

O lançamento de foguetes é um evento complexo, em que diversas forças estão envolvidas.

Objetos do conhecimento

- Conceito de força
- Leis de Newton
- Massa e peso

Habilidades

- Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.
- Compreender o conceito de força e as leis de Newton.



Para começar

Leia o trecho da reportagem a seguir.

Gelo na quantidade certa é permitido

Na hora de comprar congelados no supermercado o consumidor sempre fica em dúvida, será que o peso do produto descrito na embalagem continuará o mesmo quando descongelar o alimento? Conforme Raphael Bertolin, assessor jurídico do Procon de União da Vitória, o consumidor paga apenas pelo produto e não pelo gelo e embalagem. “Nós temos de partir do princípio de que a empresa já colocou os dados corretos na embalagem, o peso do produto já descontando o gelo que o conserva. No entanto se o consumidor tiver dúvidas quanto ao peso ele deve pedir para realizar a pesagem, ou até mesmo solicitar ao Ipem para realização de testes”, explica.

Segundo Sérgio José Camargo, gerente de pré-medidas do Instituto de Pesos e Medidas (Ipem) do Paraná, a padronização do conteúdo líquido de alguns produtos pré-medidos acondicionados, como por exemplo do frango congelado, já é realizada de fábrica, desse modo o Instituto apenas realiza a pesagem para verificar se a empresa, no momento da embalagem, já descontou o peso do gelo. [...]

GELO na quantidade certa é permitido. *Vvale*, 12 set. 2014. Disponível em: <https://www.vvale.com.br/geral/gelo-na-quantidade-certa-e-permitido/>. Acesso em: 12 set. 2024.

A reportagem menciona o peso do gelo nos alimentos e cita um órgão, o Ipem, que realiza testes como parte dos processos de fiscalização das vendas de produtos aos consumidores. Mas você sabia que o peso de um corpo, na Física, não tem o mesmo significado que no dia a dia?



Para aprender

No senso comum, peso é uma medida de quantidade de matéria. Por exemplo, falamos que temos 60 kg de peso ou que um saco de açúcar pesa 1 kg. Mas, para a Física, o peso é uma força e não uma medida da quantidade de matéria. Mas o que é uma força?

O conceito de força

Usamos no dia a dia a palavra força com diversos sentidos: “Ah, hoje estou tão cansado que não tenho forças para sair do sofá!” ou “Nossa, você assistiu ao jogo ontem? O time teve que reunir muita força para virar o placar!”. Exemplos como esses são comuns e nos fazem associar força a uma espécie de vigor, vontade, energia, ou sentidos semelhantes. Mas, para a Física, ela tem uma definição precisa: é a capacidade que um agente físico tem de alterar o estado de movimento de algum corpo. A área de estudo de forças na Física é a Dinâmica.

Provavelmente você já viu um carro enguiçado na rua e uma pessoa empurrando-o para deslocá-lo até um local seguro. Nessa situação, a pessoa deve aplicar no veículo uma força capaz de movimentá-lo.



Para mover um carro é necessário aplicar uma força no veículo.

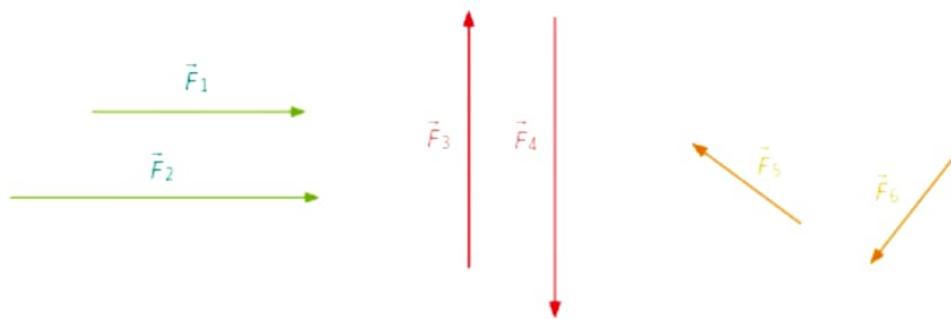
Uma situação semelhante ocorre quando levantamos um objeto. Para movê-lo, precisamos empregar uma força. Além da força associada ao esforço muscular, como nos exemplos ilustrados, há casos de outros tipos de força, como o movimento das folhas feito pelo vento, a força do atrito de um corpo contra outro ou a atração de alguns objetos por ímãs.

Força: uma grandeza vetorial

Quando vamos ao supermercado, normalmente usamos um carrinho para carregar as compras. Para colocar esse carrinho em movimento, aplicamos uma força sobre ele. Se esse mesmo carrinho estiver descendo uma rampa e quisermos parar seu movimento, também será necessário aplicar uma força sobre ele. Percebemos, assim, que uma força pode tanto colocar em movimento um corpo que estava parado, ou seja, em repouso (vamos, a partir de agora, usar o termo repouso para indicar que um corpo está parado), quanto interromper um movimento. Assim, a força é o agente físico responsável por alterar o estado de movimento de um corpo, colocando-o em movimento ou em repouso. Em outras palavras, as forças alteram o estado de movimento ou de repouso dos corpos.

Perceba ainda que, no exemplo acima, as forças usadas para colocar o carrinho de supermercado em movimento ou fazê-lo parar não atuaram no mesmo sentido. Isso evidencia que a força é uma **grandeza vetorial**, pois possui módulo, ou intensidade (valor numérico da força aplicada), direção e sentido. No caso do carrinho, podemos empurrá-lo para a frente, puxá-lo para trás, fazer curvas, freá-lo. Cada força utilizada nesses exemplos foi aplicada com direção e sentido diferentes. Para trabalhar com grandezas vetoriais, usamos os vetores, que representamos por setas. Para indicar uma grandeza vetorial (um vetor) como a força, usamos uma letra com uma pequena seta para a direita em cima: \vec{F} . Para expressar apenas o módulo dessa grandeza vetorial, usamos somente a letra F .

O comprimento da linha que representa o vetor indica seu módulo, o ângulo que ele está em relação a outros vetores, sua direção, e para onde a seta aponta, seu sentido. Veja, no exemplo a seguir, alguns vetores representando forças. Em homenagem ao físico inglês Isaac Newton, a unidade utilizada para forças é o newton (N).



Representação de alguns vetores de força (\vec{F}) com módulo, direção e sentido diferentes.

Observe que \vec{F}_1 e \vec{F}_2 são vetores de mesma direção (horizontal) e de mesmo sentido (para a direita); \vec{F}_3 e \vec{F}_4 são vetores de mesma direção (vertical) e sentidos opostos (\vec{F}_3 para cima e \vec{F}_4 para baixo). Os vetores \vec{F}_5 e \vec{F}_6 têm o mesmo módulo e são perpendiculares, com direção e sentido diferentes. Em termos de módulo, o comprimento das linhas que representam esses vetores indica que $F_2 > F_1$, $F_4 > F_3$ e $F_5 = F_6$.

Grandezas vetoriais, como força e velocidade, dependem do módulo e de uma unidade, além de direção e sentido. **Grandezas escalares**, como massa, volume e tempo, dependem apenas do módulo e da unidade.



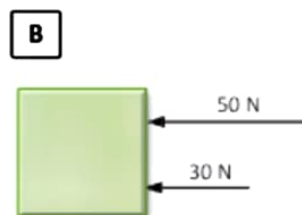
Para levantar uma barra com anilhas, o atleta deve exercer uma força.

Resultante de forças

Em muitas situações, duas ou mais forças são aplicadas ao mesmo tempo em um corpo; por exemplo, se duas pessoas empurram um objeto juntas, há duas forças aplicadas nesse corpo. Essas forças se somam e podemos representar a soma na forma de uma força resultante de todas elas, ou seja, a força que representa todas as forças aplicadas em um corpo ou em um **sistema de corpos**.

Sistema de corpos: conjunto de corpos que interagem entre si

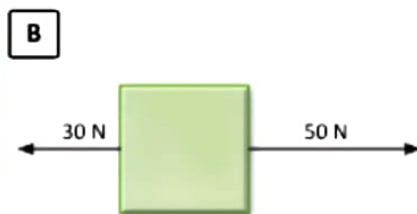
No exemplo da figura a seguir, as forças estão sendo aplicadas na mesma direção e no mesmo sentido. Para encontrar a força resultante, basta somar a intensidade de cada força aplicada. Essa força resultante \vec{F}_R terá a mesma direção e o mesmo sentido das duas forças e o seu módulo será $\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.



Duas pessoas aplicam forças na mesma direção e no mesmo sentido para movimentar um sofá (A) e esquema de duas forças de mesma direção e mesmo sentido aplicadas no sofá (B).

Se $\vec{F}_1 = 50 \text{ N}$ e $\vec{F}_2 = 30 \text{ N}$, no caso da figura, a força resultante \vec{F}_R será dada pela soma destas duas forças, de modo que: $\vec{F}_R = 50 \text{ N} + 30 \text{ N} = 80 \text{ N}$, com direção horizontal e sentido para a esquerda.

Observe agora o exemplo a seguir. Note que, na brincadeira de cabo de força, as forças são aplicadas na corda na mesma direção, mas em sentidos opostos. Para encontrar a força resultante, calculamos a diferença entre o módulo da maior força e o módulo da menor força. A direção e o sentido serão iguais aos da força de maior módulo.



Na brincadeira cabo de força, duas forças de mesma direção e de sentidos opostos são aplicadas na corda (A). A resultante será a diferença entre os módulos das forças. Esquema das duas forças aplicadas na corda (B).

No exemplo do cabo de força, temos que, em módulo, $\vec{F}_R = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$, ou seja, $\vec{F}_R = 50 \text{ N} - 30 \text{ N} = 20 \text{ N}$. A direção será horizontal e o sentido, para a direita.

Se mais de duas forças atuam sobre um corpo, podemos utilizar a mesma metodologia aplicada anteriormente: somamos o módulo de todas as forças que têm a mesma direção e o mesmo sentido. Caso haja forças com a mesma direção, mas sentidos opostos, somamos separadamente as que têm o mesmo sentido, encontrando suas resultantes, e depois calculamos a diferença entre elas. Veja, na figura a seguir, um exemplo.



Esquema de três forças aplicadas em um objeto.

Inicialmente calculamos o módulo da resultante de forças para a direita: $20\text{ N} + 15\text{ N} = 35\text{ N}$. Como a intensidade da força resultante para a direita é maior que a força resultante para a esquerda, o módulo da força resultante total aplicada na caixa será $35\text{ N} - 30\text{ N} = 5\text{ N}$, sendo a direção horizontal e o sentido para a direita (mesmo sentido da força de maior intensidade). Isso significa que essas três forças causam o mesmo efeito sobre o corpo que teria uma única força horizontal aplicada para a direita e de intensidade 5 N .

Força e aceleração

Lembra-se do exemplo do carrinho de supermercado? Quando ele estava em repouso e aplicamos nele uma força, ele iniciou um movimento, ou seja, ele acelerou. As forças, ao mudarem o estado de movimento de um corpo, mudam sua velocidade. Assim, há uma estreita relação entre força, velocidade e aceleração.



Em uma corrida de Fórmula 1, a velocidade dos carros passa de 300 km/h em alguns trechos do circuito.

A **velocidade** é a rapidez do movimento do corpo. Por exemplo, se um automóvel está trafegando a 60 quilômetros por hora e outro a 80 quilômetros por hora, dizemos que o segundo automóvel está mais rápido que o primeiro. A velocidade, portanto, indica a distância que o corpo percorre em determinado tempo. O segundo automóvel do exemplo percorre 80 quilômetros (km) em uma hora (h), ou seja, sua velocidade é de 80 km/h .

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de velocidade é metros por segundo (m/s). Por exemplo, se um corredor em uma prova de 100 metros atinge a velocidade de 10 m/s , isso significa que ele percorre 10 metros a cada segundo, levando cerca de 10 segundos para percorrer 100 metros.

E a aceleração? Em um movimento, a aceleração indica como a velocidade varia com o passar do tempo. Por exemplo, se um automóvel parte do repouso e em alguns segundos está trafegando em alta velocidade, dizemos, no dia a dia, que ele acelerou muito rápido. Se esse mesmo automóvel, trafegando em alta velocidade, for obrigado a parar por causa de um sinal de trânsito, ele reduzirá sua velocidade até parar. Apesar de, no cotidiano, usarmos a expressão “o automóvel desacelerou”, para a Física, ambos os casos – tanto o aumento quanto a diminuição da velocidade – envolvem aceleração.

Se a velocidade e a aceleração de um corpo tiverem a mesma direção e o mesmo sentido, o corpo aumenta sua velocidade com o passar do tempo, e dizemos que sua aceleração é positiva. Por outro lado, se o sentido da aceleração for oposto ao da velocidade, a velocidade diminui com o tempo, e dizemos que a aceleração é negativa.

As leis de Newton

Isaac Newton foi um dos grandes cientistas responsáveis por entender a relação entre força e movimento. É por meio de suas três leis que entendemos melhor essa relação.

Primeira Lei de Newton: princípio da inércia

Quando observamos um corpo em repouso, sem a ação de nenhum agente externo, podemos prever que ele permanecerá em repouso. Pense agora no movimento de um corpo em uma

superfície extremamente lisa. Por exemplo, no jogo *curling*, um objeto de pedra polida é empurrado em uma pista de gelo muito lisa, percorrendo muitos metros até parar. Se esse objeto fosse empurrado em uma pista de areia, a distância percorrida por ele seria bem menor. Assim, quanto mais lisa for a superfície, maior será a distância percorrida por um objeto em movimento porque o **atrito** entre o corpo e a superfície é menor. Na situação hipotética de um objeto se movendo em uma superfície sem atrito, ele continuaria seu movimento infinitamente, sem alterar sua velocidade e sua direção.

A lei da inércia, ou primeira lei de Newton, explica exatamente isso, ou seja, que os corpos têm um estado preferencial de movimento. Quando um corpo estiver parado em relação a determinado referencial na Terra, ele tenderá a continuar parado; se ele estiver em movimento, tenderá a permanecer em movimento sem alterar sua velocidade ou direção, a menos que uma força externa atue nele.

De acordo com a **primeira lei de Newton** ou **lei da inércia**, todo corpo tende a permanecer em seu estado original (de repouso ou em movimento em linha reta e uniforme) desde que não sofra a ação de um agente externo, ou seja, de uma força.



No *curling*, praticado em uma pista de gelo, um objeto pesado e polido é empurrado e desliza por uma grande distância.

Gotas de saber

Importância do uso do cinto de segurança

No Brasil, é obrigatório o uso de cinto de segurança em todos os passageiros de um automóvel. Você sabe por quê? Pela lei da inércia, em uma freada brusca no trânsito, os ocupantes do veículo tendem a manter o movimento para a frente. Para evitar que sejam arremessados, são utilizados dispositivos como o cinto de segurança. Já o *airbag* assemelha-se a uma bolsa de ar, cujo funcionamento é muito simples: quando ocorre uma colisão, alguns sensores instalados em lugares estratégicos do veículo enviam um comando, inflando o *airbag* e amortecendo o impacto que os passageiros sofreriam.

Testes realizados com bonecos evidenciam que o uso de cinto de segurança evita que os passageiros sejam arremessados.



Nem sempre é intuitivo entender a inércia. Por exemplo, se chutarmos uma bola e ela rolar em um gramado, ela não tende a manter sua velocidade e vai parar depois de alguns metros. Isso quer dizer que a inércia não vale nesse caso? A explicação para essa aparente negação da inércia é simples: a velocidade da bola vai diminuindo porque existe uma força que está se opondo ao movimento, que é a força de atrito. A aspereza da grama, assim como as moléculas do ar, exercem atrito contra o movimento da bola e é por isso que ela para.

Outro exemplo de evento que parece refutar a lei da inércia é a queda livre dos corpos. Se um corpo tende a ficar em repouso, por que, ao largar um objeto, ele tende a cair e não a ficar parado no ar? Por que, ao pularmos, não subimos indefinidamente?



No hóquei sobre a grama, uma bola esférica é lançada e o atrito exercido pela grama e o ar tende a diminuir a velocidade dela.

A proposta feita por Isaac Newton é a de que os corpos próximos à superfície da Terra são puxados para baixo pela **força da gravidade**. Segundo essa teoria, a massa dos corpos atrai a massa de outros corpos e, quanto maior a massa e menor a distâncias entre eles, maior será a atração. Como a Terra tem uma massa muito grande, ela é capaz de atrair os corpos próximos a ela, cuja velocidade aumenta à medida que caem, com aceleração constante. Essa aceleração é chamada de **aceleração da gravidade**, que é representada por g . Os corpos caem, então, “por causa da força da gravidade”. Essa força, que é resultante da ação da gravidade sobre a massa de um corpo, é chamada de **força peso** ou simplesmente **peso**. Ou seja, ao ser largado de uma certa altura, a força peso é que promove o movimento de queda do corpo. O mesmo ocorre ao pularmos: o impulso inicial nos fez subir, mas a força peso nos puxa de volta ao chão.

Um ponto importante é que a aceleração dos corpos em queda livre, ou seja, que foram deixados cair a partir do repouso, é constante, pois depende da atração gravitacional da Terra. Com isso, se dois corpos de massas diferentes, como uma folha de papel e um livro de mil páginas, forem deixados cair da mesma altura, terão a mesma aceleração e levarão o mesmo tempo para chegar ao solo.

Gotas de saber

Isaac Newton

Um dos acontecimentos mais interessantes na Física é o de Isaac Newton e a maçã. Newton foi um cientista inglês que viveu entre os anos 1643 e 1727. Dizem que, por volta do ano 1660, Newton estava bastante pensativo, sentado embaixo de uma macieira, quando sentiu uma maçã cair sobre sua cabeça. Foi assim que ele teria começado a se perguntar por que os corpos não sobem ou vão para os lados, e sempre caem verticalmente.

Não sabemos o quão real essa história é, mas, certamente, a partir dessa e de outras observações, bem como do questionamento sobre a razão de os corpos caírem, Newton formulou as três leis fundamentais para entender a relação das forças com o movimento dos corpos. Essas três leis são muito importantes para uma área de estudo da Física chamada Mecânica Clássica.

Elementos fora
de proporção
Cores fantasia

Imagem ilustrativa do momento em que a queda de uma maçã levou Isaac Newton a refletir sobre a ação da gravidade sobre os corpos.

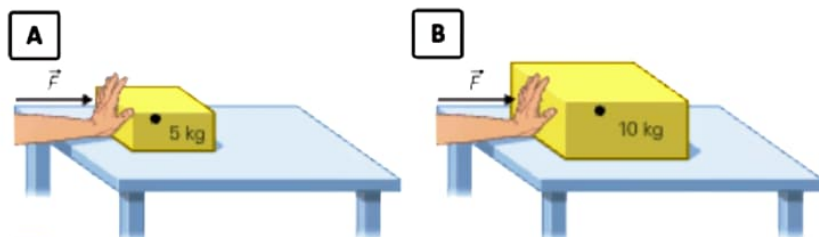


Segunda lei de Newton: princípio fundamental da Dinâmica

Essa lei trata dos efeitos que uma força resultante exerce sobre um corpo. Recorde-se que as forças podem mudar o estado de movimento de um corpo. Ou seja, se o corpo está em repouso, a força resultante é capaz de colocá-lo em movimento e, se ele já estiver em movimento, ela vai alterar a velocidade com que ele se move (módulo, direção ou sentido). Lembre-se ainda de que a força fará o corpo sofrer aceleração. Mas qual é a relação entre a intensidade da força resultante atuando sobre um corpo e a aceleração que ele sofre? Para isso, observe o seguinte exemplo: dois blocos de madeira com massas diferentes estão sobre uma mesa e em cada um são aplicadas forças iguais, que movimentam os blocos. Você terá mais facilidade para colocar em movimento o bloco de menor massa e ele vai acelerar mais que o de massa maior. Podemos concluir então que, para determinada força, a aceleração depende da massa do bloco, de modo que, quanto maior for a massa, menor será a aceleração adquirida. Essa lei pode ser representada pela fórmula a seguir:

$$a = \frac{F}{m}$$

em que a é a aceleração do corpo, F é a força aplicada e m é a massa do corpo.



Elementos fora de proporção
Cores fantasia

Em geral, nas mesmas condições, uma caixa de massa menor (A) é mais fácil de ser movimentada do que uma caixa de massa maior (B).

De acordo com a **segunda lei de Newton** ou **princípio fundamental da Dinâmica**, quando uma força ou a resultante de forças atua sobre um corpo, ela produz nesse corpo uma aceleração. Quanto maior a força, maior a aceleração; e quanto maior a massa do corpo, menor a aceleração promovida.

Massa é a quantidade de matéria existente em um corpo. Estudamos neste módulo que, quanto maior a massa de um corpo, maior a força necessária para acelerá-lo. Recorde que, segundo a lei da inércia, precisamos exercer uma força para um corpo mudar seu estado de movimento. Assim, a massa é também uma medida da inércia de um corpo, ou seja, a tendência que ele tem de permanecer em repouso ou em movimento na mesma direção e sem mudar a velocidade. Por exemplo, é a grande quantidade de massa de um caminhão e, portanto, sua grande inércia, que torna a tarefa de empurrá-lo a partir do repouso muito mais difícil que empurrar um carrinho de supermercado.

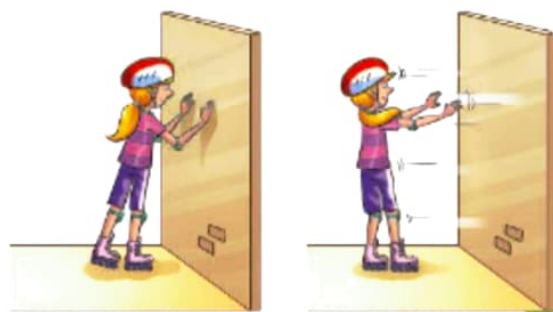
Terceira lei de Newton: princípio da ação e reação

Visualize uma pessoa com patins parada de frente para uma parede. O que acontecerá se ela empurrar a parede? Ela se moverá para a direção oposta à parede, como se algo a estivesse empurrando. Lembre-se de que, se a pessoa estava em repouso e se movimentou, uma força atuou sobre ela. A explicação para o que aconteceu decorre da terceira lei de Newton, também conhecida como princípio da ação e reação. Segundo ela, para toda a ação existe uma reação com mesma intensidade e direção, porém no sentido oposto.

Voltando ao exemplo da patinadora, podemos perceber que, enquanto ela exerce uma força contra a parede, a parede reage, exercendo sobre a patinadora uma força de mesmo valor e mesma direção, porém em sentido contrário. Assim, essa força fará a patinadora se deslocar para longe da parede.

A terceira lei de Newton vale para todas as forças. Sempre que exercermos uma força em algum corpo, receberemos imediatamente, como reação, essa mesma força, mas em sentido oposto. Ou seja, sendo A e B corpos distintos, se A aplica uma força em B, B faz a mesma força em A, porém no sentido oposto. Muita atenção ao fato de que esse par de forças não gera uma força resultante, pois uma delas é aplicada em um corpo e outra, no outro. A resultante de forças é sempre o somatório ou a diferença de forças aplicadas em um mesmo corpo.

De acordo com a **terceira lei de Newton** ou **princípio da ação e reação**, para toda ação corresponderá uma reação de mesma intensidade e direção, porém em sentido contrário. Ação e reação sempre atuarão em corpos distintos.



Elementos fora de proporção
Cores fantasia

Ao empurrar uma parede com uma força F , a parede “empurra” a pessoa de volta com uma força F , de igual intensidade e direção, mas em sentido oposto.



Para explorar

Percebendo as Leis de Newton

Material

- 1 copo vazio
- 1 pedaço de cartolina um pouco maior que a abertura do copo
- 1 moeda
- 1 livro

Parte 1

Procedimento

1. Posicione o pedaço de cartolina sobre o copo. Coloque a moeda em cima dele, conforme mostra a ilustração.
2. Puxe bruscamente o pedaço de cartolina, mantendo o movimento o mais horizontal possível.

Elementos fora de proporção
Cores fantasia



Discussão

1. O que aconteceu com a moeda quando o papel foi puxado?

2. Explique o que aconteceu, fundamentando sua resposta em uma das três leis de Newton estudadas neste módulo.

Parte 2

Procedimento

1. Pegue o livro e o pedaço de cartolina.
2. Segure o livro com uma mão e o pedaço de cartolina com a outra. Em seguida, solte ambos ao mesmo tempo. Anote qual dos dois chegou primeiro ao chão.
3. Coloque, agora, o pedaço de cartolina sobre o livro. Segure o livro com a cartolina na mesma altura de antes e solte-os, deixando-os cair no chão.

Discussão

1. Quando o livro e o pedaço de cartolina estavam separados, quem chegou primeiro ao chão?

2. Quando o pedaço de cartolina estava sobre o livro, o que ocorreu quando eles caíram?

3. Como você explica a diferença entre os resultados da primeira parte do experimento e os da segunda.



Para solucionar

Situação-problema

O ser humano pisou na Lua em julho de 1969. Entre as imagens da caminhada dos astronautas na Lua, chamam a atenção aquelas em que eles parecem muito leves, até com dificuldade de andar.

Você deve ter percebido que peso, no cotidiano e para a Física, tem sentidos diferentes. Quando compramos, por exemplo, um pouco de queijo em um mercado, o pedido é pesado e podemos, por exemplo, comprar 500 g de muçarela ou 2 kg de queijo prato. Porém, essas medidas, como já vimos, se referem à massa do queijo. Vimos também que o peso é o resultado da ação da gravidade sobre essa massa. Portanto, será que a massa e o peso se mantêm quando um corpo é colocado sob a ação de gravidades diferentes?

Estudo autodirigido

Pesquise a aceleração da gravidade na Terra, na Lua e em Júpiter. Em seguida, complete a tabela a seguir com os valores da massa e do peso de um ser humano de 50 kg em cada um desses locais. Para isso, recorde que o peso é o resultado da aceleração da gravidade sobre a massa de um corpo e leve em conta a segunda lei de Newton, que diz que:

$$a = \frac{F}{m} \text{ ou } F = m \cdot a$$

A força peso (P), lembre-se, depende da massa e da aceleração da gravidade.

Local	Aceleração da gravidade (a)	Massa (m)	Peso (P)
Terra			
Lua			
Júpiter			

- Algumas pessoas afirmam que, na Lua, um ser humano pesa menos que na Terra e, por esse motivo, as filmagens dos astronautas que estiveram em nosso satélite natural mostram que eles têm movimentos estranhos. Qual medida varia quando comparamos um ser humano estando na Terra, na Lua ou em Júpiter? Explique sua resposta.

- É correto, sob a ótica da Física, falar que vamos comprar alguma mercadoria pelo seu peso? Por quê?

Resolução do problema

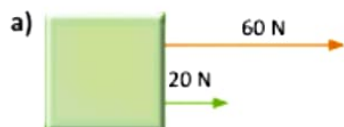
Com base nos resultados obtidos na sua pesquisa e nas respostas do estudo autodirigido, elabore uma história em quadrinhos ou charge que aplique o conhecimento desenvolvido sobre a diferença entre massa e peso. As produções da turma podem ser expostas no mural da classe.



Praticando o aprendizado

1. Uma pessoa empurrou uma caixa com força $\vec{F} = 20 \text{ N}$, verticalmente, para cima. Qual é o módulo, a direção e o sentido da força aplicada pela pessoa na caixa?

2. Determine o módulo, a direção e o sentido da resultante das forças em cada situação a seguir.









3. As montanhas-russas são atrações em parques de diversão em que diversas leis da Física são aplicadas. No *looping*, por exemplo, as pessoas não caem do carrinho quando ficam de ponta-cabeça por causa primeira lei de Newton.

a) Descreva a primeira lei de Newton.

b) Explique por que o cinto de segurança é importante para ocupantes de veículos em movimento, como os carrinhos de uma montanha-russa.

4. Duas caixas, uma com 60 kg de massa e outra com 80 kg, foram empurradas pela mesma pessoa em momentos distintos, sobre a mesma superfície. Qual das duas caixas foi mais fácil empurrar? Explique sua resposta citando a lei de Newton relacionada.

5. Uma pessoa andava distraída e bateu em uma porta de vidro, sendo imediatamente arremessada para trás. Explique por que a pessoa foi arremessada para trás ao bater na porta.

6. Quando andamos de skate, apoiamos um dos pés sobre ele e com o outro aplicamos uma força empurrando o chão para trás.



Explique por que andamos para a frente se fazemos “força” para trás.



Desenvolvendo habilidades

- Um passageiro viaja de pé num trem. No momento da partida e no da chegada, o passageiro tem a sensação de sofrer um deslocamento:
 - para a frente na partida e para trás na chegada.
 - para trás na partida e para a frente na chegada.
 - sempre para a frente.
 - sempre para trás.
- Numa brincadeira de cabo de força, duas crianças puxam a corda para a esquerda, com forças de 30 N e 50 N, e outras duas crianças puxam a corda para a direita, com forças de 30 N e 40 N.



A força resultante aplicada na corda será de:

- 10 N para a esquerda.
- 10 N para a direita.
- 80 N para a esquerda.
- 80 N para a direita.

3. As turbinas de um avião, ao serem acionadas, propulsionam o avião, garantindo-lhe movimento. Indique qual das opções explica melhor essa situação.
- a) As turbinas lançam o ar para a frente para que o avião se desloque para a frente, de acordo com a segunda lei de Newton.
 - b) As turbinas lançam o ar para a frente para que o avião se desloque para a frente, de acordo com a terceira lei de Newton.
 - c) As turbinas lançam o ar para trás para que o avião se desloque para a frente, de acordo com a segunda lei de Newton.
 - d) As turbinas lançam o ar para trás para que o avião se desloque para a frente, de acordo com a terceira lei de Newton.
4. Um carrinho de supermercado cheio de compras é mais difícil de empurrar que um carrinho vazio por que:
- a) o peso do primeiro carrinho atua contra a tendência do movimento.
 - b) quanto maior a massa de um corpo, maior a força necessária para promover aceleração.
 - c) a inércia do carrinho vazio é maior do que a do carrinho cheio.
 - d) a reação do carrinho à força que fazemos acaba anulando essa força.



Para concluir

Você estudou:

- Força (\vec{F}) é uma grandeza vetorial que tem módulo (intensidade), direção e sentido.
- Resultante de forças (\vec{F}_R) é a força capaz de produzir o mesmo efeito de duas ou mais forças simultaneamente aplicadas em um corpo.
- Quando duas ou mais forças são aplicadas na mesma direção e no mesmo sentido, elas se adicionam e geram uma força resultante que tem a mesma direção e o mesmo sentido que as forças aplicadas.
- Quando as forças aplicadas na mesma direção tiverem sentidos opostos, o módulo da força resultante é dado pela diferença entre os módulos de cada força, e o sentido é o da força de módulo maior.
- A primeira lei de Newton diz que, quando um corpo estiver em repouso, ele tenderá a continuar em repouso; se ele estiver em movimento, tenderá a permanecer em movimento, a menos que uma força externa atue nele.
- A segunda lei de Newton diz que, quando uma força resultante atua sobre um corpo, ele adquire uma aceleração, que será tanto maior quanto maior a força e menor a massa do corpo.
- A terceira lei de Newton diz que, para toda força de ação existe uma força de reação com mesma intensidade e direção, porém no sentido oposto.
- Peso (\vec{P}) e massa (m) são grandezas diferentes; massa equivale à quantidade de matéria de um corpo e peso, à força resultante da aceleração da gravidade sobre a massa do corpo.

Mapa conceitual

Para sistematizar os conceitos desenvolvidos neste módulo, preencha o mapa conceitual da **página 527**.



Flashcards

Para consolidar os principais conteúdos abordados neste módulo, acesse os *flashcards* disponíveis no **Plurall**.