

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE VARGINHA  
DEPARTAMENTO DE FORMAÇÃO GERAL

# **APOSTILA DE FÍSICA**

## **PRÓ-TÉCNICO**

---

Elaborada por:       Raphaella Bahia Soares Cabral

Luiz Laércio Lopes

---

**AGOSTO / 2017**

**VARGINHA / MG**

Mecânica -----	02
Termologia -----	15
Ótica -----	20
Eletricidade -----	32

---

## MECÂNICA

### Movimento e velocidade média

#### 1. Movimento

Tudo se move, mesmo as coisas que aparentemente estão paradas. Para definir se um corpo está em movimento ou em repouso, precisamos definir em relação a que estamos observando. Por exemplo, uma pessoa sentada dentro de um ônibus está em repouso em relação ao ônibus e aos demais passageiros e/ou ao motorista. Porém esse mesmo passageiro, sentado no ônibus, está em movimento em relação ao ponto de ônibus na calçada. Movimento é relativo e para definir se um corpo está em movimento ou em repouso precisamos dizer em relação a que.

- Um corpo está em **movimento**, em relação a um corpo de referência, quando **muda de posição** em relação a ele com o decorrer do tempo.
- Um corpo está em **repouso**, em relação a um corpo de referência, quando **não muda de posição** em relação a ele no decorrer do tempo.

Quando o corpo muda de posição em relação ao corpo de referência podemos determinar a variação de posição, chamada de deslocamento escalar,  $\Delta x$ , dada por:

$$\Delta x = x - x_0, \quad (1)$$

onde  $x$  é a posição final do corpo e  $x_0$  é a posição do corpo em relação ao corpo de referência.

A unidade de deslocamento é unidade de comprimento, podendo ser dada em metro (m), seus múltiplos e submúltiplos, jardas, milhas, polegadas, entre outras.

#### 2. Velocidade média

Quando um corpo se move em relação a um corpo de referência, podemos determinar a velocidade com que ele se move. Velocidade é a medida da rapidez com que o corpo se move.

O movimento de um corpo na maioria das vezes não tem a mesma rapidez ao longo de todo o percurso, por isso é interessante definirmos o conceito de velocidade média. Velocidade média é a velocidade que representa a velocidade do corpo ao longo de todo o percurso e é definida como a razão entre o deslocamento  $\Delta x$  do corpo e o tempo gasto para deslocá-lo,  $\Delta t$ . Matematicamente, podemos escrever que

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (2)$$

A unidade de velocidade é unidade de comprimento por unidade de tempo. Por exemplo:  $m/s, km/h, cm/s$ , entre outras.

#### 3. Aceleração média

Aceleração é a grandeza física que indica o quanto a velocidade variou em um intervalo de tempo. Assim, aceleração média é a razão entre a variação da velocidade de um corpo e o tempo gasto para variá-la, dada por:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3)$$

A unidade de aceleração é unidade de comprimento por unidade de tempo ao quadrado. Por exemplo:  $m/s^2, m/min.s$ , entre outras. A unidade do sistema internacional de medidas para a aceleração é . A aceleração de um corpo ser de  $2,0 m/s^2$  significa que sua velocidade variou  $2,0 m$ /sem  $1,0$  segundo, ou seja, sua velocidade aumentou ou diminuiu de um valor de  $2,0 m/s$ . O fato de que a velocidade pode tanto aumentar quanto diminuir é representado pelo sinal da aceleração. Quando a velocidade do

corpo aumenta, sua aceleração é positiva e quando a velocidade diminui então sua aceleração é negativa.

#### 4. As leis de Newton do movimento.

Galileu deixou várias contribuições científicas para a humanidade, como a difusão do modelo heliocêntrico de Copérnico e a invenção de alguns tipos de lunetas. Algumas de suas descobertas serviram de referência para que Isaac Newton criasse as bases da mecânica com três leis fundamentais.

- **1ª Lei de Newton: a lei da inércia.**

Antes de Galileu, acreditava-se que um corpo para se manter em movimento deveria receber continuamente a ação de uma força. No entanto, Galileu através de experimentos intuitivos mostrou que se não houvesse atrito os corpos continuariam se movendo, por inércia.

Inércia é a tendência que os corpos apresentam de permanecer no seu estado de equilíbrio, em repouso ( $v=0$ ) ou em movimento retilíneo e uniforme (velocidade  $v$  constante).

Podemos perceber essa tendência quando observamos uma pessoa que está em pé dentro de um ônibus. Caso o motorista pise no acelerador, fazendo com que o ônibus arranque, o passageiro que está em pé, por inércia, tende a continuar parado em relação ao solo terrestre. Sendo “jogado” para trás. Agora, quando o ônibus está em movimento, se o motorista frear, a tendência do passageiro é continuar em movimento em relação ao solo terrestre, fato este que não acontece por estar se segurando na barra de apoio do ônibus.

A primeira lei de Newton, também conhecida como a lei da inércia, é uma reformulação do conceito de inércia definido por Galileu e trata a respeito das condições de equilíbrio das partículas. Uma partícula pode ou não receber a ação de várias forças. Se a soma das forças que atuam sobre uma partícula for nula, dizemos que a partícula está em equilíbrio. Quando uma partícula está em equilíbrio, ela está em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

Imagine que você queira locomover uma caixa que inicialmente estava em repouso. Em qual situação isso será mais fácil: se a caixa tiver uma massa grande (1 tonelada, por exemplo) ou se a caixa tiver uma massa pequena (1,0kg, por exemplo)? Será mais fácil alterar o estado de repouso da caixa se ela tiver uma massa menor. Por isso dizemos que a massa de um corpo é a medida da sua inércia. Resumindo, quanto maior a massa de um corpo, maior vai ser a dificuldade para vencer a inércia desse corpo.

- **2ª Lei de Newton: relação entre força e aceleração**

Na segunda lei, Newton analisou a relação que existe entre a força aplicada em um corpo e a mudança na velocidade que ele sofre. Após realizar várias experiências, Newton constatou que a variação da velocidade sofrida por um corpo é diretamente proporcional à soma das forças nele aplicadas. Como aceleração é a medida da variação da velocidade do corpo, a força aplicada a um corpo é diretamente proporcional a aceleração que ele adquire. Além disso, como massa é a medida da inércia de um corpo, é possível dizer que quanto maior a massa de um corpo maior a força necessária para movê-lo. Então o enunciado da segunda lei de Newton pode ser representado pela equação matemática que segue:

$$F_R = ma \quad (4)$$

onde  $F_R$  é a soma de todas as forças que atuam sobre o corpo,  $m$  é a massa do corpo e  $a$  a aceleração que ele adquire.

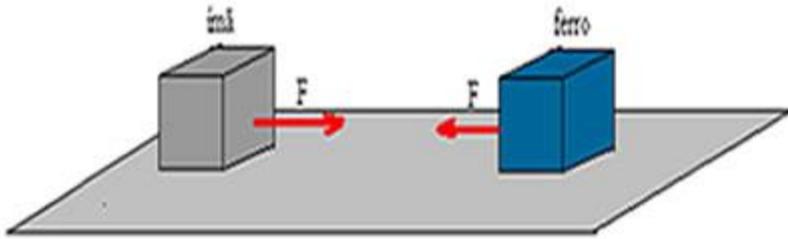
As unidades de força, no sistema internacional de medidas, é o Newton (N), sendo que  $1N = 1kg \times 1m/s^2$ .

- **3ª Lei de Newton: ação e reação.**

Vamos agora considerar uma mesa bem lisa. Sobre ela temos um bloco de ferro e um ímã bem próximos um ao outro, como mostra a figura abaixo.

Mantendo o ímã fixo, se abandonarmos o bloco de ferro, ele será atraído pelo ímã, deslocando-se para a esquerda.

Mantendo o ferro fixo, se abandonarmos o ímã, ele será atraído pelo ferro, deslocando-se para a direita.



Ao analisar casos parecidos com esse que citamos, Newton enunciou a terceira lei, que também é conhecida como **lei da ação e reação**. De acordo com Newton, não existe força isoladas, as forças agem em pares. Pares de forças de mesmo módulo, mesma direção e sentidos contrários, chamados pares de ação e reação. Para cada força  $F$  aplicada sobre um corpo existe outra força  $F'$ , de reação, que o corpo, que sofreu a primeira força, aplica sobre o corpo que aplicou sobre ele a força.

Para que duas forças constituam um par de ação e reação é necessário que elas:

- i. atuem em corpos diferentes;
- ii. sejam da mesma natureza (contato ou campo);
- iii. possuam mesmo módulo mesma direção e sentidos contrários.

É importante ainda ressaltar que as forças de ação e reação ocorrem sempre em corpos distintos e por isso não se anulam mutuamente. Além disso, é importante dizer o que é força de campo e de contato. De forma bem simplificada, pode-se dizer que as forças podem ser divididas em forças de campo e de contato, sendo forças de campos aquelas que agem a distância e forças de contato aquelas que precisam que os corpos estejam em contato para que elas existam.

### Questões de Fixação:

1) Circule na lista abaixo as forças que são de contato e quadricule as que são de campo.

Tração      Peso Normal      Força elástica      Força Magnética      empuxo      Força elétrica  
 “Empurrão”

2) Para cada uma das situação desenhe as forças envolvidas e suas respectivas forças de reação. Se possível, desenhe a situação apresentada.

- a) peso de um garoto
- b) uma pessoa na balança.
- c) um bloco apoiado sobre uma superfície horizontal
- d) uma corda vertical sustentando um objeto.

5. Por que os corpos caem???

Os corpos próximos a superfície do planeta Terra sofrem a ação de uma força de atração. Essa força recebe o nome de peso e é definida matematicamente por

$$P = mg \quad (5)$$

onde  $m$  é a massa do corpo que está sendo atraído e  $g = 10m/s^2$  a aceleração da gravidade da Terra. A força peso é a causa do movimento de queda dos corpos, então de acordo com a 2ª lei de Newton podemos afirmar que a aceleração de um corpo em que é constante e vale  $10m/s^2$ .

6. Peso, massa e densidade

Massa e peso são grandezas físicas diferentes, mas que são usadas como sinônimos pelo senso comum. Peso é a força de atração gravitacional que a Terra exerce sobre os corpos próximos a sua superfície e massa é a medida da quantidade de matéria de um corpo. Para facilitar a diferenciação dessas duas grandezas que muitas vezes são confundidas, apresentamos um paralelo entre elas na Tabela 1.

Tabela 1 – peso e massa

Massa	Peso
A massa de um corpo não muda, independentemente do local que ela esteja.	O peso do corpo depende da aceleração da gravidade do local, que varia dependendo do local em que o corpo está.
Massa é uma grandeza escalar.	Peso é uma grandeza vetorial.
A unidade de medida de massa, no SI, é o quilograma.	A unidade de medida de peso, no SI, é o newton (como toda força).

Outro conceito físico que é comumente confundido com peso e massa é a densidade. “O que pesa mais um quilo de chumbo ou um quilo de pena?” Quem nunca ouviu essa pegadinha? Quando dizemos um quilo nos referimos a massa, se tanto o chumbo quanto a pena tem um quilo então ambos tem a mesma massa. O peso dos dois também serão iguais, se estiverem no mesmo local (mesmo valor de aceleração da gravidade). Porém essa mesma massa ocupará espaços diferentes se for chumbo ou pena. Isto se deve ao fato da pena e do chumbo possuírem densidades diferentes.

A densidade  $d$  de um corpo é definida pela razão entre a massa  $m$  do corpo e o volume  $V$  ocupado por essa massa,

$$d = \frac{m}{V}. \quad (5)$$

A unidade de medida, no SI, da densidade é  $kg/m^3$ .

### Exercício de fixação

Considere que você precisa organizar em caixas 20kg de ferro e 20kg de algodão, você acredita que precisaria de um número maior de caixas para organizar o algodão ou o ferro? Justifique sua resposta usando argumentos científicos.

### 7. Máquinas Simples, alavancas e roldanas

Na Física, o termo máquinas simples é reservado a pequenos objetos ou instrumentos que facilitam a execução de diferentes afazeres do dia-a-dia. Um martelo, uma tesoura, uma alavanca, uma roldana, um plano inclinado são exemplos de máquinas simples.



O brinquedo conhecido como gangorra é uma máquina simples conhecida como alavanca. Máquinas simples possuem diversas aplicabilidades em nosso cotidiano. Um de suas aplicabilidades está no fato de desapertarmos os parafusos da roda de um carro. Neste caso, usamos uma máquina simples para realizar tal tarefa. Outra aplicação consiste em um brinquedo chamado gangorra.

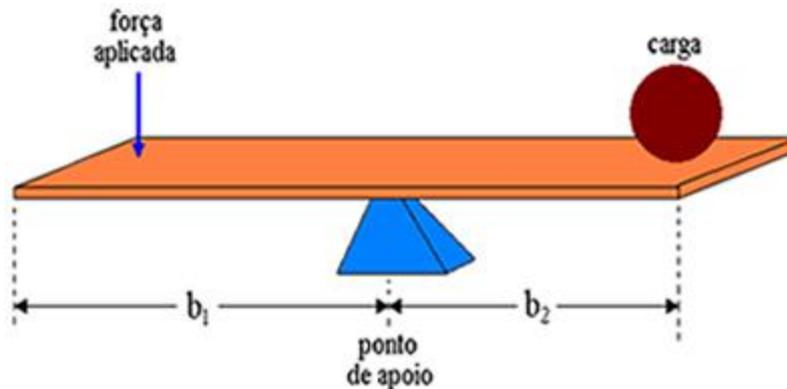
Definimos, então, máquinas como sendo dispositivos mecânicos, formadas por várias partes, que têm por objetivo modificar ou transmitir força. Por exemplo, usamos um plano inclinado a fim de reduzir a quantidade de força necessária para elevar uma caixa até uma determinada altura. Vamos agora conhecer a máquina simples denominada alavanca.

Podemos dizer que a alavanca foi a primeira ferramenta construída, pois usando apenas um pedaço comprido de madeira e um ponto de apoio, podemos mover objetos grandes como pedras, por exemplo, fazendo uso de apenas um homem, isto é, usando a força de somente uma pessoa.

*“Dê me um ponto de apoio e moverei o mundo.”*

*Arquimedes*

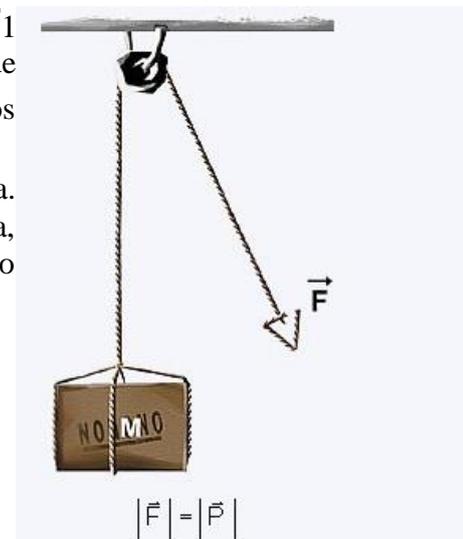
Em datas históricas, o primeiro a demonstrar matematicamente como funciona as alavancas foi Arquimedes. Arquimedes chegou à relação entre as forças e as distâncias observando o que ocorria na natureza e construindo alavancas.

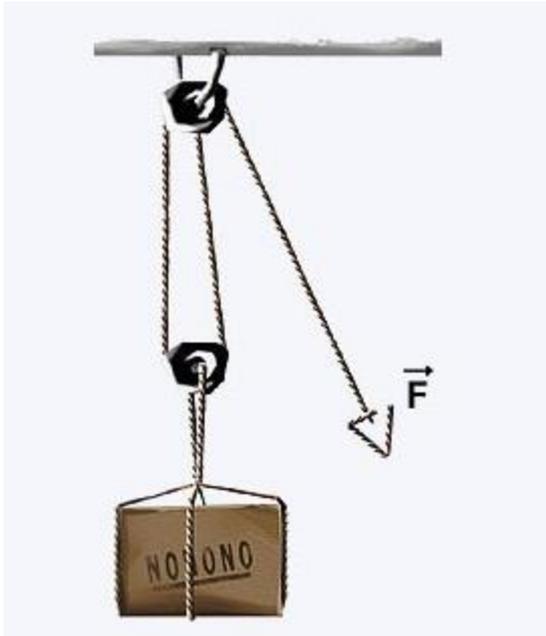


Descrevemos uma alavanca como sendo uma haste rígida sobre um ponto de apoio. Na alavanca aplicamos a força na extremidade oposta de onde é colocada a carga. Chamamos de braços da alavanca as distâncias entre o ponto de aplicação da força e o ponto de apoio, e a distância entre o ponto de apoio e a carga. Portanto, os braços da alavanca da figura acima são respectivamente  $b_1$  e  $b_2$ .

Nosso objeto de análise agora é para uma alavanca que se encontra em equilíbrio mecânico, ou seja, quando a força resultante é zero e a soma dos torques também é igual a zero. Na figura abaixo temos a representação do diagrama de forças que agem sobre a alavanca.  $F_1$  é a força aplicada por uma pessoa,  $F_2$  é a força peso da carga e  $N$  é força de reação normal, que é aplicada pelo ponto de apoio. Na figura vemos que os braços da alavanca são os comprimentos  $X_1$  e  $X_2$ , respectivamente.

Além da alavanca outro tipo de máquina simples é a roldana ou polia. Desprezando a força de atrito entre a polia e a corda e a massa da corda, numa polia fixa, como a da figura ao lado, a força  $F$  aplicada é igual ao peso da carga a ser levantada, alterando apenas a direção de aplicação da força.





Se for usada uma polia móvel juntamente com outra fixa, como mostra a figura abaixo, a força necessária será a metade, mas o deslocamento da mão será o dobro do deslocamento da massa  $M$ . A velocidade de elevação da massa será a metade da obtida no caso anterior.

Pode-se associar três, quatro ou mais polias para se obter situações adequadas a algum caso específico. Se a polia tiver um diâmetro pequeno ou grande, isso afetará o torque mas não a força envolvida. Fica mais fácil.

#### 8. Pressão e pressão atmosférica

Pressão é um conceito físico definido pela razão entre a força  $F$  perpendicular exercida sobre uma superfície e a área  $S$  da superfície.

$$P = \frac{F}{S}$$

A unidade de medida de pressão, no sistema internacional de medida, é dada por  $\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$  (Pascal).

#### Questão de Fixação.

A mãe pediu que o filho fosse ao supermercado comprar 5,0kg de arroz. O filho precisa escolher entre uma sacola retornável e uma sacola plástica, qual opção seria mais adequada para que carregue o arroz de forma mais confortável? Explique sua escolha explicando-a com argumentos científicos.

A força de atração que a Terra exerce sobre os gases que constituem nossa atmosfera contribui para que os gases atmosféricos realizem uma pressão sobre a superfície da Terra. A pressão que os gases exercem sobre a superfície da Terra é chamada pressão atmosférica. A pressão atmosférica é proporcional à altura de ar (ou água ou qualquer outro fluido) acima do lugar que você quer conhecer a pressão atmosférica, então a pressão atmosférica em uma serra é menor que na praia, pois a altitude da serra é maior. Além disso no interior de um líquido, a pressão atmosférica é maior quanto maior a profundidade estudada.

#### Exercícios

1. (G1 - CFTMG 2017) Uma força horizontal de módulo constante  $F = 100 \text{ N}$  é aplicada sobre um carrinho de massa  $M = 10,0 \text{ kg}$  que se move inicialmente a uma velocidade  $v_i = 18 \text{ km/h}$ . Sabendo-se que a força atua ao longo de um deslocamento retilíneo  $d = 2,0 \text{ m}$ , a velocidade final do carrinho, após esse percurso, vale, aproximadamente,

- a) 5,0 m/s.
- b) 8,1 m/s.
- c) 19,1 m/s.
- d) 65,0 m/s.

2. (G1 - cftmg 2017) Deixa-se uma bola cair e ela desce com uma aceleração de  $10 \text{ m/s}^2$ .

Se a mesma bola é jogada para cima, na vertical, no instante em que ela atinge a máxima altura, a sua aceleração é

- a) zero.
- b) igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .
- c) maior que  $10 \text{ m/s}^2$ .
- d) menor que  $10 \text{ m/s}^2$ .

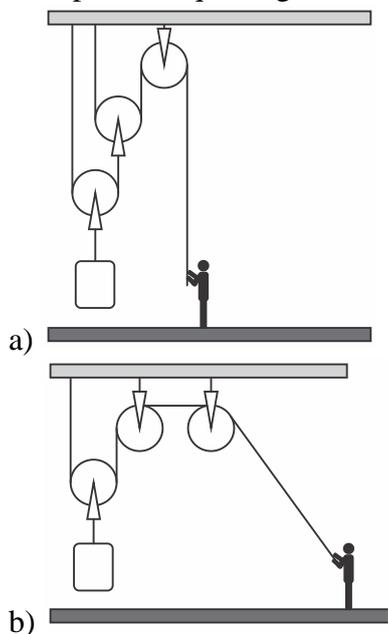
3. (G1 - CFTMG 2017) As afirmativas a seguir estão relacionadas com movimentos que presenciamos no dia a dia. Analise cada uma delas e marque (V) para verdadeiro ou (F) para falso.

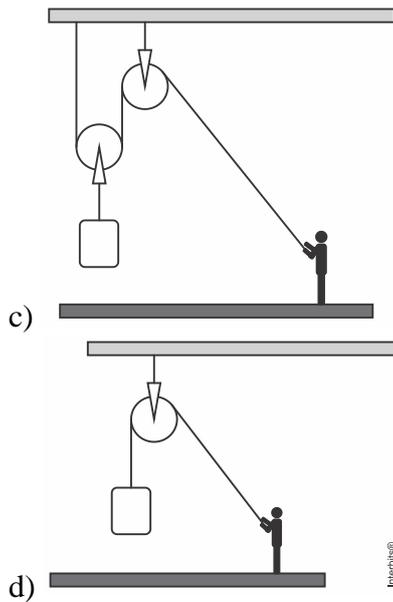
- ( ) O movimento de queda livre tem a sua causa no princípio da inércia.
- ( ) Dois objetos de massas diferentes caem, no vácuo, com a mesma aceleração.
- ( ) Devido a inércia, um objeto que estava solto na carroceria de um caminhão é lançado para a frente durante a frenagem em um movimento retilíneo.

A sequência correta é

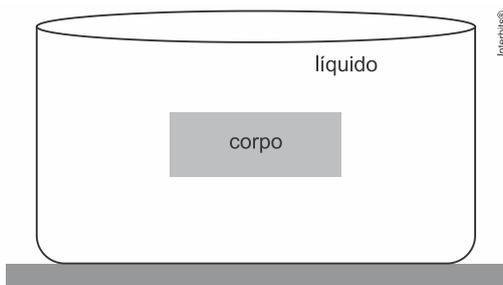
- a) V, F, F.
- b) V, V, F.
- c) F, F, V.
- d) F, V, V.

4. (G1 - CFTMG 2017) Quatro funcionários de uma empresa receberam a tarefa de guardar caixas pesadas de  $100 \text{ kg}$  em prateleiras elevadas de um depósito. Como nenhum deles conseguiria suspender sozinho pesos tão grandes, cada um resolveu montar um sistema de roldanas para a tarefa. O dispositivo que exigiu menos força do operário que o montou, foi





5. (G1 - CFTMG 2017) As afirmativas a seguir referem-se à situação mostrada na figura abaixo.



- I. Um corpo totalmente imerso em um líquido e em equilíbrio recebe deste um empuxo de baixo para cima igual ao peso do líquido deslocado.
- II. Um corpo totalmente imerso em um líquido e em equilíbrio recebe deste um empuxo de baixo para cima igual ao seu próprio peso.
- III. Um corpo totalmente imerso num líquido e em equilíbrio recebe deste um empuxo de baixo para cima igual ao volume da porção líquida deslocada.
- IV. Se o líquido for trocado por outro diferente, o empuxo sobre o corpo será maior se o novo líquido for menos denso.
- V. Se o líquido for trocado por outro diferente, o empuxo sobre o corpo será maior se o novo líquido for mais denso.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e V.
- b) II e III.
- c) I, IV e V.
- d) II, III e IV.

6. (G1 - cftmg 2016) É possível encontrar na internet vídeos que mostram astronautas caminhando lentamente na Lua em saltos longos e lentos. O astronauta usa um traje espacial que chega a uma massa de 70 kg e carrega, além disso, várias ferramentas para suas atividades em solo lunar. Desde os anos 50, existem projetos de missões tripuladas a Marte, onde a aceleração da gravidade vale, aproximadamente, um terço da encontrada na Terra.

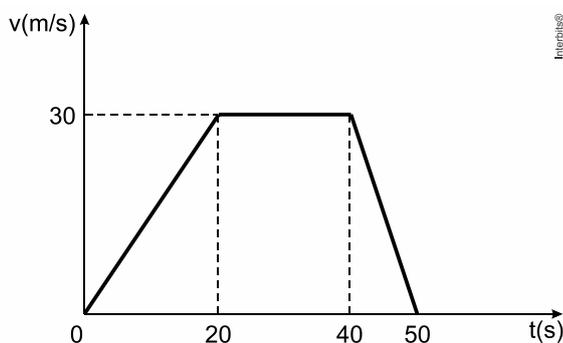
Baseando-se nesse texto, avalie as afirmações a seguir e assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas. Considere a aceleração da gravidade na Lua como sendo  $1,6 \text{ m/s}^2$ .

- ( ) Como a aceleração da gravidade na Lua é, aproximadamente, metade da aceleração de Marte, as massas medidas na Lua terão seus valores reduzidos pela metade.
- ( ) Um objeto abandonado de uma altura de 10 m em Marte atingirá o solo com uma velocidade aproximada de um terço daquela medida na Terra, nas mesmas condições.
- ( ) Como a aceleração da gravidade de Marte é maior que a da lua, a caminhada em Marte será facilitada, uma vez que a massa do traje, medida naquele local será diferente.
- ( ) A massa da vestimenta medida na Terra, será a mesma medida na Lua e em Marte.

A sequência correta encontrada é

- a) V, V, F, F.
- b) F, V, F, V.
- c) F, F, V, V.
- d) F, F, F, V.

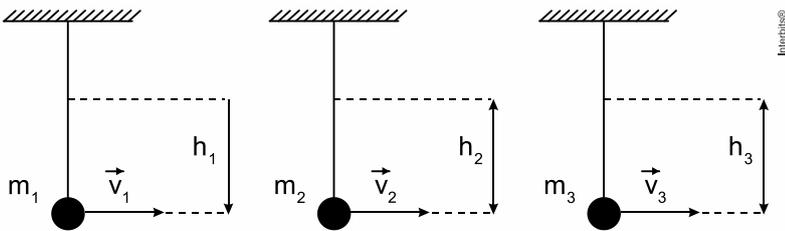
7. (G1 - cftmg 2016) O gráfico a seguir descreve a velocidade de um carro durante um trajeto retilíneo.



Com relação ao movimento, pode-se afirmar que o carro

- a) desacelera no intervalo entre 40 e 50 s.
- b) está parado no intervalo entre 20 e 40 s.
- c) inverte o movimento no intervalo entre 40 e 50 s.
- d) move-se com velocidade constante no intervalo entre 0 e 20 s.

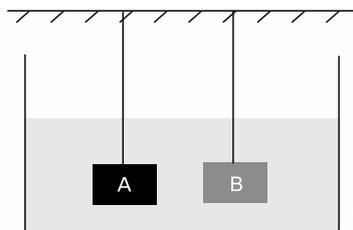
8. (G1 - CFTMG 2016) A figura abaixo mostra três objetos de massas  $m_1, m_2$  e  $m_3$ , suspensos por fios inextensíveis de massa desprezível que oscilam livremente. Os objetos 1 e 2 estão próximos da superfície da Terra, onde a aceleração da gravidade é  $g$ , enquanto o objeto 3 está próximo da superfície de um planeta onde a aceleração da gravidade é  $g/2$ . Sejam  $h_1, h_2$  e  $h_3$  as alturas máximas atingidas pelos objetos 1, 2 e 3, respectivamente, em cada ciclo completo de oscilação.



Sabendo-se que  $m_1 = 3m_2 = m_3 / 2$  e que  $v_1 = v_2 = 2v_3$ , a relação correta entre as alturas é dada por

- a)  $h_1 = h_2 = h_3$ .
- b)  $h_1 < h_2$  e  $h_1 > h_3$ .
- c)  $h_1 > h_2$  e  $h_2 = h_3$ .
- d)  $h_1 = h_2$  e  $h_1 > h_3$ .

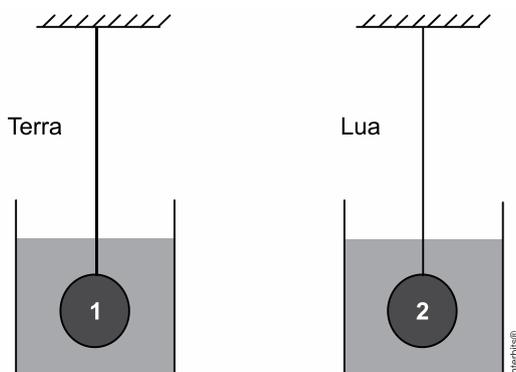
9. (G1 - CFTMG 2016) Dois blocos A e B de mesmas dimensões e materiais diferentes são pendurados no teto por fios de mesmo comprimento e mergulhados em uma cuba cheia de água, conforme a figura abaixo. Cortando-se os fios, observa-se que A permanece na mesma posição dentro da água, enquanto B vai para o fundo.



Com relação a esse fato, pode-se afirmar que a densidade do bloco

- a) B é menor que a de A.
- b) A é menor que a de B.
- c) A é menor que a da água.
- d) B é menor que a da água.

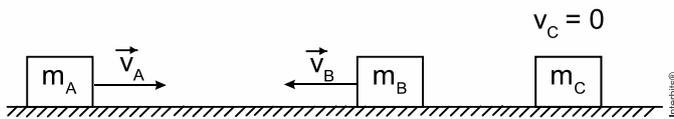
10. (G1 - CFTMG 2016) A figura abaixo mostra dois objetos idênticos completamente imersos em um recipiente que contém o mesmo líquido. Sejam  $T_1$  e  $T_2$  as tensões nos fios,  $P_1$  e  $P_2$  os pesos e  $F_1$  e  $F_2$  forças de empuxo que agem sobre os respectivos objetos.



Sabendo-se que ambos os objetos estão em repouso e que o conjunto 1 está muito próximo da superfície da Terra enquanto o outro está muito próximo da superfície da Lua, as relações corretas entre as forças são

- a)  $T_1 > T_2, P_1 > P_2, F_1 > F_2$
- b)  $T_1 > T_2, P_1 = P_2, F_1 < F_2$
- c)  $T_1 < T_2, P_1 > P_2, F_1 < F_2$
- d)  $T_1 < T_2, P_1 = P_2, F_1 > F_2$

11. (G1 - CFTMG 2016) Os três blocos mostrados na figura abaixo podem deslizar sem atrito com a superfície de apoio e sem a resistência do ar. As possíveis colisões decorrentes da evolução da situação apresentada são perfeitamente elásticas.



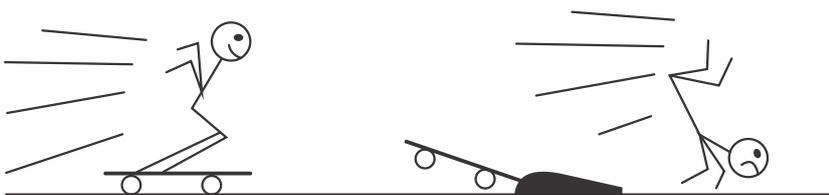
Analise as afirmativas a seguir e assinale (V) para as verdadeiras ou (F) para as falsas.

- ( ) Se  $v_B > v_A$ , o bloco C não será atingido, independentemente dos valores de  $m_A$  e  $m_B$ .
- ( ) Se  $m_B < m_A$ , o bloco C será atingido, independentemente dos valores de  $v_A$  e  $v_B$ .
- ( )  $v_B = v_A$  e  $m_B = m_A$ , o bloco C será atingido, independentemente do valor de  $m_C$ .

A sequência correta é

- a) F, F, F.
- b) V, F, V.
- c) F, F, V.
- d) F, V, V.

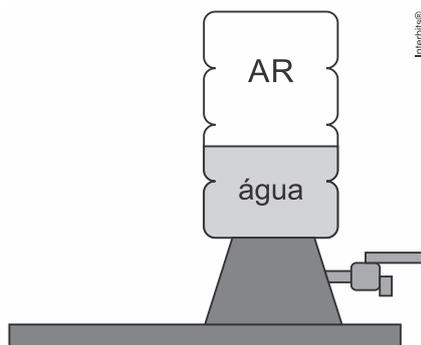
12. (G1 - CFTMG 2015) A imagem mostra um garoto sobre um skate em movimento com velocidade constante que, em seguida, choca-se com um obstáculo e cai.



A queda do garoto justifica-se devido à(ao)

- a) princípio da inércia.
- b) ação de uma força externa.
- c) princípio da ação e reação.
- d) força de atrito exercida pelo obstáculo.

13. (G1 - CFTMG 2015) A imagem abaixo representa um bebedouro composto por uma base que contém uma torneira e acima um garrafão com água e ar.



- A pressão exercida pela água sobre a torneira, quando ela está fechada, depende diretamente da(o)
- diâmetro do cano da torneira.
  - massa de água contida no garrafão.
  - altura de água em relação à torneira.
  - volume de água contido no garrafão.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS QUESTÕES:

Considere os dados abaixo para resolver a(s) questão(ões) quando for necessário.

**Constantes físicas**

Aceleração da gravidade:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

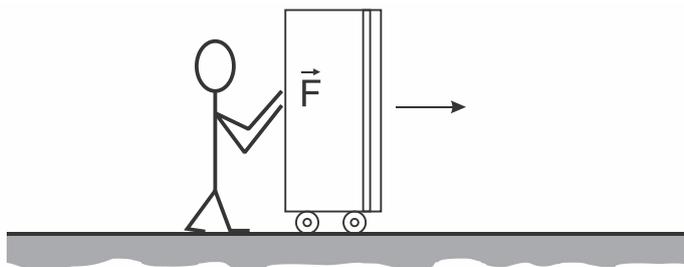
Densidade da água:  $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$

14. (G1 - CFTMG 2015) Uma garota lança uma pedra verticalmente para cima. Sendo  $a$ , o módulo da aceleração e  $v$ , o módulo da velocidade da mesma, no ponto mais alto de sua trajetória, é correto afirmar que  $v$  é \_\_\_\_\_ a (de) zero, se  $a$  for \_\_\_\_\_ a (de) zero.

Os termos que completam de forma correta e, respectivamente, as lacunas são

- igual, igual
- igual, diferente
- diferente, igual
- diferente, diferente

15. (G1 - CFTMG 2015) A figura seguinte ilustra uma pessoa aplicando uma força  $\vec{F}$  para direita em uma geladeira com rodas sobre uma superfície plana.



Nesse contexto, afirma-se que:

- I. O uso de rodas anula a força de atrito com o solo.
- II. A única força que atua na geladeira é a força aplicada pela pessoa.
- III. Ao usar rodas, a força de reação normal do piso sobre a geladeira fica menor.
- IV. A geladeira exerce sobre a pessoa uma força oposta e de igual intensidade a  $\vec{F}$ .
- V. Se a geladeira se movimenta com velocidade constante, ela está em equilíbrio.

São corretas apenas as afirmativas

- a) III e IV.
- b) IV e V.
- c) I, II e III.
- d) I, II e V.

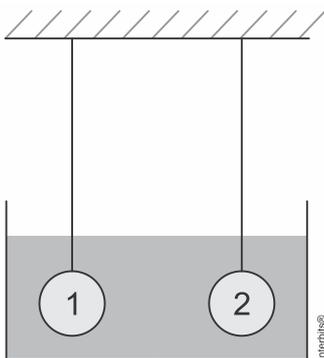
16. (G1 - CFTMG 2015) Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Referindo-se a essa situação, assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas.

- ( ) A aceleração do veículo é nula.
- ( ) A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.
- ( ) A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido do vetor velocidade.

A sequência correta encontrada é

- a) V - F - F.
- b) F - V - F.
- c) V - V - F.
- d) V - F - V.

17. (G1 - CFTMG 2015) A figura mostra dois objetos com o mesmo volume e densidades distintas  $\rho_1$  e  $\rho_2$ . Ambos estão em repouso e completamente imersos em água, presos por fios de mesmo comprimento e de massa desprezível.



Sendo  $T_1$  e  $T_2$  as intensidades das tensões nos fios presos aos objetos 1 e 2, respectivamente, e sabendo-se que  $\rho_1 > \rho_2$ , é correto afirmar que

- a)  $T_1 > T_2$ , pois a força da gravidade é maior sobre 1.
- b)  $T_1 > T_2$ , pois a força do empuxo é maior sobre 2.
- c)  $T_1 < T_2$ , pois a força da gravidade é menor sobre 2.
- d)  $T_1 = T_2$ , pois a força do empuxo é a mesma sobre 1 e 2.

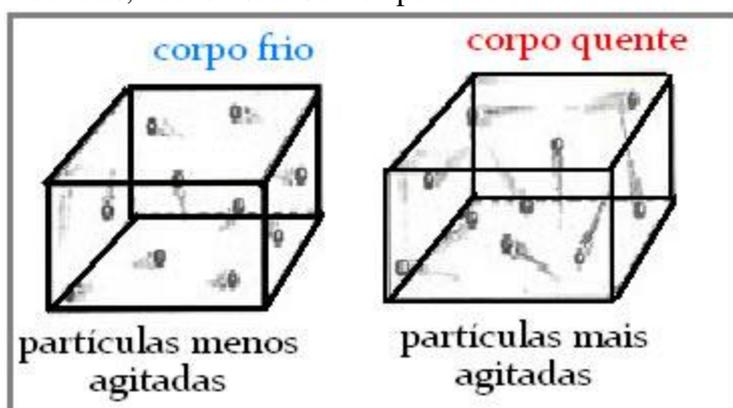
## TERMOLOGIA

### 1. Calor e temperatura

Ao iniciarmos o estudo da termometria é sempre importante ficar claro que temperatura e calor são conceitos distintos, o que de certa forma contraria o senso comum. Na física, a temperatura está diretamente relacionada ao movimento das partículas que, enquanto calor é a energia trocada entre corpos com temperaturas diferentes.

#### Temperatura

A temperatura é definida como estado de agitação das partículas de um corpo, caracterizando seu estado térmico. Quanto mais agitadas estiverem essas moléculas, maior será sua temperatura. Quanto menos agitadas essas moléculas, menor será sua temperatura.



As palavras quente e frio são, na verdade, termos criados para facilitar o entendimento da sensação térmica. Essa sensação é variável, porque depende de pessoa para pessoa, por isso não é considerada. Tais termos servem apenas para nos ajudar na compreensão da teoria. A medição da temperatura dos corpos é feita por aparelhos chamados termômetros.

### 2. Equilíbrio Térmico

O equilíbrio térmico acontece quando dois corpos com temperaturas diferentes são trocam calor e depois disso alcançam um mesmo valor de temperatura. A troca de calor pode ocorrer por diferentes processos de transferência de calor.

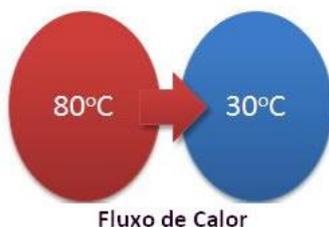
- i. Por contato: o processo de transferência de calor por contato acontece quando dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato e os dois trocam calor até atingirem a mesma temperatura, a temperatura de equilíbrio. Este processo de transferência necessita de um meio material para que a troca realize. Exemplo: o cabo da colher aquecer quando a colher está em contato com o alimento quente.
- ii. Por convecção: o processo de transferência de calor por convecção é um processo que ocorre entre fluidos devido a diferença de densidades. Quando parte do fluido é aquecido seu volume aumenta, consequentemente sua densidade diminui e ele sobe. Por um raciocínio análogo, percebemos que o fluido mais frio desce. Então cria-se o que chamamos de correntes de convecção. Exemplo: água aquecendo no fogão.
- iii. Por radiação: o processo de transferência de calor é através de ondas de radiação. Neste caso não é necessário meio material para que ocorra transferência de calor. Exemplo: o Sol aquecendo a Terra.

Podemos citar outro exemplo, quando misturamos leite frio com café quente, temos uma mistura morna. Esse termo define o equilíbrio térmico, ou seja, a igualdade de temperatura entre o café e o leite. Quando um corpo esquentar, o correto é dizer que o corpo recebeu calor.

Quando o corpo esfria, é correto dizer que o corpo perdeu calor para o meio onde está.

### 3. Calor

Calor é a energia térmica em trânsito entre corpos com temperaturas diferentes.



### 4. Calor x Temperatura

Calor e temperatura são dois conceitos físicos diferentes, mas que no senso comum são frequentemente tratados como sinônimos. *Mas afinal, calor e temperatura não são conceitos relacionados?* Para saber se calor e temperatura são conceitos físicos relacionados e como se relacionam é necessário definir qual o fenômeno a ser analisado.

Para processos de mudança de fase de substâncias puras, o sistema recebe calor, contudo não sofre variação em sua temperatura. Já para processos de resfriamento e aquecimento, calor e temperatura estão diretamente relacionados. Quando o sistema recebe calor (sem mudar de fase) sua temperatura aumenta, quando o sistema perde calor (sem mudar de fase) sua temperatura diminui. Ou seja, em processos de aquecimento ou resfriamento o calor  $Q$  é diretamente proporcional a variação de temperatura  $\Delta T$  do corpo. Esta relação é representada matematicamente pela equação abaixo.

$$Q = mc\Delta T, \quad (6)$$

onde  $m$  é a massa do corpo estudado e  $c$  o calor específico do material que constitui o corpo.

Para um mesmo corpo  $c$  e  $m$  são constantes, então quando  $Q > 0$ ,  $\Delta T > 0$  e quando  $Q < 0$ ,  $\Delta T < 0$ .

É importante ressaltar ainda as unidades de medida para as grandezas físicas relacionadas na Eq. (6) no sistema internacional de medidas. No sistema internacional de medidas, a unidade de calor é o Joule (J), a unidade de medida de calor específico é  $J/kg.K$  e para a temperatura Kelvin (K).

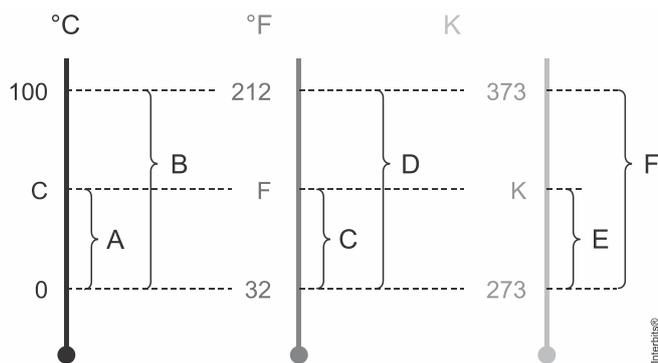
Tabela 2 – Conversão de unidades de termologia

Temperatura	Calor
$\frac{T_c}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$	$1\text{ cal} = 4,2\text{ J}$
$T_c = T_K + 273$	

### Exercícios

1. (G1 - IFPE 2017) Pernambuco registrou, em 2015, um recorde na temperatura após dezessete anos. O estado atingiu a média máxima de  $31^\circ\text{C}$ , segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). A falta de chuvas desse ano só foi pior em 1998 – quando foi registrada a pior seca dos últimos 50 anos, provocada pelo fenômeno “El Niño”, que reduziu a níveis críticos os reservatórios e impôs o racionamento de água. Novembro foi o mês mais quente de 2015, aponta a APAC. Dos municípios que atingiram as temperaturas mais altas esse ano, Águas Belas, no Agreste, aparece em primeiro lugar com média máxima de  $42^\circ\text{C}$  (Fonte: g1.com.br).

Utilizando o quadro abaixo, que relaciona as temperaturas em  $^\circ\text{C}$  (graus Celsius),  $^\circ\text{F}$  (Fahrenheit) e K (Kelvin), podemos mostrar que as temperaturas médias máximas, expressas em K, para Pernambuco e para Águas Belas, ambas em 2015, foram, respectivamente,



- 300 e 317.
- 273 e 373.
- 304 e 315.
- 242 e 232.
- 254 e 302.

2. (G1 - IFSUL 2017) Ao atender um paciente, um médico verifica que, entre outros problemas, ele está com temperatura de  $37,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  e deixa-o em observação no posto de saúde. Depois de uma hora, examina-o novamente, medindo a temperatura e observa que ela aumentou  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

O valor dessa variação de temperatura, na escala Fahrenheit, e a temperatura final, na escala Kelvin, são respectivamente iguais a

- $3,6\text{ }^{\circ}\text{F}$  e  $233,5\text{ K}$ .
- $35,6\text{ }^{\circ}\text{F}$  e  $312,5\text{ K}$ .
- $35,6\text{ }^{\circ}\text{F}$  e  $233,5\text{ K}$ .
- $3,6\text{ }^{\circ}\text{F}$  e  $312,5\text{ K}$ .

3. (G1 - IFSUL 2017) O que aconteceria se o vidro de um termômetro expandisse mais ao ser aquecido do que o líquido dentro do tubo?

- O termômetro quebraria.
- Ele só poderia ser usado para temperaturas abaixo da temperatura ambiente.
- Você teria que segurá-lo com o bulbo para cima.
- A escala no termômetro seria invertida, aproximando os valores mais altos de temperatura do bulbo.

4. (G1 - CFTMG 2017) Dois corpos A e B de temperaturas  $T_A$  e  $T_B$ , onde  $T_A > T_B$  são colocados em um recipiente termicamente isolado juntamente com um terceiro corpo C de temperatura  $T_C$ .

Após atingido o equilíbrio térmico, as temperaturas

- $T_A, T_B$  e  $T_C$  diminuem.
- $T_A, T_B$  e  $T_C$  tornam-se iguais.
- $T_A$  diminui,  $T_B$  aumenta e  $T_C$  diminui.
- $T_A$  aumenta,  $T_B$  diminui e  $T_C$  aumenta.

5. (G1 - CFTMG 2017) Um aquecedor possui uma potência útil constante de  $500\text{ W}$ . O tempo gasto para esse aquecedor elevar a  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  a temperatura de uma panela de ferro de  $1,0\text{ kg}$  e calor específico  $c = 460\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ , admitindo-se que ela absorva todo o calor transmitido é de

- 12 s.
- 23 s.
- 46 s.
- 54 s.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Os centros urbanos possuem um problema crônico de aquecimento denominado ilha de calor. A cor cinza do concreto e a cor vermelha das telhas de barro nos telhados contribuem para esse fenômeno.

O adensamento de edificações em uma cidade implica diretamente no aquecimento. Isso acarreta desperdício de energia, devido ao uso de ar condicionado e ventiladores.

Um estudo realizado por uma ONG aponta que é possível diminuir a temperatura do interior das construções. Para tanto, sugere que todas as edificações pintem seus telhados de cor branca, integrando a campanha chamada “One Degree Less” (“Um grau a menos”).

6. (G1 - CPS 2017) O título da campanha, “Um grau a menos”, pode ser ambíguo para algum desavisado, uma vez que a escala termométrica utilizada não é mencionada. Em caráter global, são consideradas três unidades de temperatura: grau Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), grau Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) e kelvin (K). A relação entre as variações de temperaturas nas três escalas é feita por meio das expressões:

$\Delta t_K = \Delta t_C$ $\frac{\Delta t_C}{5} = \frac{\Delta t_F}{9}$	em que: $\Delta t_K$ é a variação da temperatura em kelvin. $\Delta t_C$ é a variação da temperatura em Celsius. $\Delta t_F$ é a variação da temperatura em Fahrenheit.
--	---

Na campanha, a expressão “Um grau a menos” significa que a temperatura do telhado sofrerá variação de 1 grau, como por exemplo, de  $30^{\circ}\text{C}$  para  $29^{\circ}\text{C}$ .

Considerando-se que o 1 grau a menos, da campanha, corresponde a  $1^{\circ}\text{C}$ , essa variação de temperatura equivale a variação de

- a)  $1^{\circ}\text{F}$ .
- b) 1K.
- c)  $0,9^{\circ}\text{F}$ .
- d)  $32^{\circ}\text{F}$ .
- e) 273 K.

7. (G1 - IFSUL 2016) Dois termômetros de mercúrio têm reservatórios idênticos e tubos cilíndricos feitos do mesmo vidro, mas apresentam diâmetros diferentes.

Entre os dois termômetros, o que pode ser graduado para uma resolução melhor é

- a) o termômetro com o tubo de menor diâmetro terá resolução melhor.
- b) o termômetro com o tubo de maior diâmetro terá melhor resolução.
- c) o diâmetro do tubo é irrelevante; é apenas o coeficiente de expansão de volume do mercúrio que importa.
- d) como o vidro é o mesmo o que importa é o coeficiente de expansão linear para o de maior diâmetro.

8. (G1 - IFSUL 2016) Analise cada uma das afirmativas abaixo, indicando, nos parênteses, se é verdadeira ou falsa, de acordo com o estudo da Calorimetria.

- ( ) A temperatura de 104 °F corresponde a 40 °C.
- ( ) A dilatação real de um líquido, quando aquecido, representa a dilatação do frasco mais a dilatação aparente do líquido.
- ( ) A transmissão de calor por convecção promove o movimento das camadas de um líquido ou de ar, sendo que as camadas frias sobem e as camadas quentes descem, devido à diferença de densidade entre elas.
- ( ) A mudança de fase ocorre sempre que, sob pressão constante, uma substância pura receba ou ceda calor, sem que ocorra variação de temperatura.
- ( ) A dilatação de uma certa massa de gás perfeito, que sofre uma transformação isobárica, faz com que um aumento de temperatura sobre esse gás provoque um aumento em seu volume.

A sequência correta, de cima para baixo, é

- a) V - V - F - F - V.
- b) V - V - F - V - V.
- c) V - F - F - V - V.
- d) V - F - V - F - V.

9. (G1 - CFTMG 2016) Analise as afirmações a seguir e assinale (V) para as verdadeiras ou (F) para as falsas.

- ( ) Ao segurar um corrimão de madeira e outro de metal, ambos à mesma temperatura, tem-se a sensação de que a madeira está mais quente porque ela conduz melhor o calor.
- ( ) Uma geladeira funcionando dentro de uma cozinha, sempre causará o aquecimento do ambiente.
- ( ) Considere dois materiais diferentes, de mesma massa e à mesma temperatura. Para que eles sejam aquecidos até atingirem uma mesma temperatura final, a quantidade de calor necessária será a mesma.
- ( ) Considere dois materiais iguais, de volumes diferentes e à mesma temperatura. Para que eles sejam aquecidos até atingirem uma mesma temperatura final, a quantidade de calor necessária será a mesma.

A sequência correta encontrada é

- a) F, F, V, V.
- b) V, V, F, F.
- c) F, V, F, F.
- d) V, F, F, V.

10. (G1 - CFTMG 2012) Um termômetro de mercúrio apresenta no ponto de fusão da água uma coluna de 20 mm de altura e, no ponto de ebulição, 80 mm. A uma temperatura de 92 °F, a coluna de mercúrio desse termômetro, em mm, é igual a

- a) 30.
- b) 40.
- c) 50.
- d) 60.

11. (G1 - CFTMG 2011) Ao se colocar gelo em um copo com água, verifica-se que a água resfria. Esse fenômeno é explicado pelo fato do(a)

- a) gelo liberar calor para água.
- b) gelo ceder energia para água.
- c) água ceder calor para o gelo.
- d) água absorver energia do gelo.

12. (G1 - CFTMG 2008) Em um determinado dia, a temperatura mínima em Belo Horizonte foi de 15 °C e a máxima de 27 °C. A diferença entre essas temperaturas, na escala kelvin, é de

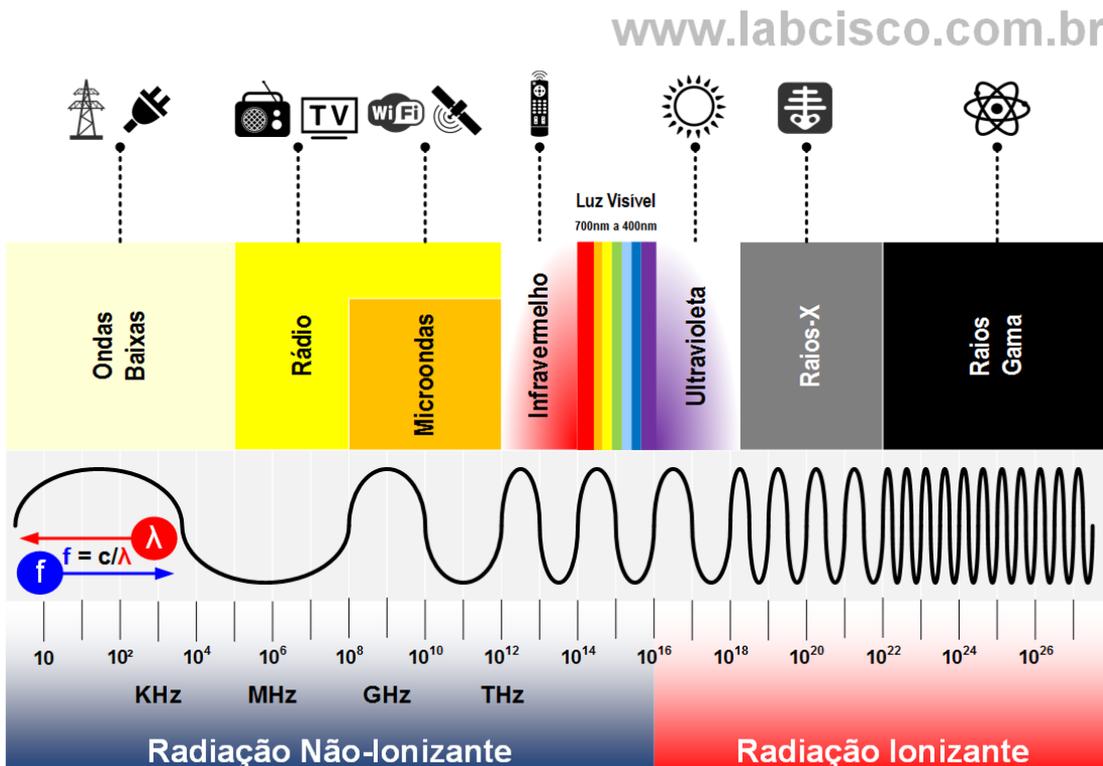
- a) 12.
- b) 21.
- c) 263.
- d) 285.

### ÓTICA

#### PROPAGAÇÃO RETILÍNEA E REFLEXÃO DA LUZ

1. O que é a luz e como ela se propaga?

A luz é uma onda eletromagnética, assim como as ondas de rádio, as micro-ondas e os raios x. O conjunto formado pelos diversos tipos de ondas eletromagnéticas forma o espectro eletromagnético, representado na figura abaixo. Entre todos os tipos de ondas eletromagnéticas existentes, a luz é o único que podemos enxergar.



Todo espectro visível está compreendido, aproximadamente, entre o intervalo de frequências de  $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$  a  $7 \times 10^{14} \text{ Hz}$ . As frequências nos dois extremos deste intervalo correspondem às cores vermelha e violeta, respectivamente. Entre esses dois extremos existe uma infinidade de cores diferentes, as quais são ondas eletromagnéticas que se diferenciam umas das outras pelo valor de suas respectivas frequências. É possível perceber que no espectro visível aparecem várias cores, mas não aparecem as cores branca e preta. Isto se deve ao fato de que a cor branca é a união de todas as cores e a cor preta a ausência de cor.

Um dos princípios básicos da ótica geométrica, o Princípio de Propagação Retilínea da Luz, estabelece que, em um meio homogêneo e transparente, a luz se propaga em linha reta. A luz, assim como as demais ondas, se propaga no vácuo com velocidade de  $c = 300000\text{km/s}$ . A luz não se propaga apenas no vácuo, se propaga também em meios materiais, como o vidro e o ar. Porém, a luz se propaga com velocidade menor em meios materiais que no vácuo.

Para facilitar o entendimento do fenômeno de propagação da luz, vamos representá-lo por meio dos raios de luz. Raios de luz são semirretas orientadas que indicam a direção e o sentido de propagação da luz. Um conjunto de raios luminosos forma um feixe de luz, o qual pode ser um feixe de raios paralelos, um feixe de raios convergentes ou um feixe de raios divergentes.

Existem corpos que permitem que a luz os atravessem, de forma que seja possível enxergar nitidamente outros corpos através dele; esses corpos são chamados de transparentes. Os corpos ainda podem ser classificados como translúcidos quando permitem que a luz os atravessem, mas sem que seja possível enxergar nitidamente outros corpos através dele. Já os corpos que bloqueiam a luz que incide sobre eles, não permitindo que ela os atravessem, são chamados de opacos.

## 2. Formação de sombras e penumbras.

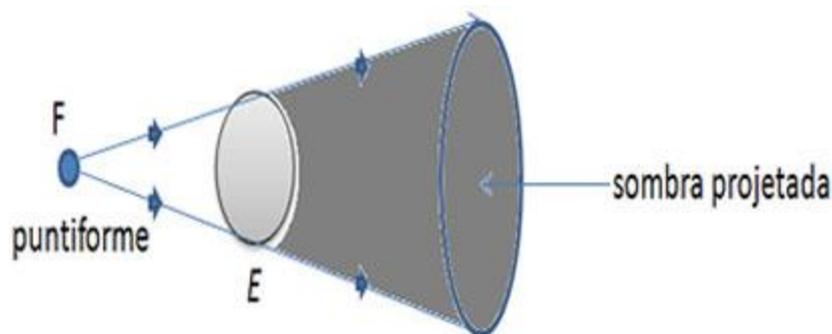
A formação de sombra e penumbra são evidências da propagação retilínea da luz e explicadas de forma simples e objetiva pela ótica geométrica.

O que determinará a formação de sombra ou penumbra será o tipo de fonte de luz, que pode ser uma fonte pontual ou extensa, vamos distinguir os dois casos:

1º: **Fonte pontual** (fonte de luz com dimensões pequenas em relação ao que vai iluminar):

Na **figura 1**, temos uma fonte pontual  $F$  e uma esfera opaca  $E$ .

Uma fonte pontual  $F$  emite luz em todas as direções. A esfera opaca  $E$  não permite que a luz se propague e dessa forma os raios luminosos não atingem a região atrás da esfera. Essa região não iluminada é denominada **sombra**.



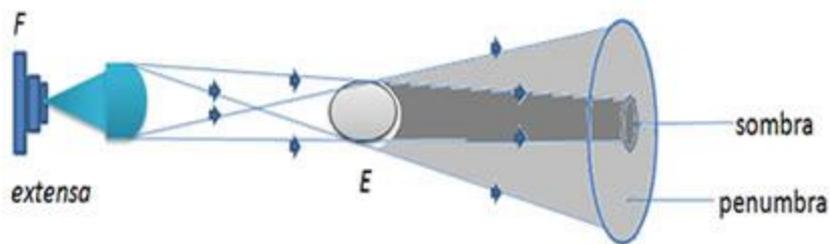
Observe que a fonte  $F$  é pequena quando comparada às dimensões da esfera  $E$ , por isso dizemos que ela é uma fonte pontual ou puntiforme.

Observando a figura, nota-se que **sombra** é uma região onde há ausência de luz e ocorre quando a fonte luminosa é pontual.

2º **Fonte extensa** (fonte de luz com dimensões consideráveis em relação ao que vai iluminar):

Agora considere na **figura 2** uma fonte de luz  $F$  extensa.

Com a fonte de luz extensa, pode-se observar na figura que existe uma região atrás do objeto opaco que recebe uma pequena intensidade de luz da fonte, não sendo totalmente escura, esta é denominada penumbra.

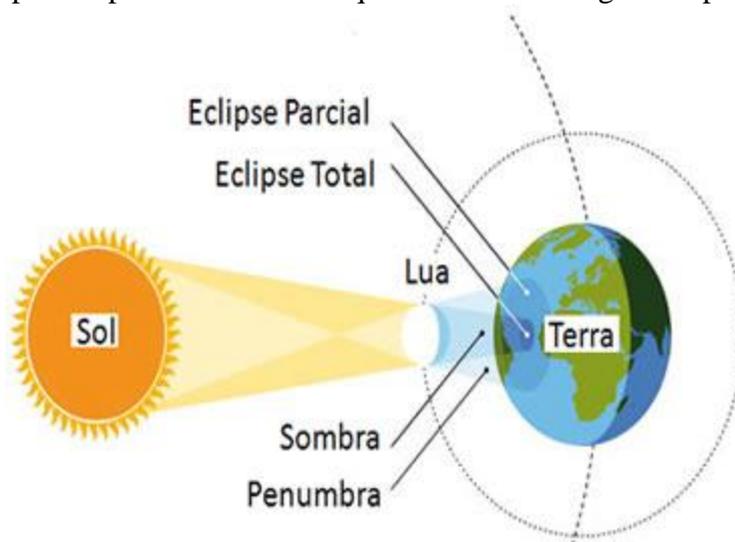


Logo, **penumbra** é uma região parcialmente iluminada e ocorre quando se tem uma fonte de luz extensa. Note que a fonte de luz e a esfera têm dimensões semelhantes e são quase do mesmo tamanho. Por isso, diz-se que a fonte é extensa.

Um fenômeno que se pode observar da Terra que tem origem através da formação da sombra e penumbra é o eclipse. O **eclipse** é um fenômeno que envolve o Sol, a Lua e a Terra, podendo se manifestar de duas formas, **eclipse solar** e **eclipse lunar**.

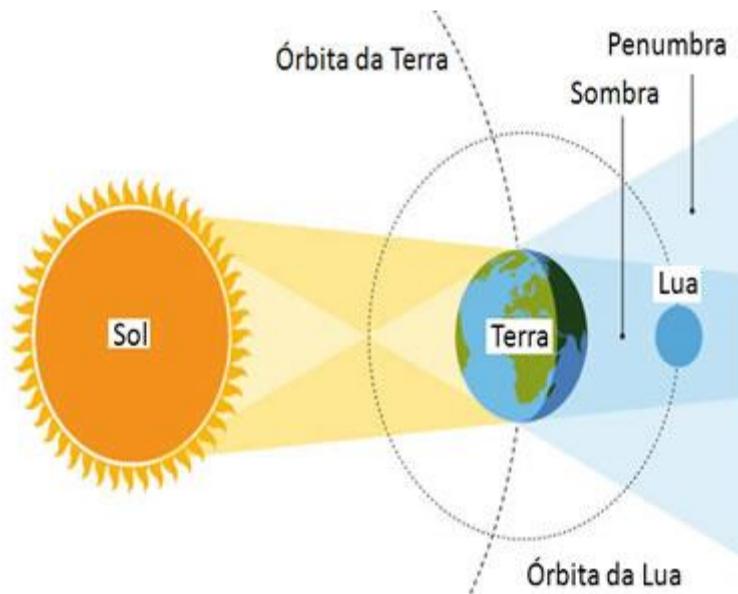
### **Eclipse Solar**

No eclipse solar, a sombra e a penumbra da Lua são projetadas na superfície da Terra e isso dará origem ao eclipse, que pode ser total ou parcial. O eclipse será total para observadores que estiverem na região da sombra e parcial para observadores que estiverem na região de penumbra.



### **Eclipse Lunar**

A luz solar quando tangencia a Terra faz com que uma sombra seja formada na parte de trás da Terra, denominada sombra da Terra. Quando a lua entra nessa região, os observadores na Terra não conseguem mais enxergá-la, dizemos então que ocorreu um eclipse lunar.

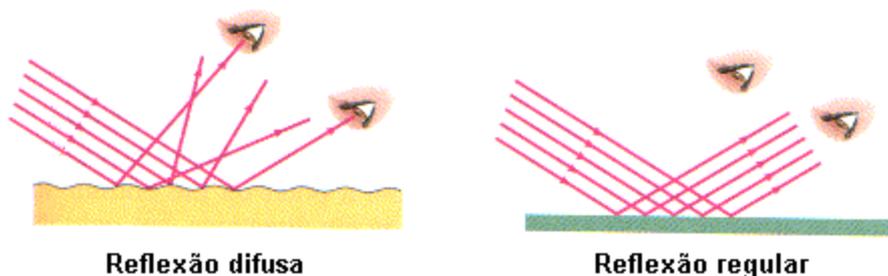


### 3. Fenômenos luminosos

Quando um feixe de luz solar incide sobre uma placa de vidro transparente, observa-se que parte da luz solar incidente é transmitida pelo vidro, parte dela é refletida por ele e outra parte é absorvida. Esses são três fenômenos luminosos que podem ocorrer quando a luz incide sobre um corpo.

- A) Absorção: é um fenômeno que ocorre quando um corpo absorve a luz incidente sobre ele, podendo ser absorção total e/ou parcial. Na absorção total, toda a luz incidente é absorvida por ele; na absorção parcial parte da luz
- B) Reflexão: é o fenômeno que acontece quando o feixe de luz que incide sobre um objeto e volta ao meio de origem. A reflexão é o fenômeno que permite que visualizamos as coisas e pela formação de imagem em espelhos, por exemplo. A reflexão obedece a dois princípios conhecidos como as leis da reflexão:
- i. O raio incidente, o raio refletido e a reta normal (reta que forma um ângulo de  $90^\circ$  com a superfície refletora e passa no ponto de encontro dos raios incidente e refletido).
  - ii. O ângulo de incidência, entre o raio refletido e a normal, é igual ao ângulo refletido, entre a normal e o raio refletido.

A reflexão pode ser especular ou difusa. Reflexão especular acontece quando a superfície, sobre a qual os raios incidentes incidem, é lisa. Neste caso raios que incidem paralelos refletem paralelos e há formação de imagem nítida, como em espelhos. A reflexão difusa acontece quando os raios incidentes incidem sobre uma superfície irregular. Neste caso os raios incidentes paralelos não refletem paralelos e não há formação de imagem.



Como dizemos antes o que nos permite visualizar os objetos é a reflexão da luz. O feixe de luz emitido por um fonte incide sobre os objetos que refletem essa luz, nossos olhos captam a luz refletida e converte em informação para o cérebro. Por isso com ausência de luz não é possível enxergar. Como se dá a diferenciação das cores no fenômeno da reflexão da luz? A luz emitida pelo Sol, por exemplo, é luz branca. A luz branca é um conjunto de todas as cores de luz. Quando a luz emitida pelo sol incide

sobre um objeto, o objeto absorve todas as cores exceto a cor dele, esta ele reflete. O preto absorve todas cores e não reflete nenhuma, já o branco reflete todas e não absorve nenhuma. Por exemplo, quando um vemos um fusca azul, a luz branca do Sol o atingiu, o fusca absorveu todas as cores, exceto o azul que refletiu. Por isso enxergamos o fusca azul.

C. Refração: o fenômeno da refração acontece quando a luz passa de um meio para outro. Quando isso acontece a luz muda de velocidade e conseqüentemente sofre um desvio. Assim como o fenômeno da reflexão, o fenômeno da refração também obedece a duas leis.

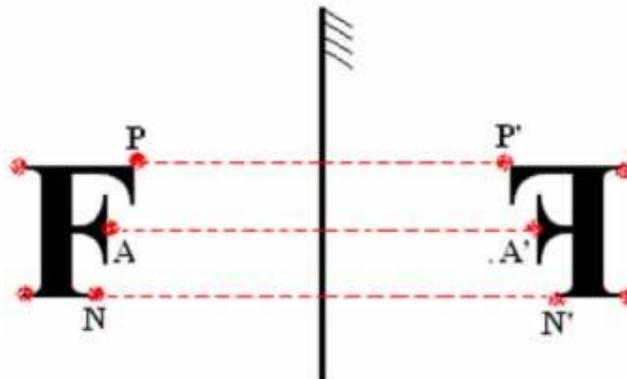
- i. O raio incidente, o raio refratado e a reta normal pertencem ao mesmo plano.
- ii. Quando um raio de luz propagando-se em um meio 1 incide obliquamente na interface de separação com o meio 2, a luz transmitida aproxima-se da reta normal caso o meio 2 seja mais refringente que o meio 1 e afasta-se da normal caso o meio 2 seja menos refringente,

#### 4. Formação de imagens em espelhos planos

Espelhos podem ser definidos como superfícies lisas que são construídas com o objetivo de produzir reflexões especulares da luz. Espelhos planos são superfícies planas e lisas que refletem a luz especularmente e que, portanto, podem formar imagens de objetos que enviem luz até eles.

Se uma fonte pontual de luz for posicionada em frente a um espelho plano, muitos dos raios emitidos pela fonte incidirão no espelho e serão refletidos por ele. Representando apenas alguns dos muitos raios de luz emitidos pela fonte, verificamos que o prolongamento dos raios refletidos pelo espelho se encontram em um ponto atrás do espelho. No ponto em que os prolongamentos dos raios refletidos por um espelho se encontram forma-se a imagem virtual da fonte refletida pelo espelho.

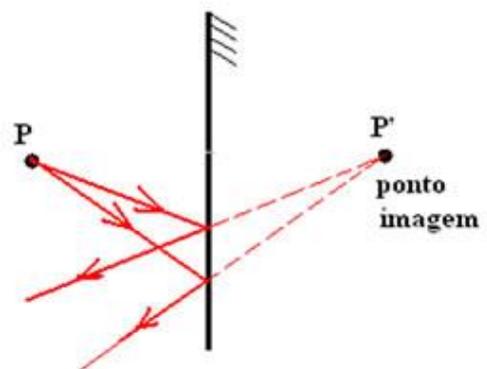
As imagens formadas pelos espelhos planos apresentam algumas características em comum, independentemente dos corpos que geraram essas imagens; elas são **virtuais**, possuem o **mesmo tamanho** dos corpos que a geraram, encontram-se a uma distância do espelho que é **igual** a distância entre o espelho e o corpo que a gerou e apresentam uma **inversão lateral** em relação ao objeto.



#### Exercícios

1. (G1 - IFSP 2017) Durante algum tempo, acreditou-se que o eclipse solar representava a ira dos deuses sobre a humanidade. Hoje, sabe-se que este eclipse é um fenômeno natural no qual a Lua encobre alguns raios provenientes do Sol, causando uma sombra sobre alguns pontos da Terra. Sobre o eclipse solar e a propagação da luz, analise as assertivas abaixo.

- I. A Lua precisa estar na fase cheia para absorver alguns raios vindos do Sol e causar o eclipse na Terra.
- II. A posição dos astros no eclipse solar é: Sol – Lua – Terra.
- III. O princípio da propagação retilínea da luz explica o fenômeno de sombra feito pela Lua sobre a Terra.

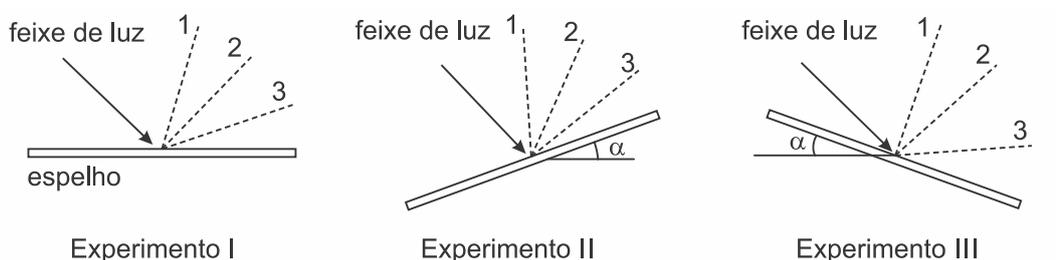


IV. O eclipse solar demonstra a face circular da Terra sobre a Lua.

É correto o que se afirma em

- a) I e II, apenas.
- b) II e III, apenas.
- c) III e IV, apenas.
- d) I, apenas.
- e) III, apenas.

2. (G1 - CFTMG 2017) A figura abaixo mostra uma sequência de experimentos em que um feixe de luz incide sobre um espelho plano. No experimento I, o espelho está na horizontal e, nos experimentos II e III, o espelho é inclinado de um ângulo  $\alpha$ , para esquerda e para a direita, respectivamente. As linhas tracejadas mostram três possíveis trajetórias que o feixe pode seguir, após refletir-se no espelho.



As trajetórias corretas, observadas na sequência dos experimentos I, II e III, após a reflexão, são, respectivamente,

- a) 1, 2 e 3.
- b) 2, 1 e 3.
- c) 2, 3 e 1.
- d) 2, 3 e 2.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Os centros urbanos possuem um problema crônico de aquecimento denominado ilha de calor.

A cor cinza do concreto e a cor vermelha das telhas de barro nos telhados contribuem para esse fenômeno.

O adensamento de edificações em uma cidade implica diretamente no aquecimento. Isso acarreta desperdício de energia, devido ao uso de ar condicionado e ventiladores.

Um estudo realizado por uma ONG aponta que é possível diminuir a temperatura do interior das construções. Para tanto, sugere que todas as edificações pintem seus telhados de cor branca, integrando a campanha chamada “One Degree Less” (“Um grau a menos”).

3. (G1 - CPS 2017) Para justificar a cor proposta pela ONG, o argumento físico é de que a maioria das ondas incidentes presentes na luz branca são

- a) absorvidas pela tinta branca, sendo mantida a energia no telhado.
- b) refletidas pela tinta branca, sendo mantida a energia no telhado.
- c) refletidas pela tinta branca, sendo devolvida a energia para o exterior da construção.
- d) refratadas pela tinta branca, sendo transferida a energia para o interior da construção.
- e) refratadas pela tinta branca, sendo devolvida a energia para o exterior da construção.

4. (G1 - IFSUL 2016) No dia 27 de setembro de 2015, houve o eclipse da superlua. Esse evento é a combinação de dois fenômenos, que são: um eclipse lunar e a superlua. Isso só acontecerá novamente em 2033.

No fenômeno da superlua, o astro fica mais perto da terra e parece até 14% maior, com um brilho extraordinário. Já o fenômeno do eclipse lunar é consequência da \_\_\_\_\_ da luz e ele ocorre totalmente quando a posição relativa dos astros é sol, terra e lua; e esse fenômeno acontece na fase da lua \_\_\_\_\_.

A sequência correta para o preenchimento das lacunas é

- a) propagação retilínea – minguante
- b) reflexão – cheia
- c) propagação retilínea – cheia
- d) dispersão – quarto crescente

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O texto a seguir refere-se à(s) questão(ões) propostas abaixo.



“No dia 20 de dezembro de 2013, a 68ª Sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou o ano de 2015 como o Ano Internacional da Luz e das Tecnologias baseadas em Luz (International Year of Light and Light-based Technologies – IYL 2015).

Ao proclamar um Ano Internacional com foco na ciência óptica e em suas aplicações, as Nações Unidas reconhecem a importância da conscientização mundial sobre como as tecnologias baseadas na luz promovem o desenvolvimento sustentável e fornecem soluções para os desafios mundiais nas áreas de energia, educação, agricultura, comunicação e saúde. A luz exerce um papel essencial no nosso cotidiano e é uma disciplina científica transversal obrigatória para o século XXI. Ela vem revolucionando a medicina, abrindo a comunicação internacional por meio da internet e continua a ser primordial para vincular aspectos culturais, econômicos e políticos da sociedade mundial.”

(<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/ia/about-this-office/prizes-and-celebrations/2015-international-year-of-light/> Acesso em 10 de set. 2015)

5. (G1 - CFTRJ 2016) Em 1672, Isaac Newton publicou um trabalho onde apresentava ideias sobre as cores dos corpos. Passados aproximadamente três séculos e meio, hoje as ideias propostas por ele ainda são aceitas.

Imagine um objeto de cor vermelha quando iluminado pela luz do Sol. Se esse mesmo objeto é colocado em um ambiente iluminado exclusivamente por luz monocromática verde, podemos afirmar que um observador perceberá este objeto como sendo

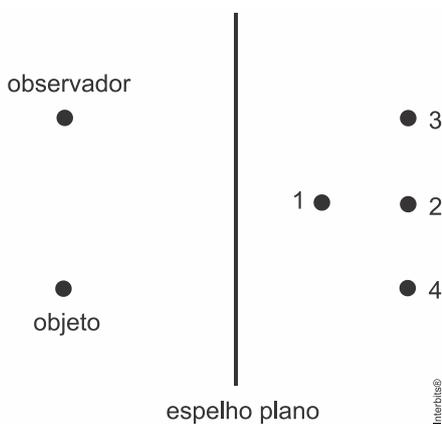
- a) verde, pois é a cor que incidiu sobre o objeto.
- b) vermelho, pois a cor do objeto independe da radiação incidente.
- c) preto, porque o objeto só reflete a cor vermelha.
- d) um tom entre o verde e o vermelho, pois ocorre mistura das cores.

6. (G1 - IFSUL 2015) Uma almofada listrada nas cores vermelha e branca é colocada em uma peça escura e iluminada com luz monocromática azul.

As listras vermelhas e brancas são vistas, respectivamente, como

- a) brancas e pretas.
- b) azuis e pretas.
- c) azuis e brancas.
- d) pretas e azuis.

7. (G1 - CFTMG 2015) Analise o esquema abaixo referente a um espelho plano.



A imagem do objeto que será vista pelo observador localiza-se no ponto

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

8. (G1 - IFSUL 2015) Com base no estudo da Óptica Física, mais especificamente no que se estuda sobre Espelhos, é correto afirmar:

- I. Nos automóveis, os retrovisores, espelhos externos ao lado do motorista e passageiro, são espelhos esféricos convexos, pois eles apresentam maior campo de visão.
- II. Para realizar um exame de canal auditivo, os médicos utilizam um instrumento com um espelho côncavo e uma fonte de luz, o que fará com que a imagem conjugada no instrumento seja aumentada quando a distância entre o canal auditivo e o instrumento for menor que a distância focal do espelho.
- III. Nos espelhos planos, quando um objeto é colocado à sua frente, teremos uma imagem conjugada nesse espelho que será, virtual, direita e de mesmo tamanho do objeto.
- IV. Quando colocamos um objeto entre dois espelhos planos, cujas superfícies refletoras formam entre si um ângulo de  $40^\circ$ , obteremos a formação de 8 imagens.

Estão corretas as afirmativas

- a) I, II e III, apenas.
- b) I, II, III e IV.
- c) II, III e IV, apenas.
- d) I, III e IV, apenas.

9. (G1 - COL. NAVAL 2015) Leia o texto a seguir.

“É impossível para o espelho da alma refletir na imaginação alguma coisa que não esteja diante dele. É impossível que o lago tranquilo mostre em sua profundidade a imagem de qualquer montanha ou o retrato de qualquer árvore ou nuvem que não exista perto do lago. É impossível que a luz projete na terra a sombra de um objeto que não exista. Nada pode ser visto, ouvido ou de outro modo sentido, sem ter essência real..”

(Trecho de “Desabafo de Segunda-Feira” – Raul Seixas)

Com base no texto acima, analise as afirmativas abaixo.

- I. A imagem de um objeto mostrada pelo lago tranquilo é virtual, direita e do mesmo tamanho do objeto.
- II. A sombra de um objeto projetada pela luz, na terra, acontece devido ao princípio da propagação retilínea da luz.
- III. Nada pode ser visto, sem ter essência real. Neste caso, a visão ocorre por causa da refração da luz ao passar pelos objetos reais.
- IV. Ao afirmar que nada pode ser ouvido sem ter essência real, o autor se refere ao som, que é uma onda mecânica capaz de se propagar em todos os meios materiais.
- V. Quanto ao espelho, pode-se dizer que, qualquer um deles (plano ou esférico), sempre produzirá imagens de coisas que estão diante dele.

Assinale a opção correta.

- a) Apenas as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmativas I, III e V são verdadeiras.
- d) Apenas as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- e) Apenas as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.

10. (G1 - IFSC 2014) O trecho a seguir é do poema Rosa de Hiroxima de Vinícius de Moraes e que foi musicado por Gerson Conrad da banda Secos e Molhados.

“(...)  
*A anti-rosa atômica*  
*Sem cor sem perfume*  
*Sem rosa sem nada.*”

No trecho do poema a citação “... *Sem cor...*” nos leva a fazer o seguinte questionamento: O que define a cor de um objeto?

Assinale a alternativa que contém a resposta CORRETA para essa pergunta.

- a) Depende somente da cor de luz incidente sobre a superfície do objeto.
- b) Depende da interação da cor de luz incidente e do pigmento existente na superfície do objeto.
- c) Depende somente do pigmento existente na superfície do objeto.
- d) Depende somente da composição química do objeto.
- e) Depende do pigmento existente na superfície do objeto e se a superfície é polida ou fosca.

11. (G1 - IFCE 2014) Considere as seguintes afirmativas.

- I. Os meios transparentes são meios em que a luz os percorre em trajetórias bem definidas, ou seja, a luz passa por esses meios regularmente.
- II. Nos meios translúcidos, a luz não se propaga. Esses meios absorvem e refletem essa luz, e a luz absorvida é transformada em outras formas de energia.
- III. Nos meios opacos, a luz não passa por eles com tanta facilidade como nos meios transparentes: sua trajetória não é regular.

É(são) verdadeira(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) I e III.
- e) II e III.

12. (G1 - IFSC 2014) Quando se vai a um shopping, de modo geral percebemos pessoas passeando com suas famílias, também é comum vê-las observando os produtos nas vitrines e muitas vezes elas não observam só os objetos que se encontram em exposição, como também a imagem de si próprias formada pelo vidro. A formação dessa imagem pode ser explicada pela:

- a) reflexão parcial da luz.
- b) reflexão total da luz.
- c) transmissão da luz.
- d) refração da luz.
- e) difração da luz.

13. (G1 - CFTMG 2014) Para descrever a formação de sombras, penumbras e imagens em espelho plano, é necessário que a luz visível tenha como principal característica a

- a) frequência definida.
- b) amplitude constante.
- c) propagação retilínea.
- d) velocidade constante.

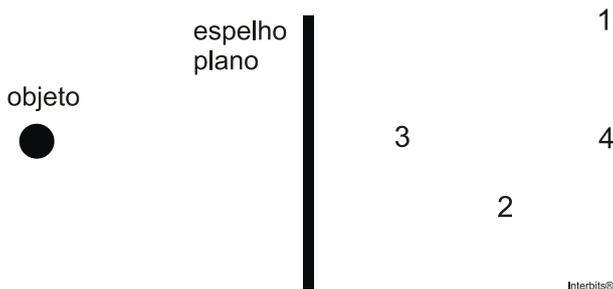
14. (G1 - UTFPR 2014) Sobre fenômenos ópticos, considere as afirmações abaixo.

- I. Se uma vela é colocada na frente de um espelho plano, a imagem dela localiza-se atrás do espelho.
- II. Usando um espelho convexo, você pode ver uma imagem ampliada do seu rosto.
- III. Sempre que um raio luminoso muda de velocidade ao mudar de meio, também ocorre mudança na direção de propagação.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e III.
- e) II e III.

15. (G1 - CFTMG 2013) Diversos tipos de espelhos podem ser utilizados em aparelhos tais como telescópio, binóculos e microscópios. A figura a seguir representa um objeto puntiforme em frente a um espelho plano.



Considerando-se a reflexão da luz nesse espelho proveniente do objeto, sua imagem será formada na região

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.

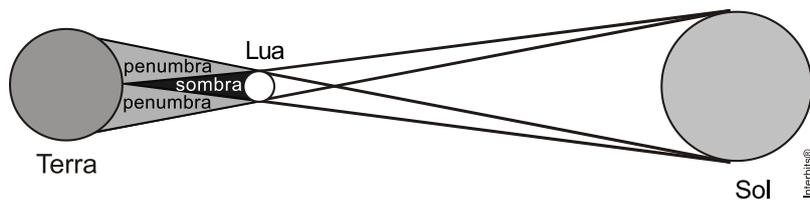
16. (G1 - CFTMG 2012) A formação de sombra de objetos iluminados é uma situação observável e comum em nosso cotidiano. Esse fato explica-se porque a luz

- a) brilha intensamente.
- b) reflete difusamente.
- c) desloca em trajetória retilínea.
- d) propaga com velocidade constante.

17. (G1 - CFTMG 2010) Esta questão refere-se ao texto e à figura que se seguem.

“O eclipse total do Sol, ocorrido em 22 de julho de 2009, pôde ser visto da Índia, Nepal, Butão, centro da China e em várias ilhas do Pacífico. Um eclipse parcial também foi visto no Sudeste asiático e em parte da Oceania; tratou-se da penumbra da Lua. Esse foi e será o eclipse total mais longo, com duração máxima da fase de totalidade de 6 minutos e 43 segundos, acontecido no século XXI.”

Disponível em: <http://www.pt.wikipedia.org>. Acesso em 6 set. 2009. (adaptado)



Durante um eclipse solar, um observador situado na (o) ..... vê .....

A alternativa que completa, corretamente, as lacuna é

- a) cone de penumbra, um eclipse total.
- b) cone de sombra, um eclipse parcial.
- c) região plenamente iluminada da Terra, o Sol.
- d) região de sombra própria da Terra, um eclipse total.

## ELETRICIDADE:

### CARGA ELÉTRICA, TRANSFORMAÇÕES DE ENERGIA EM CIRCUITOS ELÉTRICOS SIMPLES

#### 1. Carga elétrica

A matéria que constitui todos os materiais são constituídas de átomos. Os átomos são constituídos, pela concepção mais clássica, de prótons (P), nêutrons (N) e elétrons (e). Sendo que a **carga elétrica** de cada um é respectivamente positiva, neutra e negativa. Com certos estudos na área de física pode-se provar que a carga elétrica transportada por um próton é a mesma que a de um elétron, que serão diferenciadas apenas pelas cargas de sinais opostos. Por convenção, adotamos a carga do elétron como negativa e a carga do próton como positiva. A carga elétrica do elétron, ou do próton, é chamada de carga elementar e indicada pela letra  $e$ , cujo valor é  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, sendo Coulomb (C) a unidade de carga elétrica no sistema internacional de unidades.

Todos os corpos são constituídos por átomos, consequentemente prótons, elétrons e nêutrons. Então se um corpo está com carga elétrica positiva significa que existe uma falta de elétrons, assim o número de prótons é maior que o número de elétrons, ou seja um número de prótons maior que o número de elétrons. E, se um corpo está com carga elétrica negativa existe um excesso de elétrons, assim o número de prótons é menor que o número de elétrons. Agora, se um corpo está com carga elétrica neutra, o número de prótons é igual ao número de elétrons.

O módulo da carga elétrica pode ser definido como:

$$Q = ne, \quad (7)$$

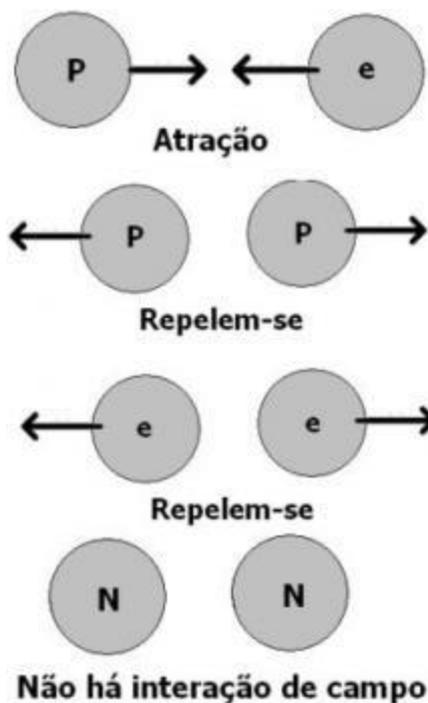
onde  $Q$  é o módulo da carga elétrica,  $n$  é a quantidade de elétrons (em excesso ou em falta) e  $e$  é a carga elétrica elementar,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

#### 2. Processos de eletrização

Considera-se um corpo eletrizado quando este tiver número diferente de prótons e elétrons, ou seja, quando não estiver neutro. O processo de retirar ou acrescentar elétrons a um corpo neutro para que este passe a estar eletrizado denomina-se **eletrização**. Alguns dos processos de eletrização mais comuns são:

##### A) Eletrização por Atrito:

Este processo foi o primeiro de que se tem conhecimento. Foi descoberto por volta do século VI a.C. pelo matemático grego Tales de Mileto, que concluiu que o atrito entre certos materiais era capaz de atrair pequenos pedaços de palha e penas. Posteriormente o estudo de Tales foi expandido, sendo possível comprovar que dois corpos neutros feitos de materiais distintos, quando são atritados entre si, um deles fica eletrizado negativamente (ganha elétrons) e outro positivamente (perde elétrons). Quando há eletrização por atrito, os dois corpos ficam com cargas de módulo igual, porém com sinais opostos. Quando dois corpos são atritados, há uma transferência de elétrons, do corpo que possua menor eletronegatividade, para o de maior.



### B) Eletrização por contato

Outro processo capaz de eletrizar um corpo é feito por contato entre eles. Se dois corpos condutores, sendo pelo menos um deles eletrizado, são postos em contato, a carga elétrica tende a se estabilizar, sendo redistribuída entre os dois, fazendo com que ambos tenham a mesma carga, inclusive com mesmo sinal. O cálculo da carga resultante é dado pela média aritmética entre a carga dos condutores em contato (**válido apenas para corpos iguais – mesmo volume, formato e área superficial**).

Por exemplo:

1. Um corpo condutor A com carga  $Q_1 = +6C$  é posto em contato com outro corpo neutro. Qual é a carga em cada um deles após serem separados?

$$Q' = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = \frac{6C + 0}{2} = +3C$$

2. Um corpo condutor A com carga  $Q_1 = -1C$  é posto em contato com outro corpo condutor B com carga  $Q_2 = +5C$ , após serem separados os dois o corpo A é posto em contato com um terceiro corpo condutor C de carga  $Q_3 = -3C$ , sabendo que os corpos A, B e C são idênticos, qual é a carga em cada um após serem separados?

$$Q' = \frac{Q_A + Q_B}{2} = \frac{-1C + 5C}{2} = +2C$$

Ou seja, neste momento:

$$Q'_A = Q'_B = +2C$$

Após o segundo contato, tem-se:

$$Q'' = \frac{Q'_A + Q_C}{2} = \frac{2C - 3C}{2} = -\frac{1}{2}C$$

E neste momento:

$$Q'' = Q''_A = Q''_C = -\frac{1}{2}C$$

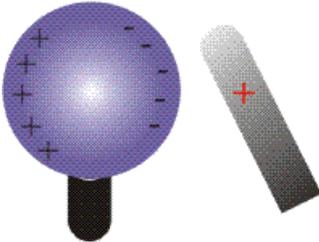
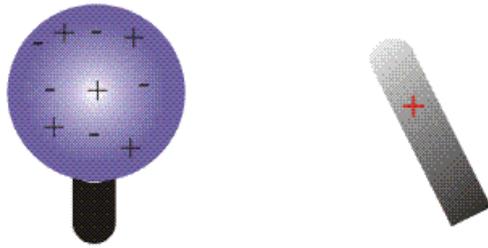
Ou seja, a carga após os contatos no corpo A será  $-\frac{1}{2}C$ , no corpo B será  $-2C$  e no corpo C será  $-\frac{1}{2}C$ .

Um corpo eletrizado em contato com a terra será neutralizado, pois se ele tiver falta de elétrons, estes serão doados pela terra e se tiver excesso de elétrons, estes serão descarregados na terra.

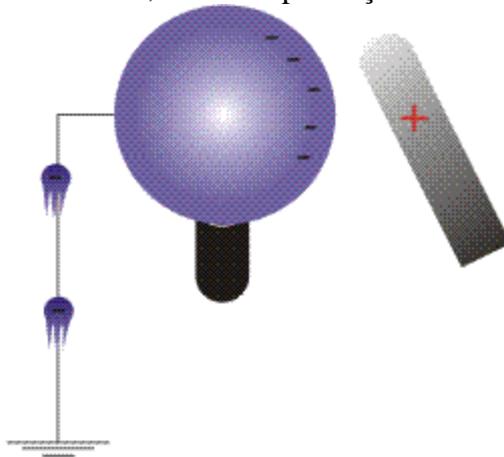
### C) Eletrização por indução eletrostática:

Este processo de eletrização é totalmente baseado no princípio da atração e repulsão, já que a eletrização ocorre apenas com a aproximação de um corpo eletrizado (indutor) a um corpo neutro (induzido). O processo é dividido em três etapas:

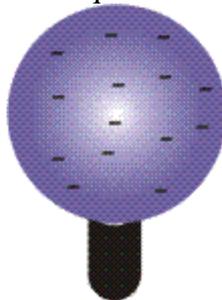
- i) Primeiramente um bastão eletrizado é aproximado de um condutor inicialmente neutro, pelo princípio de atração e repulsão, os elétrons livres do induzido são atraídos/repelidos dependendo do sinal da carga do indutor.



ii) O próximo passo é ligar o induzido à terra, ainda na presença do indutor.



iii) Desliga-se o induzido da terra, fazendo com que sua única carga seja a do sinal oposto ao indutor.



Após pode-se retirar o indutor das proximidades e o induzido estará eletrizado com sinal oposto à carga do indutor e as cargas se distribuem por todo o corpo.

### 3. Corrente Elétrica

Ao se estudarem situações onde as partículas eletricamente carregadas deixam de estar em equilíbrio eletrostático passamos à situação onde há deslocamento destas cargas para um determinada direção e em um sentido, este deslocamento é o que chamamos **corrente elétrica**.

Estas correntes elétricas são responsáveis pela eletricidade considerada utilizável por nós. Normalmente utiliza-se a corrente causada pela movimentação de elétrons em um condutor, mas também é possível haver corrente de íons positivos e negativos (em soluções eletrolíticas ou Ao ligarmos um fio condutor entre dois pontos com diferentes valores de potencial elétrico (como os pólos

de uma pilha) os elétrons livres tendem a se deslocar no sentido do ponto de maior potencial, devido ao fato de terem cargas negativas.

Desta forma cria-se uma corrente elétrica no fio, do positivo para o negativo, e este é chamado **sentido real da corrente elétrica**. Embora seja convencionalizado que a corrente tenha o mesmo sentido do negativo para o positivo, o que não altera em nada a maioria de seus efeitos, e este é chamado o **sentido convencional da corrente**.

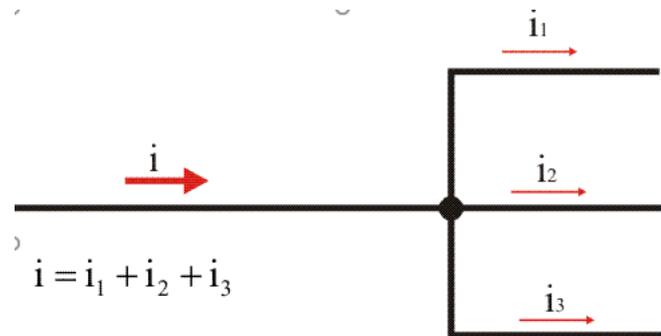
Para calcular a intensidade da corrente elétrica ( $i$ ) na seção transversal de um condutor se considera o módulo da carga que passa por ele em um intervalo de tempo, ou seja:

$$i = \frac{|Q|}{\Delta t}, \quad (8)$$

onde  $|Q|=n e$  e  $\Delta t$  o tempo gasto para a carga percorrer o condutor.

A unidade adotada para a intensidade da corrente no SI é o ampère (**A**), em homenagem ao físico francês Andre Marie Ampère, e designa coulomb por segundo (**C/s**).

Para condutores sem dissipação, a intensidade da corrente elétrica é sempre igual, independentemente de sua seção transversal, esta propriedade é chamada **continuidade da corrente elétrica**. Isto implica que se houver "opções de caminho" em um condutor, como por exemplo, uma bifurcação do fio, a corrente anterior a ela será igual à soma das correntes em cada parte desta bifurcação, ou seja:



#### 4. Resistência Elétrica

Ao aplicar-se uma tensão  $U$ , em um condutor qualquer se estabelece nele uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Para a maior parte dos condutores estas duas grandezas são diretamente proporcionais, ou seja, conforme uma aumenta o mesmo ocorre à outra.

Desta forma:

$$U \propto i$$

$$\frac{U}{i} = \text{constante}$$

A esta constante chama-se **resistência elétrica** do condutor ( $R$ ), que depende de fatores como a natureza do material. Quando esta proporcionalidade é mantida de forma linear, chamamos o condutor de **ôhmico**, tendo seu valor dado por:

$$R = \frac{U}{i}, \quad (9)$$

sendo  $R$  constante, conforme enuncia a 1ª Lei de Ohm: *Para condutores ôhmicos a intensidade da corrente elétrica é diretamente proporcional à tensão (ddp) aplicada em seus terminais.* A resistência elétrica também pode ser caracterizada como a "dificuldade" encontrada para que haja passagem de corrente elétrica por um condutor submetido a uma determinada tensão. No SI a unidade adotada para esta grandeza é o **ohm ( $\Omega$ )**, em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm.

## 5. Geradores de corrente elétrica

A corrente sempre existe enquanto há diferença de potencial entre dois corpos ligados, por um condutor, por exemplo, mas esta tem pequena duração quando estes corpos são eletrizados pelos métodos vistos em eletrostática, pois entram rapidamente em equilíbrio.

A forma encontrada para que haja uma diferença de potencial mais duradoura é a criação de geradores elétricos, que são construídos de modo que haja tensão por um intervalo maior de tempo.

Existem diversos tipos de geradores elétricos, que são caracterizados por seu princípio de funcionamento, alguns deles são:

- Geradores luminosos

São sistemas de geração de energia construídos de modo a transformar energia luminosa em energia elétrica, como por exemplo, as placas solares feitas de um composto de silício que converte a energia luminosa do sol em energia elétrica.

- Geradores mecânicos

São os geradores mais comuns e com maior capacidade de criação de energia. Transformam energia mecânica em energia elétrica, principalmente através de magnetismo. É o caso dos geradores encontrados em usinas hidroelétricas, termoelétricas e termonucleares.

- Geradores químicos

São construídos de forma capaz de converter energia potencial química em energia elétrica (contínua apenas). Este tipo de gerador é muito encontrado como baterias e pilhas.

- Geradores térmicos

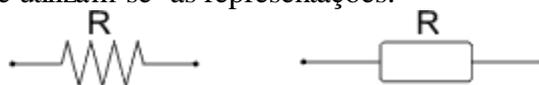
São aqueles capazes de converter energia térmica em energia elétrica, diretamente.

Quando associados dois, ou mais geradores como pilhas, por exemplo, a tensão e a corrente se comportam da mesma forma como nas associações de resistores, ou seja:

- Associação em série: corrente nominal e tensão é somada.
- Associação em paralelo: corrente é somada e tensão nominal.

## 6. Resistores

São peças utilizadas em circuitos elétricos que tem como principal função converter energia elétrica em energia térmica, ou seja, são usados como aquecedores ou como dissipadores de eletricidade. Alguns exemplos de resistores utilizados no nosso cotidiano são: o filamento de uma lâmpada incandescente, o aquecedor de um chuveiro elétrico, os filamentos que são aquecidos em uma estufa, entre outros. Em circuitos elétricos teóricos costuma-se considerar toda a resistência encontrada proveniente de resistores, ou seja, são consideradas as ligações entre eles como condutores ideais (que não apresentam resistência), e utilizam-se as representações:

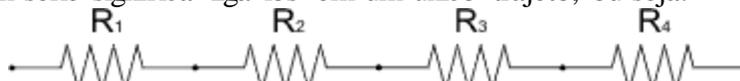


- Associação de Resistores

Em um circuito é possível organizar conjuntos de resistores interligados, chamada associação de resistores. O comportamento desta associação varia conforme a ligação entre os resistores, sendo seus possíveis tipos: **em série**, **em paralelo** e **mista**.

## A) Associação em Série

Associar resistores em série significa ligá-los em um único trajeto, ou seja:



Como existe apenas um caminho para a passagem da corrente elétrica esta é mantida por toda a extensão do circuito. Já a diferença de potencial entre cada resistor irá variar conforme a resistência deste, para que seja obedecida a 1ª Lei de Ohm, assim:

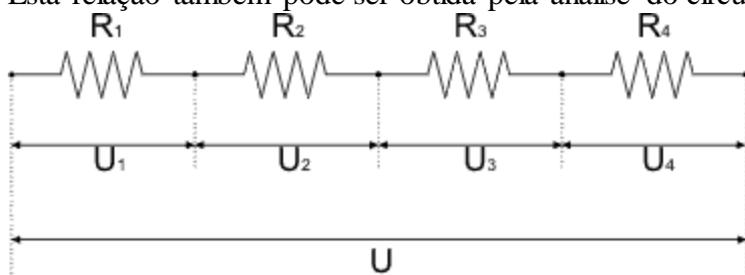
$$U_1 = R_1 \cdot i$$

$$U_2 = R_2 \cdot i$$

$$U_3 = R_3 \cdot i$$

$$U_4 = R_4 \cdot i$$

Esta relação também pode ser obtida pela análise do circuito:



Sendo assim a diferença de potencial entre os pontos inicial e final do circuito é igual à:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$U = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i + \dots + R_n \cdot i$$

Analisando esta expressão, já que a tensão total e a intensidade da corrente são mantidas, é possível concluir que a resistência total é:

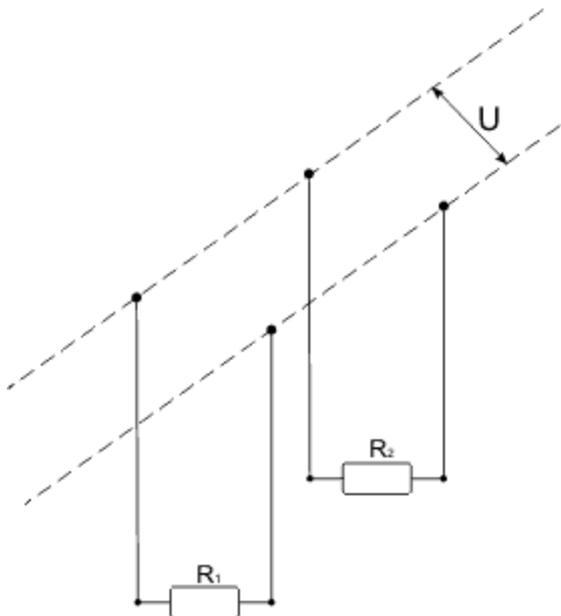
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Ou seja, um modo de se resumir e lembrar-se das propriedades de um circuito em série é:

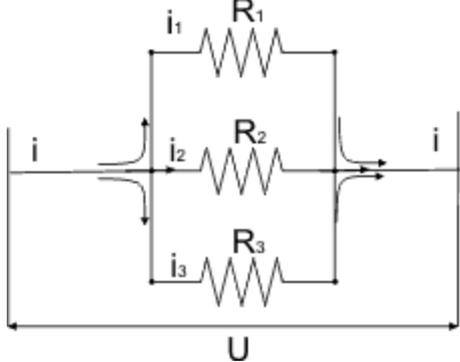
Tensão (ddp) ( <b>U</b> )	se divide
Intensidade da corrente ( <b>i</b> )	se conserva
Resistência total ( <b>R</b> )	soma algébrica das resistências em cada resistor.

## B) Associação em Paralelo:

Ligar um resistor em paralelo significa basicamente dividir a mesma fonte de corrente, de modo que a ddp em cada ponto seja conservada. Ou seja:



Usualmente as ligações em paralelo são representadas por:



Como mostra a figura, a intensidade total de corrente do circuito é igual à soma das intensidades medidas sobre cada resistor, ou seja:

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

Pela 1ª lei de ohm:

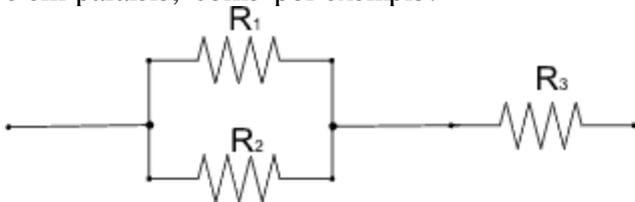
$$i = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots + \frac{U}{R_n}$$

E por esta expressão, já que a intensidade da corrente e a tensão são mantidas, podemos concluir que a resistência total em um circuito em paralelo é dada por:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

### C) Associação Mista:

Uma associação mista consiste em uma combinação, em um mesmo circuito, de associações em série e em paralelo, como por exemplo:



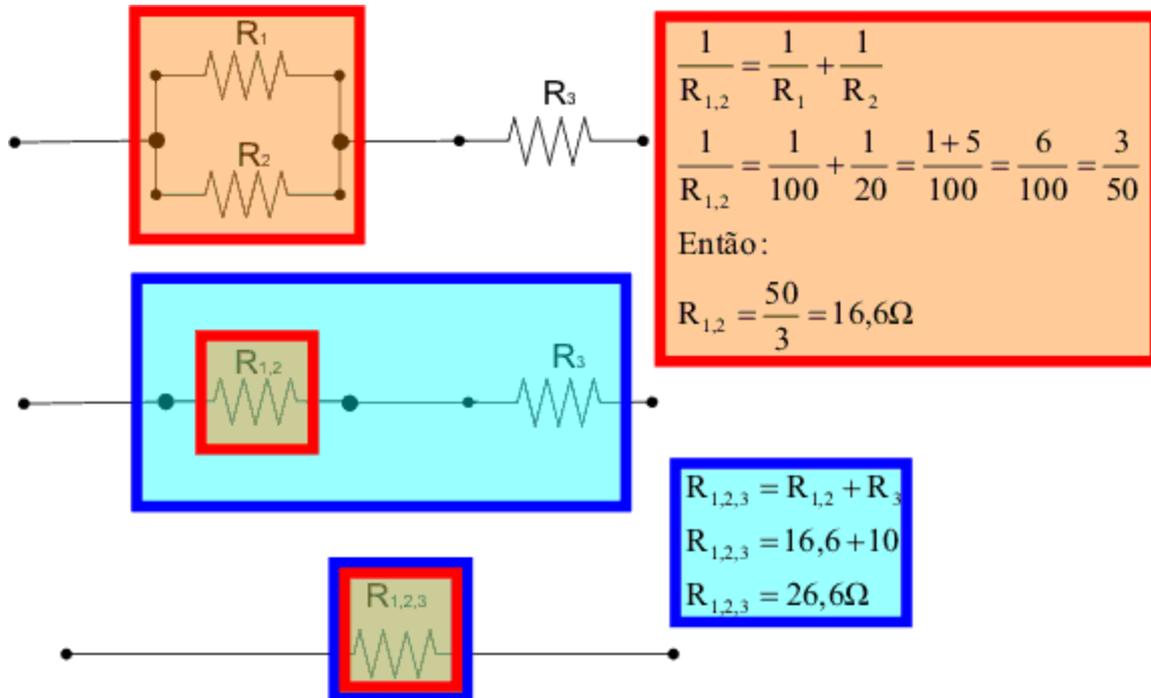
Em cada parte do circuito, a tensão (U) e intensidade da corrente serão calculadas com base no que se conhece sobre circuitos série e paralelos, e para facilitar estes cálculos pode-se reduzir ou redesenhar os circuitos, utilizando resistores resultantes para cada parte, ou seja:

Sendo:

$$R_1 = 100\Omega$$

$$R_2 = 20\Omega$$

$$R_3 = 10\Omega$$



## 7. Efeito Joule

A corrente elétrica é resultado de movimentação de ânions, cátions ou elétrons livres, como já vimos. Ao existir corrente elétrica as partículas que estão em movimento acabam colidindo com as outras partes do condutor que se encontra em repouso, causando uma excitação que por sua vez irá gerar um efeito de aquecimento. A este efeito dá-se o nome efeito Joule.

## 8. Potência Elétrica

A potência elétrica dissipada por um condutor é definida como a quantidade de energia térmica que passa por ele durante uma quantidade de tempo.

$$Pot = \frac{E}{\Delta t} \quad (10)$$

A unidade utilizada para energia é o watt (**W**), que designa joule por segundo (J/s)

A potência de geração de energia em um gerador é dada por:

$$Pot = U \cdot i \quad (11)$$

Por exemplo:

Qual a corrente que passa em uma lâmpada de 60W em uma cidade onde a tensão na rede elétrica é de 220V?

$$\text{Pot} = U \cdot i$$

$$i = \frac{\text{Pot}}{U} = \frac{60}{220} = 0,27\text{A} = 270\text{mA}$$

Ou ainda, podemos determinar a potência dissipada por efeito Joule em um resistor por:

$$\text{Pot} = Ri^2, \quad (12)$$

Ou

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R}, \quad (9)$$

Então se utilizando do exemplo anterior, qual a resistência do filamento interno da lâmpada?

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \frac{U^2}{\text{Pot}} = \frac{(220)^2}{60} \cong 806\Omega$$

## 9. Consumo de energia elétrica

Cada aparelho que utiliza a eletricidade para funcionar, como por exemplo, o computador de onde você lê esse texto, consome uma quantidade de energia elétrica. Para calcular este consumo basta sabermos a potência do aparelho e o tempo de utilização dele, por exemplo, se quisermos saber quanta energia gasta um chuveiro de 5500W ligado durante 15 minutos, seu consumo de energia será:

$$E = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$\text{Pot} = 5500\text{W}$$

$$\Delta t = 15\text{min} = 900\text{s}$$

$$E = 5500 \cdot 900 = 4950000\text{J}$$

Mas este cálculo nos mostra que o joule (J) não é uma unidade eficiente neste caso, já que o cálculo acima se refere a apenas um banho de 15 minutos, imagine o consumo deste chuveiro em uma casa com 4 moradores que tomam banho de 15 minutos todos os dias no mês.

Para que a energia gasta seja compreendida de uma forma mais prática podemos definir outra unidade de medida, que embora não seja adotada no SI, é mais conveniente. Essa unidade é o **quilowatt-hora (kWh)**.

Para calcularmos o consumo do chuveiro do exemplo anterior nesta unidade consideremos sua potência em kW e o tempo de uso em horas, então teremos:

$$E = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$\text{Pot} = 5500\text{W} = 5,5\text{kW}$$

$$\Delta t = 15\text{min} = 0,25\text{h}$$

$$E = 5,5 \cdot 0,25 = 1,375\text{kWh}$$

O mais interessante em adotar esta unidade é que, se soubermos o preço cobrado por kWh, podemos calcular quanto será gasta em dinheiro por este consumo.

Por exemplo:

Considere que em sua cidade a companhia de energia elétrica tenha um tarifa de 0,300710 R\$/kWh, então o consumo do chuveiro elétrico de 5500W ligado durante 15 minutos será:

$$\text{Custo} = \text{tarifa} \cdot E_{\text{consumida}}$$

$$\text{Custo} = 0,300710 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \cdot 1,375\text{kWh}$$

$$\text{Custo} = 0,41\text{R\$}$$

Se considerarmos o caso da família de 4 pessoas que utiliza o chuveiro diariamente durante 15 minutos, o custo mensal da energia gasta por ele será:

$$E = 5,5 \cdot 0,25 \cdot 4 \cdot 30$$

$$E = 165\text{kWh}$$

$$\text{Custo} = \text{tarifa} \cdot E_{\text{consumida}}$$

$$\text{Custo} = 0,300710 \frac{\text{R\$}}{\text{kWh}} \cdot 165\text{kWh}$$

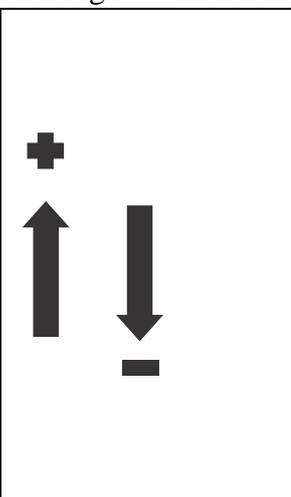
$$\text{Custo} = 49,61\text{R\$}$$

## Exercícios

1. (G1 - IFCE 2016) Dois corpos A e B de materiais diferentes, inicialmente neutros e isolados de outros corpos, são atritados entre si. Após o atrito, observamos que
- um fica eletrizado negativamente e o outro, positivamente.
  - um fica eletrizado positivamente e o outro continua neutro.
  - um fica eletrizado negativamente e o outro continua neutro.
  - ambos ficam eletrizados negativamente.
  - ambos ficam eletrizados positivamente.

2. (G1 - IFSP 2016) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.

Pele de coelho
Vidro
Cabelo humano
Mica
Lã
Pele de gato
Seda
Algodão
Âmbar
Ebonite
Poliéster
Isopor
Plástico



Através dessa série é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente.

O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:

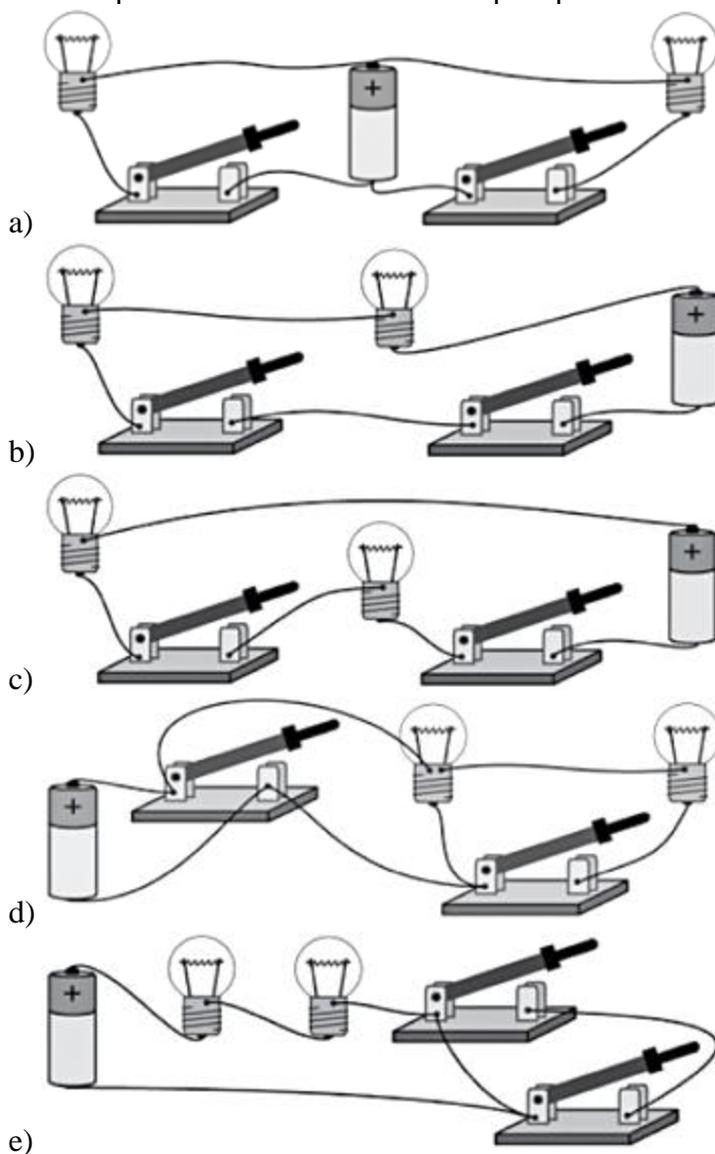
- positivamente, pois ganhou prótons.
- positivamente, pois perdeu elétrons.
- negativamente, pois ganhou elétrons.
- negativamente, pois perdeu prótons.
- com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado.

3. (G1 - CPS 2016) Tendo em vista a grande dificuldade em armazenar energia elétrica, a invenção da pilha representou um marco histórico importante.

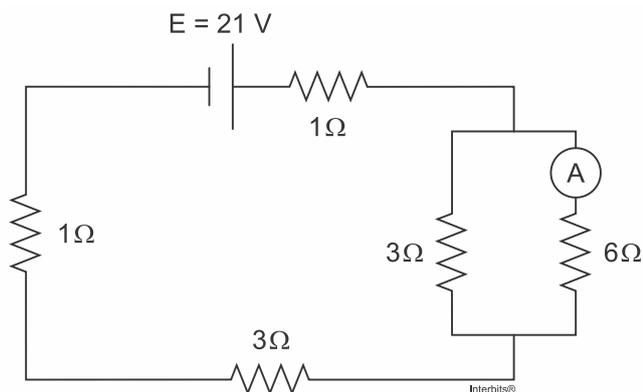
Para demonstrar a versatilidade da pilha em circuitos elétricos fechados, um professor elaborou uma experiência usando uma pilha, duas chaves, duas lâmpadas e alguns pedaços de fio, construindo um circuito elétrico capaz de atender, em momentos distintos, as seguintes funções:

- I. acender as duas lâmpadas ao mesmo tempo;
- II. acender apenas uma lâmpada e manter, ao mesmo tempo, a outra apagada, podendo esta ação ser feita para ambas as lâmpadas;
- III. manter apagadas as duas lâmpadas.

Sabendo que as tensões e correntes obtidas no circuito construído eram suficientes para que as lâmpadas se acendessem sem se queimarem, assinale a alternativa que contenha o esquema que corresponde ao circuito construído pelo professor.



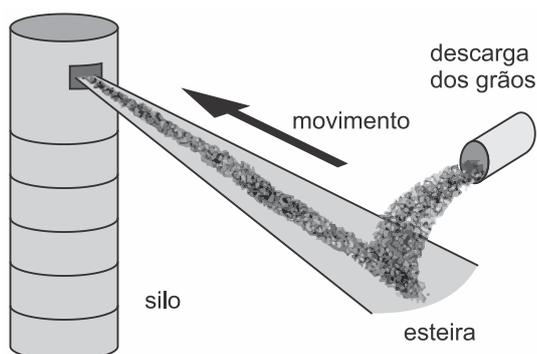
4. (G1 - IFPE 2016) O circuito elétrico representado no diagrama abaixo contém um gerador ideal de 21 Volts com resistência interna desprezível alimentando cinco resistores.



Qual o valor da medida da intensidade da corrente elétrica, expressa em amperes, que percorre o amperímetro A conectado ao circuito elétrico representado?

- a) 0,5 A
- b) 1,0 A
- c) 1,5 A
- d) 2,0 A
- e) 2,5 A

5. (G1 - CPS 2015) O transporte de grãos para o interior dos silos de armazenagem ocorre com o auxílio de esteiras de borracha, conforme mostra a figura, e requer alguns cuidados, pois os grãos, ao caírem sobre a esteira com velocidade diferente dela, até assimilarem a nova velocidade, sofrem escorregamentos, eletrizando a esteira e os próprios grãos. Essa eletrização pode provocar faíscas que, no ambiente repleto de fragmentos de grãos suspensos no ar, pode acarretar incêndios.



Nesse processo de eletrização, os grãos e a esteira ficam carregados com cargas elétricas de sinais

- a) iguais, eletrizados por atrito.
- b) iguais, eletrizados por contato.
- c) opostos, eletrizados por atrito.
- d) opostos, eletrizados por contato.
- e) opostos, eletrizados por indução.

6. (G1 - CFTMG 2014) Um corpo A fica eletrizado positivamente quando atritado em um corpo B e, em seguida, são colocados em suportes isolantes. Quando as barras metálicas C e D tocam, respectivamente, A e B, ocorre transferência de

- a) elétrons de C para A e de B para D.
- b) prótons de A para C e de D para B.
- c) elétrons de C para A e prótons de D para B.
- d) prótons de A para C e elétrons de B para D.

7. (G1 - COL. NAVAL 2014) Com relação aos conceitos de eletricidade e magnetismo, coloque V (verdadeiro) ou F (falso) nas afirmativas abaixo e, em seguida, assinale a opção que apresenta a sequência correta.

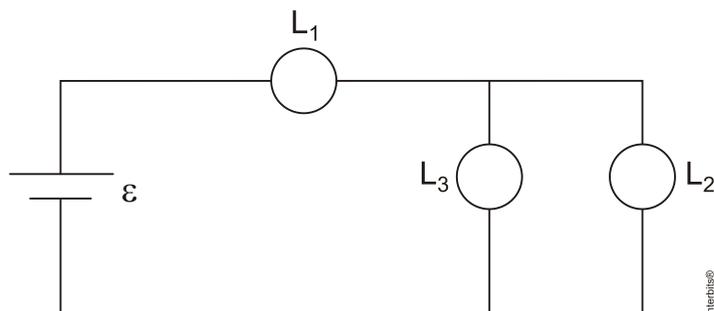
- ( ) Na eletrização por atrito, o corpo que perde elétrons passa a ter mais prótons do que possuía anteriormente e, nesse caso, fica eletrizado com carga positiva.
  - ( ) Condutores são corpos que facilitam a passagem da corrente elétrica, pois possuem uma grande quantidade de elétrons livres.
  - ( ) Um ímã em forma de barra, ao ser cortado ao meio, dá origem a dois novos ímãs, cada um com apenas um polo (norte ou sul).
  - ( ) A bússola magnética, cuja extremidade encarnada é o seu polo norte, aponta para uma direção definida da Terra, próxima ao Polo Norte Geográfico.
  - ( ) Geradores são dispositivos que transformam outras formas de energia em energia elétrica.
  - ( ) O chuveiro elétrico pode ser considerado um resistor, pois transforma energia elétrica em energia exclusivamente térmica.
- a) F – V – F – V – V – V
  - b) F – F – V – V – F – V
  - c) V – F – F – V – V – F
  - d) V – V – V – F – F – F
  - e) F – V – V – F – F – V

8. (G1 - IFSC 2014) Eletrizar um corpo significa deixá-lo com uma diferença entre o número de cargas positivas e negativas. Um corpo carregado positivamente significa que tem mais cargas positivas do que negativas. Um corpo carregado negativamente tem mais cargas negativas do que positivas.

É **CORRETO** afirmar que os três processos de eletrização são:

- a) condução, radiação e convecção.
- b) atrito, contato e condução.
- c) indução, condução e radiação.
- d) atrito, contato e indução.
- e) evaporação, ebulição e calefação.

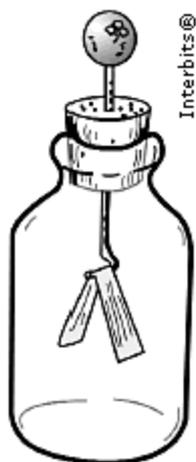
9. (G1 - CFTMG 2014) O circuito elétrico seguinte é constituído por três lâmpadas  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ , que são idênticas, e ligadas a uma bateria  $\varepsilon$ .



Se a lâmpada  $L_3$  repentinamente se queimar, é correto afirmar que

- a)  $L_2$  diminuirá o seu brilho.
- b)  $L_1$  dissipará mais energia.
- c)  $L_2$  dissipará menos energia.
- d)  $L_1$  terá o mesmo brilho de  $L_2$ .

10. (G1 - CFTMG 2011) O eletroscópio da figura, eletrizado com carga desconhecida, consiste de uma esfera metálica ligada, através de uma haste condutora, a duas folhas metálicas e delgadas. Esse conjunto encontra-se isolado por uma rolha de cortiça presa ao gargalo de uma garrafa de vidro transparente, como mostra a figura.



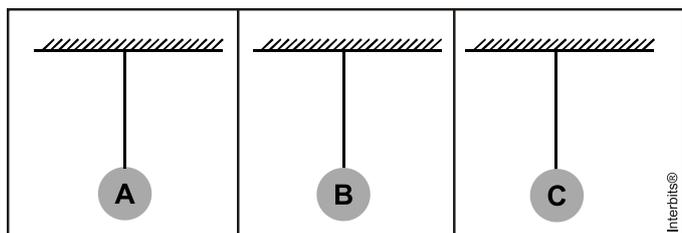
Sobre esse dispositivo, afirma-se:

- I. As folhas movem-se quando um corpo neutro é aproximado da esfera sem tocá-la.
- II. O vidro que envolve as folhas delgadas funciona como uma blindagem eletrostática.
- III. A esfera e as lâminas estão eletrizadas com carga de mesmo sinal e a haste está neutra.
- IV. As folhas abrem-se ainda mais quando um objeto, de mesma carga do eletroscópio, aproxima-se da esfera sem tocá-la.

Estão corretas apenas as afirmativas

- a) I e II.
- b) I e IV.
- c) II e III.
- d) III e IV.

11. (G1 - CFTMG 2010) Três esferas idênticas, **A**, **B** e **C**, encontram-se separadas e suspensas por fios isolantes conforme ilustração.



As seguintes ações e observações são, então, realizadas:

Ações	Observações
Aproxima-se A de B	
Aproxima-se B de C	

Das possibilidades apresentadas na tabela seguinte,

Possibilidades	Cargas Das Esferas		
	A	B	C
1ª	+	+	0
2ª	0	0	+
3ª	-	-	0
4ª	-	+	-

aquelas que estão em conformidade com as observações são

- a) 1ª e 2ª.
- b) 1ª e 3ª.
- c) 2ª e 4ª.
- d) 3ª e 4ª.

12. (G1 - CFTMG 2008) A FIG. 1 representa uma associação de resistências idênticas e a FIG. 2, uma bateria e fios de ligação.

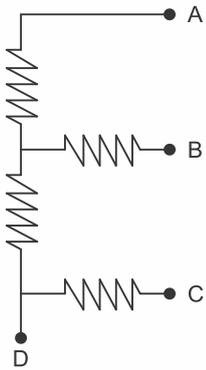


FIG. 1

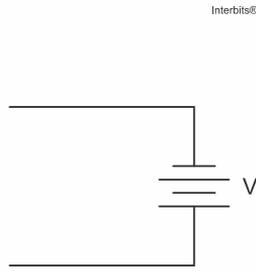


FIG. 2

Para se obter o maior valor de corrente elétrica, os fios devem ser ligados nos pontos

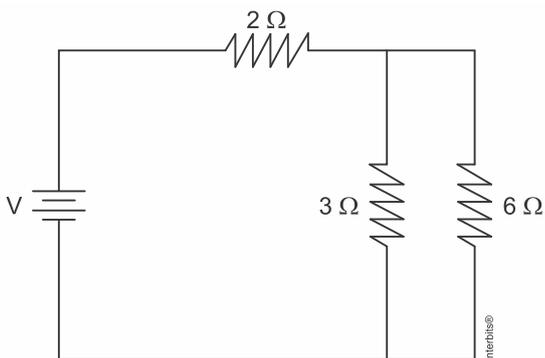
- a) A e B.
- b) A e D.
- c) B e C.
- d) C e D.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Consulte os dados a seguir, para resolver as questões, quando for necessário.

- aceleração da gravidade:  $g = 10\text{m/s}^2$ .
- densidade da água:  $1,0\text{g/cm}^3$ .
- densidade da madeira:  $0,80\text{g/cm}^3$ .

13. (G1 - CFTMG 2008) A figura seguinte representa um circuito elétrico composto por uma fonte ideal e três resistores.



Quando a corrente elétrica que passa no resistor de  $2\Omega$  é de  $6\text{A}$ , a potência dissipada pelo resistor de  $6\Omega$ , em watts, é igual a:

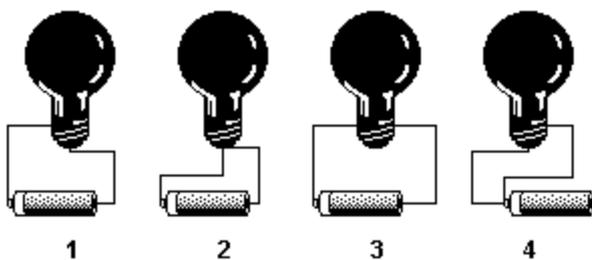
- a) 216.
- b) 96.
- c) 36.
- d) 24.

14. (G1 - CFTMG 2006) O diodo emissor de luz (LED) é um elemento não-ôhmico, que varia sua resistência elétrica com a tensão. Um determinado LED funciona com uma corrente de 50 mA, em uma tensão de 3,0 V. Para que o mesmo tenha um bom desempenho, quando ligado a uma bateria de 12V, deve ser associado em \_\_\_\_\_ a um resistor ôhmico de resistência igual a \_\_\_\_\_ ohms.

A alternativa que completa, corretamente, as lacunas é

- a) série, 300.
- b) série, 180.
- c) paralelo, 180.
- d) paralelo, 300.

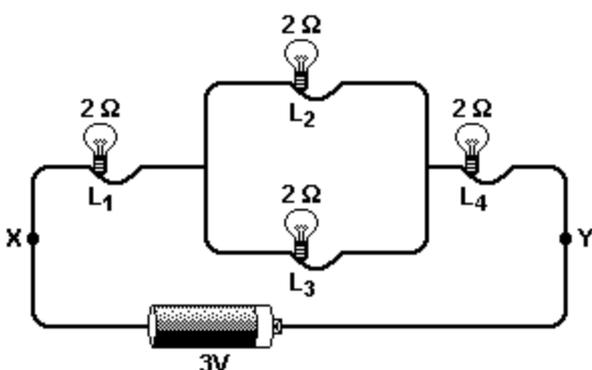
15. (G1 - CFTMG 2006) Um menino resolveu acender uma lâmpada, utilizando dois fios de ligação e uma pilha, conforme as quatro montagens a seguir.



A única ligação na qual a lâmpada acendeu foi a

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

16. (G1 - CFTMG 2005) Considere o circuito a seguir:



É INCORRETO afirmar que queimando a lâmpada

- a)  $L_3$ , a tensão sobre a lâmpada  $L_2$  diminuirá.
- b)  $L_1$ , a tensão entre os pontos X e Y continua igual a 3 V.
- c)  $L_4$ , a intensidade da corrente elétrica na lâmpada  $L_1$  será nula.
- d)  $L_2$ , a intensidade da corrente elétrica na lâmpada  $L_3$  aumentará.