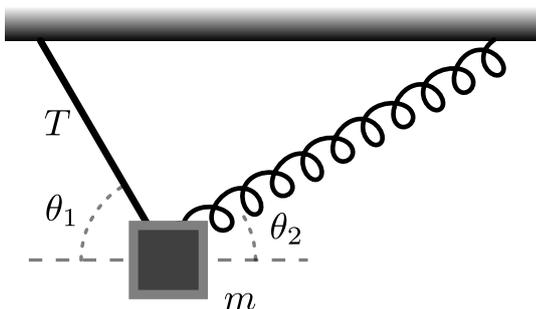


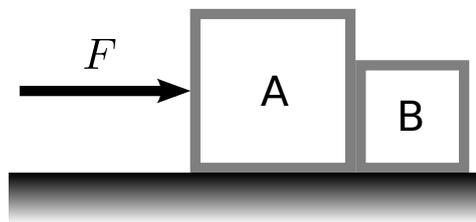
Responder todas as questões com dois (2) algarismos significativos, a menos que escrito diferente. Identifique o sistema de coordenadas utilizado nos seus cálculos. Use que  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

- (1) Um passeador de cães passeia com um doberman, um pitbull e um chihuahua. O doberman quer ir embora rapidamente e faz força de 110 N em orientação à casa. O pitbull viu um gato passar e faz força de 190 N na orientação oposta. O chihuahua se assusta com os outros dois e quer afastar-se ao máximo de ambos, fazendo força perpendicular aos outros dois de módulo de 15 N. Todas as forças deste problema são horizontais.
- (a) Qual o módulo e a orientação da força que deverá ser feita pelo passeador para ficar parado?
- (b) Se o passeador deseja fazer uma força de módulo 150 N de tal maneira que a resultante de todas as forças aponte para casa, qual deve ser o ângulo de aplicação desta força?
- (c) Para controlar o pitbull, o passeador deixa o doberman escapar. Qual a força do passeador a ser feita agora? Foi uma boa decisão?

- (2) Um objeto está em repouso e está preso a uma mola e a uma corda, de acordo com a figura. O tamanho natural da mola é igual ao tamanho da corda, de 75 cm. Os ângulos são  $\theta_1 = 60,0^\circ$  e  $\theta_2 = 30,0^\circ$  e a massa do objeto é de 89 kg.
- (a) Qual é a extensão da mola?
- (b) Qual é a constante elástica da mola?
- (c) Qual é a tensão na corda?

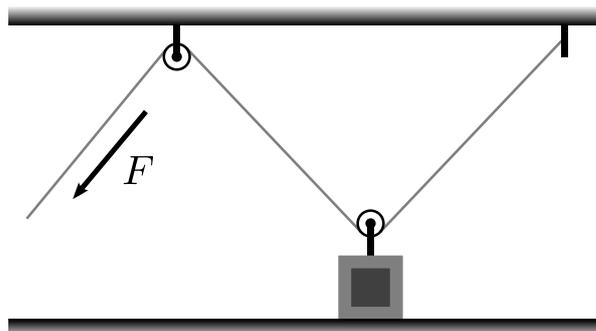


- (3) Os blocos da figura movem-se com velocidade constante e a força que o bloco B faz em A é horizontal da direita para a esquerda e de módulo 82 N. As massas dos blocos têm os valores  $m_A = 120 \text{ kg}$  e  $m_B = 24 \text{ kg}$ . O coeficiente de atrito cinético entre o bloco A e o chão é de 0,25.
- (a) Estime o coeficiente de atrito cinético entre o piso e o bloco B.
- (b) Calcule a força  $F$ .



- (4) Uma caixa de massa 63 kg está parada em um plano inclinado de  $19^\circ$ .
- (a) Se o que mantém a caixa parada é a força de atrito estático, cujo o coeficiente entre a caixa e o plano é de 0,40, qual é o módulo da força de atrito?
- (b) Se o que mantém a caixa parada é uma corda que permanece na **horizontal** e não há atrito, qual é a tensão na corda?
- (5) Um caixote de massa  $m = 26 \text{ kg}$  é empurrado com velocidade constante de 5,0 m/s por uma pessoa em uma superfície horizontal com coeficientes de atrito iguais a 0,27 (cinético) e 0,45 (estático). A força que a pessoa faz tem ângulo  $\theta = 15^\circ$  com a horizontal e componente vertical para cima.
- (a) Calcule o módulo da força necessária aplicada pela pessoa.
- (b) O que acontecerá com o módulo desta força se o caixote estiver com o dobro da velocidade?
- (c) Calcule o módulo necessário da força quando  $\theta$  toma os valores de 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; e 25,0°.

- (6) Uma roldana móvel é usada para levantar uma caixa de 350 kg, conforme a figura. A altura entre as roldanas é de 2,0 m e a distância entre os suportes no teto é de 3,0 m. Qual é o módulo da força  $F$  quando:
- (a) A caixa está em repouso no chão e o módulo da normal é metade do módulo da peso?
- (b) A caixa está em repouso a milímetros do chão?
- (c) A caixa sobe com velocidade constante e está a 1,0 m do chão?



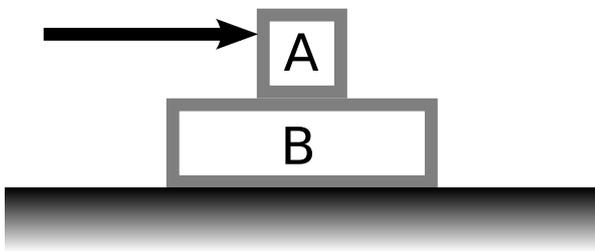
- (7) Um peso de 43 kg está pendurado por uma corda

ao teto e preso a uma mola que se apóia no chão, sendo que ambas a corda e a mola estão na vertical. O tamanho natural da mola é de 30, cm. Quando o peso está em repouso, a altura do peso é de 10, cm, a extensão da corda é de 40, cm e a extensão da mola é de 20, cm, além do que a mola faz uma força de 320 N para cima sobre o peso.

- (a) Qual é a constante elástica da mola?  
 (b) Qual é a tensão na corda?

(8) Os blocos da figura estão parados, apesar da força horizontal  $\mathbf{F}$  indicada pela seta aplicada no bloco A. São dados os valores  $m_A = 18\text{ kg}$ ,  $m_B = 99\text{ kg}$  e que a força total que o bloco A faz sobre o bloco B tem módulo de 210 N.

- (a) Qual é o módulo da força  $F$ ?  
 (b) Qual é a orientação da força que B faz em A?



(9) Em um jogo de cabo-de-guerra, pessoas puxam uma corda em uma mesma direção mas sentidos opostos. Ao todo, 5 pessoas vão participar do jogo, com forças de 260, 340, 415, 440 e 625 N.

- (a) De que maneira as pessoas podem ser divididas para o jogo ficar o mais equilibrado possível?  
 (b) Calcule a tensão em cada segmento da corda seguindo a distribuição de pessoas da resposta (a).  
 (c) Em um cabo-de-guerra com 50 vezes mais pessoas, qual é a tensão na corda no centro do cabo, i.e., entre os dois times. (Observe que este jogo pode gerar tensões muito altas para as escalas humanas, não é incomum ocorrerem acidentes e até decepamento de membros.)

(10) Ana e Bárbara amarraram duas cordas a uma árvore. Ana puxa com uma força de 5,0 N. Bárbara, também com uma corda, puxa com uma força de 7,0 N com um ângulo de  $45^\circ$  com relação à Ana. Todas as forças são horizontais.

- (a) Qual é a força que Ana e Bárbara aplicam sobre a árvore em conjunto por meio das cordas? (Lembre que a força é um vetor e como tal necessita de módulo e orientação para estar completamente determinado.)  
 (b) Qual é a força que a árvore aplica sobre as cordas?  
 (c) Se o ângulo mudar para  $135^\circ$ , qual será força?  
 (d) Se o ângulo mudar para  $225^\circ$ , qual será força?

(11) Roberto e Saulo empurram um caixote em um piso plano e horizontal. A força que os dois em conjunto realizam sobre o objeto é de 15 N. A força que Roberto realiza é de 11,0 N em uma orientação que faz  $30,0^\circ$  com

a força conjunta.

- (a) Qual é a força que Saulo faz?  
 (b) Se o ângulo mudar para  $150^\circ$ , qual será a força aplicada por Saulo?

(12) Um barco tem um motor que o propuliona com força máxima de 1500 N. O vento sopra do nordeste e aplica uma força sobre o barco de 350 N.

- (a) Qual deverá ser a direção, o sentido e o módulo da força do motor para que a força resultante sobre o barco seja nula?  
 (b) Qual deverá ser a direção e o sentido que o navegador deverá apontar o motor do barco atuando em força máxima para que a força resultante sobre o barco aponte para o norte?  
 (c) Qual deverá ser a direção e o sentido que o navegador deverá apontar o motor do barco atuando em força máxima para que a força resultante sobre o barco aponte para o sul? Qual é o módulo da força resultante?

(13) Em um sistema de coordenadas de sua escolha, escreva as componentes das três forças seguintes:  $\mathbf{F}_A$ , com módulo de 5,0 N;  $\mathbf{F}_B$ , com módulo de 6,0 N e ângulo com  $\mathbf{F}_A$  de  $110^\circ$ ;  $\mathbf{F}_C$ , com módulo de 8,0 N, ângulo com  $\mathbf{F}_A$  de  $75^\circ$  e ângulo com  $\mathbf{F}_B$  de  $55^\circ$ .

(14) Duas forças  $\mathbf{F}_A$  e  $\mathbf{F}_B$  fazem um ângulo  $\theta$  entre si. Mostre, a partir das componentes, que  $|\mathbf{F}_A + \mathbf{F}_B|^2 = |\mathbf{F}_A|^2 + |\mathbf{F}_B|^2 + 2|\mathbf{F}_A||\mathbf{F}_B|\cos\theta$ .

(15) Sendo as seguintes forças em um espaço tridimensional (todas as unidades em newtons):

$$\mathbf{F}_A = -4,7\mathbf{i} - 8,8\mathbf{j} + 6,2\mathbf{k}$$

$$\mathbf{F}_B = 1,3\mathbf{i} - 3,5\mathbf{j} + 2,0\mathbf{k}$$

$$\mathbf{F}_C = -5,2\mathbf{i} - 7,6\mathbf{j} + 9,0\mathbf{k}$$

- (a) Encontre o módulo de cada força.  
 (b) Encontre o ângulo entre cada par de forças.  
 (c) Encontre as forças  $-\mathbf{F}_A$ ;  $2,0\mathbf{F}_A - \mathbf{F}_B$ ; e  $0,0\mathbf{F}_A + 5,0\mathbf{F}_B - \mathbf{F}_C/3,0$ .

(16) Três blocos estão pendurados verticalmente por meio de cordas, sendo que o primeiro está pendurado ao teto, o segundo está pendurado ao primeiro e o terceiro ao segundo. As massas dos blocos são  $m_1 = 10,0\text{ kg}$ ,  $m_2 = 20,0\text{ kg}$ ,  $m_3 = 30,0\text{ kg}$ . Calcule as tensões nas cordas.

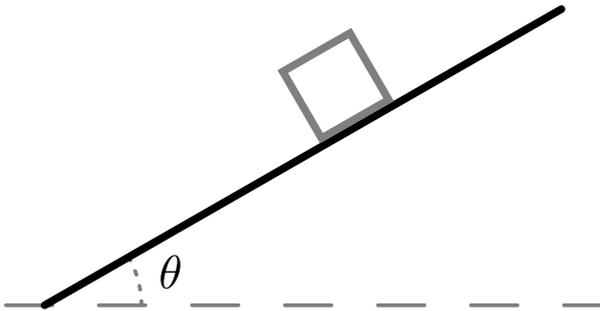
(17) Em uma configuração como no problema anterior, conhecem-se as tensões  $T_1 = 580\text{ N}$ ,  $T_2 = 420\text{ N}$ ,  $T_3 = 140\text{ N}$ . Calcule as massas dos blocos.

(18) Calcule o seu peso acaso você estivesse na superfície:

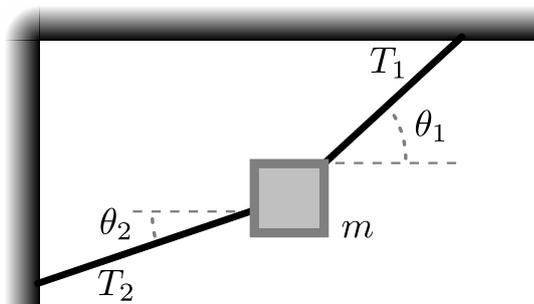
- (a) da Terra;  
 (b) da Lua;  
 (c) de Plutão;  
 (d) de Júpiter; e  
 (e) de Marte.

(19) Cada pessoa faz uma força de 350 N para empurrar um bloco de uma tonelada. A superfície é plana e horizontal e os coeficientes de atrito são 0,50 (estático) e 0,30 (cinético). Quantas pessoas são necessárias para empurrar o bloco (a) a partir do repouso e (b) se o bloco já se move?

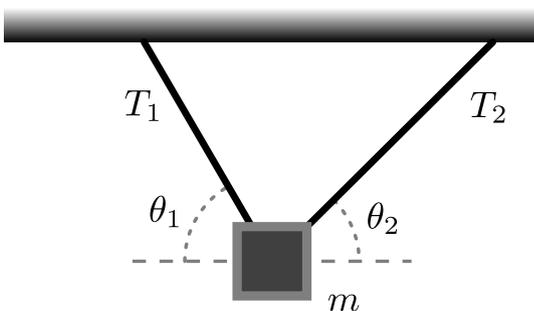
(20) Considere um bloco de massa  $m$  inicialmente em repouso sobre um plano inclinado (ângulo  $\theta$  com a horizontal) com atrito (coeficientes  $\mu_s$  e  $\mu_k$ ).  
 (a) Faça o diagrama de forças sobre o bloco considerando que ele permanece em repouso com relação ao plano, incluindo uma equação para a força de atrito.  
 (b) Deduza a força resultante sobre o bloco considerando que ele não permanece em repouso.



(21) Observando o bloco na figura e sabendo que  $\theta_1 = 45^\circ$ , que  $\theta_2 = 15^\circ$  e que  $m = 16$  kg, quais seriam as tensões?



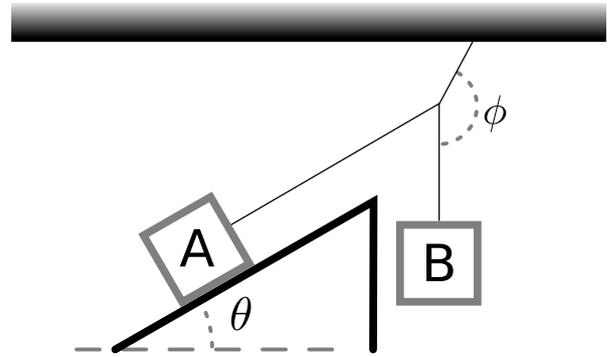
(22) Observando o bloco na figura e sabendo que  $\theta_1 = 60^\circ$ , que  $\theta_2 = 45^\circ$  e que  $m = 29$  kg, quais seriam as tensões?



(23) Uma pessoa empurra uma caixa de massa  $m = 77$  kg plano inclinado acima com velocidade constante.

A força realizada pela pessoa tem orientação que difere por  $\theta$  da inclinação do plano inclinado cuja inclinação é de  $30,0^\circ$ . O coeficiente de atrito cinético é 0,25. Calcule a força necessária se  $\theta = 0,0; 10,0$  e  $20,0^\circ$ .

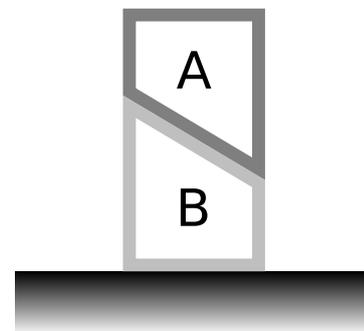
(24) Calcule a força de atrito sobre o bloco A sabendo que  $m_A = 74$  kg,  $m_B = 18$  kg e o coeficiente de atrito estático é 0,50 e os ângulos são  $\theta = 30^\circ$  e  $\phi = 165^\circ$ .



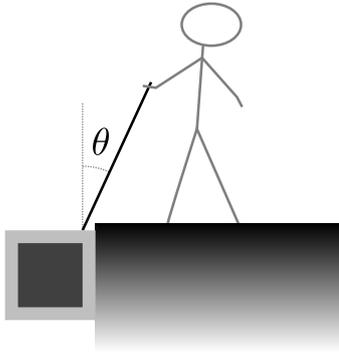
(25) Um bloco é segurado contra a parede com atrito por uma força horizontal.  
 (a) Qual é a força mínima necessária para segurar o bloco?  
 (b) Mudando o ângulo de aplicação da força, encontre um ângulo no qual o módulo da força mínima é menor. Compare a resposta com seus colegas.

(26) O objeto A está ligado por uma mola ao objeto B, que por sua vez liga-se por mola ao objeto C, este ligado ao teto por uma mola. Cada mola tem coeficiente elástico de 3,0 N/cm e sua extensão é de 15 cm quando relaxada. Qual é a extensão de cada mola se as massas dos objetos são  $m_A = 41$  kg,  $m_B = 57$  kg e  $m_C = 92$  kg?

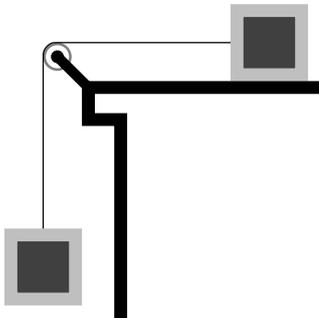
(27) O objeto A está sobre o objeto B conforme a figura. Qual deve ser o coeficiente de atrito estático entre os blocos para que se o corte for de  $30,0^\circ$  com a horizontal, o bloco de cima não deslize?



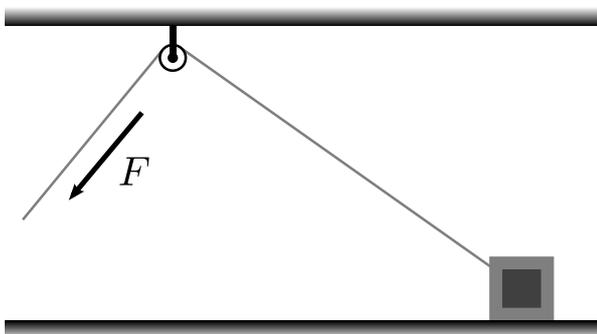
(28) Você, ao segurar um objeto de massa 10,0 kg, como na figura, pode escolher o ângulo  $\theta$ . O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a parede é de 0,40. Qual o ângulo que você escolheria? Neste ângulo, qual seria a força necessária para manter o bloco em repouso?



(29) Dado que o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície é de 0,48 e a massa do bloco suspenso é de 20,0 kg, qual deve ser a massa mínima do bloco sobre a superfície de modo a manter o sistema parado?

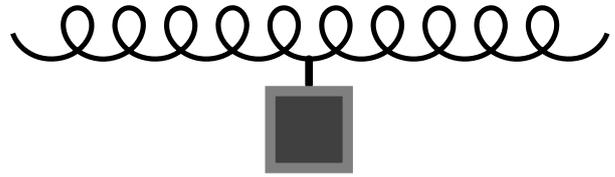


(30) Um bloco é puxado por corda que passa em uma polia a altura de 2,0 m com relação ao bloco, de acordo com a figura. O coeficiente de atrito cinético entre bloco e o chão é de 0,22 e a massa do bloco é de 3,0 kg. Qual é a tensão na corda necessária para manter o movimento do bloco com velocidade constante quando ele está a uma distância horizontal de 4,0; 3,0; 2,0; 1,0 e 0,0 m da polia? Despreze o tamanho do bloco e da polia.

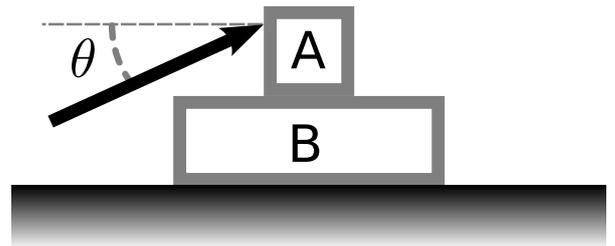


(31) Um objeto de massa igual a 43 kg está pendurado em equilíbrio por duas molas cujos pontos de fixação no teto estão distantes de 1,0 m. As extensões das molas quando não são aplicadas forças sobre elas são iguais a 0,80 m. Os menores ângulos que as molas fazem com o teto são  $60,0^\circ$  e  $55,0^\circ$ . Quais são as constantes elásticas das molas?

(32) Um objeto de massa 5,0 kg está preso ao meio de uma mola cujas metades tem coeficiente elástico igual a 7,0 N/cm. As extremidades da mola estão fixas. O objeto desce e é colocado em sua posição de equilíbrio, fazendo com que a mola em sua posição inicial seja 21% menor do que na posição após a descida.  
(a) Qual é a distância descida pelo objeto?

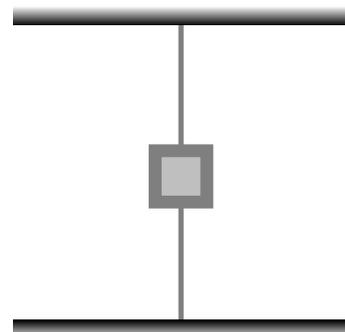


(33) Os blocos da figura estão parados, apesar da força  $F = 51$  N aplicada no bloco A. Dados os valores  $m_A = 18$  kg,  $m_B = 99$  kg e  $\theta = 30,0^\circ$ ,  
(a) Estime o coeficiente de atrito estático entre os blocos.  
(b) Calcule a força que o bloco A faz sobre o bloco B.  
(c) Calcule a força de atrito sobre o bloco B.



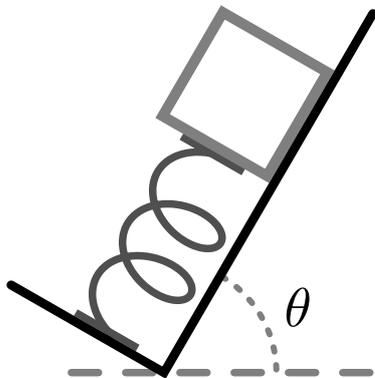
(34) Suponha que haja uma mola ideal com coeficiente elástico  $k$ .  
(a) Se a mola for cortada ao meio, qual será o coeficiente elástico de cada metade?  
(b) Se a mola for cortada em dois pedaços, sendo que um é quatro vezes maior do que o outro, qual será o coeficiente elástico do pedaço menor?

(35) Um objeto de massa 37 kg está parado e preso a duas cordas conforme a figura. A tensão na corda inferior é de 286 N.  
(a) Qual é a tensão na corda superior?



(36) Na figura, temos uma mola paralela ao plano inclinado de  $\theta = 60^\circ$  e presa ao bloco que está em repouso. A mola faz uma força sobre o bloco de 18 N. O comprimento natural (relaxado) da mola é de 45 cm e sua constante elástica é de 2,0 N/cm. Não há atrito entre o bloco e o plano inclinado.

- (a) Qual é o comprimento da mola na posição da figura?  
(b) Qual é a massa do bloco?



(37) O coeficiente de atrito pode ser maior do que 1 em alguns casos. Por exemplo, a interface entre duas superfícies de alumínio limpas e secas (sem nenhum tipo de lubrificante) pode atingir coeficiente de atrito (tanto estático quanto cinético) igual a 1.3. Neste caso, qual a maior inclinação que um plano inclinado de alumínio pode atingir sem fazer deslizar uma peça de alumínio colocada sobre ele?

**Respostas:** [Todas com dois algarismos significativos.]  
(1a) 81 N e  $-11^\circ$  com força do doberman em sentido à força do chihuahua. (1b)  $-5,7^\circ$  com força do doberman em sentido à força do chihuahua. (2b) 7,9 N/cm (2c) 760 N (3a) 0,35 (3b) 380 N (4a) 200 N (4b) 210 N (5a) 66 N (6a) 1100 N (6c) 3100 N (7a) 32 N/cm (7b) 100 N (8a) 110 N (8b)  $120^\circ$  em sentido anti-horário a partir da horizontal para direita.

**Atualizações:** 2017/08/11: Adicionados os exercícios 36 e 37.