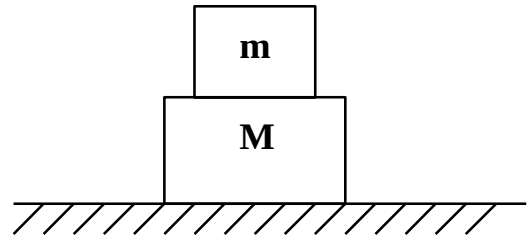


Vínculos e a 3ª lei de Newton

1. (Força de contato) Na figura ao lado o bloco de massa $m = 1 \text{ kg}$ está apoiado sobre um bloco de massa $M = 2 \text{ kg}$ que repousa sobre uma mesa horizontal.

- a)** Indique todas as forças que agem em cada um dos blocos e as forças na mesa relacionadas às interações com os blocos. **b)** Indique os pares de força que correspondem a “ação e reação” no conceito da terceira lei de Newton. **c)** Se invertermos as posições dos blocos, quais forças serão modificadas?



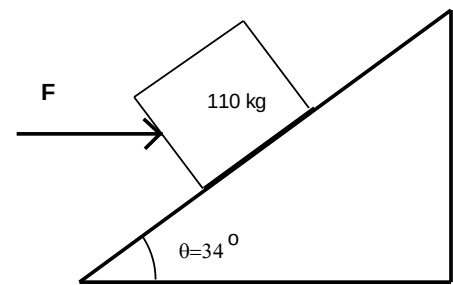
2. (Halliday, Q.3.15) (Força de tração) Dois estudantes tentam romper uma corda. Primeiro cada um puxa de um lado da corda e falham. Depois, amarram uma das extremidades numa parede e puxam junto pela outra. Este procedimento é melhor que o primeiro? Explique.

3. (Força de tração, decomposição de forças) Uma esfera de massa $2,1 \times 10^{-4} \text{ kg}$ e carregada eletricamente está suspensa por uma corda. Uma força elétrica age horizontalmente sobre a esfera, de modo que quando está em repouso a corda faz um ângulo de 37° com a vertical. Encontre: **a)** a tração da corda e **b)** a intensidade da força.

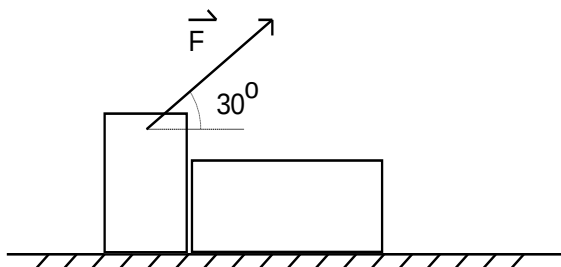
4. (Força de tração, decomposição de forças) Em um cabo de guerra, 3 homens puxam uma corda para a esquerda em A e 3 homens puxam para a direita em B com forças de mesmo módulo. Uma massa de 5 kg é pendurada verticalmente no centro da corda. Os homens podem manter a corda AB na horizontal? Se não, explique; se puderem, calcule o módulo das forças necessárias em A e B.

5. (Força de contato, decomposição de forças) Um caixote de 110 kg é empurrado com velocidade constante para cima em uma rampa sem atrito, inclinada em 34° conforma a figura.

- a)** Qual a força horizontal F necessária?
b) Qual é a força exercida pela rampa sobre o caixote?

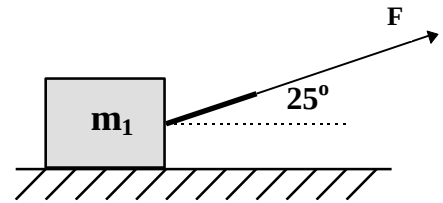
**Decomposição de forças**

6. Um bloco com 1 kg de massa e outro com 4 kg estão sobre um plano horizontal liso de maneira que podem se mover sem atrito. Sobre o bloco mais leve, aplica-se uma força de módulo 5 N , com direção e sentido conforme ilustrado na figura abaixo.

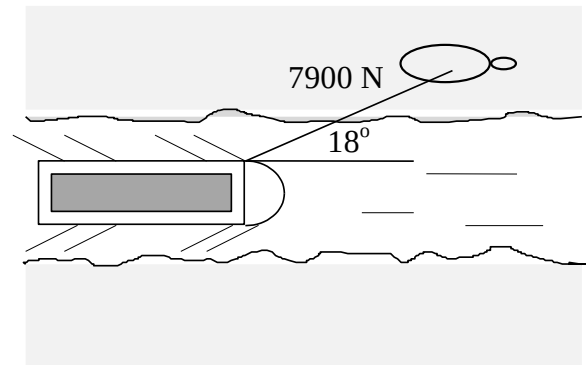


- a)** Determine a força de interação entre os blocos.
b) Determine a aceleração do conjunto.
c) Determine as forças de contato entre cada um dos blocos e a superfície de apoio.
d) Dê uma idéia sucinta do que aconteceria caso o módulo da força fosse 25 N ao invés de 5 N , mantendo a direção e o sentido da figura.

7. Um bloco de 5,1 kg é puxado ao longo de uma superfície sem atrito por uma corda que exerce uma força $F = 12$ N, cuja direção forma um ângulo $\theta = 25^\circ$ com a horizontal, como mostra a figura ao lado. **a)** Qual é a aceleração do bloco? **b)** Suponha agora que a força F é aumentada lentamente. Qual é o valor de F imediatamente antes do bloco ser levantado da superfície? **c)** Qual é a aceleração do bloco imediatamente antes dele ser levantado e perder contato com a superfície?

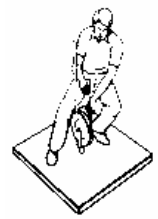


8. Antigamente cavalos puxavam barcaças por canais, como mostra a figura ao lado. Suponha que o cavalo exerça uma força de 7900 N num ângulo de 18° com a direção do movimento da barcaça, que se desloca ao longo do eixo do canal. A massa da barcaça é 9500 kg e a sua aceleração é $0,12$ m/s². Calcule a força exercida pela água sobre a barcaça.



Dinâmica e cinemática em sistemas de um corpo

9. (Halliday, E.5.8). O homem da figura ao lado pesa 800 N; a plataforma e a polia sem atrito têm peso total de 190 N. Ignore o peso da corda. Com que força o homem tem de puxar a corda de forma a se levantar junto com a plataforma a $0,37$ m/s²?

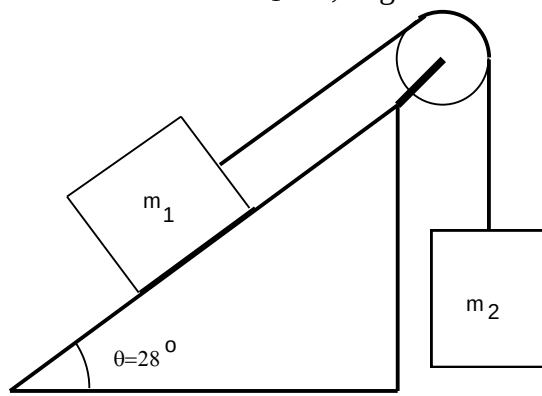


10. Um bloco de massa m é lançado para cima num plano inclinado, sem atrito, com uma velocidade v_0 . O ângulo de inclinação é θ .

- Escolha um sistema de coordenadas adequado para resolver este problema e determine a aceleração do bloco.
- Deduz a expressão do tempo gasto pelo bloco até parar, em função de v_0 , θ e g .
- Deduz a expressão da distância percorrida em função das mesmas grandezas.
- Qual é a velocidade do bloco quando ele retorna à posição inicial?
- Determine as respostas numéricas para $v_0 = 2,5$ m/s, $\theta = 30^\circ$ e $g = 10$ m/s².

Dinâmica em sistemas de dois corpos

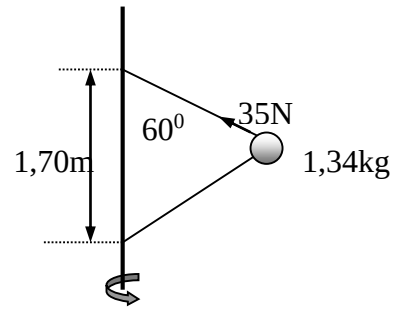
11. Um bloco de massa $m_1 = 3,7$ kg está sobre um plano inclinado de ângulo 28° e é ligado por uma corda que passa em uma polia pequena e sem atrito a um segundo bloco de massa $m_2 = 1,86$ kg, que pende verticalmente conforme a figura ao lado.



- Determine a aceleração de cada bloco.
- Determine a tração na corda.
- Calcule a massa m_{eq} que deve ter o corpo m_2 para que o sistema fique em equilíbrio. O que ocorre se $m_2 < m_{eq}$? E se $m_2 > m_{eq}$?

Vínculos na dinâmica do movimento circular uniforme

12. (RHK E5.17) Uma bola de 1,34 kg está presa a uma haste rígida vertical por meio de dois fios sem massa, de 1,70 m de comprimento cada. Os fios estão presos à haste em pontos separados por 1,70 m. O conjunto está girando em volta do eixo da haste com os dois fios esticados formando um triângulo equilátero com a haste, como mostra a figura ao lado. A tensão no fio superior é 35,0 N.

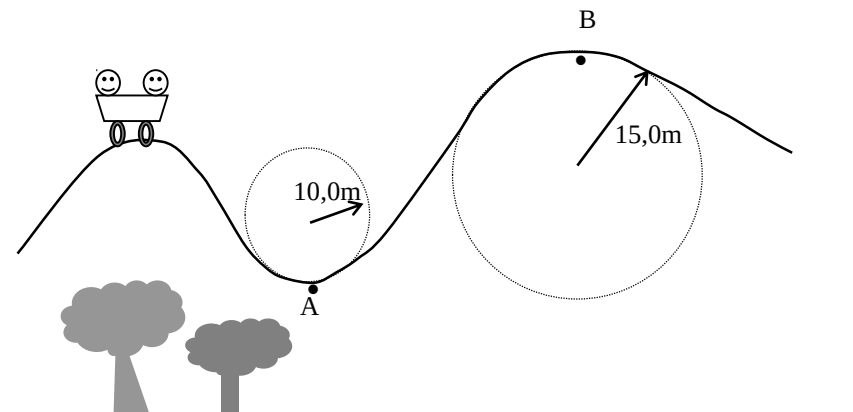


- Encontre a tensão no fio inferior.
- Calcule a força resultante na bola, no instante mostrado na figura.
- Qual é a velocidade da bola?

13. (Halliday 5.35) Um pêndulo cônico é formado por um seixo de 53 g ligado a um fio de 1,4 m. O seixo oscila em volta de um círculo de raio 25 cm. **a)** Qual a velocidade do seixo? **b)** Qual é a sua aceleração? **c)** Qual é a tração no barbante?

14. Um carro de montanha russa com sua lotação máxima de passageiros tem 500 kg de massa.

- Se o carro está a uma velocidade de 20,0 m/s no ponto A, qual é a força exercida pelos trilhos sobre o carro nesse ponto?
- Qual é a velocidade máxima do carro no ponto B para que ele continue sobre os trilhos?



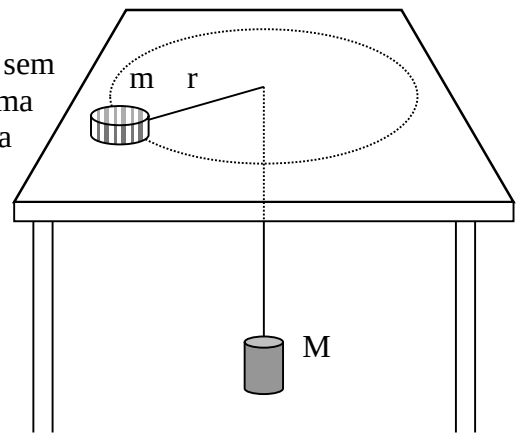
15. (Halliday 5.35) Um pêndulo cônico é formado por um seixo de massa m ligado a um fio de comprimento l . O seixo oscila em volta de um círculo de raio R .

Esboce o diagrama de corpo livre do seixo.

- Determine uma expressão para a tração no barbante, em função dos dados m , l e R e de g , a aceleração da gravidade.
- Determine uma expressão para a sua aceleração, em função de m , l e R e g .
- Determine uma expressão para a velocidade do seixo, em função de m , l e R e g .
- Calcule os valores numéricos da velocidade, aceleração e tração quando $m = 53$ g; $l = 1,4$ m; $R = 25$ cm e $g = 9,8$ m/s².

Dinâmica do movimento circular uniforme

16. (Halliday 5.39) Um disco de massa m sobre uma mesa sem atrito está ligado a um cilindro de massa M suspenso por uma corda que passa através de um orifício da mesa. Encontre a velocidade com a qual o disco deve se mover em um círculo de raio r para que o cilindro permaneça em repouso.



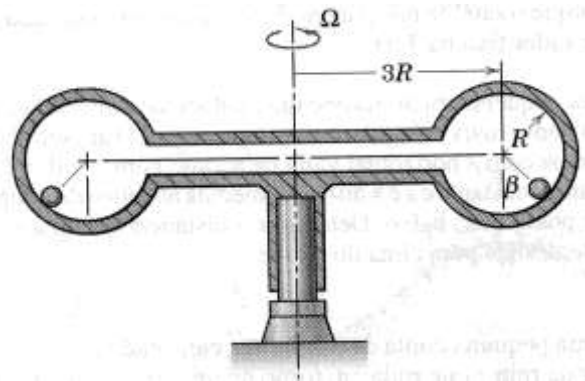
17. No dispositivo representado em corte na figura abaixo, as pequenas esferas movem-se livremente e sem atrito na superfície interna das câmaras esféricas rotativas, onde $R = 200$ mm. Para determinar a velocidade angular Ω do dispositivo ao alcançar o regime permanente, responda às questões abaixo.

a) Esboce o diagrama de corpo livre de uma das esferas no regime permanente. Identifique que interação produz cada uma das forças e em que corpos as forças de reação estão aplicadas (3ª lei de Newton).

b) Determine a expressão do módulo da aceleração em função de valores genéricos de Ω , R e β supondo o movimento circular e uniforme. Dê a direção e o sentido dessa aceleração.

c) Escreva a equação de movimento da esfera (aquela que descreve como o movimento vai se alterando; corresponde à aplicação da 2ª lei de Newton ao sistema em estudo).

d) Determine a velocidade angular Ω do dispositivo quando as esferas alcançam uma posição angular $\beta = 45^\circ$ em regime permanente.



18. O avião é sustentado pela força do ar nas asas, que é perpendicular ao plano das asas. Ele é projetado de modo que suas asas possibilitam uma força de sustentação máxima igual a 4 vezes seu peso, rompendo-se a partir desse limite. Um avião pode, então, fazer uma curva simplesmente inclinando as asas em relação à horizontal, mas há uma inclinação máxima possível sem comprometer a segurança.

a) Calcule em que ângulo em relação à horizontal o piloto deve inclinar as asas para realizar uma curva a altitude constante com um raio $R = 1200$ m, quando está voando a uma velocidade de módulo constante $v = 240$ km/h em relação ao ar; use $g = 10$ m/s².

b) Qual é o ângulo de inclinação máximo que um piloto pode manter em uma curva a altitude constante, numa trajetória circular, sem que haja ameaça à segurança do avião?

c) Usando a resposta ao item b), determine o menor raio de uma curva circular a altitude constante realizada por um jato comercial a 900 km/h.

d) Usando a resposta ao item b), determine a maior velocidade com que um jato comercial pode fazer uma curva circular de 1,0 km de raio em uma altitude constante.

e) Os itens c) e d) não faziam parte da formulação original deste problema, mas sim a pergunta: A resposta ao item b) depende da velocidade do avião? Justifique sua resposta. Levando em conta suas respostas aos itens c) e d), resolva essa questão.