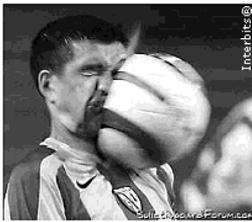


Onde necessário, use  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

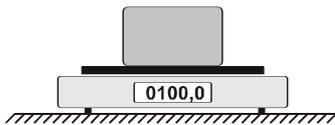
**Princípio da Ação-Reação.**

- (Pucc) Um bloco está em repouso sobre a superfície horizontal de uma mesa. Sobre ele agem apenas as forças peso e normal.
  - a normal é a reação ao peso;
  - a reação ao peso é a força que o bloco aplica na mesa;
  - a reação à normal é a força que o bloco exerce na Terra;
  - a reação ao peso é a força que a mesa exerce na Terra;
  - a reação à normal é a força que o bloco exerce na mesa.
- Após a cobrança de uma falta, num jogo de futebol, a bola chutada acerta violentamente o rosto de um zagueiro. A foto mostra o instante em que a bola encontra-se muito deformada devido às forças trocadas entre ela e o rosto do jogador.



A respeito dessa situação são feitas quatro afirmações. Classifique-as em verdadeiras (V) ou falsas (F).

- A força aplicada pela bola no rosto e a força aplicada pelo rosto na bola têm direções iguais, sentidos opostos e intensidades iguais, porém, não se anulam.
  - A força aplicada pelo rosto na bola é mais intensa do que a aplicada pela bola no rosto, uma vez que a bola está mais deformada do que o rosto.
  - A força aplicada pelo rosto na bola atua durante mais tempo do que a aplicada pela bola no rosto, o que explica a inversão do sentido do movimento da bola.
  - A força aplicada pelo pescoço na cabeça do jogador é a reação à força que a bola aplica no seu rosto.
- O bloco da figura encontra-se em repouso sobre uma "balança de molas" (dinamômetro) colocada em uma superfície horizontal. Como mostrado na figura, ela está acusando leitura de 100 N.



- Qual a intensidade do peso do bloco?
  - Qual a intensidade da força que a balança aplica no bloco?
  - As forças mencionadas nos itens anteriores formam um par ação-reação? Justifique sua resposta.
- O jornal local publicou.

*"Ao fazer uma ultrapassagem em local proibido, um carro chocou-se frontalmente com um caminhão, provocando um grave acidente. Ambos frearam, mas não houve como evitar a colisão. A perícia concluiu que no momento do choque o carro estava a 40 km/h e o caminhão a 20 km/h. O caminhão sofreu um pequeno recuo, mas o carro foi atirado a metros de distância."*

Analisando o texto segundo as leis de Newton, podemos concluir corretamente que

- a força de ação do caminhão sobre o carro foi mais intensa que a de reação do carro sobre o caminhão, pois certamente a massa do caminhão era maior.

- a força de ação do caminhão sobre o carro teve mesma intensidade que a de reação do carro sobre o caminhão, porém, tendo o carro menor massa, ele sofreu aceleração de maior intensidade.
- como o carro tinha maior velocidade, ele aplicou sobre o caminhão força de maior intensidade que a de reação que ele recebeu, porém o caminhão, tendo maior massa sofreu menor deslocamento.
- os peritos cometeram erros ao analisar o acidente, pois se o carro tinha maior velocidade ele não deveria ter sofrido maior deslocamento que o caminhão.
- só com os dados de velocidades, sem as massas, não dá para afirmar qual veículo aplicou força de maior intensidade sobre o outro.

- A respeito das forças de um par ação-reação:

- são sempre iguais;
- são da mesma interação;
- atuam em corpos diferentes;
- têm mesma intensidade.

São corretas, apenas:

- I e II.
- II, III e IV.
- I, III e IV.
- II e IV.
- III e IV.

- Garfield, o personagem da história a seguir, é reconhecidamente um gato malcriado, guloso e obeso.



JIM DAVIS / FOLHA DE SÃO PAULO

Suponha que o bichano esteja na Terra e que a "balança" (na verdade, dinamômetro) utilizada por ele esteja em repouso, apoiada no solo horizontal.

Considere que, na situação de repouso sobre a "balança", Garfield exerça sobre ela uma força de compressão de intensidade 80 N.

- Qual o peso de Garfield, aqui na Terra?
- Qual a intensidade da força que a balança exerce sobre Garfield?
- As duas forças mencionadas nos itens anteriores constituem um par ação-reação? Justifique.

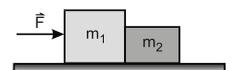
**Aplicações das Leis de Newton**

- Na figura, o atrito e a resistência do ar são desprezíveis.

- Calcule o módulo da aceleração do sistema.
- Dê a intensidade da força de tração em cada um dos fios (supostos ideais) que ligam os corpos.



- A figura ao lado mostra dois blocos sobre uma mesa lisa, plana e horizontal, sendo acelerados por uma força de sentido constante, paralela à superfície e de intensidade  $F = 10 \text{ N}$ . As massas dos corpos são  $m_1 = 3 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 2 \text{ kg}$ .



- Determine o módulo da aceleração adquirida pelos blocos.

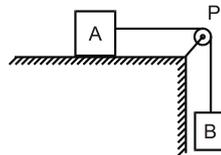
b) Calcule a intensidade das forças de contato entre os blocos.

9. Na figura, o fio que liga os corpos suporta uma tração máxima de intensidade 10 N.



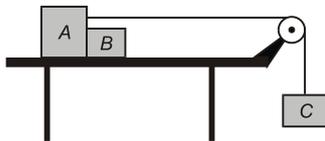
Sendo  $m_A = 2$  kg e  $m_B = 3$  kg qual a máxima intensidade que a força  $\vec{F}$  paralela à superfície horizontal pode assumir? Despreze atritos e resistência do ar.

10. A figura representa dois corpos, A e B, ligados entre si por um fio flexível que passa por uma polia P. Despreze os atritos, a massa do fio e da polia. As massas de A e B valem, respectivamente, 6 kg e 4 kg.



- a) Determine o módulo da aceleração adquirida por cada bloco.  
b) Calcule a intensidade da força de tração no fio que liga os corpos.

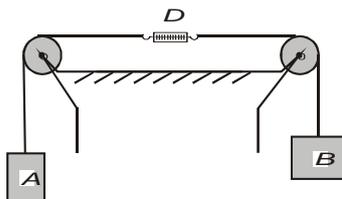
11. No esquema, considere desprezível o atrito no plano horizontal e na polia. As massas dos corpos A, B e C são 6 kg, 2 kg e 2 kg, respectivamente.



Determine as intensidades:

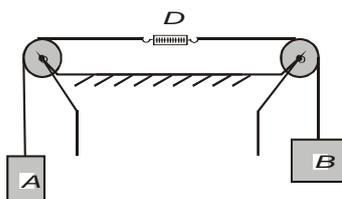
- a) da aceleração do conjunto;  
b) das forças que tracionam o fio que liga os corpos A e C;  
c) das forças de contato entre os corpos A e B.

12. Dois blocos, A e B, de mesma massa  $m = 6$  kg estão ligados conforme indica a figura. A resistência do ar e as massas dos fios são desprezíveis; as polias e o dinamômetro D são ideais.



- a) Abandonando-se o sistema, qual o módulo da aceleração de cada bloco?  
b) Qual a indicação do dinamômetro?

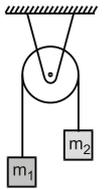
13. Dois blocos, A e B, de massas  $m_A = 6$  kg e  $m_B = 2$  kg, respectivamente, estão ligados conforme indica a figura. A resistência do ar e as massas dos fios são desprezíveis; as polias e o dinamômetro D são ideais.



- a) Abandonando-se o sistema, qual o módulo da aceleração de cada bloco?

b) Qual a indicação do dinamômetro?

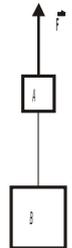
14. A figura representa dois corpos ligados entre si por um fio ideal que passa por uma polia, também ideal. As massas são  $m_1 = 4$  kg e  $m_2 = 6$  kg.



Desprezando atritos, calcule:

- a) o módulo da aceleração adquirida por cada bloco;  
b) a intensidade da força de tração no fio que liga os corpos.

15. A figura mostra dois blocos, A e B, de massas iguais a 2 kg e 3 kg, respectivamente, ligados por um fio inextensível de massa desprezível.



O sistema é puxado verticalmente pela força  $\vec{F}$  de intensidade igual a 60 N.

Determine:

- a) o módulo da aceleração do sistema;  
b) a intensidade da força de tração no fio que liga os blocos.

16. Para verificar a validade das leis de Newton, um professor de Física de massa 70 kg sobe na plataforma de um dinamômetro (balança de molas) graduado em newtons, dentro da cabine de um elevador. Calcule a indicação do dinamômetro, quando o elevador

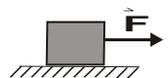
- a) ainda está parado;  
b) sobe acelerado, com  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>;  
c) desce acelerado, com  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>;  
d) sobe retardado, com  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>;  
e) desce retardado, com  $a = 2$  m/s<sup>2</sup>;  
f) sobe ou desce com velocidade constante,  $v = 2$  m/s.

**Atrito.**

17. Um bloco de massa 5 kg está inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal áspera. Num determinado instante ele é soliciado por uma força, paralela à superfície, de sentido constante e de intensidade  $F$ , crescente com o tempo. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e a superfície são  $\mu_e = 0,4$  e  $\mu_c = 0,3$ , respectivamente. Sendo  $A_f$  a intensidade da força de atrito entre o bloco e a superfície e  $a$  o módulo da aceleração do bloco, apresente seus cálculos e complete a tabela de acordo com o módulo de  $\vec{F}$  dado.

$F(N)$	$A_f(N)$	$a(m/s^2)$
0		
10		
20		
30		

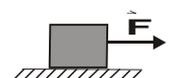
18. Impulsionado pela força  $\vec{F}$  de intensidade 20 N, paralela à superfície horizontal, o corpo da figura cuja massa é 4 kg segue em trajetória retilínea, com velocidade constante de 2 m/s.



Determine:

- a) a intensidade da força normal no corpo;  
b) o módulo da força de atrito trocada com a superfície;  
c) o coeficiente de atrito entre o corpo e a superfície.

19. Impulsionado pela força  $\vec{F}$  de intensidade 20 N, paralela à superfície horizontal, o corpo da figura cuja massa é 4 kg segue em trajetória retilínea, acelerando 2 m/s<sup>2</sup>.



Determine:

- a intensidade da força normal no corpo;
- o módulo da força de atrito trocada com a superfície;
- o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a superfície.

20. Um bloco de massa 2 kg é lançado sobre uma superfície horizontal áspera, com velocidade inicial de 6 m/s e desliza em linha reta 9 m até parar.

Determine:

- o módulo da aceleração de retardamento desse bloco?
- o tempo gasto até parar?
- o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície?

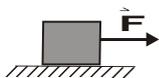
21. Um veículo desloca-se com velocidade constante de 108 km/h sobre pista retilínea e horizontal. Num determinado instante, percebendo um perigo, seu condutor aplica fortemente os freios travando as rodas e o veículo desliza 60 m até parar, sem mudar a direção de seu movimento.

- Determine o módulo da aceleração média de frenagem.
- Qual o coeficiente de atrito cinético entre os pneus e a pista?

22. Um bloco é lançado sobre uma superfície horizontal áspera, com a qual o coeficiente de atrito cinético é  $\mu = 0,2$ . O bloco escorrega 4 m até parar.

- Qual o módulo da aceleração de retardamento do bloco?
- Qual a velocidade de lançamento?
- Quanto tempo durou o escorregamento?

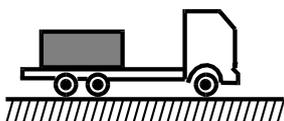
23. Um bloco de 2 kg de massa repousa sobre um plano horizontal, quando lhe é aplicada uma força  $\vec{F}$ , paralela ao plano, conforme mostra a figura. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e o plano de apoio valem, respectivamente,  $\mu_e = 0,5$  e  $\mu_c = 0,4$  e, no local, a aceleração da gravidade tem módulo  $10 \text{ m/s}^2$ .



Calcular:

- a intensidade das forças de atrito trocadas entre o bloco e a superfície, quando  $|\vec{F}| = 9 \text{ N}$ ;
- o módulo da aceleração do bloco, quando  $|\vec{F}| = 14 \text{ N}$ .

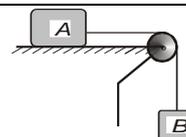
24. (Unicamp-modif.) A figura mostra um caixote de massa 1.000 kg sobre a carroceria de um caminhão, inicialmente em repouso. Num dado instante, o caminhão inicia movimento seguindo trajetória retilínea e horizontal.



O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a carroceria é  $\mu = 0,8$ . Despreze os efeitos do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- Qual o módulo máximo da aceleração que o caminhão pode atingir sem que o caixote escorregue?
- Qual o módulo da força de atrito que a carroceria aplica no caixote quando o caminhão se deslocar com velocidade constante de 18 km/h?
- Se o caminhão frear com aceleração de módulo  $7,5 \text{ m/s}^2$ , qual a intensidade da força que a carroceria aplica no caixote?

25. O sistema da figura é abandonado do repouso. As massas dos blocos A e B são 3 kg e 2 kg, respectivamente.



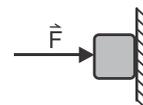
- Qual seria o menor valor do coeficiente de atrito estático entre o bloco A e a superfície de apoio para que o sistema permanecesse em repouso?
- Se os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco A e a superfície são  $\mu_e = 0,6$  e  $\mu_c = 0,5$ , respectivamente, qual o módulo da aceleração do bloco?

26. (Enem - modif) Num sistema de freio convencional, as rodas do carro travam e os pneus derrapam no solo, caso a força exercida sobre o pedal seja muito intensa. O sistema ABS evita o travamento das rodas, mantendo a força de atrito no seu valor estático máximo, sem derrapagem. O coeficiente de atrito estático da borracha em contato com o concreto vale  $\mu_e = 1,0$  e o coeficiente de atrito cinético para o mesmo par de materiais é  $\mu_c = 0,75$ . Dois carros, com velocidades iniciais iguais a 108 km/h, iniciam a frenagem numa estrada perfeitamente horizontal de concreto no mesmo ponto. O carro 1 tem sistema ABS e utiliza a força de atrito estática máxima para a frenagem; já o carro 2 trava as rodas, de maneira que a força de atrito efetiva é a cinética.

As distâncias, medidas a partir do ponto em que iniciam a frenagem, que os carros 1 ( $d_1$ ) e 2 ( $d_2$ ) percorrem até parar são, respectivamente,

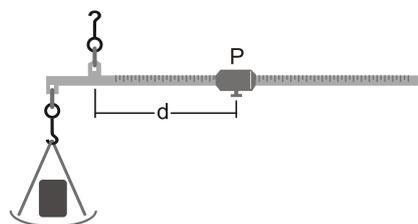
- 45 m e 60 m.
- 60 m e 45 m.
- 90 m e 120 m.
- 30 m e 45 m.
- 58 m e 78 m.

27. O corpo mostrado na figura tem massa igual a 2 kg e está descendo com velocidade constante pela parede vertical, sendo comprimido contra ela pela força  $\vec{F}$ , perpendicular à parede e de intensidade é 50 N. Calcule o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a parede?



### Estática

28. Uma balança romana consiste em uma haste horizontal sustentada por um gancho em um ponto de articulação fixo. A partir desse ponto, um pequeno corpo P pode ser deslocado na direção de uma das extremidades, a fim de equilibrar um corpo colocado em um prato pendurado na extremidade oposta. Observe a ilustração:

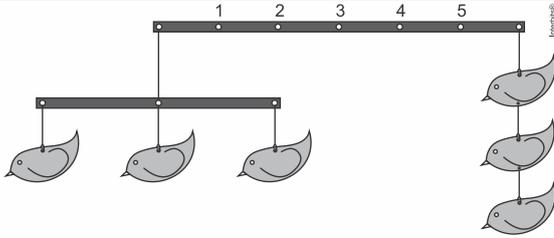


Quando P equilibra um corpo de massa igual a 5 kg, a distância  $d$  de P até o ponto de articulação é igual a 15 cm.

Para equilibrar um outro corpo de massa igual a 8 kg, qual a distância, em centímetros, de P até o ponto de articulação?

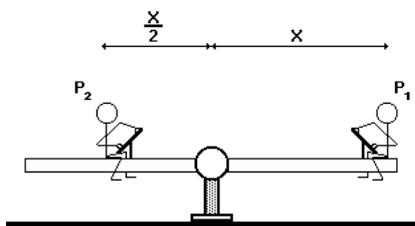
29. A Op Art ou "arte óptica" é um segmento do Cubismo abstrato que valoriza a ideia de mais visualização e menos expressão. É por esse motivo que alguns artistas dessa vertente do Cubismo escolheram o móbile como base de sua arte.

No móbile representado, considere que os "passarinhos" tenham a mesma massa e que as barras horizontais e os fios tenham massas desprezíveis.



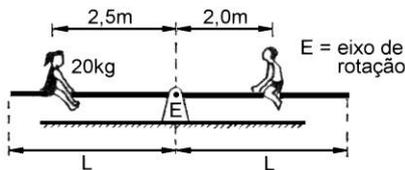
Para que o móbil permaneça equilibrado, conforme a figura, a barra maior que sustenta todo o conjunto deve receber um fio que a pendure. Identifique o número do furo onde deve ser amarrado esse fio.

30. A figura mostra um brinquedo, comum em parques de diversão, que consiste de uma barra que pode balançar em torno de seu centro. Uma criança de peso  $P_1$  senta-se na extremidade da barra à distância  $X$  do centro de apoio. Uma segunda criança, de peso  $P_2$  senta-se do lado oposto, à distância  $X/2$  do centro.



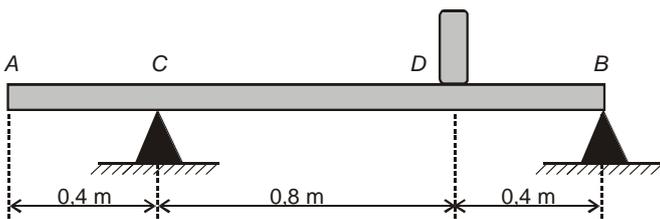
Para que a barra fique em equilíbrio na horizontal, a relação entre os pesos das crianças deve ser

- A)  $P_2 = P_1/2$ .                      B)  $P_2 = P_1$ .  
 C)  $P_2 = 2P_1$ .                      D)  $P_2 = 4P_1$ .  
 E)  $P_2 = P_1/4$ .
31. Um menino e uma menina estão brincando sobre uma prancha homogênea, conforme a figura.



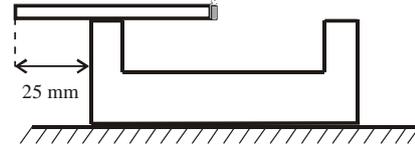
Se a posição das crianças estabelece uma condição de equilíbrio, a massa do menino, em kg, vale

- A) 20.                      B) 16.                      C) 24.  
 D) 30.                      E) 25.
32. Uma barra,  $AB$ , de comprimento 1,6 m, está apoiada nos pontos  $B$  e  $C$ , em equilíbrio na posição horizontal, como indicado na figura. A barra é homogênea e prismática e tem peso 180 N. Um bloco de peso 60 N e de pequenas dimensões está apoiado na barra em um ponto  $D$ , situado a uma distância de 0,4 m da extremidade  $B$ .



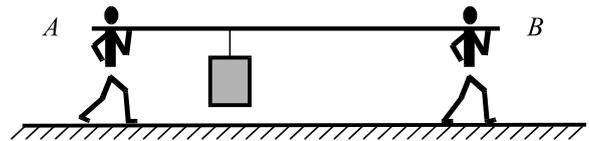
Determine as intensidades das forças  $\vec{F}_C$  e  $\vec{F}_B$  que cada um dos apoios aplica na barra.

33. (Unicamp) Um cigarro sem filtro, de 80 mm, foi aceso e apoiado num cinzeiro, como indica a figura.



Durante quanto tempo o cigarro ficará sobre o cinzeiro? Considere que a queima se dá à razão de 5 milímetros por minuto e que a cinza sempre se desprende do cigarro.

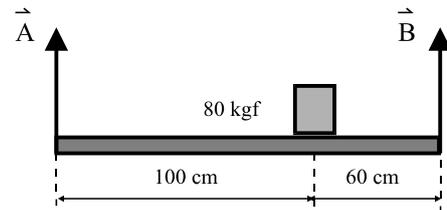
34. (Fuvest) Duas pessoas carregam um bloco de concreto que pesa 900 N, suspenso a uma barra  $AB$  de peso desprezível, de 1,5 m de comprimento, cujas extremidades apoiam-se nos respectivos ombros.



O bloco está a 0,5 m da extremidade  $A$ . A força aplicada pela extremidade  $B$ , ao ombro do carregador será de:

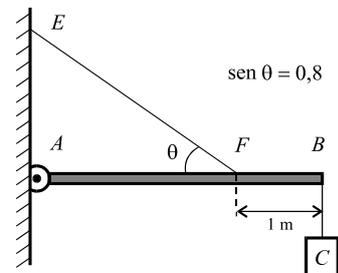
- A) 1.800 N.                      B) 900 N.                      C) 600 N.  
 D) 450 N.                      E) 300 N.

35. (Fuvest) Dois homens carregam uma pedra mediante uma tábua leve, conforme o esquema anexo.



- A) A tábua exerce nos homens as forças  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$ .  
 B)  $A = 50 \text{ kgf}$  e  $B = 30 \text{ kgf}$ .  
 C)  $A = 30 \text{ kgf}$  e  $B = 50 \text{ kgf}$ .  
 D) Os homens exercem forças iguais.  
 E)  $100B = 60A$ .

36. Uma barra homogênea  $AB$  de peso 100 N e comprimento 5 m suporta em sua extremidade  $B$  um bloco  $C$  de massa 27 kg. Ela é articulada em  $A$  e é mantida em equilíbrio na posição horizontal pelo cabo  $FE$  de massa desprezível.



- a) Qual a intensidade da força de tração no fio?  
 b) Quais as intensidades das componentes vertical e horizontal da força que a articulação exerce na barra?

