpo di massa m è fermo, per la prima legge della dinamica deve risultare

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F_a} = 0$$

Dunque, le equazioni che devono soddisfare le componenti cartesiane dei vettori sono le seguenti:

$$\begin{cases} (m\vec{g})_{x'} + N_{x'} + F_{a,x'} = 0 \\ (m\vec{g})_{y'} + N_{y'} + F_{a,y'} = 0 \end{cases}$$

Ora, risulta (vedi figura):

$$(m\vec{g})_{x'} = 0 \;, \quad N_{x'} = N \,\text{sen}\,\theta \;, \quad F_{a,x'} = -F_a$$

$$(m\vec{g})_{y'} = -mg \;, \quad N_{y'} = N\cos\theta, \quad F_{a,y'} = 0$$

avendo posto $|\vec{N}| = N$, $|\vec{F_a}| = F_a$

Dunque, il sistema di equazioni diventa:

$$\begin{cases} N\,\text{sen}\,\theta - F_a = 0 \\ -mg + N\cos\theta = 0 \end{cases}$$

Poiché $F_a = m|\vec{a_c}| = m\dfrac{v^2}{r}$, dove r e' il raggio della curva, possiamo scrivere:

$$\begin{cases} F_a = N\,\text{sen}\,\theta \\ mg = N\cos\theta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m\dfrac{v^2}{r} = N\,\text{sen}\,\theta \\ mg = N\cos\theta \end{cases}$$

Dividiamo membro a membro le due equazioni:

$$\frac{v^2}{gr} = \text{tg}\,\theta \;,$$ da cui otteniamo:

$$v^2 = gr\,\text{tg}\,\theta$$; risulta, dalla geometria del problema:

$r = L\cos\theta$, per cui possiamo scrivere:

$$v^2 = gL\cos\theta\,\text{tg}\,\theta = gL\,\text{sen}\,\theta \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{gL\,\text{sen}\,\theta}}$$

Per completare la risoluzione del problema, scriviamo anche l'espressione del modulo della reazione vincolare del piano di appoggio; consideriamo le due equazioni ed eleviamone al quadrato entrambi i membri:

$$\begin{cases} N^2 \operatorname{sen}^2\vartheta = m^2 \left(\frac{v^2}{r}\right)^2 \\ N^2 \cos^2\vartheta = m^2 g^2 \end{cases}$$

Adesso sommiamo membro a membro le due equazioni così ottenute:

$$N^2(\operatorname{sen}^2\vartheta + \cos^2\vartheta) = m^2\left(\frac{v^4}{r^2} + g^2\right)$$

Poiché $\operatorname{sen}^2\vartheta + \cos^2\vartheta = 1$, otteniamo

$$N^2 = m^2\left(\frac{v^4}{r^2} + g^2\right)$$, da cui risulta:

$$N = m \cdot \sqrt{\frac{v^4}{L^2 \cos^2\vartheta} + g^2}$$

Si osservi che, per $\vartheta \to 90°$, v tende a un limite finito $\sqrt{gL}$, ma, poiché il raggio della curva $r = L\cos\vartheta$ tende a zero, questo valore di v risulta possibile solo se la velocità angolare di rotazione $\omega = \frac{v}{r}$ tende a infinito. Allo stesso tempo tende a infinito anche N (vedi sopra).

Serway, pr. 5.84

Un blocco di alluminio di massa $m_1 = 2$ kg e un blocco di rame di massa $m_2 = 6$ kg sono collegati tra loro mediante una corda inestensibile di massa trascurabile che passa su una puleggia di massa trascurabile e priva di attrito. I blocchi poggiano su una superficie di acciaio come mostrato nella figura, con $\theta = 30°$.

a) Se i blocchi vengono lasciati liberi dalla quiete, inizieranno a muoversi?

Se sì, si determinino

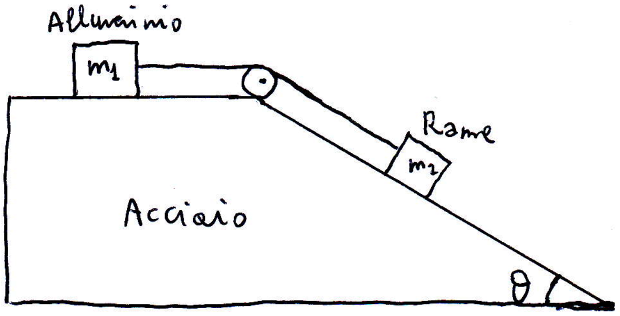
b) le loro accelerazioni e

c) il modulo della tensione della corda.

Se no,

d) si determini la somma dei moduli delle forze di attrito agenti sui blocchi.

	μ_s	μ_d
Alluminio su acciaio	0,61	0,47
Rame su acciaio	0,53	0,36

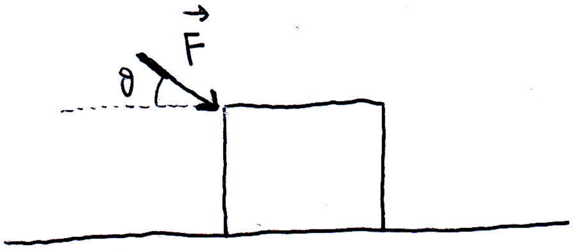


Serway, pr. 5.89

Una cassa di peso $P = mg$ viene spinta da una forza $\vec{F}$ come mostrato nella figura.

a) Se il coefficiente di attrito statico è μ_s e se $\vec{F}$ è inclinata di un angolo θ rispetto alla direzione orizzontale, si esprima il minimo valore di $F = |\vec{F}|$ necessario per far muovere la cassa in termini di P, θ e μ_s.

b) Si trovi quale condizione deve soddisfare θ in funzione di μ_s affinché la cassa, qualunque sia il valore di F, non si muova.



Serway, pr. 5.95

Un' auto accelera lungo una discesa e impiega, partendo da ferma, 6 s per raggiungere la velocita' di 30 m/s.

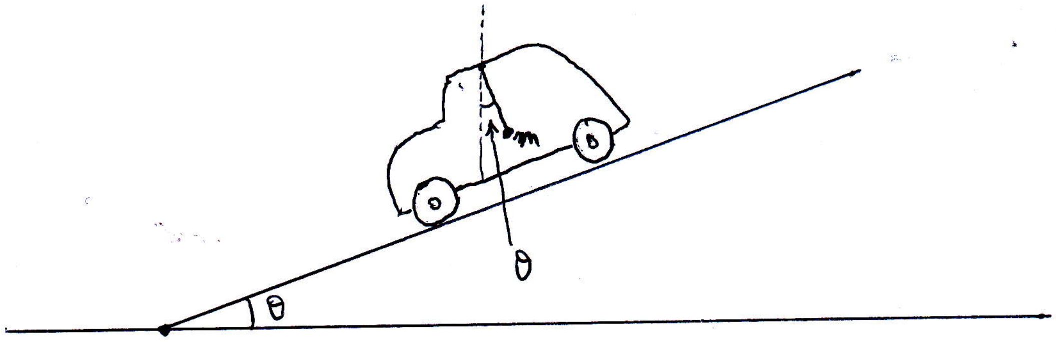
Durante la fase di accelerazione, un giocattolo avente massa $m = 0,1$ kg pende, appeso con una cordicella, dal soffitto dell' auto. L' accelerazione e' tale che la cordicella mantiene una direzione perpendicolare al soffitto dell' auto durante la fase di accelerazione.

Si determinino

a) l' angolo θ di inclinazione della discesa,

e

b) il modulo della tensione della cordicella



Serway, pr. 6.44

Un corpo di massa $m_1 = 4$ kg è attaccato a un altro corpo di massa $m_2 = 3$ kg mediante una corda, che chiameremo corda 1, di lunghezza $l = 0,5$ m. L'insieme dei due corpi viene fatto ruotare <u>in un piano verticale</u> mediante l'ausilio di una seconda corda, che chiameremo corda 2, anch'essa di lunghezza $l = 0,5$ m. Durante il moto dei due corpi, essi sono sempre allineati con l'estremo fissato della corda 2.

Nella parte più alta della sua traiettoria, m_2 ha una velocità di modulo $V_2 = 4$ m/s.

a) Si calcoli il modulo della tensione della corda 1 in tale situazione.

b) Si calcoli il modulo della tensione della corda 2 in tale situazione.

c) Se aumenta indefinitamente la velocità angolare di rotazione dei due corpi, quale corda si romperà per prima?

Serway, pr. 6.47

a) Un nastro bagagli di un aeroporto può essere schematizzato come una parte della superficie laterale di un grande cono in rotazione attorno al suo asse. Se l'inclinazione del nastro rispetto alla superficie orizzontale è 20° e un bagaglio di massa 30 kg compie un giro completo in 38 s trovandosi a una distanza dall'asse di rotazione di 7,46 m, si calcoli il modulo della forza di attrito statico esercitata dal nastro sul bagaglio.

b) Se la velocità del nastro viene improvvisamente aumentata, il bagaglio scivola un po' più in basso mettendosi in rotazione a una distanza di 7,94 m dall'asse e completando un giro in 34 s. Se in tale situazione il bagaglio è sul punto di scivolare, si calcoli il valore del coefficiente di attrito statico tra il nastro e il bagaglio.

Serway; pr. 6.51

Un camioncino si sta muovendo con accelerazione costante $\vec{a}$ lungo un pendio che forma un angolo ϕ con la direzione orizzontale, e una piccola sferetta di massa m e' appesa al soffitto del camioncino tramite una corda inestensibile di massa trascurabile. Se il filo forma un angolo costante θ con la direzione perpendicolare al soffitto, quanto vale $|\vec{a}|$?

Serway, pr. 6.52

Il pilota di un aereo esegue un giro della morte nel piano verticale. Il modulo della velocità dell'aereo è 300 mi/h nel punto più alto della traiettoria circolare, e 450 mi/h nel punto più basso. Il raggio della traiettoria è 1200 piedi.

a) Se la massa del pilota è 160 lb, quanto vale il suo peso apparente nel punto più basso della traiettoria?

b) Quanto vale il suo peso apparente nel punto più alto della traiettoria?

c) Si dica in quale modo il peso apparente del pilota potrebbe essere reso nullo cambiando il raggio e il modulo della velocità dell'aereo.

Nota: il peso apparente del pilota è il modulo della forza normale esercitata dal sedile dell'aereo sul corpo del pilota.

Conversioni di unità di misura:

$1\ mi = 1{,}609 \times 10^3\ m \qquad 1\ h = 3{,}6 \times 10^3\ s$

1 piede $= 1\ ft = 0{,}3048\ m$

$1\ lb = 0{,}453592\ Kg$

Serway, pr. 6.54

Un disco di massa m_1 è legato a una corda e posto in rotazione su un piano orizzontale con attrito trascurabile. Il raggio della traiettoria circolare del disco è R e all'altro estremo la corda, una volta passata attraverso un piccolo buco nel tavolo, è legata a un contrappeso di massa m_2. Se il contrappeso è in equilibrio mentre il disco sta ruotando, si determinino:

a) il modulo della tensione della corda,

b) il modulo della forza radiale agente sul disco,

c) il modulo della velocità del disco.

d) Si descriva qualitativamente il moto del disco se un piccolo carico aggiuntivo viene posto sul contrappeso di massa m_2.

e) Si descriva qualitativamente il moto del disco se invece viene rimossa una parte del carico del contrappeso.

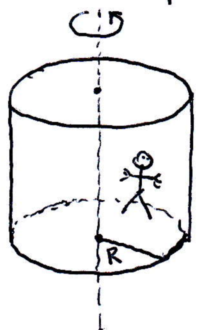
Serway, pr. 6.59

Un' attrazione di un parco di divertimenti è costituita da un grande cilindro disposto verticalmente e posto in rotazione attorno al suo asse in modo sufficientemente rapido affinché ogni persona all' interno rimanga attaccata alla parete laterale una volta che il pavimento venga rimosso. Il coefficiente di attrito statico tra una persona e la parete sia μ_s, mentre sia R il raggio del cilindro.

a) Si calcoli l' espressione del massimo valore che può avere il periodo di rotazione del cilindro affinché una persona possa restare attaccata alla parete laterale senza cadere.

b) Se la frequenza di rotazione del cilindro viene leggermente aumentata, come cambia il modulo di ognuna delle forze agenti su una persona? Come cambia il moto di una persona?

c) Se la frequenza di rotazione viene leggermente diminuita, come cambia il modulo di ognuna delle forze agenti su una persona? Come cambia il moto di una persona?



Serway, pr. 6.61

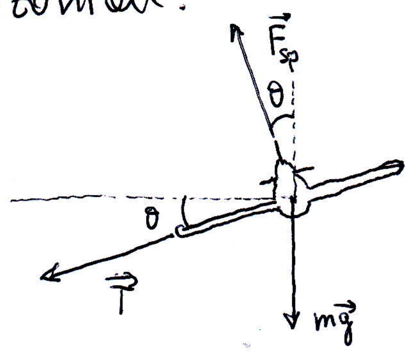
Un'auto affronta una curva rialzata, come mostrato nella figura. Il raggio di curvatura della strada è R, l'angolo di sopraelevazione è θ e il coefficiente di attrito statico tra l'auto e la strada è μ_s.

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 nulla.

Serway, pr. 6.63

Un modellino di aeroplano di massa 0,75 kg e' in volo lungo una traiettoria circolare disposta su un piano orizzontale. Il modulo della velocita' dell' aeroplano e' 35 m/s e la lunghezza del filo di controllo e' 60 m. Le forze agenti sull' aeroplano sono: la tensione del filo di controllo, la forza peso e la spinta aerodinamica che agisce verso l' interno della traiettoria formando un angolo $\theta = 20°$ con la direzione verticale. Si calcolino il modulo della tensione del filo e il modulo della spinta aerodinamica assumendo che il filo formi costantemente un angolo $\theta = 20°$ con la direzione orizzontale.



Serway, pr. 6.64

Uno studente costruisce e calibra un accelerometro in modo da usarlo per determinare il modulo della velocità della propria auto quando questa si trova su una curva (non sopraelevata). L'accelerometro è essenzialmente costituito da un goniometro e da un filo con un piombo a un'estremità; l'altra estremità viene fissata al tetto dell'auto.
Quando un amico è alla guida, lo studente osserva che il filo si discosta dalla verticale di un angolo pari a 15° quando l'auto affronta la curva alla velocità di 23 m/s.

a) Quanto vale l'accelerazione centripeta dell'auto?

b) Quanto vale il raggio della curva?

c) Quanto vale la velocità dell'auto se, affrontando di nuovo la stessa curva, la deflessione misurata è pari a 9°?