

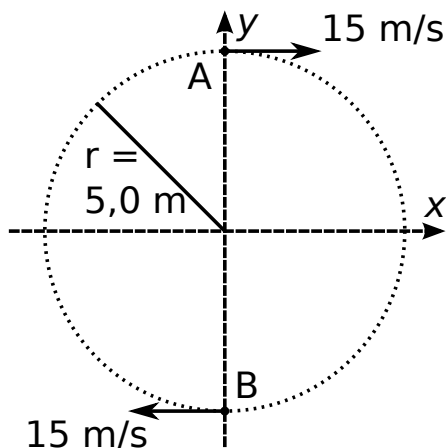
Responda todas as questões com dois (2) algarismos significativos, a menos que escrito diferente. Identifique o sistema de coordenadas utilizado nos seus cálculos. Use que  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

(1) Um ônibus parte do repouso e tem aceleração constante igual a  $1,2 \text{ m/s}^2$ .

- (a) Qual é a distância percorrida pelo ônibus depois de  $10,0 \text{ s}$ ?  
 (b) Se um fio de prumo está preso ao teto do ônibus, qual será o ângulo entre a vertical e o fio?

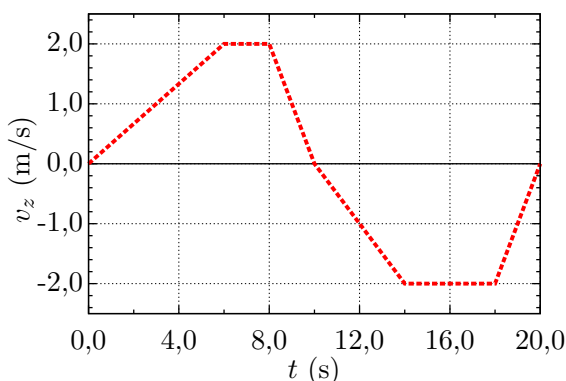
(2) A partir da figura de um movimento circular uniforme:

- (a) Quanto tempo é decorrido para o objeto ir de A até B?  
 (b) Após isso, quanto tempo para ir de B até A?  
 (c) Qual é o módulo da aceleração instantânea entre A e B?  
 (d) Qual é o vetor (módulo e orientação) aceleração média entre A e B?



(3) O gráfico abaixo é o da componente vertical da velocidade de um elevador.

- (a) Qual é o deslocamento do elevador entre o instante inicial  $t = 0,0$  até  $20,0 \text{ s}$ ?  
 (b) Faça o gráfico da aceleração em  $z$  do elevador de  $t = 0,0$  até  $20,0 \text{ s}$ .



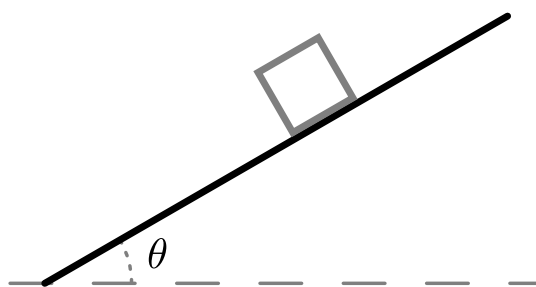
(4) Durante uma chuva de verão, as gotas de chuva caem verticalmente com velocidade de módulo igual a  $8,0 \text{ m/s}$  com relação ao chão. Escolha um sistema de referência.

- (a) Qual é a velocidade (módulo e orientação) das gotas para uma pessoa parada?  
 (b) Qual é a velocidade (módulo e orientação) das gotas para uma pessoa que caminha horizontalmente com velocidade de  $1,0 \text{ m/s}$ ?  
 (c) Qual é a velocidade (módulo e orientação) das gotas para uma pessoa que corre horizontalmente com velocidade de  $4,0 \text{ m/s}$ ?  
 (d) Qual é a velocidade (módulo e orientação) das gotas para uma pessoa que corre subindo um morro com inclinação de  $20,0^\circ$  com a horizontal e velocidade de  $5,0 \text{ m/s}$ ?

(5) Ana gostaria de alcançar uma bola para Bárbara, que está do outro lado de um muro de  $3,0 \text{ m}$  de altura. Ambas estão a  $4,0 \text{ m}$  de distância horizontal do muro. Qual deve ser o módulo da velocidade mínima de lançamento da bola? A altura das meninas, o raio da bola e a largura do muro podem ser desprezados.

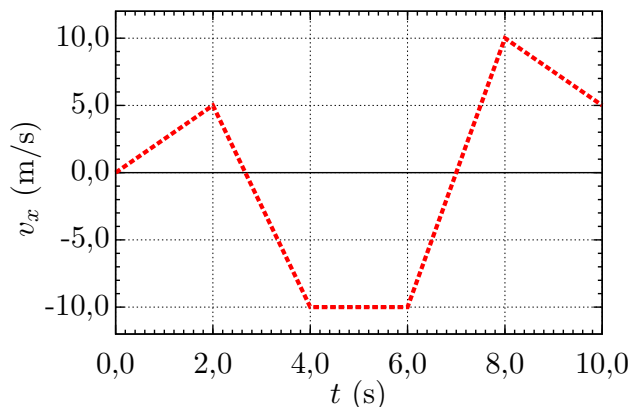
(6) Há um objeto sobre um plano inclinado de  $37^\circ$  conforme a figura.

- (a) O objeto é jogado plano acima, percorrendo a distância de  $1,4 \text{ m}$  até ter velocidade nula. O coeficiente de atrito cinético entre o objeto e o plano é de  $0,35$ . Qual é a velocidade inicial do objeto?  
 (b) Desconsidere o atrito, ou seja, o objeto é colocado sobre rodas ou desliza sem fricção devido a campos magnéticos. Se o objeto é largado a partir do repouso ao invés de jogado, qual será o tempo necessário para ele percorrer  $1,4 \text{ m}$ ?



(7) O gráfico ao lado representa a componente em  $x$  da velocidade de uma partícula que movimenta-se apenas neste eixo.

- (a) Encontre o deslocamento do instante inicial  $t = 4,0 \text{ s}$  até o instante final  $t = 10,0 \text{ s}$ .  
 (b) Faça o gráfico da aceleração em  $x$  da partícula de  $t = 0,0$  até  $10,0 \text{ s}$ .



(8) A pista de Indianápolis, usada para corridas de automotores, possui uma curva de raio 256 m. A inclinação da pista na curva é de  $9,2^\circ$  para dentro da curva.

(a) Para qual velocidade foi projetada esta curva, sendo que o objetivo é que não haja força de atrito entre o carro e a pista?

(b) Qual é a força de atrito necessária para que o carro faça esta curva a 319 km/h, velocidade atingida em corridas de NASCAR?

(c) Na reta, um drone deseja acompanhar os carros para filmá-los, ou seja, deseja andar com velocidade de 319 km/h em relação à pista. Contudo, há um vento horizontal de 80,0 km/h perpendicular à pista. Qual deve ser o módulo da velocidade do drone com relação ao vento? (Resposta com três algarismos significativos.)

(9) Uma pedra é lançada a partir do chão com ângulo de  $65^\circ$  acima da horizontal e atinge o chão novamente a 20,0 m de distância. Qual é o módulo da velocidade inicial da pedra?

(10) Uma pessoa exercita-se em uma pista retilínea de 1500 m de extensão.

(a) Se a pessoa caminha a 1,0 m/s por 750 m e depois trotea a 2,0 m/s por 750 m, qual é a sua velocidade média?

(b) Se a pessoa caminha a 1,0 m/s por 500 s e depois trotea a 2,0 m/s por 500 s, qual é a sua velocidade média?

(11) Um carro azul está parado quando é ultrapassado por um carro vermelho. O carro vermelho move-se com velocidade constante de 120 km/h. O carro azul move-se com aceleração constante e persegue o carro vermelho após a ultrapassagem. Determine:

(a) A aceleração do carro azul para que depois de andar 1,0 km ele tenha a mesma velocidade do carro vermelho.

(b) A aceleração do carro azul para que depois de andar 1,0 km ele alcance o carro vermelho.

(12) Em um plano inclinado de  $60,0^\circ$ , um objeto é jogado plano acima com velocidade inicial de módulo de 17,0 m/s. O coeficiente de atrito cinético entre o objeto e o plano é de 0,25.

(a) Qual é a distância máxima plano acima do ponto inicial atingida pelo objeto?

(b) Qual é o módulo da velocidade do objeto quando ele passa novamente pelo ponto inicial?

(13) Dois carros andam em uma autoestrada com velocidade constante de 75,0 km/h. Por algum motivo qualquer, o carro A, que está na frente, começa a frear em  $t=0,0$  s, até parar completamente. O coeficiente de atrito estático entre pneu e asfalto é de 0,50 e o tempo de reação do motorista no carro B é de 0,2 s.

(a) Qual é a distância percorrida pelo carro A?

(b) Qual é a distância percorrida pelo carro B, considerando que o motorista só começa a frear depois de perceber que o carro A está freando?

(c) Qual seria a menor distância segura entre os carros A e B? Como a menor distância mudaria se a velocidade fosse (d) 110,0 km/h e (e) 60,0 km/h?

(14) Refaça o exercício anterior considerando que a pista está molhada e o coeficiente de atrito estático entre pneu e asfalto molhado é de 0,30.

(15) Um projétil lançado tem no ponto mais alto de sua trajetória velocidade de módulo de 75,6 km/h. O projétil é lançado do chão e ao final atinge o chão na mesma altura, atingindo alcance de 387 m. (Três algarismos significativos.)

(a) Qual é o tempo em que o projétil fica no ar.

(b) Qual é o ângulo de lançamento do projétil e o módulo da velocidade inicial do projétil.

(c) Quais são as componentes da velocidade do objeto instantes antes de atingir o chão.

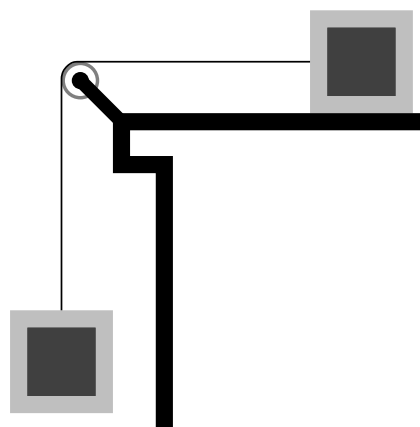
(16) Uma pessoa faz uma força de 350 N para empurrar um bloco de 50,0 kg. A superfície é plana e horizontal e os coeficientes de atrito são 0,50 (estático) e 0,30 (cinético).

(a) Qual é a aceleração do bloco?

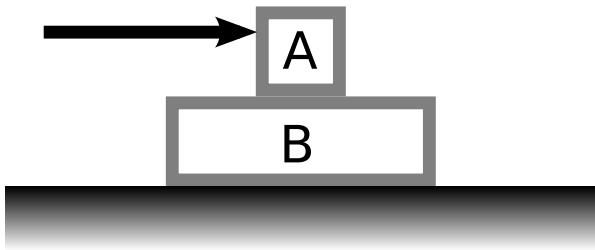
(b) O bloco começa inicialmente em repouso. Qual será o módulo da velocidade após 0,50 s?

(c) A pessoa solta o bloco no instante que o tempo é igual a 0,50 s. Quanto tempo passará até o bloco parar novamente?

(17) Dado que a massa do bloco sobre a superfície é de 30,0 kg, o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é de 0,15 e a massa do bloco suspenso é de 25,0 kg, qual é a aceleração do bloco sobre a superfície?



(18) Apesar da força  $F = 41\text{ N}$  aplicada no bloco A, ele não desliza por cima do bloco B. São dados os valores  $m_A = 18\text{ kg}$  e  $m_B = 99\text{ kg}$  e que não há atrito entre o bloco B e o chão. Qual é a aceleração do bloco A?



(19) Demonstre a fórmula de Torricelli.

(20) Amarrada a uma corda, uma pedra de massa  $862\text{ g}$  gira horizontalmente descrevendo um círculo de  $1,0\text{ m}$  de raio com velocidade de módulo constante igual a  $12\text{ m/s}$ . Determine a extensão da corda.

(21) Considere um bloco de massa  $m$  inicialmente em repouso sobre um plano inclinado (ângulo  $\theta$  com a horizontal) com atrito (coeficientes  $\mu_s$  e  $\mu_k$ ).

- Deduza a aceleração do bloco considerando que ele está subindo o plano inclinado.
- Deduza a aceleração do bloco considerando que ele está descendo o plano inclinado.

(22) Um drone sobrevoa parado com uma altura de  $15\text{ m}$  e uma distância horizontal de você de  $15\text{ m}$ . Você joga uma pedra para derrubar o drone com velocidade inicial de módulo igual a  $23\text{ m/s}$ . Quais são os dois ângulos que você pode escolher para o lançamento? (Será necessário utilizar algum programa ou aplicativo para resolver a equação transcendental.)

(23) Liquidificadores tem velocidades de rotação típicas de  $10000$  rotações por minuto.

- Qual é a distância percorrida pela ponta de uma lâmina de  $6\text{ cm}$  em um minuto?
- Qual é a velocidade da ponta da lâmina?

(24) Um carro anda em uma estrada com raio de curvatura de  $250\text{ m}$  para a esquerda. A pista é inclinada para a direita (para fora da curva) por  $3,5^\circ$ . O módulo da velocidade do carro é de  $120\text{ km/h}$ .

- Qual deve ser o coeficiente de atrito estático mínimo para o carro não deslizar?
- Se for pendurado um fio de prumo no teto do carro, qual será o ângulo de inclinação do fio com relação ao teto do carro?

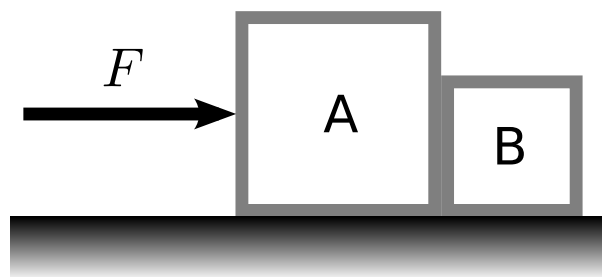
(25) Se um fio de prumo preso ao teto de um ônibus está em uma posição que faz ângulo de  $10,0^\circ$  com a vertical e parado com relação ao ônibus, qual são a velocidade e a aceleração do ônibus?

(26) Uma pedra é jogada para cima a partir do solo (altura nula), atinge altura máxima  $h$  e depois cai no solo novamente.

- Calcule o valor numérico da porcentagem de tempo do movimento em que a pedra está na terça parte espacial de cima do movimento, isto é, tem altura maior do que  $2h/3$ , para uma velocidade inicial a sua escolha.
- Repita o item anterior de maneira que o resultado não dependa da velocidade inicial.

(27) A força aplicada indicada na figura tem módulo de  $F = 410\text{ N}$ . As massas dos blocos têm os valores  $m_A = 66\text{ kg}$  e  $m_B = 24\text{ kg}$ . Não há atrito com a superfície.

- Qual é a aceleração dos blocos?
- Calcule a força que o bloco A faz sobre o bloco B.



(28) Um objeto está sobre uma balança em um elevador. Quando o elevador está em repouso, a balança marca  $120\text{ N}$ .

- Quando o elevador sobe com velocidade constante de  $5,0\text{ m/s}$ , quanto mede a balança?
- A um dado instante, o elevador sobe com velocidade de  $5,0\text{ m/s}$  e é acelerado para cima com aceleração constante de  $1,0\text{ m/s}^2$ . Neste instante, quanto marca a balança?

(29) Um objeto de massa  $m = 4,0\text{ kg}$  é amarrado à uma corda de comprimento  $l = 2,0\text{ m}$ .

- Se o objeto gira em um plano horizontal com velocidade de módulo constante, quanto vale o ângulo da corda com a horizontal se o objeto demora  $2,0\text{ s}$  para completar uma volta?
- Se o objeto gira em um plano vertical, qual deve ser o módulo mínimo da velocidade no topo para que a corda permaneça esticada durante todo o movimento?

(30) Determine os ângulos vertical e azimutal de lançamento a  $16\text{ m/s}$  de uma pedra para acertar um pneu que está à  $15\text{ m}$  do lançamento e rola (desloca-se) com velocidade de módulo  $4,5\text{ m/s}$  perpendicular à essa distância. Lembre-se que existem duas possibilidades.

(31) Um carro anda em uma estrada com raio de curvatura de  $150\text{ m}$  para a esquerda. A pista é inclinada para a esquerda por  $5^\circ$ . Os coeficientes de atrito estático entre pneu e asfalto são  $0,5$  (seco) e  $0,3$  (molhado).

- Qual é a velocidade máxima que deve ser permitida nesta curva? (um algarismo significativo.)

(32) Você está em uma balança em um elevador. Qual é a marcação da balança (em kg) nas seguintes situações:

- O elevador está parado?
- O elevador sobe com velocidade igual a  $1,31 \text{ m/s}$ ?
- O elevador desce com velocidade igual a  $1,78 \text{ m/s}$ ?
- O elevador tem aceleração para cima de  $1,31 \text{ m/s}^2$ ?
- O elevador tem aceleração para baixo de  $1,78 \text{ m/s}^2$ ?

(33) (a) Qual seria uma boa estimativa para o “ $g$ ” causado pela Terra sobre a Lua, que estão na média distantes 380 mil quilômetros?

(b) A estação espacial internacional orbita com período de 91,69 min a Terra a uma altura média de 410 km e o raio médio da Terra é de 6371 km. Qual é o “ $g$ ” causado pela Terra sobre a estação?

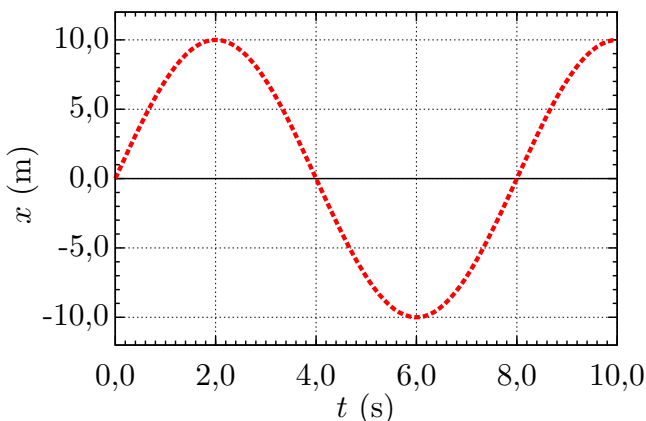
(34) Sabendo que o raio médio da Terra é de 6371 km e supondo que ela seja uma esfera (não é), estime a diferença na aceleração de queda livre entre o Equador, Florianópolis (latitude  $27^\circ 50'$ ) e o pólo Sul.

(35) Um pêndulo cônico pode ser usado como um exemplo de movimento circular uniforme.

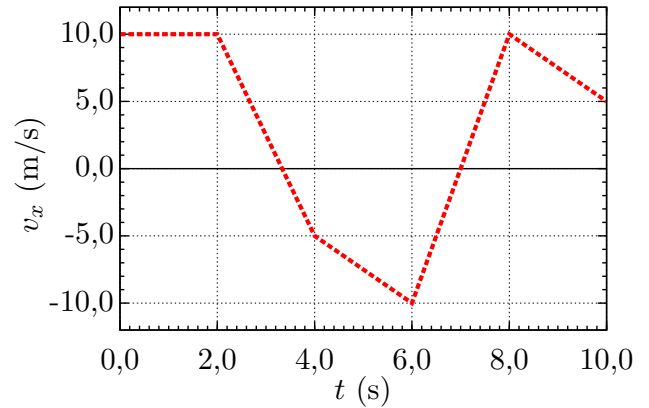
(a) Dado que um particular caso tem um período de 2,0 s e comprimento  $l = 1,2 \text{ m}$ , encontre neste caso o ângulo de inclinação com a vertical.

(b) Encontre uma forma geral para o período de qualquer pêndulo cônico.

(36) De acordo com a figura, encontre os sinais das componentes em  $x$  das (a) velocidades e (b) acelerações nos instantes  $t = 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 \text{ s}$ .



(37) Dado o gráfico que representa o movimento de uma partícula entre  $t=0,0 \text{ s}$  e  $t=10,0 \text{ s}$ , encontre (a) o deslocamento e (b) a distância percorrida pela partícula. (c) Faça o gráfico da aceleração da partícula.



(38) Faça um gráfico da altura pelo tempo de um objeto jogado para cima com velocidade inicial de módulo igual a  $29 \text{ m/s}$ , indicando claramente a altura máxima e o tempo para o objeto atingir novamente a altura inicial.

(39) Uma moeda é largada de uma altura inicial determinada.

(a) Qual é esta altura inicial se a moeda atinge o chão com velocidade de módulo igual a  $64 \text{ m/s}$ ?

(b) Qual é a altura inicial se instantaneamente na metade do trajeto a moeda tem velocidade de  $32 \text{ m/s}$ ?

(c) Qual é a altura inicial se instantaneamente na metade do tempo de queda a moeda tem velocidade de  $32 \text{ m/s}$ ?

(40) Você joga uma pedra para frente e para baixo, com ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal e módulo da velocidade igual a  $20,0 \text{ m/s}$ , a partir de uma altura de  $20,0 \text{ m}$  com relação ao chão. Calcule a diferença na posição de contato da pedra com o chão entre o caso hipotético em que a pedra move-se em linha reta e o caso em que a pedra obedece o movimento balístico.

(41) Ana, que está no chão, gostaria de alcançar uma bola para Bárbara, que está no segundo andar na janela, a uma altura de  $10, \text{ m}$ . Ana está distante do prédio por  $4,0 \text{ m}$ . Qual deve ser a velocidade (módulo e orientação) de lançamento de Ana para que a bola chegue em Bárbara com o menor módulo de velocidade possível?

(42) Em um movimento circular uniforme de um objeto de raio igual a  $25 \text{ cm}$ , em um dado instante, a aceleração sofrida vale  $5,0 \text{ m/s}^2 \mathbf{i}$ . A velocidade neste instante aponta na orientação de  $\mathbf{j}$ .

(a) Qual é o período do movimento?

(b) Qual é o deslocamento da partícula depois de  $1,0 \text{ s}$ ?

(43) Nadadores profissionais de longa distância tipicamente atingem velocidades maiores do que  $1,0 \text{ m/s}$ , enquanto que o nadador brasileiro de curta distância César Cielo em 2009 atingiu quase  $2,4 \text{ m/s}$ . Uma corrente de repuxo pode atingir velocidades de até  $2,5 \text{ m/s}$  com orientação para o fundo do mar e a largura típica da corrente é de  $5,0 \text{ m}$ . Nos itens abaixo, use os dois exemplos de nadadores.

(a) Se o nadador nadar contra a corrente, nos dois casos, qual será a sua velocidade em direção à praia?

(b) Se o nadador nadar perpendicularmente ao repuxo,

qual será a orientação de sua velocidade com relação à praia?

(c) Ainda perpendicular, quanto tempo o nadador demorará para sair da corrente de repuxo, supondo que começou no meio dela?

(44) Um nadador com velocidade de  $1,2\text{ m/s}$  com relação à água parada nada em uma corrente de velocidade  $0,30\text{ m/s}$  que faz um ângulo de  $160^\circ$  com a orientação para o nadador deseja ir.

(a) Em que orientação o nadador deve apontar sua velocidade?

(b) Supondo que o nadador esteja a  $11\text{ m}$  de seu destino, quanto tempo ele demorará para chegar?

(45) Argumente porque um avião deve pousar sempre contra o vento. Para isso, faça um exemplo com números específicos de um avião pousando a favor do vento e outro contra o vento.

(46) Em um pouso com vento cruzado, o vento é, e.g., perpendicular à pista. A velocidade de  $75\text{ m/s}$  pode ser usada como exemplo para um avião comercial e a velocidade do vento pode atingir  $90\text{ km/h}$  em certos aeroportos. Qual deve ser o ângulo de pouso de um avião nestas condições? Considere que tanto o vento quanto o avião deslocam-se na horizontal.

<https://www.youtube.com/watch?v=gF9n7Shk0JO>

(47) Um carro anda com uma velocidade constante de  $110\text{ km/h}$  em uma estrada. Ao lado da estrada, um jogador chuta uma bola de futebol com velocidade inicial  $85\text{ km/h}$  com ângulo de  $30^\circ$  com relação a horizontal e com componente horizontal de mesma orientação que a da velocidade do carro.

(a) Calcule o alcance da bola, tanto no referencial do jogador quanto no referencial do passageiro.

(b) Alinhando um eixo  $x$  com a orientação da velocidade do carro e um eixo  $z$  com a vertical para cima, desenhe um gráfico  $z$  por  $x$  da trajetória da bola como vista por um passageiro do carro.

(48) Do circuito NASCAR, a curva mais inclinada é a de Talladega, com inclinação de  $33^\circ$  e raio de  $335\text{ m}$ .

(a) Qual deve ser a velocidade do carro para não existir atrito nesta curva?

(b) Qual é a velocidade mínima para um carro normal não escorregar para dentro na curva em um dia de chuva, dado que o coeficiente de atrito estático entre pneu e asfalto molhado é  $0,40$ ?

(49) Em um carro que faz uma curva sem inclinação de raio igual a  $75\text{ m}$  com velocidade de módulo igual a  $12\text{ m/s}$ , há um objeto sobre o painel.

(a) Se a curva é de um quarto de círculo ( $90^\circ$ ), quanto tempo o carro demora para completá-la?

(b) Qual deve ser o coeficiente de atrito estático mínimo entre objeto e painel para que não haja deslizamento nesta situação?

(50) Para um elevador com movimento vertical que vai do repouso no térreo ao repouso no décimo andar ( $27\text{ m}$

em  $13,0\text{ s}$ , faça gráficos consistentes, com unidades, escalas, etc...,

(a) da componente vertical da velocidade por tempo e  
(b) da componente vertical da aceleração por tempo.

(51) Um avião comercial para decolar precisa atingir, a partir do repouso, a velocidade de, por exemplo,  $85\text{ m/s}$ . Ele deve fazer isso em uma pista de  $2950\text{ m}$ .

(a) Se a aceleração fosse constante durante a decolagem, qual seria o seu valor?

(b) Qual seria a aceleração aparente (módulo e orientação) sentida pelos passageiros durante a decolagem, incluindo a causada pelo peso?

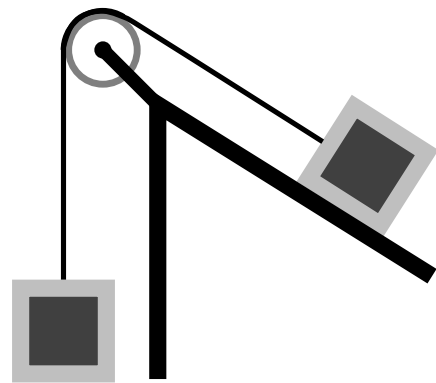
(52) Em um carro freando, um peso ou fio de prumo pendurado ao teto fica com inclinação de  $40,0^\circ$  com relação à vertical. Qual é a desaceleração do carro?

(53) O sistema da figura está se movendo e a inclinação da superfície é de  $30,0^\circ$ . É dado que a massa do bloco sobre a superfície é de  $30,0\text{ kg}$ , o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é de  $0,15$ .

(a) Se a massa do bloco suspenso é de  $30,0\text{ kg}$ , qual é a aceleração do bloco sobre a superfície?

(b) Se a massa do bloco suspenso é de  $10,0\text{ kg}$ , qual é a aceleração do bloco sobre a superfície?

(c) Se a massa do bloco suspenso é de  $15,0\text{ kg}$ , qual é a aceleração do bloco sobre a superfície?



(54) A velocidade de caças de combate é medida em Mach  $x$ , em que  $x$  é a razão entre o módulo da velocidade do avião e a velocidade do som. Para este exercício, considere um caça viajando a Mach  $2,0$  e a velocidade do som igual a  $340\text{ m/s}$ . Com estas velocidades, acelerações altas podem causar problemas fisiológicos no piloto relacionados com a circulação sanguínea, como o apagão (*black-out*;  $a > 5g$  em sentido aos pés) e vermelhão (*red-out*;  $a > 2g$  em sentido à cabeça). Como exemplo de manobra simples, um laço é uma volta de  $360^\circ$  na vertical.

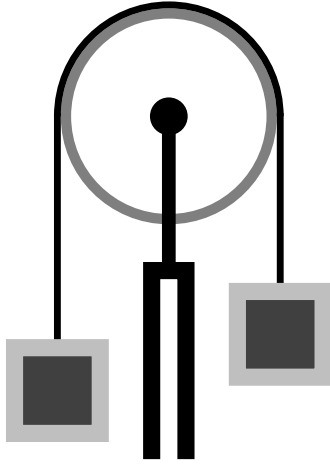
(a) De um laço interno, em que a cabine do piloto aponta para o centro do círculo realizado pelo avião, qual deve ser o raio mínimo de segurança?

(b) De um laço externo, em que a cabine do piloto aponta para fora do círculo realizado pelo avião, qual

deve ser o raio mínimo de segurança?

(55) Uma máquina de Atwood, conforme a figura, é composta de dois blocos, com massas  $m_1 = 15 \text{ kg}$  e  $m_2 = 35 \text{ kg}$ .

- (a) Qual bloco irá descer?
- (b) Qual é o módulo da aceleração do bloco que desce?
- (c) Qual é a tensão na corda?



**Respostas:** (1a) 60 m (1b)  $7,0^\circ$  (2c) 45 m/s (2d) módulo  $29 \text{ m/s}^2$  em direção do eixo  $x$  e sentido  $x$  negativo (3a) -2,0 m (4d) 11 m/s e ângulo  $244^\circ$  em um sistema de referência em que  $x$  e  $y$  estão alinhados com a horizontal e a vertical respectivamente, com sentido positivos para cima e para a frente de quem corre (5) 9,2 m/s (6a) 4,9 m/s (6b) 0,69 s (7a) -5,0 m (8a) 20 m/s (8c) 329 m/s (9) 16 m/s (10a) 1,3 m/s .

**Atualizações:** 2017/09/22: Alterados os valores do exercício 46.