

Sumário dos Exemplos Resolvidos

Tipo de Cálculo

Procedimentos e Exemplos Importantes

<p>1. Comparação entre massa desconhecida e massa conhecida</p>	<p>Achar a razão entre as acelerações provocadas sobre os corpos por uma mesma força.</p>	<p>Exemplo 4-1</p>
<p>2. Determinação de grandezas do movimento (a, v ou x) dos corpos mediante as leis de Newton. Para determinar:</p>	<p>o movimento de um corpo sob a influência de uma força</p> <p>Traçar o diagrama de forças. Expressar $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ para o corpo. Se a força for a de uma mola, aproveitar a lei de Hooke, $f_x = -kx$. Se a força for constante, a posição e a velocidade do corpo podem ser determinadas pelas equações do movimento uniformemente acelerado, Cap. 2.</p>	<p>Exemplos 4-2, 4-6, 4-10</p>
<p>o movimento de um corpo sob a influência de várias forças</p>	<p>Traçar o diagrama de forças. Escolher um sistema de coordenadas que tenha um eixo paralelo à aceleração. Usar $\Sigma F = ma$ na forma das respectivas componentes e resolver as equações na aceleração. Se a força for constante, a posição e a velocidade podem ser determinadas pelas equações do movimento uniformemente acelerado (Cap. 2). Se o corpo for obrigado a se mover sobre uma superfície, a força normal (perpendicular) deve equilibrar as outras forças perpendiculares à superfície.</p>	<p>Exemplos 4-7, 4-8</p>
<p>os movimentos de dois corpos, com vínculos, sob a ação de diversas forças</p>	<p>Traçar o diagrama de forças de cada corpo. Escolher um sistema de coordenadas de modo que um eixo seja paralelo à aceleração. Usar $\Sigma F = ma$ na forma das componentes das forças sobre cada corpo, separadamente. Os vínculos proporcionam informações sobre os módulos da aceleração ou das forças (por exemplo, tensão constante numa corda). Resolver as equações simultâneas para determinar cada força e cada aceleração.</p>	<p>Exemplos 4-12, 4-13</p>
<p>3. Aplicação das leis de Newton no sistema de unidades inglesas</p>	<p>Traçar o diagrama de forças. Em lugar da massa, usar $m = w/g$.</p>	<p>Exemplo 4-4</p>
<p>4. Determinação das forças que atuam sobre um corpo estático</p>	<p>Traçar o diagrama de forças. Escolher um sistema de coordenadas que tenha um eixo paralelo a uma ou mais de uma força. Usar $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ na forma das componentes e resolver nas incógnitas.</p>	<p>Exemplo 4-9</p>
<p>5. Aplicação das leis de Newton a corpo em repouso num sistema acelerado (por exemplo um vagão ferroviário, um elevador)</p>	<p>Traçar o diagrama de forças. Escolher um sistema de coordenadas que tenha um eixo paralelo à aceleração. Usar $\Sigma F = ma$ na forma das componentes, observando que a aceleração é a aceleração do corpo num referencial inercial. Como o corpo está em repouso no referencial não-inercial, \vec{a} é a aceleração do referencial acelerado. Resolver nas forças desconhecidas.</p>	<p>Exemplos 4-10, 4-11</p>

Problemas

Em alguns problemas os dados são mais abundantes do que os necessários. Em outros será preciso usar dados do seu conhecimento geral ou de outras fontes de dados e de estimativas.

Problemas Conceituais

Problemas de Seções Optativas ou Exploratórias

- Problemas monoconceituais, solúveis numa etapa, simples
- Problemas intermediários, exigindo talvez a síntese de conceitos
- Problemas difíceis, para estudantes adiantados

Em todos os problemas, tome $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ para a aceleração da gravidade e despreze a resistência do ar, a menos que haja instruções em contrário.

ele. Como aproveitar esta informação para achar um referencial inercial?

Primeira Lei de Newton: a Lei da Inércia

- 1 Como se pode determinar se um referencial é ou não inercial?
- 2 Imagine que um corpo, num certo referencial, tem a aceleração a quando não existem forças externas agindo sobre

Força, Massa e Segunda Lei de Newton

- 3 Se um corpo não tem aceleração num referencial inercial, pode-se concluir que não há forças agindo sobre ele?
- 4 Se somente uma força atua sobre um corpo, a aceleração deste corpo, num referencial inercial, é necessariamente nula? Pode ter velocidade nula?

• 5 Se sobre um corpo atua uma única força, é possível dizer qual a direção do movimento do corpo sem dispor de qualquer outra informação?

• 6 Num referencial inercial um corpo se desloca a velocidade constante. Deduz-se então que:

- (a) Não há forças atuando sobre o corpo.
- (b) Uma força constante atua sobre o corpo na direção do movimento.
- (c) É nula a resultante das forças que atuam sobre o corpo.
- (d) A resultante das forças que atuam sobre o corpo é igual e oposta ao peso do corpo.

• 7 Uma corpo se move com velocidade constante, sobre uma reta, num referencial inercial. Qual das seguintes informações é verdadeira?

- (a) Nenhuma força atua sobre o corpo.
- (b) Uma única força constante atua sobre o corpo na direção do movimento.
- (c) Uma única força constante atua sobre o corpo na direção oposta ao movimento.
- (d) A resultante das forças sobre o corpo é nula.
- (e) Uma força resultante constante atua sobre o corpo na direção do movimento.

• • 8 A Fig. 4-23 mostra a posição x contra o tempo t de uma partícula que se move numa dimensão. Em que intervalo de tempo há uma força resultante não-nula atuando sobre a partícula? Determine a direção (+ ou -) desta força resultante durante cada intervalo de tempo.

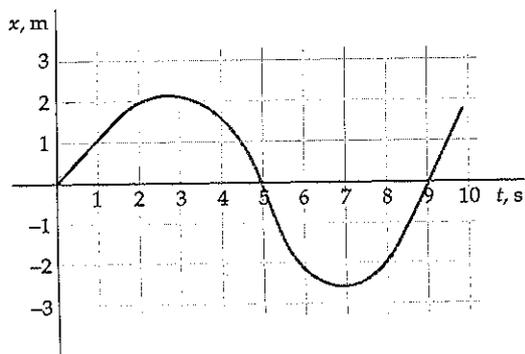


Figura 4-23 Problema 8

• 9 Uma partícula de massa m desloca-se com uma velocidade inicial $v_0 = 25,0$ m/s. A partícula chega ao repouso, em 62,5 m, sob a ação de uma força resultante de 15,0 N. Qual o valor da massa m ?

- (a) 37,5 kg
- (b) 3,00 kg
- (c) 1,50 kg
- (d) 6,00 kg
- (e) 3,75 kg

• 10 (a) Um corpo tem a aceleração de 3 m/s² sob a ação de uma força F_0 . Qual a sua aceleração quando o módulo da força for duplicado? (b) Um segundo corpo tem a aceleração de 9 m/s² sob a ação da mesma força F_0 ? Qual a razão entre as massas dos dois corpos? (c) Se os dois corpos forem amarrados um no outro, qual a aceleração provocada pela força F_0 ?

• 11 Um navio é rebocado com uma força constante F_1 . A velocidade do navio, num intervalo de 10 s, aumenta de 4 km/h. Um segundo rebocador auxilia o primeiro, puxando o navio na mesma direção, com a força F_2 , e então a velocidade aumenta de 16 km/h em 10 s. Como se comparam as duas forças? (Desprezar a resistência da água.)

• 12 Uma força F_0 provoca aceleração de 3 m/s² quando atua sobre um corpo de massa m que desliza sobre superfície sem atrito. Calcular a aceleração do mesmo corpo em cada situação esquematizada nas Figs. 4-24a e 4-24b.

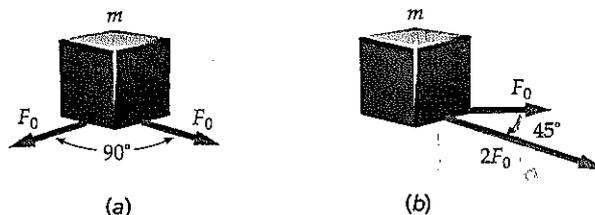


Figura 4-24 Problema 12

• 13 Uma força $\vec{F} = 6\text{ N } \hat{i} - 3\text{ N } \hat{j}$ atua sobre um corpo de massa 1,5 kg. Determinar a aceleração \vec{a} . Qual o módulo a ?

• 14 Uma única força de 12 N atua sobre uma partícula de massa m . A partícula parte do repouso e percorre, sobre uma reta, a distância de 18 m em 6 s. Calcular m .

• 15 Uma tora de 75 kg é arrastada sobre o solo horizontal, com velocidade constante, por uma força horizontal de 250 N. (a) Qual a força resistiva exercida pelo solo sobre a tora? (b) Que força se exerce para a tora ter a aceleração de 2 m/s²?

• 16 A Fig. 4-25 é o gráfico de v_x contra t para um corpo de 8 kg de massa que se desloca em linha reta. Fazer o gráfico da resultante das forças que atuam sobre o corpo, em função do tempo.

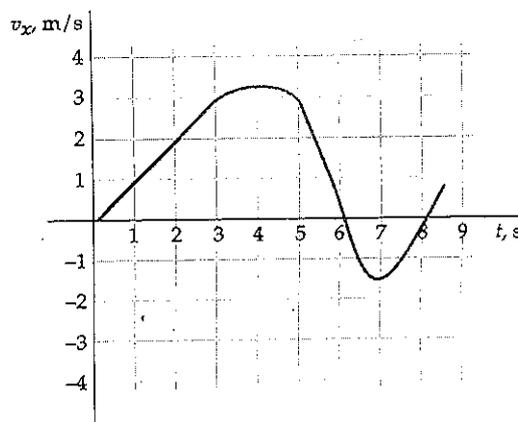


Figura 4-25 Problema 16

• • 17 Um corpo de 4 kg está sujeito a duas forças, $\vec{F}_1 = 2\text{ N } \hat{i} - 3\text{ N } \hat{j}$ e $\vec{F}_2 = 4\text{ N } \hat{i} - 11\text{ N } \hat{j}$. O corpo está na origem no instante $t = 0$. (a) Qual a aceleração do corpo? (b) Onde está o corpo no instante $t = 3$ s?

Peso e Massa

• 18 Imagine que um corpo é arremessado no espaço sideral, longe de galáxias, estrelas e outros corpos. Como se altera a sua massa? E o seu peso?

• 19 Como um astronauta, no estado de imponderabilidade, pode perceber que tem massa?

• 20 Em que circunstâncias o seu peso aparente será maior do que o seu peso normal?

- 21 Na Lua, a aceleração da gravidade é apenas 1/6 da aceleração da gravidade na Terra. Um astronauta, cujo peso na Terra é de 600 N, está na superfície da Lua. A sua massa, medida na Lua, será de:
 - (a) 600 kg
 - (b) 100 kg
 - (c) 61,2 kg
 - (d) 9,81 kg
 - (e) 360 kg

• 22 Exprimir o peso de uma garota de 54 kg em (a) newtons e (b) libras.

• 23 Achar a massa de um homem de 165 lb em quilogramas.

• 24 Depois de assistir a um documentário sobre viagens espaciais, um inventor amador imagina que talvez possa ganhar dinheiro combinando a imponderabilidade no espaço com o desejo que muitas pessoas têm de emagrecerem. A força gravitacional sobre uma massa m a uma altura h em relação à superfície da Terra é dada por $F = mgR_T^2 / (R_T + h)^2$, em que R_T é o raio da Terra (cerca de 6.370 km) e g a aceleração da gravidade na superfície da Terra. (a) Com essa expressão, calcular o peso, em newtons e em libras, de uma pessoa de 83 kg na superfície da Terra. (b) Se esta pessoa estiver numa nave a 400 km de altura em relação à superfície da Terra, qual será a sua perda de peso? (c) Que massa terá a pessoa na altura mencionada?

• 25 Uma astronauta chega a um planeta desconhecido. A visibilidade é ruim e através de um canal de comunicação indaga qual a direção para a Terra. "Você já está na Terra", vem a resposta, "espere que logo estaremos aí." A astronauta não acredita muito e deixa cair uma bola de chumbo, de 76,5 g de massa, do topo da nave até o solo, 18 m abaixo, cronometrando em 2,5 s o tempo de queda. (a) A astronauta tem a massa de 68,5 kg; qual o seu peso no planeta desconhecido? (b) A astronauta está ou não na Terra?

Terceira Lei de Newton

• 26 Certo ou Errado
 (a) As forças de ação e reação nunca atuam sobre o mesmo corpo.
 (b) A ação só é igual à reação se os corpos não estiverem acelerados.

• 27 Um homem de 80 kg, sobre patins de gelo, puxa um garoto de 40 kg, também sobre patins, com uma força de 100 N. A força exercida pelo garoto sobre o homem é de:
 (a) 200 N.
 (b) 100 N.
 (c) 50 N.
 (d) 40 N.

• 28 Um menino segura um pássaro. A reação à força que o menino exerce sobre o pássaro é
 (a) a força da Terra sobre o pássaro.
 (b) a força do pássaro sobre a Terra.
 (c) a força da mão do menino sobre o pássaro.
 (d) a força do pássaro sobre a mão.
 (e) a força da Terra sobre a mão.

A reação ao peso do pássaro é
 (a) a força da Terra sobre o pássaro.
 (b) a força do pássaro sobre a Terra.
 (c) a força da mão do menino sobre o pássaro.
 (d) a força do pássaro sobre a mão.
 (e) a força da Terra sobre a mão.

• 29 Um jogador de futebol chuta a bola. Se a força da chuteira sobre a bola for a ação, qual a reação?
 (a) A força da chuteira sobre o pé do jogador.
 (b) A força que a bola exerce sobre o goleiro que agarra a bola.
 (c) A força que a bola exerce sobre a chuteira.
 (d) A força que o jogador exerce sobre a bola durante o chute.
 (e) O atrito, durante a corrida da bola sobre o campo.

• 30 Um estudante lê no livro de física que quando duas pessoas puxam as pontas de uma corda, num cabo-de-guerra, as forças exercidas entre elas são iguais e opostas, conforme a terceira lei de Newton. Não entendendo a lei, o estudante corre a desafiar um outro, muito mais forte, certo de que empatará a contenda. O resultado é outro e o estudante é fragorosamente derrotado. Mostre, num diagrama de forças, que, apesar da terceira lei de Newton, é possível que um lado seja vencedor num cabo-de-guerra.

• 31 Um corpo de 2,5 kg está pendurado, em repouso, de um fio preso no teto de uma sala. (a) Mostre, num diagrama de forças, as forças que atuam sobre o corpo e a reação a cada força. (b) Faça diagrama para o fio que sustenta o corpo.

• 32 Uma caixa de 9 kg está sobre outra de 12 kg, que por sua vez repousa sobre o tampo horizontal de uma mesa. (a) Mostre, num diagrama de forças, as forças que atuam sobre a caixa de 9 kg e indique a reação a cada força. (b) Faça o mesmo para a caixa de 12 kg.

Forças de Contato

• 33 Uma mola vertical, com a constante de força de 600 N/m, está pendurada por uma ponta no teto de uma sala e tem na outra um corpo de 12 kg que repousa sobre uma superfície horizontal, de modo que a mola exerce uma força para cima sobre este corpo. A mola está esticada de 10 cm. (a) Que força a mola exerce sobre o bloco? (b) Que força a superfície exerce sobre o corpo?

• 34 Uma caixa de 6 kg está sobre uma superfície horizontal sem atrito e presa a uma mola horizontal com a constante de força de 800 N/m. Se a mola estiver esticada de 4 cm, qual a aceleração da caixa?

• 35 Um corpo de 0,5 kg de massa é impulsionado por uma mola sobre uma mesa horizontal sem atrito. A aceleração a do corpo contra o comprimento L da mola varia de acordo com a seguinte tabela:

$L, \text{ cm}$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$a, \text{ m/s}^2$	0	2,0	3,8	5,6	7,4	9,2	11,2	12,8	14,0	14,6	14,6

(a) Fazer o gráfico da força da mola contra o comprimento L . (b) Se a mola estiver esticada de 12,5 cm, qual a força que exerce sobre o corpo? (c) De quanto se estica a mola sustentando o corpo, na vertical, ao nível do mar, num local onde $g = 9,81 \text{ N/m}$?

Problemas Diversos

• 36 Um quadro está pendurado por dois fios como no Exemplo 4-9. A tensão no fio mais vertical deve ser maior ou menor do que a tensão no outro fio?

• 37 Uma corda de pendurar roupa está esticada entre dois suportes. Uma toalha molhada é pendurada na região central da corda. É possível que a corda continue esticada na horizontal? Explique.

• 38 Qual, entre os diagramas da Fig. 4-26, representa um corpo escorregando por um plano inclinado sem atrito?

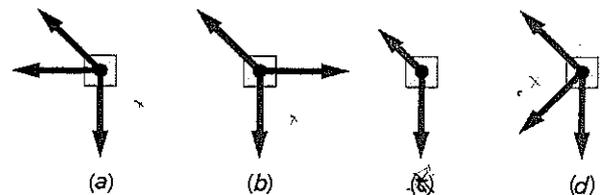


Figura 4-26 Problema 38

• 39 Uma lâmpada, com a massa $m = 42,6$ kg, está pendurada de fios conforme esquematizado na Fig. 4-27. A tensão T_1 , no fio vertical, é de:

- (a) 209 N.
- (b) 418 N.
- (c) 570 N.
- (d) 360 N.
- (e) 730 N.

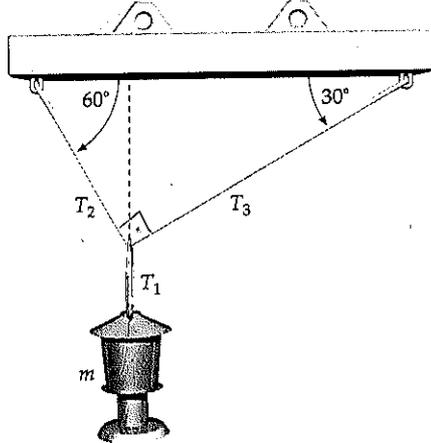


Figura 4-27 Problema 39

• 40 Um corpo de 40,0 kg está pendurado numa corda vertical e inicialmente em repouso. O corpo é então acelerado para cima. A tensão na corda que imprime ao corpo a velocidade para cima de 3,50 m/s em 0,700 s é de:

- (a) 590 N
- (b) 390 N
- (c) 200 N
- (d) 980 N
- (e) 720 N

• 41 De um helicóptero de massa m_h , em vôo, está sendo desembarcado um caminhão com a massa m_c . A velocidade de descida do caminhão aumenta à taxa de $0,1$ g. Qual a tensão no cabo que suporta o caminhão?

- (a) $1,1 m_c g$
- (b) $m_c g$
- (c) $0,9 m_c g$
- (d) $1,1 (m_h + m_c) g$
- (e) $0,9 (m_h + m_c) g$

• 42 Um corpo de 10 kg está sobre uma mesa sem atrito e sujeito a duas forças horizontais, F_1 e F_2 , com os módulos $F_1 = 20$ N e $F_2 = 30$ N, como mostra a Fig. 4-28. (a) Calcular a aceleração a do corpo. (b) Uma terceira força F_3 é aplicada ao corpo de modo que se instale o equilíbrio estático. Determinar F_3 .

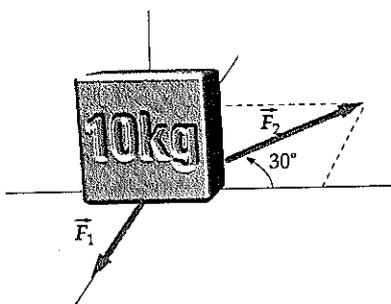


Figura 4-28 Problema 42

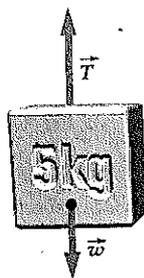


Figura 4-29 Problema 43

• 43 Uma força vertical \vec{T} está aplicada a um corpo de 5 kg nas vizinhanças da superfície da Terra, como mostra a Fig. 4-29. Calcular a aceleração do corpo se (a) $T = 5$ N, (b) $T = 10$ N e (c) $T = 100$ N.

• 44 Herbert pretende descer de um helicóptero estacionário no ar por um cabo vertical. O cabo suporta a tensão máxima

de 300 N, e a massa de Herbert é de 61,2 kg. Para que o cabo não se rompa, é preciso que a descida seja feita escorregando com a aceleração conveniente. Que aceleração é esta?

• 45 Uma pessoa quer descer por um cabo de uma janela que está a 15,0 m do solo. O cabo de que dispõe, de 24 m, suporta a tensão máxima de 360 N e o peso da pessoa é de 600 N. Se a velocidade de chegada ao solo for de 8 m/s a pessoa será bastante machucada. (a) Mostrar que não será possível fazer a descida escorregando pelo cabo. (b) Como será possível efetuar a descida com segurança?

• 46 A bala de um rifle, de 9 g, parte do repouso e sai pela boca do cano da arma, de 0,6 m de comprimento, a 1200 m/s. Achar a força exercida sobre a bala no interior do cano da arma, admitindo seja constante.

• 47 Um quadro de 2 kg está pendurado por dois fios de comprimentos iguais. Cada qual faz um ângulo θ com a horizontal, como mostra a Fig. 4-30. (a) Achar a equação geral da tensão T , dados θ e o peso w do quadro. Para que ângulo θ essa tensão T é mínima? E máxima? (b) Se $\theta = 30^\circ$, qual a tensão nos fios?

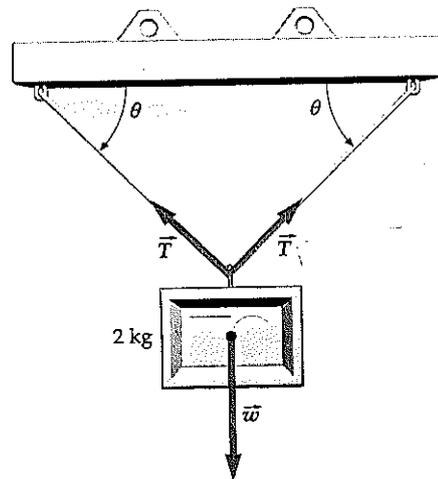


Figura 4-30 Problema 47

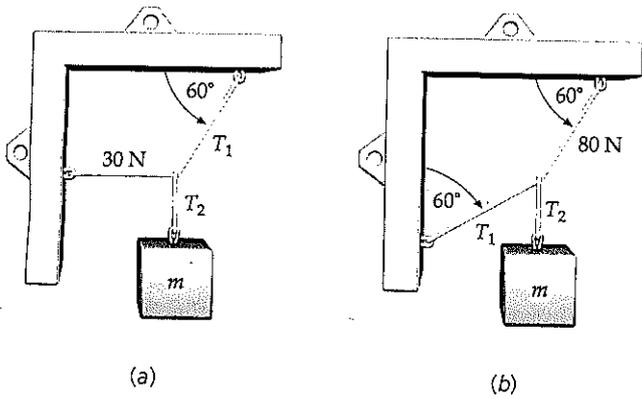
• 48 Uma bala, de massa $1,8 \times 10^{-3}$ kg, movendo-se a 500 m/s, encontra um grande bloco de madeira fixo e penetra 6 cm até parar. Admitindo que a desaceleração seja constante, calcular a força exercida pelo bloco sobre a bala.

• 49 Uma carga de 1000 kg está sendo movimentada por um guindaste, presa a um cabo. Achar a tensão no cabo quando (a) a aceleração da carga, para cima, é de 2 m/s², (b) a carga está sendo elevada a velocidade constante, e (c) a carga está sendo suspensa com uma velocidade que diminui de 2 m/s a cada segundo.

• 50 Um carro puxado por um cavalo desacelera a $3,0$ m/s² ao se mover em linha reta. Uma lâmpada, de 0,844 kg, está pendurada no teto do carro por um fio de 0,6 m de comprimento. O ângulo que o fio faz com a vertical é de:

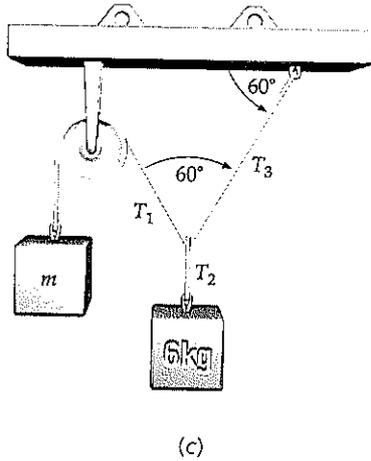
- (a) $8,5^\circ$ para a frente do carro.
- (b) 17° para a frente do carro.
- (c) 17° para a traseira do carro.
- (d) $2,5^\circ$ para a frente do carro.
- (e) 0° correspondendo à vertical.

• 51 Calcular, em cada sistema da Fig. 4-13, em equilíbrio, as tensões e massas desconhecidas.



(a)

(b)



(c)

Figura 4-31 Problema 51

• • 52 Imagine que o seu carro ficou atolado num lamaçal. Sem dispor de auxílio, você tem, no entanto, uma corda comprida e forte. A corda é amarrada, bem esticada, num poste robusto e puxada lateralmente, como mostra a Fig. 4-32. (a) Achar a força da corda sobre o carrão quando o ângulo θ for de 3° e a força F for de 400 N. Nestas circunstâncias, o carro não se move. (b) Que tensão tem que agüentar a corda quando a força for de 600 N e o ângulo $\theta = 4^\circ$?

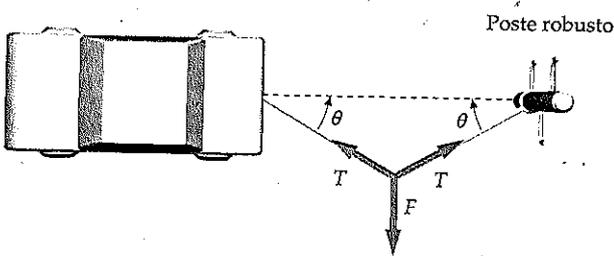


Figura 4-32 Problema 52

Planos Inclinados

• 53 Um corpo escorrega por um plano inclinado sem atrito. Traçar o diagrama de forças do corpo. Para cada força, identificar a reação correspondente.

• 54 O sistema esquematizado na Fig. 4-33 está em equilíbrio. Então a massa m é de

- (a) 3,5 kg.
- (b) $3,5 \text{ sen } 40^\circ$ kg.

- (c) $3,5 \text{ tan } 40^\circ$ kg.
- (d) nenhuma das respostas anteriores.

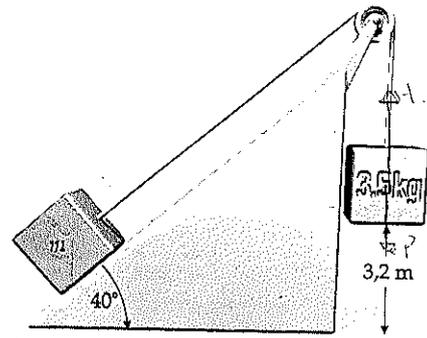
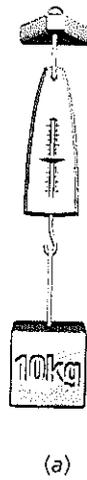
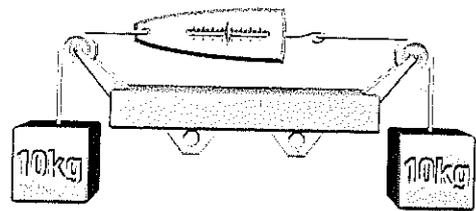


Figura 4-33 Problema 54

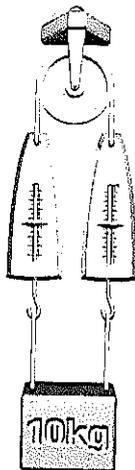
• 55 Na Fig. 4-34 os corpos estão ligados a balanças de mola calibradas em newtons. Em cada caso determine a leitura das balanças, admitindo que os fios de ligação tenham massa desprezível e que o plano inclinado não tenha atrito.



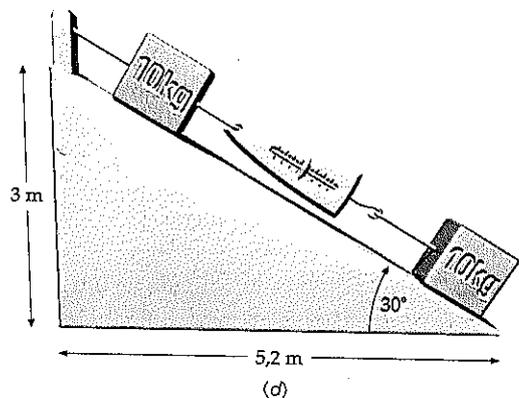
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4-34 Problema 55

- • 56 Um bloco está mantido em posição por um cabo preso ao topo de um plano inclinado sem atrito (Fig. 4-35). (a) Se $\theta = 60^\circ$ e $m = 50$ kg, calcular a tensão no cabo e a força normal exercida pelo plano. (b) Calcular a tensão em função de θ e de m , e verificar o resultado com $\theta = 0^\circ$ e $\theta = 90^\circ$.

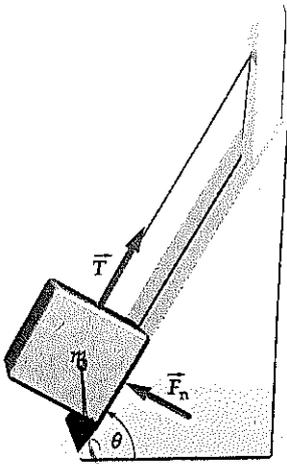


Figura 4-35 Problema 56

- • 57 Uma força horizontal de 100 N arrasta um bloco de 12 kg por um plano inclinado sem atrito que faz um ângulo de 25° com a horizontal. (a) Qual a força normal que o plano inclinado exerce sobre o bloco? (b) Qual a aceleração do bloco?

- • 58 Uma pessoa de 65 kg está sobre uma balança montada sobre uma prancha que rola por um plano inclinado abaixo, como mostra a Fig. 4-36. Vamos admitir que não haja atrito, de modo que a força do plano sobre a prancha seja perpendicular ao plano. Qual a leitura da balança se $\theta = 30^\circ$?

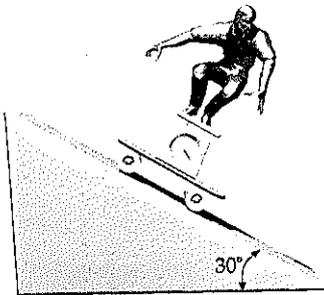


Figura 4-36 Problema 58

Elevadores

- 59 Um corpo está pendurado no teto de um elevador que desce à velocidade constante de 9,81 m/s. A tensão no fio que sustenta o corpo é
 (a) igual ao peso do corpo.
 (b) menor do que o peso do corpo, porém não é nula.
 (c) maior do que o peso do corpo.
 (d) nula.
- 60 Que efeito a velocidade de um elevador tem sobre o peso aparente de uma pessoa dentro do elevador?
- 61 Imagine que você está sobre a plataforma de uma balança num elevador na ocasião em que o elevador pára no andar térreo. A balança assinala corretamente o seu peso? Tem leitura maior ou menor?

- 62 Uma pessoa de peso w está num elevador que sobe quando, subitamente, o cabo do elevador se rompe. Qual o peso aparente da pessoa imediatamente depois de o cabo romper-se?
 (a) w (b) Maior do que w (c) Menor do que w
 (d) $9,8 w$ (e) Nulo

- 63 Uma pessoa está num elevador segurando um corpo de 10 kg pendurado num fio que pode suportar, no máximo, 150 N. Quando o elevador principia a subir, o fio se rompe. Qual a aceleração mínima do elevador?

- 64 Uma garota de 60 kg está sobre a plataforma de uma balança num elevador. Qual a leitura da balança quando (a) o elevador desce à velocidade constante de 10 m/s; (b) o elevador desce a 10 m/s e ganha velocidade à taxa de 2 m/s^2 ; (c) o elevador sobe a 10 m/s mas a sua velocidade diminui de 2 m/s a cada segundo.

- • 65 Um bloco de 2 kg está pendurado numa balança de mola, calibrada em newtons, presa no teto de um elevador (Fig. 4-37). Qual a leitura da balança quando (a) o elevador sobe com a velocidade constante de 30 m/s? (b) O elevador desce com a velocidade constante de 30 m/s? (c) O elevador sobe a 20 m/s e ganha velocidade à taxa de 10 m/s^2 ?

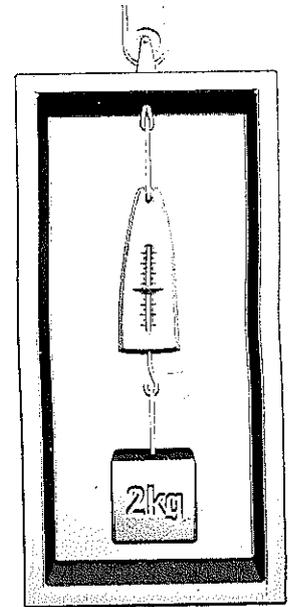


Figura 4-37 Problema 65

Entre $t = 0$ e $t = 2$ s, o elevador sobe a 10 m/s. A sua velocidade é então uniformemente reduzida, de modo que o elevador pára em 2 s, ficando em repouso no instante $t = 4$ s. Descrever a leitura da balança no intervalo de tempo $0 < t < 4$ s.

- • 66 Uma pessoa está sobre a plataforma de uma balança num elevador que tem a aceleração a para cima. A leitura da balança é de 960 N. Ao apagar uma caixa de 20 kg, a leitura da balança passa a ser de 1200 N. Achar a massa da pessoa, o respectivo peso e a aceleração a .

Dois ou Mais Corpos

- 67 Dois corpos de massa m_1 e m_2 estão ligados por uma corda de massa desprezível e acelerados uniformemente sobre uma superfície horizontal, como mostra a Fig. 4-38. A razão T_1/T_2 entre as tensões é dada por

- (a) m_1/m_2 . (b) m_2/m_1 . (c) $(m_1 + m_2)/m_2$.
- (d) $m_1/(m_1 + m_2)$. (e) $m_2/(m_1 + m_2)$.

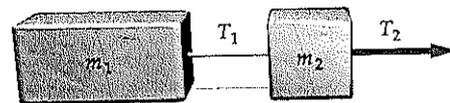


Figura 4-38 Problema 67

- 68 Um corpo de massa $m_2 = 3,5$ kg está sobre uma plataforma horizontal, sem atrito e ligado através de cordas a corpos de massas $m_1 = 1,5$ kg e $m_3 = 2,5$ kg, penduradas conforme mostra o esquema da Fig. 4-39. As polias não contribuem com atrito ou com

massa para o movimento. O sistema está inicialmente mantido em repouso. Uma vez livre, determinar (a) a aceleração de cada corpo e (b) a tensão em cada corda.

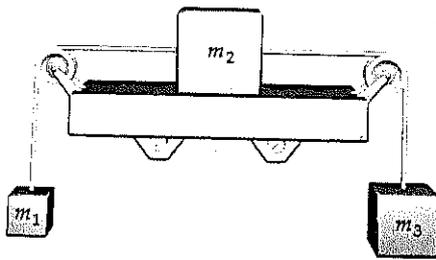


Figura 4-39 Problema 68

• • 69 Dois blocos estão em contato sobre uma superfície horizontal sem atrito. Os blocos são acelerados por uma força horizontal F aplicada a um deles (Fig. 4-40). Achar a aceleração e a força de contato (a) quando F , m_1 e m_2 forem quaisquer e (b) quando $F = 3,2 \text{ N}$, $m_1 = 2 \text{ kg}$ e $m_2 = 6 \text{ kg}$.



Figura 4-40 Problema 69

• • 70 Resolver o problema anterior com as posições dos dois blocos trocadas.

• • 71 Dois blocos de 100 kg são arrastados sobre uma superfície horizontal, sem atrito, com a aceleração constante de $1,6 \text{ m/s}^2$, como mostra a Fig. 4-41. Cada corda tem a massa de 1 kg. Achar a força F e a tensão nas cordas nos pontos A, B e C.

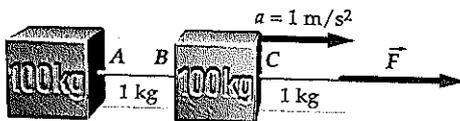


Figura 4-41 Problema 71

• • 72 Dois corpos estão ligados por um fio de massa desprezível, como mostra o esquema da Fig. 4-42. O plano inclinado e as polias não têm atrito. Achar a aceleração dos corpos e a tensão no fio (a) quando os valores de θ , m_1 e m_2 forem quaisquer e (b) quando $\theta = 30^\circ$ e $m_1 = m_2 = 5 \text{ kg}$.

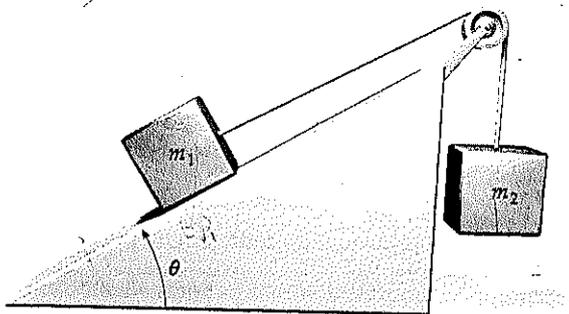


Figura 4-42 Problema 72

• • 73 Dois montanhistas, sobre uma escarpa gelada (sem atrito), estão na difícil situação da Fig. 4-43. A corda tem 30 m de comprimento e, no instante $t = 0$, a velocidade de cada montanhista é nula. Um dos montanhistas, Paul (massa de 52 kg), cai

pela aresta e o outro, Jay (massa de 74 kg), não tem picareta para frear a queda. (a) Calcular a tensão na corda durante a queda de Paul e a velocidade ao atingir o topo do penhasco. (b) Se Paul conseguir libertar a corda ao chegar ao solo, que velocidade terá Jay ao chegar à base da escarpa?

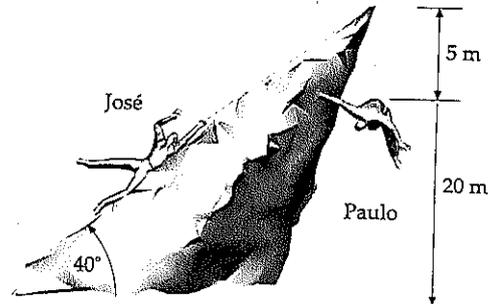


Figura 4-43 Problema 73

• 74 A face noroeste de um rochedo no Parque Nacional de Yosemite, Estados Unidos, tem um ângulo $\theta = 7^\circ$ com a vertical. Imagine um alpinista, na horizontal, no topo do rochedo, tentando suportar um outro, com massa igual à sua, que sofreu uma queda como mostra a Fig. 4-44. Se o atrito for desprezível (pois o topo do rochedo tem camada de gelo) qual a aceleração da queda até que o alpinista do topo consiga um apoio para sustá-la?

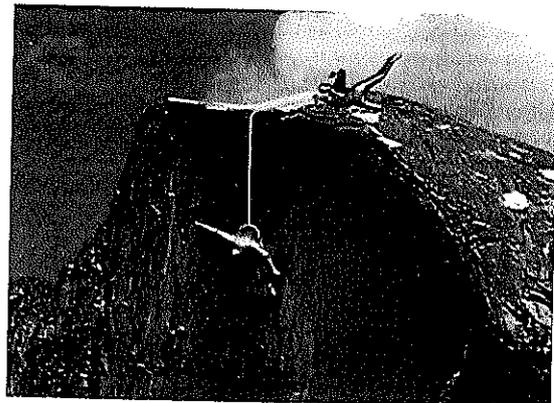


Figura 4-44 Problema 74

• • 75 Na produção de um filme sobre Peter Pan, o ator principal, de 50 kg, tem que efetuar um vôo vertical e cair uma distância vertical de 3,2 m em 2,2 s. O dispositivo da queda controlada tem um plano inclinado de 50° que suporta um contrapeso de massa m , como mostra o esquema da Fig. 4-45. Mostrar como calcular (a) a massa do contrapeso a ser usado e (b) a tensão no cabo que sustenta o ator.

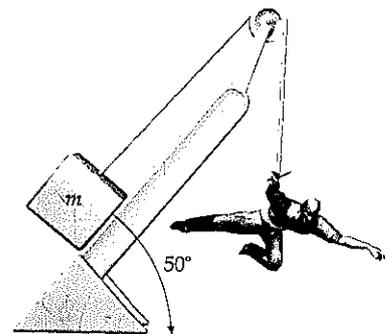


Figura 4-45 Problema 75

• • 76 Um corpo de 8 kg e outro de 10 kg estão ligados por um fio que passa por um suporte sem atrito sobre planos inclinados também sem atrito, conforme a Fig. 4-46. (a) Calcular a aceleração dos dois corpos e a tensão na corda. (b) Os dois blocos são substituídos por dois outros de massas m_1 e m_2 , de modo que a aceleração de qualquer deles é nula. Que é possível afirmar sobre as massas dos dois blocos?

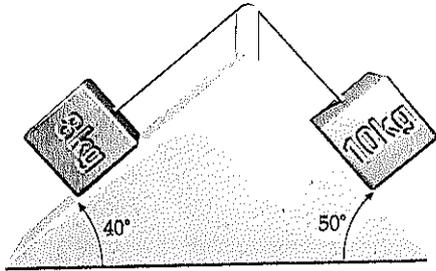


Figura 4-46 Problema 76

• • 77 Uma corda pesada, de 5 m e massa de 4 kg, está sobre uma mesa horizontal sem atrito. Uma ponta da corda está amarrada a um corpo de 6 kg. Na outra ponta atua uma força horizontal constante de 100 N. (a) Qual a aceleração do sistema? (b) Qual a função que dá a tensão na corda em cada ponto do seu comprimento?

• • 78 Um pintor de paredes, de 60 kg, está sobre uma plataforma de 15 kg. A plataforma está suspensa por um cabo que passa por uma polia. O pintor pode movimentar a plataforma, por si mesmo, como mostra a Fig. 4-47. (a) Que força acelera o sistema para cima, à taxa de 0,8 m/s²? Que força, nesta circunstância, deve ser aplicada ao cabo? (b) Quando a velocidade da plataforma é de 1 m/s, a manobra de elevação é ajustada de modo a se manter constante esta velocidade. Que força deve ser exercida sobre o cabo? (Ignorar a massa do cabo).

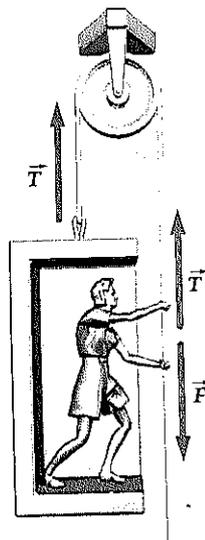


Figura 4-47 Problema 78

• • • 79 A Fig. 4-48 mostra um bloco de 20 kg que escorrega sobre outro de 10 kg. Todas as superfícies em contato não têm atrito. Achar a aceleração de cada bloco e a tensão no fio que passa pela polia.

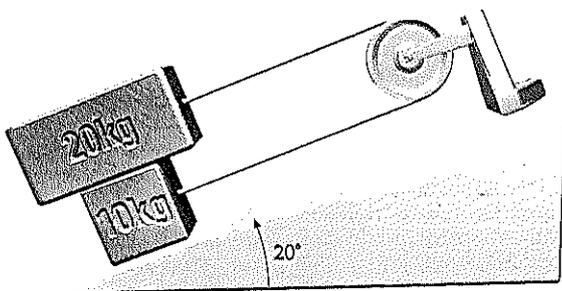


Figura 4-48 Problema 79

• • • 80 Um bloco de 20 kg com uma polia escorrega sobre uma prateleira horizontal sem atrito. O bloco está ligado por um fio

sem atrito, conforme a Fig. 4-49, a um outro bloco de 5 kg. Calcular a aceleração de cada bloco e a tensão no fio.

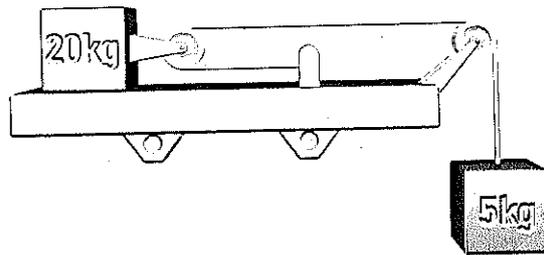


Figura 4-49 Problema 80

Máquina de Atwood

• • 81 O aparelho esquematizado na Fig. 4-50 é a máquina de Atwood usada para medir a aceleração da gravidade g mediante a medida da aceleração dos dois blocos. Admitindo que a polia tenha massa desprezível e não tenha atrito, e que a massa do fio seja também desprezível, mostrar que a aceleração de qualquer dos corpos e a tensão na corda são dadas por

$$a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} g \quad \text{e} \quad T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g$$

• • 82 Se uma das massas da máquina de Atwood (Fig. 4-50) for de 1,2 kg, qual deve ser a outra para que o deslocamento de qualquer das massas, durante o primeiro segundo do movimento, seja de 0,3 m?

• • 83 Um pequeno peso de massa m está sobre o bloco de massa m_2 da máquina de Atwood na Fig. 4-50. Calcular a força que este pequeno peso exerce sobre m_2 .

• • 84 Achar a força exercida sobre o suporte da polia da máquina de Atwood (Fig. 4-50) durante o movimento dos pesos. Desprezar a massa da polia. Verificar o resultado com valores extremos de m_1 ou de m_2 .

• • • 85 A aceleração da gravidade g pode ser determinada, na máquina de Atwood, pela medida do tempo t que a massa m_2 leva para cair de uma altura L a partir do repouso. (a) Achar a expressão de g em termos de m_1 , m_2 , L e t . (b) Mostrar que se o erro na medida do tempo for dt , o erro na medida de g será dado por $dg/g = -2 dt/t$. Se $L = 3$ m e m_1 for 1 kg, achar o valor de m_2 tal que g possa ser medido com uma exatidão relativa de $\pm 5\%$, com o tempo medido com erro de 0,1 s. Admitir que a única incerteza de medida é a associada ao tempo de queda.

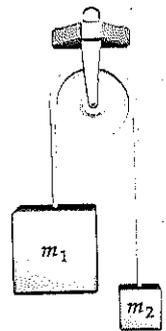


Figura 4-50 Problemas 81 a 84

Problemas Gerais

- 86 Certo ou errado:
 - (a) Se não existem forças atuando sobre um corpo, a aceleração do corpo é nula.
 - (b) Se um corpo não tem aceleração, não há forças atuando sobre ele.
 - (c) O movimento de um corpo tem sempre a direção da resultante das forças que sobre ele atuam.
 - (d) A massa de um corpo depende da sua localização.
- 87 Um pára-quedista de peso w está caindo nas proximidades da superfície da Terra. Qual o módulo da força que é exercida pelo seu corpo sobre a Terra?

- (a) w
- (b) Maior do que w
- (c) Menor do que w
- (d) $9,8 w$
- (e) 0
- (f) Depende da resistência do ar.

• 88 Num certo instante, a resultante das forças que atuam sobre um corpo é reduzida a zero. Então, o corpo

- (a) pára subitamente.
- (b) pára num curto intervalo de tempo.
- (c) muda a direção do movimento.
- (d) continua a mover-se a velocidade constante.
- (e) altera a velocidade de maneira desconhecida.

• 89 Uma força de 12 N é aplicada a um corpo de massa m . O corpo desloca-se em linha reta com a velocidade aumentando à taxa de 8 m/s em cada 2 s. Achar m .

• 90 Uma certa força F_1 imprime a um corpo a aceleração de $6 \times 10^6 \text{ m/s}^2$. Outra força F_2 imprime ao mesmo corpo a aceleração de $15 \times 10^6 \text{ m/s}^2$. Qual a aceleração do corpo se (a) as duas forças atuarem sobre ele, na mesma direção? (b) Se as duas forças atuarem sobre ele em direções opostas? (c) Se as duas forças atuarem fazendo um ângulo de 90° uma com a outra?

• 91 Uma certa força aplicada a uma partícula de massa m_1 provoca uma aceleração de 20 m/s^2 . A mesma força aplicada a uma partícula de massa m_2 proporciona a aceleração de 50 m/s^2 . Se as duas partículas forem ligadas uma à outra e a mesma força for aplicada à partícula composta, qual a aceleração?

• 92 Um corpo de 6 kg é puxado sobre uma superfície horizontal sem atrito por uma força horizontal de 10 N. (a) Se o corpo está em repouso em $t = 0$, qual a sua velocidade no instante $t = 3 \text{ s}$? (b) Que distância o corpo percorre nestes 3 s?

• 93 Se o seu peso for de 125 lb na Terra, qual será, em libras, na Lua, onde a aceleração da gravidade é de $5,33 \text{ ft/s}^2$?

• 94 O bico de um pica-pau atinge a casca de uma árvore com a velocidade $v = 3,5 \text{ m/s}$. A massa da cabeça da avezinha é de 0,060 kg, e a força média que atua sobre a cabeça, durante a bicada, é $F = 6,0 \text{ N}$. Calcular (a) a aceleração da cabeça (na hipótese de ser constante); (b) a profundidade de penetração na casca da árvore; (c) o intervalo de tempo t que a cabeça leva para ficar imóvel.

• 95 Um acelerômetro simples pode ser improvisado pendurando-se um pequeno corpo num fio que, na outra ponta, fica preso ao corpo acelerado (por exemplo, ao teto de um vagão ferroviário). Quando houver aceleração, o fio fará um certo ângulo com a vertical. (a) Como está relacionada a direção do desvio do fio com a direção da aceleração? (b) Mostrar que a relação entre a aceleração a e o ângulo θ do fio com a vertical é $a = g \tan \theta$. (c) Imaginemos que o acelerômetro está pendurado dentro de um automóvel que freia até o repouso, com uma velocidade inicial de 50 km/h, e pára em 60 m. Que ângulo fará o acelerômetro com a vertical? O desvio do acelerômetro será para frente ou para trás?

• 96 O mastro de uma chalupa é sustentado por cabos de aço, o estai, à proa, e o brandal, à popa, separados por 10 m (Fig. 4-51). O mastro tem 12 m de altura e pesa 800 N, estando na vertical. A distância entre o pé do mastro e o pé do estai é de 3,6 m. A tensão neste cabo é de 500 N. Achar a tensão no brandal e a força que o mastro exerce, no seu pé, sobre o convés da chalupa.

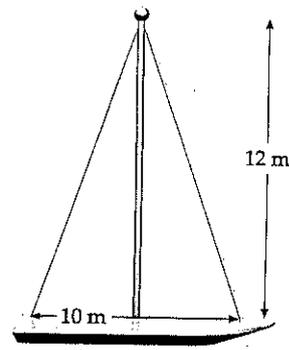


Figura 4-51 Problema 96

• 97 Um bloco de massa m_1 é arrastado sobre uma superfície horizontal lisa por uma força F que atua na ponta de uma corda de massa m_2 bastante menor do que m_1 , como mostra a Fig. 4-52. (a) Calcular a aceleração da corda e do bloco, admitindo que constituam um só corpo. (b) Que força resultante atua sobre a corda? (c) Calcular a tensão na corda no ponto em que está ligada ao bloco. (d) O diagrama com a corda perfeitamente esticada e horizontal não é exato. Corrija o diagrama e mostre como a correção altera os resultados anteriores.



Figura 4-52 Problema 97

• 98 Num clube de patinação, pretende-se construir uma rampa para saltos. A rampa é um plano inclinado sobre o qual o patinador sobe depois de tomar impulso na horizontal. Um patinador sugere que o ângulo θ do plano seja tão grande quanto possível a fim de que a altura atingida seja a maior possível. Outro patinador mostra, com pequeno cálculo, que se o plano for liso a altura atingida na subida será independente do ângulo de subida. O primeiro, embora decepcionado, tem que convir que o cálculo do outro está correto. Como é este cálculo?

• 99 Um carro, a 90 km/h, colide com a traseira de um veículo parado. Afortunadamente o motorista está usando o cinto de segurança. Com valores razoáveis da massa do motorista e da distância de frenagem, estimar a força (constante, por hipótese) exercida pelo motorista sobre o cinto de segurança.

• 100 Um corpo de 2 kg está sobre uma cunha sem atrito que tem uma inclinação de 60° e tem a aceleração a para a direita. O corpo fica estacionário sobre a cunha (Fig. 4-53). (a) Calcular a . (b) O que aconteceria se a cunha tivesse aceleração maior do que a ?

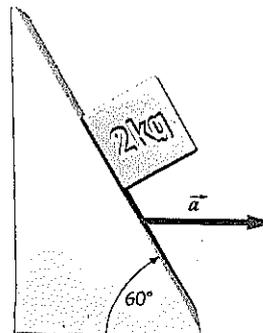


Figura 4-53 Problema 100

• • 101 Os corpos de uma máquina de Atwood são constituídos por cinco discos cada qual com a massa m , como mostra a Fig. 4-54. A tensão no fio da máquina é T_0 . Quando um dos discos é retirado do peso do lado esquerdo, os corpos restantes são acelerados e a tensão no fio diminui de $0,3$ N. (a) Calcular m . (b) Calcular a tensão no fio e a aceleração de cada corpo quando um segundo disco for removido do lado esquerdo.

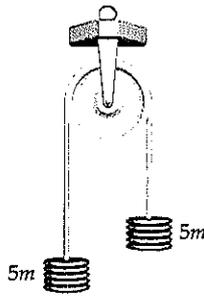


Figura 4-54
Problema 101

• • 102 Consideremos a máquina de Atwood da Fig. 4-54. Quando N discos forem transferidos do lado esquerdo para o direito, este cai $47,1$ cm em $0,40$ s. Calcular N .

• • 103 Dois blocos, um de massa m e outro de massa $2m$, estão ligados por um fio (Fig. 4-55). (a) Se as forças forem constantes, calcular a tensão no fio de ligação. (b) Se as forças forem funções do tempo, $F_1 = Ct$ e $F_2 = 2Ct$, com C constante e t o tempo, determinar o instante t_0 em que a tensão no fio é T_0 .



Figura 4-55 Problema 103

• • • 104 Achar a força normal e a força tangencial que uma estrada exerce sobre as rodas de uma bicicleta (a) quando esta sobe uma rampa de inclinação 8% com a velocidade constante; (b)

quando desce uma rampa de inclinação 8% a velocidade constante. (Inclinação de 8% significa que o ângulo de inclinação θ é dado por $\tan \theta = 0,08$.)

• • • 105 A polia de uma máquina de Atwood está animada por uma aceleração a para cima, Fig. 4-56. Calcular a aceleração de cada massa e a tensão no fio da máquina.

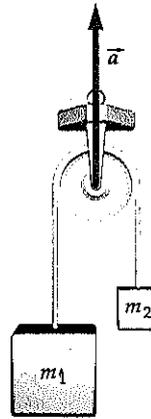


Figura 4-56
Problema 105

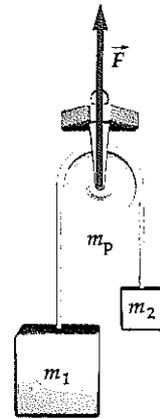


Figura 4-57
Problema 106

• • • 106 A massa da polia de uma máquina de Atwood é m_p . A força F exercida sobre a polia está esquematizada na Fig. 4-57. Calcular a aceleração de cada massa e a tensão no fio da máquina.