

FORÇAS

I. Identificando forças

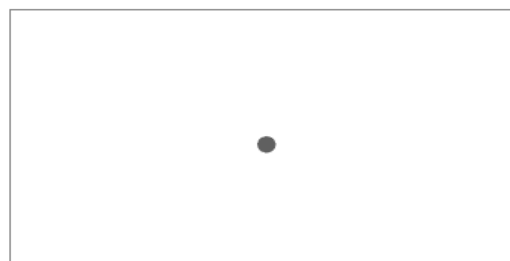
Duas pessoas tentam mover um grande bloco. O bloco, contudo, não se move. Cristiano empurra o bloco. Márcia puxa uma corda que por sua vez está ligada ao bloco.

esboço que



Após discutir, copie abaixo

seu grupo fez.



A. Desenhe um ponto bem grande numa folha de papel grande para representar o bloco. Desenhe vetores com suas origens sobre o ponto para mostrar as forças que agem *sobre o bloco*. Nomeie cada vetor e escreva uma breve descrição desta força próximo ao vetor.

Em física newtoniana, todas as forças sempre resultam da interação entre *dois* objetos. Forças são especificadas identificando-se o objeto *sobre o qual* a força é exercida e o objeto que *está exercendo* a força. Por exemplo, na situação acima a força gravitacional é exercida *sobre* o bloco pela Terra.

B. Descreva, de maneira similar ao texto acima, as outras forças que você indicou no diagrama.

O diagrama que vocês desenharam é chamado *diagrama de forças*. Um diagrama de forças deve mostrar somente as forças agindo *sobre* o objeto ou sistema de interesse (neste caso, forças exercidas *sobre o bloco*). Confiram seu diagrama de forças e, se necessário, modifiquem-no adequadamente.

Um diagrama de forças apropriado não deve ter *nada* nele exceto a representação do objeto e das forças (rotuladas) que atuam sobre o objeto. Um diagrama de forças *nunca* inclui (1) forças exercidas pelo objeto de interesse em outros objetos ou (2) esboços de outros objetos que exercem forças sobre o objeto de interesse.

C. Todas as forças surgem de interações entre objetos, mas interações podem ter formas diferentes.

Que forças exercidas sobre o bloco requerem *contato direto* entre o bloco e o objeto que está exercendo a força?

Que forças exercidas sobre o bloco *não* requerem contato direto entre o bloco e o objeto exercendo a força?

As forças que dependem de um contato direto entre dois objetos são chamadas *forças de contato*. As forças que não dependem de um contato direto são chamadas *forças de não-contato* ou *forças de ação à distância*.

D. Existem vários tipos diferentes de força, incluindo: atrito (\vec{f}), tração (\vec{T}), forças magnéticas (\vec{F}^{mag}), força normal (\vec{N}) e força gravitacional (\vec{P} , para peso). Categorize estas forças como de contato ou não-contato.

Forças de contato

Forças de não-contato

E. Considere a seguinte discussão entre dois estudantes.

Estudante 1: "*Eu acho que o diagrama de forças para o bloco deveria ter uma força feita pelo Cristiano, uma força devido à corda, e uma força devido a Márcia.*"

Estudante 2: "*Eu não acho que o diagrama de forças para o bloco deveria ter uma força feita pela Márcia. As pessoas não podem fazer uma força sobre um bloco sem tocá-los.*"

Com qual dos dois estudantes você concorda, se é que você concorda com algum deles? Explique seu raciocínio.

Em geral é útil rotular forças de uma maneira que torne claro (1) que tipo de força ela é, (2) o objeto sobre o qual ela age e (3) o objeto que exerce a força. Por exemplo, a força gravitacional exercida *sobre* o bloco *pela* Terra pode ser rotulada \vec{P}_{BT} . Seu instrutor indicará que notação será usada.

F. Rotule cada uma das forças no seu diagrama de forças da parte B da maneira descrita acima.

II. Desenhando diagramas de forças

A. Esboce um diagrama de forças para um livro em repouso sobre uma mesa nivelada. (*Lembre-se*: um diagrama de forças adequado não deve ter nada nele além da *representação* do livro e as forças agindo sobre o livro.)



Livro

Certifique-se de que o rótulo dado para cada uma das forças indique:

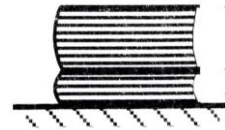
- ⓐ o tipo de força (gravitacional, atrito, etc.);
- ⓑ o objeto sobre o qual a força age;
- ⓒ o objeto que exerce a força.

1. Que evidência você tem da existência de cada uma das forças que você colocou no diagrama?

2. Que observações você pode fazer que permita que você determine as magnitudes relativas das forças agindo sobre o bloco?

De que maneira você mostrou as magnitudes relativas das forças no seu diagrama?

B. Um segundo livro, de maior massa, é colocado em cima do primeiro.



Desenhe um diagrama de forças para cada um dos livros nos espaços abaixo. Rotule cada uma das forças da mesma maneira que na parte A.

Diagrama de forças para o
livro de cima

Diagrama de forças para o
livro de baixo

Especifique que forças são de contato e que forças são de não-contato.

1. Examine todas as forças nos diagramas de forças que você acabou de desenhar. Explique porque a força que aparece num diagrama *não deve* aparecer no outro diagrama.
2. Que *tipo* de força o livro de cima exerce sobre o livro de baixo (por exemplo, gravitacional, atrito)?

Porque seria *incorreto* dizer que o peso do livro de cima age sobre o livro de baixo?

3. Que observações você poderia fazer que permitem determinar as magnitudes relativas das forças que agem no livro de cima?
 4. Existe alguma força que age no livro *de baixo* e que tenha a mesma magnitude que alguma força agindo no livro *de cima*? Explique.
- C. Compare o diagrama de forças do livro de baixo com o diagrama de forças do mesmo livro feito na parte A (i.e., antes do livro de cima ter sido adicionado ao problema).

Que forças mudaram quando o livro de cima foi adicionado ao problema e que forças se mantiveram na mesma?

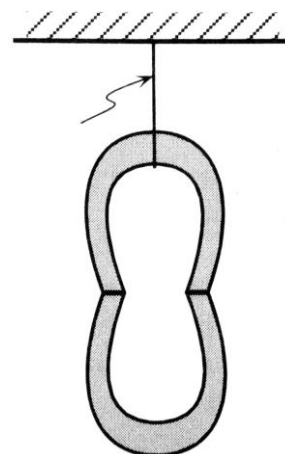
Como discutimos anteriormente, pensamos em cada força agindo em um objeto como sendo exercida por outro objeto. O primeiro objeto exerce uma força de igual magnitude e direção oposta sobre o segundo objeto. As duas forças em conjunto são chamadas *ação-reação*, *pares ação-reação*, ou ainda *pares de Terceira Lei de Newton*.

- D. Que pares ação-reação aparecem nos diagramas que você desenhou, se é que algum aparece? Em que objetos cada uma destas forças agem?

Identifique qualquer par ação-reação no seu diagrama colocando um pequeno "X" em cada membro do par. Por exemplo, se você tiver dois conjuntos de pares de Terceira Lei de Newton em seu diagrama, marque cada um dos membros do primeiro par como "X" e cada membro do segundo par como "X X".

III. Suplemento: forças de contato e não-contato

A. Um magneto é seguro por outro magneto, como mostra a figura à direita.



1. Desenhe um diagrama de forças para o magneto 2. O rótulo para cada uma das forças em seu diagrama deve indicar:

- ⓐ o tipo de força (p.ex., gravitacional, normal);
- ⓑ o objeto no qual a força está sendo exercida;
- ⓒ o objeto exercendo a força.

2. Suponha que os magnetos foram substituídos por outros magnetos mais fortes, mas com a mesma massa.

Se isto mudou o diagrama de forças para o magneto 2, esboce o novo diagrama de forças e descreva como o diagrama mudou. (Rotule as forças da mesma forma que você rotulou na parte 1 acima.) Se o diagrama de forças para o magneto 2 não mudou, explique porque não.

3. Um magneto pode exercer uma força de não-contato em outro objeto?

Um magneto pode exercer uma força de contato em outro objeto?

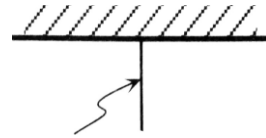
Descreva como você pode utilizar um magneto para exercer *tanto* uma força de contato *quanto* uma força de não-contato em outro magneto.

4. Para garantir que você levou em conta todas as forças agindo no magneto 2 nas partes 1 e 2:

Liste todas as forças de não-contato agindo no magneto 2.

Liste todas as forças de contato agindo no magneto 2. (*Dica*: Quais objetos estão em contato com o magneto 2?)

B. Uma barra de ferro é sustentada por um magneto, como mostra a figura. O magneto é seguro ao teto por um cordel.



1. Nos espaços abaixo, esboce um diagrama de forças para a barra de ferro e um diagrama de forças separado para o magneto.

O rótulo de cada força no seu diagrama deve indicar:

- ⑩ o tipo de força (p. ex., gravitacional, normal);
- ⑩ o objeto sobre o qual a força atua;
- ⑩ o objeto que exerce a força.

Diagrama de forças para a barra de ferro

(Dica: deve ter três forças.)

Diagrama de forças para o magneto

(Dica: deve ter quatro forças.)

2. Para cada força mostrada em seu diagrama para a barra de ferro, identifique a força correspondente que completa o par de força de terceira lei de Newton (par ação-reação).

3. Como mudaria o seu diagrama para a barra de ferro se o magneto fosse substituído por outro magneto mais potente? Que forças mudariam (tanto em tipo quanto em magnitude)? Que forças permaneceriam a mesma?

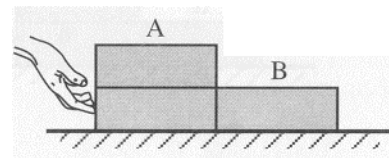
SEGUNDA E TERCEIRA LEIS DE NEWTON

I. Objetos interagindo: velocidade constante.

Três tijolos idênticos são empurrados ao longo de uma mesa horizontal a uma velocidade constante, como mostra a figura. A mão empurra horizontalmente. (Nota: existe atrito entre os tijolos e a mesa.)

Chame a estaca de dois tijolos "sistema A" e o tijolo isolado "sistema B".

- A. Compare a *força total* (magnitude, direção e sentido) sobre o sistema A com a *força total* sobre o sistema B. Explique como você chegou à sua comparação.



- B. Desenhe diagramas de forças separados para o sistema A e para o sistema B. Rotule cada uma das forças em seu diagrama identificando: o tipo de força, o objeto sobre o qual a força é exercida e o objeto que exerce a força.

Diagrama para o sistema A

Diagrama para o sistema B

- C. A magnitude da força exercida sobre o sistema A pelo sistema B é *maior*, *menor* ou *igual* à magnitude da força exercida sobre B pelo sistema A? Explique.

Sua resposta mudaria se a mão estivesse empurrando o sistema B para a esquerda ao invés de empurrar o sistema A para a direita? Se sim, por que? Se não, por que não?

- D. Identifique todos os pares de força da Terceira Lei de Newton (ou pares ação-reação) nos seus diagramas colocando um sinal "X" em cada membro do par (*i.e.*, marque cada membro do primeiro par com "X", cada membro do segundo par com "X X", *etc.*).

Qual o critério que você usou para identificar o(s) par(es)?

A sua resposta na parte C é consistente com sua identificação de pares de ação-reação (Terceira Lei de Newton)? Se é, explique como. Se não é, resolva o problema de inconsistência.

- E. Classifique a magnitude de todas as forças *horizontais* que você identificou no seu diagrama de forças da parte C. (Dica: Lembre-se que os tijolos são empurrados de tal forma que se movem com velocidade constante.)

Você aplicou a Segunda Lei de Newton para comparar as magnitudes das forças horizontais? Se sim, como?

Você aplicou a Terceira Lei de Newton para comparar as magnitudes das forças horizontais? Se sim, como?

Que informações, além das Leis de Newton, você precisou usar para comparar as magnitudes das forças horizontais?

- F. Suponha que a massa de cada tijolo seja 2,5 kg, o coeficiente de atrito cinético entre os tijolos e a mesa seja 0,2 e que os tijolos movam-se a uma velocidade constante de 0,50 m/s.

Determine a magnitude de cada uma das forças que você desenhou nos diagramas de forças na parte C. (Use a aproximação de que $g = 10 \text{ m/s}^2$)

Sua resposta mudaria se os tijolos estivessem se movendo à metade da velocidade? Se sim, como? Se não, por que não?