

10. No macaco hidráulico representado na figura a seguir, sabe-se que as áreas das secções transversais dos vasos verticais são  $A_1 = 0,004 \text{ m}^2$  e  $A_2 = 0,04 \text{ m}^2$ . Qual é o peso máximo que o macaco pode levantar, quando fazemos uma força de 50N em  $A_1$ ?

- (A) 50 N
- (B) 100 N
- (C) 200 N
- (D) 400 N
- (E) 500 N



$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \rightarrow \frac{50}{0,004} = \frac{F_2}{0,04} \rightarrow F_2 = 500 \text{ N}$$

**Resposta: E**

• **Questões**

**L1 Q564. UFRGS.** Considere a pressão atmosférica igual a  $10^5 \text{ N/m}^2$  nesta sala (e fora dela) e suponha que a sala se encontre hermeticamente fechada. Se repentinamente ocorresse uma redução de 5% na pressão interna da sala, atuaria de fora para dentro, sobre uma porta de  $2 \text{ m}^2$ , uma força equivalente, aproximadamente, ao peso de uma massa de

- A)  $10^5 \text{ kg}$
- B)  $10^4 \text{ kg}$
- C)  $10^3 \text{ kg}$
- D)  $10^2 \text{ kg}$
- E)  $10 \text{ kg}$



**L1 Q571. UFRGS.** Qual seria a altura da atmosfera terrestre se o ar independentemente da altitude, tivesse sempre a mesma específica de  $1,25 \text{ g/dm}^3$ ? (Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a pressão atmosférica igual a  $10^5 \text{ N/m}^2$ )

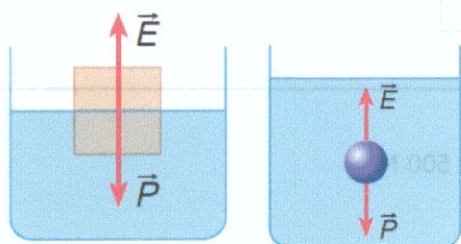
- A) 1250 km
- B) 800 km
- C) 8 km
- D) 1,25 km
- E) 0,8 km



**Parte 8**

**Princípio de Arquimedes**

Um fluido em equilíbrio age sobre um corpo nele imerso (*parcial* ou *totalmente*) com uma força vertical, orientada de baixo para cima, denominada EMPUXO, aplicada no centro de gravidade do volume de fluido deslocado, cuja intensidade é igual ao peso do volume de fluido deslocado.




$P_c = m_c \cdot g = d_c \cdot V_c \cdot g$

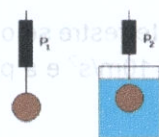
$E = m_L \cdot g = d_L \cdot V_L \cdot g$

$d_c > d_L$	$\xrightarrow{V_L=V_c}$	$P_c > E$	(corpo afunda)
$d_c = d_L$	$\xrightarrow{V_L=V_c}$	$P_c = E$	(equilíbrio no interior do fluido)
$d_c < d_L$	$\xrightarrow{V_L=V_c}$	$P_c < E$	(corpo emergindo)
	$\xrightarrow{V_L < V_c}$	$P_c = E$	(corpo boiando)

**Modelagem**

**11. UFRGS.** Uma esfera maciça de aço está suspensa em um dinamômetro, por meio de um fio de massa desprezível, e todo este aparato está imerso no ar. A esfera, ainda suspensa ao dinamômetro, é então mergulhada completamente num líquido de densidade desconhecida. Nesta situação, a leitura do dinamômetro sofre uma diminuição de 30% em relação à situação inicial. Considerando a densidade do aço igual a 8 g/cm<sup>3</sup>, a densidade do líquido, em g/cm<sup>3</sup>, é aproximadamente





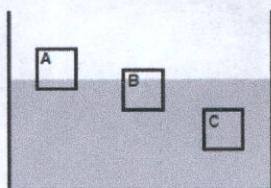
$E = 0,3 \cdot P$   
 $d_L \cdot V_L \cdot g = 0,3 \cdot d_c \cdot V_c \cdot g$   
 $d_L = 0,3 \cdot 8$   
 $d_L = 2,4 \text{ g/cm}^3$

(A) 1,250 km  
 (B) 800 km  
 (C) 8 km  
 (D) 1,25 km  
 (E) 0,8 km

• **Questões**

**L1 Q542.UFRGS.** Na figura abaixo, estão representados três blocos (A, B e C) de mesmas dimensões, que estão em equilíbrio mecânico na água. Os blocos A e B têm, respectivamente,  $\frac{3}{4}$  e  $\frac{1}{4}$  de seus volumes acima da superfície, enquanto o bloco C está totalmente submerso. Considerando que o bloco C tem peso P, os pesos de A e B são, respectivamente,

- A)  $P/4$ ,  $P/4$ .
- B)  $P/4$ ,  $3P/4$ .
- C)  $P/4$ ,  $4P/3$ .
- D)  $3P/4$ ,  $3P/4$ .
- E)  $P$ ,  $P$ .



**L1 Q543. UFRGS.** Uma esfera maciça de aço está suspensa em um dinamômetro, por meio de um fio de massa desprezível, e todo este aparato está imerso no ar. A esfera, ainda suspensa ao dinamômetro, é então mergulhada completamente num líquido de densidade desconhecida. Nesta situação, a leitura do dinamômetro sofre uma diminuição de 30% em relação à situação inicial. Considerando a densidade do aço igual a  $8 \text{ g/cm}^3$ , a densidade do líquido, em  $\text{g/cm}^3$ , é aproximadamente

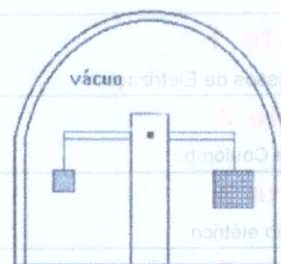
- A) 1,0.
- B) 1,1.
- C) 2,4.
- D) 3,0.
- E) 5,6.



**L1 Q570. UFRGS.** Uma balança de braços iguais encontra-se no interior de uma campânula de vidro, de onde foi retirado o ar. Na extremidade esquerda está suspenso um pequeno cubo de metal, e na extremidade direita está suspenso um cubo maior, de madeira bem leve. No vácuo, a balança está em equilíbrio na posição horizontal, conforme representado na figura.

O que aconteceria com a balança se o ar retornasse para o interior da campânula?

- A) Ela permaneceria na posição horizontal.
- B) Ela oscilaria algumas vezes e voltaria à posição horizontal.
- C) Ela oscilaria indefinidamente em torno da posição horizontal.
- D) Ela acabaria inclinada para a direita.
- E) Ela acabaria inclinada para a esquerda.



**Respostas dos testes para casa**

L1 Q316 – A	L1 Q328 – C	L1 Q362 – C	L1 Q392 – A	L1 Q407 – C
L1 Q422 – D	L1 Q430 – A	L1 Q435 – B	L1 Q451 – E	L1 Q456 – D
L1 Q460 – E	L1 Q500 – E	L1 Q540 – C	L1 Q564 – C	L1 Q571 – C
L1 Q542 – B	L1 Q543 – C	L1 Q570 – E		

# Aula de Revisão 3



## Parte 1

Processos de Eletrizção.

## Parte 2

Lei de Coulomb.

## Parte 3

Campo elétrico.

## Parte 4

Potencial elétrico.

## Parte 5

Intensidade de corrente e Resistência elétricas.

## Parte 6

Efeito Joule.

LI 0407 - C	LI 0393 - A	LI 0361 - C	LI 0328 - C	LI 0316 - A
LI 0456 - D	LI 0451 - E	LI 0415 - B	LI 0430 - A	LI 0423 - D
LI 0271 - C	LI 0264 - C	LI 0240 - C	LI 0200 - E	LI 0460 - E
		LI 0230 - E	LI 0243 - C	LI 0243 - B

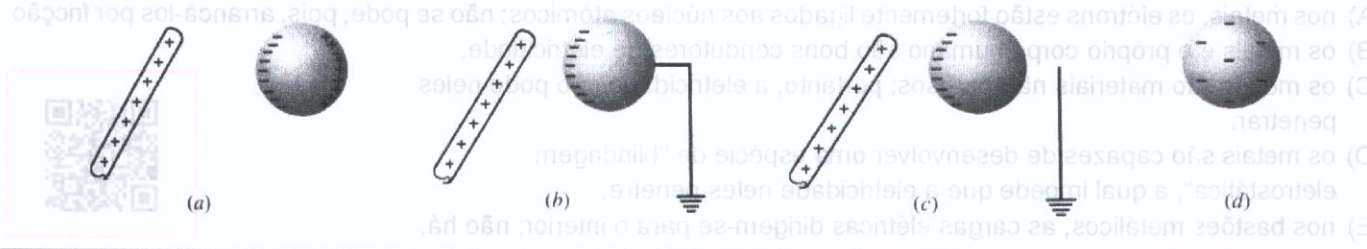
**Parte 1**

**Processos de eletrização**

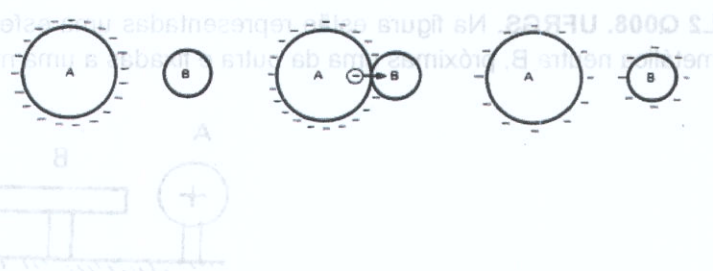
**ATRITO:** Dois corpos de diferentes naturezas inicialmente neutros são atritados, ocorrendo transferência de elétrons durante a fricção. Ao final do processo têm-se os corpos eletrizados com cargas de **sinais opostos e mesmo valor** (ocorre conservação da carga elétrica). Corpos de mesma natureza não se eletrizam por atrito.



**INDUÇÃO:** Tem-se, inicialmente, um corpo inicialmente neutro (*induzido*) e outro eletricamente carregado (*indutor*). O indutor provoca separação de cargas no induzido que troca cargas com a terra ou outro elemento que possibilite isso. Ao final do processo o induzido fica eletrizado com carga de sinal oposto a do indutor e de valor inferior ou no máximo igual. O indutor não altera sua carga durante o processo.



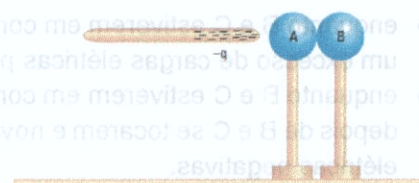
**CONTATO:** Tem-se, inicialmente, um corpo metálico inicialmente neutro e outro, também metálico, eletricamente carregado. Colocando-os em contato, há troca de elétrons que pode ser direto ou através de um fio condutor. Ao final do processo tem-se corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal e para corpos de mesmas dimensões o valor da carga também é o mesmo após o contato, sendo determinado pela razão do somatório das cargas em contato e do número de corpos em contato.



**• Modelagem**

1. A figura a seguir mostra as esferas metálicas, **A** e **B**, montadas em suportes isolantes. Elas estão em contato, de modo a formarem um único condutor descarregado. Um bastão isolante, carregado com carga negativa,  $-q$ , é trazido para perto da esfera **A**, sem tocá-la. Em seguida, com o bastão na mesma posição, as duas esferas são separadas. Sobre a carga final em cada uma das esferas podemos afirmar:

- A) a carga final em cada uma das esferas é nula.
- B) a carga final em cada uma das esferas é negativa.
- C) a carga final em cada uma das esferas é positiva.
- D) a carga final é positiva na esfera **A** e negativa na esfera **B**.
- E) a carga final é negativa na esfera **A** e positiva na esfera **B**.



O bastão carregado negativamente induz carga positiva no hemisfério esquerdo de A e negativa no hemisfério direito de B. Como as esferas são separadas antes do afastamento do bastão, A fica positiva (elétrons em falta) e B negativa (elétrons em excesso).

**Resposta: D**

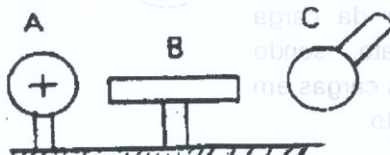
• **Questões**

**L2 Q004. UFRGS.** O método da eletrização por fricção (atrito) foi a primeira maneira descoberta pelo homem para obter corpos carregados eletricamente. O que os experimentadores da época faziam era segurar em suas mãos bastões de diversos materiais e atritá-los com peles de animais. Entretanto, até cerca de 1730, corpos metálicos não podiam ser eletrizados por esse método e eram denominados "não - eletrizáveis". A explicação correta para esse fato é que

- A) nos metais, os elétrons estão fortemente ligados aos núcleos atômicos; não se pode, pois, arrancá-los por fricção.
- B) os metais e o próprio corpo humano são bons condutores de eletricidade.
- C) os metais são materiais não-porosos; portanto, a eletricidade não pode neles penetrar.
- D) os metais são capazes de desenvolver uma espécie de "blindagem eletrostática", a qual impede que a eletricidade neles penetre.
- E) nos bastões metálicos, as cargas elétricas dirigem-se para o interior; não há, pois, como detectá-las a partir da superfície do corpo.



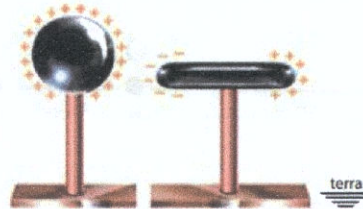
**L2 Q008. UFRGS.** Na figura estão representadas uma esfera condutora A, eletrizada positivamente, e uma barra metálica neutra B, próximas uma da outra e fixadas a uma mesa por meio de hastes isolantes.



Uma segunda esfera C, idêntica à esfera A, porém neutra e munida de um cabo isolante, encontra-se inicialmente muito afastada dos outros dois corpos. A esfera C é, então, aproximada da extremidade direita de B, segura pelo cabo. Pode-se afirmar que

- A) enquanto B e C não se tocarem, haverá um acúmulo de cargas elétricas positivas na extremidade esquerda e de cargas elétricas negativas na extremidade direita de B.
- B) enquanto B e C não se tocarem, haverá um acúmulo de cargas elétricas positivas no hemisfério esquerdo de C.
- C) enquanto B e C estiverem em contato, B apresentará um excesso de cargas elétricas negativas e em C haverá um excesso de cargas elétricas positivas.
- D) enquanto B e C estiverem em contato, a carga elétrica de A será nula.
- E) depois de B e C se tocarem e novamente se separarem, B estará neutra e C apresentará um excesso de cargas elétricas negativas.

**L2 Q020. UNESP.** Indução eletrostática é o fenômeno no qual pode-se provocar a separação de cargas em um corpo neutro pela aproximação de um outro já eletrizado. O condutor que está eletrizado é chamado indutor e o condutor no qual a separação de cargas ocorreu é chamado induzido. A figura mostra uma esfera condutora indutora positivamente eletrizada induzindo a separação de cargas em um condutor inicialmente neutro.



(<http://efisica.if.usp.br>. Adaptado.)

Analisando a figura e sobre o processo de eletrização por indução, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Para eletrizar o corpo neutro por indução, deve-se aproximar o indutor, conectar o induzido à terra, afastar o indutor e, finalmente, cortar o fio terra.
- II. Para eletrizar o corpo neutro por indução, deve-se aproximar o indutor, conectar o induzido à terra, cortar o fio terra e, finalmente, afastar o indutor.
- III. Na situação da figura, a conexão do induzido à terra, com o indutor nas suas proximidades, faz com que prótons do induzido escoem para a terra, por repulsão.
- IV. No final do processo de eletrização por indução, o corpo inicialmente neutro e que sofreu indução, adquire carga de sinal negativo.

Está correto, apenas, o contido em

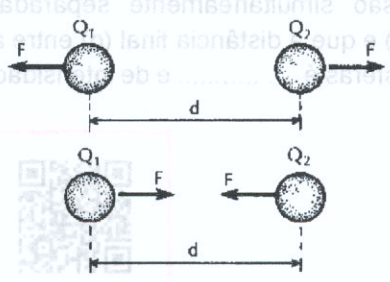
- A) II.
- B) I e III.
- C) I e IV.
- D) II e IV.
- E) II, III e IV.



**Parte 2**      **Lei de Coulomb**

Duas cargas pontuais;  $Q_1$  e  $Q_2$ , separadas por uma distância  $r$ , situadas no vácuo; se atraem ou se repelem com uma força  $\vec{F}$ , cujo módulo é dado por

$$F_{1,2} = F_{2,1} = k_0 \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

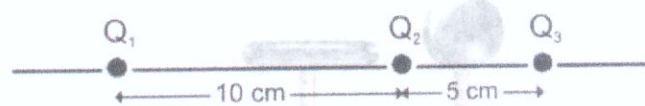


onde  $k_0$  é uma constante, no Sistema Internacional, seu valor no vácuo é  $k_0 = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ . Se estas cargas forem mergulhadas em um meio material, o valor da força entre elas altera-se.

• Atuando mais de uma força sobre a carga:  $\vec{F}_R = \sum \vec{F}_n$

• **Modelagem**

**2. UFRGS.** Três cargas elétricas puntiformes idênticas,  $Q_1$ ,  $Q_2$  e  $Q_3$ , são mantidas fixas em suas posições sobre uma linha reta, conforme indica a figura. Sabendo-se que o módulo da força elétrica exercida por  $Q_1$  sobre  $Q_2$  é de  $4,0 \times 10^{-5}$  N, qual é o módulo da força elétrica resultante sobre  $Q_2$ ?



- A)  $4,0 \times 10^{-5}$  N.
- B)  $8,0 \times 10^{-5}$  N.
- C)  $1,2 \times 10^{-4}$  N.
- D)  $1,6 \times 10^{-4}$  N.
- E)  $2,0 \times 10^{-4}$  N.

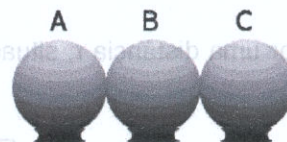
$F_R = 16 \times 10^{-5} - 4 \times 10^{-5}$   
 $F_R = 12 \times 10^{-5}$   
 $F_R = 1,2 \times 10^{-4}$  N

$F \propto 1/d^2$   
 $d/2 \rightarrow 4F$

**Resposta: C**

• **Questões**

**L2 Q032. UFRGS.** Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas no fim do enunciado que segue, na ordem em que aparecem. Três esferas metálicas idênticas, A, B e C, são montadas em suportes isolantes. A esfera A está positivamente carregada com carga  $Q$ , enquanto as esferas B e C estão eletricamente neutras. Colocam-se as esferas B e C em contato uma com a outra e, então, coloca-se a esfera A em contato com a esfera B, conforme representado na figura



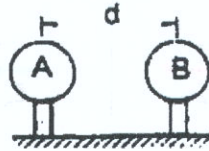
Depois de assim permanecerem por alguns instantes, as três esferas são simultaneamente separadas. Considerando-se que o experimento foi realizado no vácuo ( $k_0 = 9 \times 10^9$  N.m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>) e que a distância final ( $d$ ) entre as esferas A e B é muito maior que seu raio, a força eletrostática entre essas duas esferas é ..... e de intensidade igual a .....

- A) repulsiva --  $k_0 Q^2 / (9d^2)$
- B) atrativa --  $k_0 Q^2 / (9d^2)$
- C) repulsiva --  $k_0 Q^2 / (6d^2)$
- D) atrativa --  $k_0 Q^2 / (4d^2)$
- E) repulsiva --  $k_0 Q^2 / (4d^2)$





**L2 Q041. UFRGS.** Na figura estão representadas duas esferas metálicas idênticas A e B, que podem ser fixadas a uma mesa por meio de hastes isolantes.



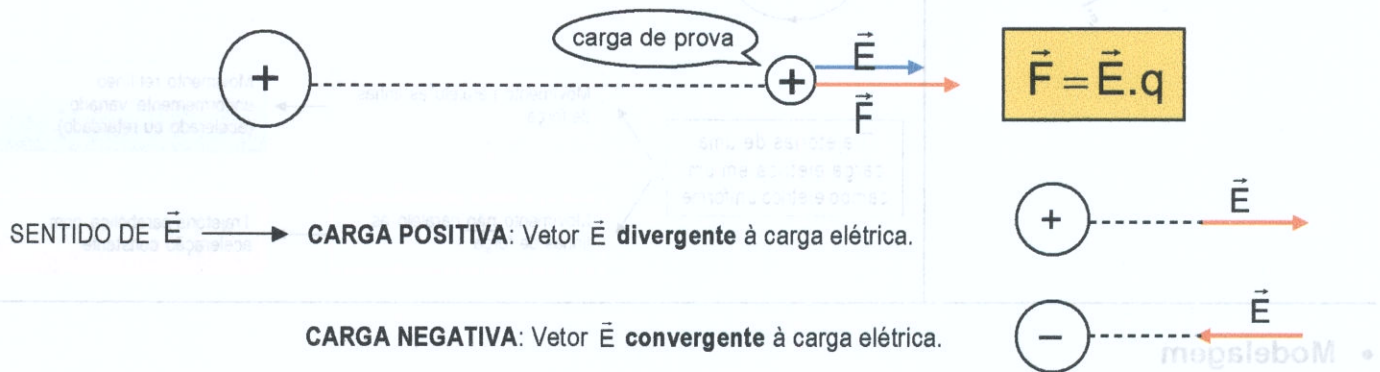
Inicialmente, A e B estão eletrizadas com cargas  $q_A = +2Q$  e  $q_B = -Q$ , respectivamente, e atraem-se com uma força de intensidade igual a  $F$  quando separadas pela distância  $d$ . A seguir, as duas esferas são encostadas uma na outra e novamente separadas pela mesma distância original  $d$ . Concluído esse procedimento, a intensidade da força elétrica entre A e B será igual a

- A)  $F/8$ .
- B)  $F/4$ .
- C)  $F/2$ .
- D)  $F$ .
- E)  $2F$ .

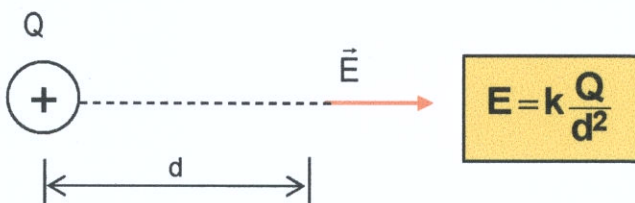


**Parte 3** | **Campo elétrico**

**Campo elétrico** é uma propriedade física estabelecida em todos os pontos do espaço que estão sob influência de uma carga elétrica (carga geradora), tal que uma outra carga (carga de prova ou teste), ao ser colocada em uma desses pontos, fica sujeita a uma força de **atração** ou de **repulsão** exercida pela carga geradora.



• **Campo elétrico criado por carga elétrica puntiforme**

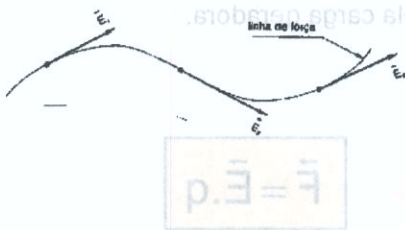


• **Campo elétrico resultante ( $\vec{E}_R$ ):**

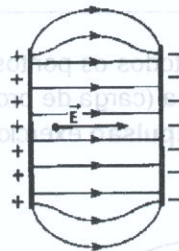


Para cargas puntiformes com mesmos sinais.	Para cargas puntiformes com sinais opostos.
<p>Para termos <math>\vec{E}_R = 0</math> é necessário que exista em um ponto da região onde os vetores <math>\vec{E}</math> tem sentidos opostos:</p> $\vec{E}_1 = \vec{E}_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{d_1^2} = \frac{Q_2}{d_2^2}$	

• **Linhas de força:** São linhas imaginárias traçadas em qualquer região onde exista um campo elétrico. O vetor campo elétrico resultante é tangente a uma linha de força em qualquer um de seus pontos. As linhas de força nascem sempre em cargas positivas e morrem em cargas negativas.



• **Campo elétrico uniforme ( C. E. U. ):** Região compreendida entre duas placas metálicas planas e paralelas entre si, separadas por uma distância muito menor do que suas dimensões. Em qualquer ponto dessa região o vetor campo elétrico é constante. As linhas de força desse campo são retas paralelas entre si, igualmente espaçadas, de mesmo sentido e perpendiculares as placas.



$\vec{E} = \text{constante}$

Trajetórias de uma carga elétrica em um campo elétrico uniforme

Movimento paralelo as linhas de força.

Movimento retilíneo uniformemente variado (acelerado ou retardado)

Movimento **não** paralelo as linhas de força.

Trajetória parabólica com aceleração constante

• **Modelagem**

3. Em um ponto do espaço existe um campo elétrico de intensidade igual a  $5,0 \times 10^7$  N/C apontando para a direita. Colocando-se neste ponto uma carga puntiforme  $q = -5,0 \times 10^{-4}$  C, esta ficará sujeita a uma força de intensidade igual a

- A)  $2,5 \times 10^4$  N para a esquerda.
- B)  $2,5 \times 10^4$  N para a direita.
- C)  $1,0 \times 10^4$  N para a esquerda.
- D)  $1,0 \times 10^4$  N para a direita.
- E)  $1,2 \times 10^4$  N para a direita.



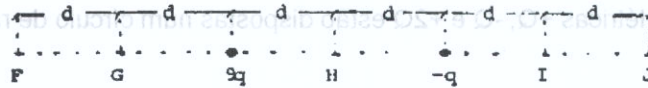
$E = k \frac{Q}{r^2}$



$F = E \cdot q \rightarrow F = E \cdot q = 5,0 \times 10^7 \cdot 5,0 \times 10^{-4} = 2,5 \times 10^4$  N  
Como  $q < 0$ , temos F oposta a E.

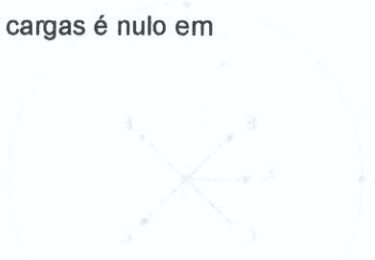
**Resposta: A**

4. PUCRS. A figura abaixo mostra duas cargas elétricas de valor  $9q$  e  $-q$ , afastadas de uma distância  $2d$ .



O campo elétrico resultante criado pelas cargas é nulo em

- A) F
- B) G
- C) H
- D) I
- E) J



O Campo elétrico é nulo sobre o ponto I, um ponto a direita de  $-q$ , onde os vetores gerados são opostos. Como uma das cargas é 9 vezes maior do que a outra, o campo se anula com a distância dessa maior carga sendo o triplo da outra.

**Resposta: D**

5. Uma partícula com massa  $m$  e carga positiva  $q$  encontra-se inicialmente em repouso num campo elétrico uniforme  $\vec{E}$ . Considerando desprezível o peso da partícula, após ela entrar em movimento. Assinale **as corretas**:

- A) Ela se move na direção do campo elétrico, mas no sentido oposto.
- B) Ela possui uma aceleração com módulo igual a  $qE/m$ .
- C) Ela se move descrevendo uma parábola.
- D) Ela descreverá movimento retilíneo uniforme.
- E) A energia cinética da partícula aumentará com o decorrer do tempo.

Uma carga elétrica em um campo elétrico uniforme, desprezando-se o peso da mesma, tem os seguintes movimentos possíveis :

$$v // E \rightarrow \text{MRUV}$$

$$v \text{ não } // E \rightarrow \text{trajetória parabólica}$$

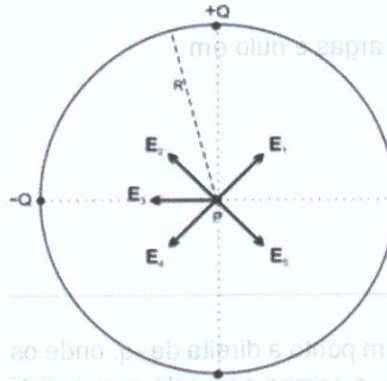
Em qualquer um deles, a velocidade terá seu módulo aumentando ou reduzindo.

Sua aceleração, em ambos os casos é dada por :  $a = \frac{F_R}{m} = \frac{Eq}{m}$

**Resposta: B e E**

• **Questões**

**L2. Q049. UFRGS.** As cargas elétricas  $+Q$ ,  $-Q$  e  $+2Q$  estão dispostas num círculo de raio  $R$ , conforme representado na figura abaixo.



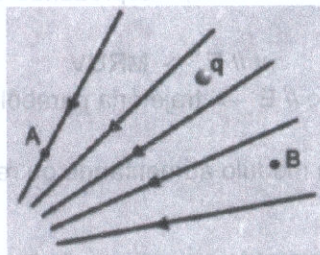
Com base nos dados da figura, é correto afirmar que, o campo elétrico resultante no ponto situado no centro do círculo está representado pelo vetor

- A)  $E_1$ .
- B)  $E_2$ .
- C)  $E_3$ .
- D)  $E_4$ .
- E)  $E_5$ .



**L2 Q070.** A figura mostra as linhas de força de um campo elétrico gerado pela carga de um determinado corpo. A carga  $q$  é positiva.

Em relação ao sentido da força elétrica que atua na carga  $q$ , à intensidade  $E$  do campo elétrico nos pontos A e B e ao sinal da carga do corpo que gerou o campo elétrico, é correto afirmar:



- A) é o mesmo sentido das linhas de força;  $E_A > E_B$ ; a carga do corpo é positiva.
- B) é o sentido oposto ao das linhas de força;  $E_A < E_B$ ; a carga do corpo é negativa.
- C) é o mesmo sentido das linhas de força;  $E_A > E_B$ ; a carga do corpo é negativa.
- D) é o sentido oposto ao das linhas de força;  $E_A < E_B$ ; a carga do corpo é positiva.
- E) é o sentido oposto ao das linhas de força;  $E_A > E_B$ ; a carga do corpo é positiva.



**L2 Q071. UFRGS.** Duas cargas elétricas, A e B, sendo A de  $2 \mu\text{C}$  e B de  $-4 \mu\text{C}$ , encontram-se em um campo elétrico uniforme. Qual das alternativas representa corretamente as forças exercidas sobre as cargas A e B pelo campo elétrico?

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)



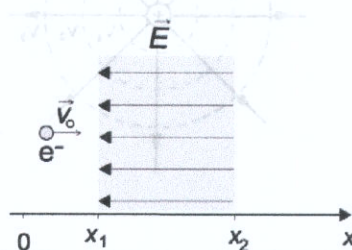
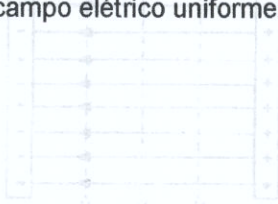
$$V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

**L2 Q064. UFRGS.** Duas grandes placas planas carregadas eletricamente, colocadas uma acima da outra paralelamente ao solo, produzem entre si um campo elétrico que pode ser considerado uniforme. O campo está orientado verticalmente e aponta para baixo. Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo. Uma partícula com carga negativa é lançada horizontalmente na região entre as placas. À medida que a partícula avança, sua trajetória ....., enquanto o módulo de sua velocidade ..... (Considere que os efeitos da força gravitacional e da influência do ar podem ser desprezados.)

- A) se encurva para cima – aumenta
- B) se encurva para cima – diminui
- C) se mantém retilínea – aumenta
- D) se encurva para baixo – aumenta
- E) se encurva para baixo – diminui



**L2 Q077.** Na figura, um elétron desloca-se na direção x, com velocidade inicial  $V_0$ . Entre os pontos  $x_1$  e  $x_2$ , existe um campo elétrico uniforme E, cujas linhas de força também estão representadas na figura.



Despreze o peso do elétron nessa situação. Considerando a situação descrita, assinale a alternativa cujo gráfico melhor descreve o módulo da velocidade do elétron em função de sua posição x

- A)
- B)
- C)
- D)

**Parte 4**      **Potencial elétrico**

• **Diferença de potencial elétrico (voltagem ou tensão ou DDP)** : A diferença de potencial entre dois pontos A e B quaisquer, informa o trabalho realizado pelo campo elétrico (trabalho da força elétrica) para cada unidade de carga elétrica deslocada de um ponto a outro desse campo.

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$

Unidade : [ S. I. ] volt (V) = joule / coulomb (J/C)

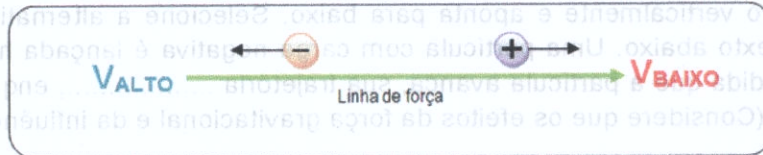
• **DDP em um campo elétrico uniforme**

$$V_{AB} = E \cdot d_{AB}$$

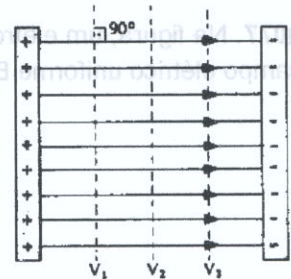
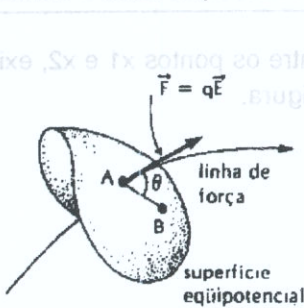
$$F = E \cdot q$$

• **Potencial criado por uma carga puntual**: Seja q carga Q puntual (corpo onde a carga está distribuída com dimensões desprezíveis em relação à distância d), o potencial elétrico V em um ponto P qualquer do campo elétrico pode ser determinado por:

$$\pm V = k \frac{\pm Q}{d}$$



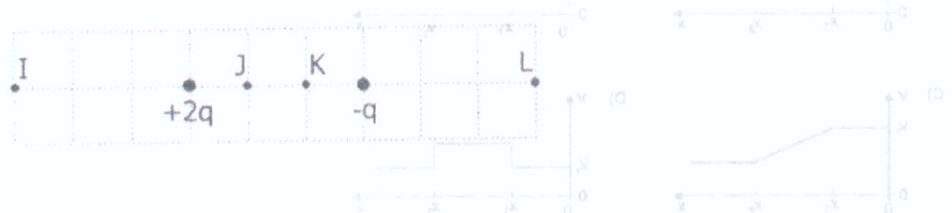
• **Superfícies equipotenciais**: São superfícies que apresentam o mesmo potencial elétrico em todos os seus pontos. O trabalho realizado pelo campo elétrico para deslocar uma carga elétrica entre dois pontos de uma mesma superfície é nulo. Superfícies equipotenciais e linhas de força são perpendiculares entre si.



• **Modelagem**

6. UFRGS. A figura abaixo representa duas cargas elétricas puntiformes, mantidas fixas em suas posições, de valores +2q e -q, sendo q o módulo de uma carga de referência. Considerando-se zero o potencial elétrico no infinito, é correio afirmar que o potencial elétrico criado pelas duas cargas será zero também nos pontos

- A) I e J.
- B) I e K.
- C) I e L.
- D) J e K.
- E) K e L.



Questões

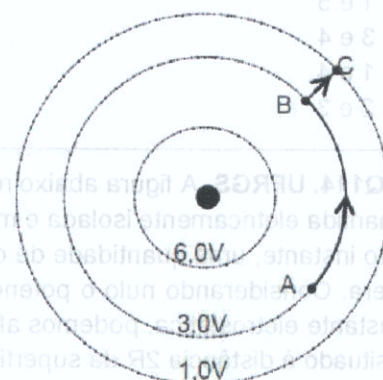
Q125. PUCRS. Uma carga elétrica puntiforme  $Q_1$  está localizada em um ponto P como mostra a figura

$V_1 = V_2$   
 $k \frac{Q_1}{d_1} = k \frac{Q_2}{d_2}$   
 $\frac{2q}{d_1} = \frac{q}{d_2}$   
 $d_1 = 2 \cdot d_2$  (pontos K e L)

Resposta: E

7. PUCRS. A figura a seguir mostra três linhas equipotenciais em torno de uma carga positiva que pode ser considerada puntiforme (as dimensões da carga são muito menores que as distâncias consideradas no problema). O trabalho realizado por uma força externa ao deslocar, com velocidade constante, a carga de prova de  $1,0 \times 10^{-6} \text{C}$  de A até C através do caminho indicado ABC, em joules, é:

- A)  $-5,0 \times 10^{-6}$
- B)  $-3,0 \times 10^{-6}$
- C)  $-2,0 \times 10^{-6}$
- D)  $1,0 \times 10^{-6}$
- E)  $2,0 \times 10^{-6}$



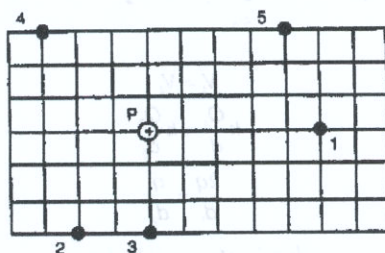
$W_{AC} = V_{AC} \cdot q$   
 $W_{AC} = (3 - 1) \cdot 1 \times 10^{-6}$   
 $W_{AC} = 2 \times 10^{-6} \text{ J}$

$W_{TOTAL} = 0$   
 $W_{F(\text{elétrica})} = W_{F(\text{externa})}$   
 $- 2 \times 10^{-6} \text{ J}$

Resposta: C

• **Questões**

**L2 Q095. PUCRS.** Uma carga elétrica puntual  $Q$  está colocada em um ponto  $P$  como mostra a figura.



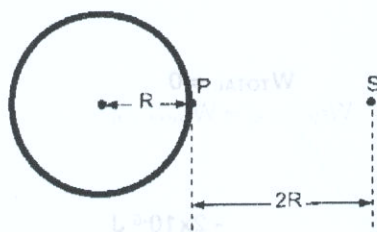
Os pontos que se encontram no mesmo potencial elétrico são respectivamente,

- A) 1 e 2
- B) 1 e 5
- C) 3 e 4
- D) 1 e 4
- E) 2 e 3



**L2 Q114. UFRGS.** A figura abaixo representa uma esfera metálica oca, de raio  $R$  e espessura desprezível. A esfera é mantida eletricamente isolada e muito distante de quaisquer outros objetos, num ambiente onde se fez vácuo. Em certo instante, uma quantidade de carga elétrica negativa, de módulo  $Q$ , é depositada no ponto  $P$  da superfície da esfera. Considerando nulo o potencial elétrico em pontos infinitamente afastados da esfera e designando por  $k$  a constante eletrostática, podemos afirmar que, após terem decorrido alguns segundos, o potencial elétrico no ponto  $S$ , situado à distância  $2R$  da superfície da esfera, é dado por

- A)  $-\frac{kQ}{2R}$
- B)  $-\frac{kQ}{3R}$
- C)  $+\frac{kQ}{3R}$
- D)  $-\frac{kQ}{9R^2}$
- E)  $+\frac{kQ}{9R^2}$



**L2 Q126. PUCRS.** A condução de impulsos nervosos através do corpo humano é baseada na sucessiva polarização e despolarização das membranas das células nervosas. Nesse processo, a tensão elétrica entre as superfícies interna e externa da membrana de um neurônio pode variar de  $-70\text{mV}$  – chamado de potencial de repouso, situação na qual não há passagem de íons através da membrana, até  $+30\text{mV}$  – chamado de potencial de ação, em cuja situação há passagem de íons. A espessura média de uma membrana deste tipo é da ordem de  $1,0 \times 10^{-7}\text{m}$ . Com essas informações, pode-se estimar que os módulos do campo elétrico através das membranas dos neurônios, quando não estão conduzindo impulsos nervosos e quando a condução é máxima, são, respectivamente, em newton/coulomb,

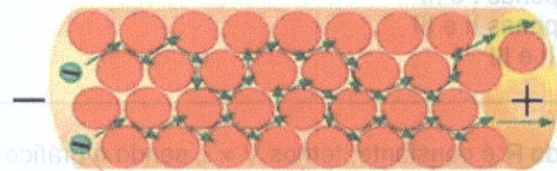
- A)  $7,0 \times 10^5$  e  $3,0 \times 10^5$
- B)  $7,0 \times 10^{-9}$  e  $3,0 \times 10^{-9}$
- C)  $3,0 \times 10^5$  e  $7,0 \times 10^5$
- D)  $3,0 \times 10^8$  e  $7,0 \times 10^8$
- E)  $7,0 \times 10^{-6}$  e  $3,0 \times 10^{-6}$



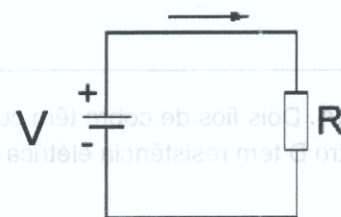


**Parte 5** Corrente e resistência elétrica

• **Resistência elétrica:** É a dificuldade encontrada pelas cargas em se movimentar no condutor devido a colisões efetuadas por essas contra as moléculas que compõe a rede cristalina do fio.



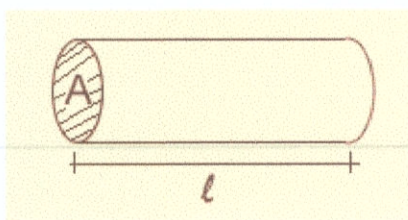
• **1ª Lei de Ohm:** Quando estabelecemos nos extremos de um fio condutor uma diferença de potencial  $V$ , nesse passa a existir uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Se fizermos variar a DDP e observarmos que a intensidade corrente varia em função dessa numa **proporção direta**, sendo constante a temperatura, podemos afirmar que a **resistência elétrica do fio é constante** e dizemos que o **condutor é ôhmico**.



$$\frac{V_1}{i_1} = \frac{V_2}{i_2} = \frac{V_3}{i_3} = \dots = \frac{V_n}{i_n} = \text{constante} = R$$

$$V = R \cdot i$$

• **2ª Lei de Ohm :** Estudo da resistência elétrica  $R$  de um fio condutor cilíndrico em função de seu **comprimento (L)**, sua **área de secção transversal (S)** e do **material** que o constitui, através do **coeficiente de resistividade ( $\rho$ )** - é característico do material, variando em função da temperatura. Seu valor define o material como condutor ou isolante. Para variações de temperatura não excessivas ( $\approx 400^\circ \text{C}$ ) pode-se considerar a variação como linear.

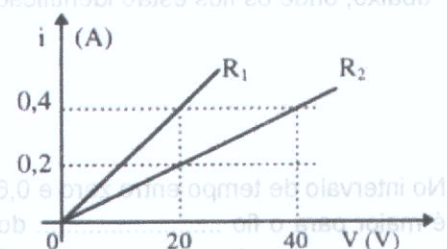


$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Atenção:  $D = 2 \cdot r \rightarrow D \propto r$   
 $S = \pi \cdot r^2 \rightarrow S \propto r^2$

**Modelagem**

8. A corrente elétrica  $i$  em função da diferença de potencial  $V$  aplicada aos extremos de dois resistores,  $R_1$  e  $R_2$ , estão representados no gráfico. Adicionalmente sabe-se que  $R_1$  e  $R_2$  não alteram suas características para valores de diferença de potencial até 100 V. Com base nessas informações, um aluno concluiu que, para valores abaixo de 100 V,



- I - a resistência de cada um dos resistores é constante.
- II - o resistor  $R_1$  tem resistência maior do que o resistor  $R_2$ .
- III - ao ser aplicada uma diferença de potencial de 80 V aos extremos do resistor  $R_2$ , nele passará uma corrente de 0,8 A.

Quais as conclusões que estão corretas?

- A) Apenas I
- B) Apenas II
- C) Apenas I e III
- D) Apenas II e III
- E) I, II e III

Quando R é constante, temos  $V \propto i$ , sendo o gráfico Vxi (ou ixV) uma reta passando pela origem.

Como  $R = \frac{V}{i}$  temos  $R_2 > R_1$ . Não esqueça : no gráfico a curva mais próxima do eixo da V é sempre a maior resistência.

**Resposta: C**

**9. ULBRA.** Dois fios de cobre têm comprimento L e 2L e diâmetros D e 2D, respectivamente. O de comprimento L e diâmetro D tem resistência elétrica  $R = 15\Omega$ . Qual a resistência elétrica, em ohms, do segundo fio ?

- A) 9,0
- B) 8,2
- C) 7,5
- D) 5,5
- E) 3,0

$$V = R \cdot i$$

Como  $R = \rho \frac{L}{S}$  temos :

(não esqueça que  $D = 2 \cdot r$  e  $S = \pi \cdot r^2$ )

$$2.L \rightarrow 2.R$$

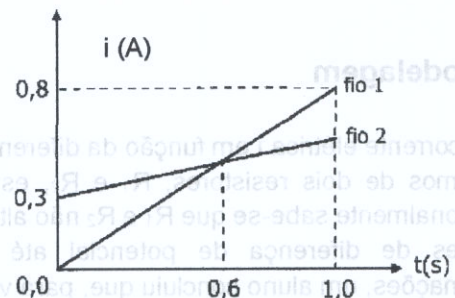
$$2.D \rightarrow 2.r \rightarrow 4.S \rightarrow \frac{R}{4}$$

$$\text{portanto: } 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot R = \frac{R}{2} = 7,5 \Omega$$

**Resposta: C**

**• Questões**

**L2 Q162. UFRGS.** Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que elas aparecem. As correntes elétricas em dois fios condutores variam em função do tempo de acordo com o gráfico mostrado abaixo, onde os fios estão identificados pelos algarismos 1 e 2.



No intervalo de tempo entre zero e 0,6 s, a quantidade de carga elétrica que atravessa uma seção transversal do fio é maior para o fio ..... do que para o outro fio; no intervalo entre 0,6 s e 1,0 s, ela é maior para o fio ..... do que para o outro fio; e no intervalo entre zero e 1,0 s, ela é maior para o fio ..... do que para o outro fio.

- A) 1 - 1 - 2
- B) 1 - 2 - 1
- C) 2 - 1 - 1
- D) 2 - 1 - 2
- E) 2 - 2 - 1



**L2 Q165. PUCRS.** Dois fios metálicos de mesma resistividade elétrica e mesmo comprimento têm diâmetros de 2,0 mm e 4,0 mm. Se aplicarmos a mesma diferença de potencial entre seus extremos, o quociente entre a intensidade de corrente no condutor de maior diâmetro e a intensidade de corrente no condutor de menor diâmetro é

- A) 4
- B) 2
- C) 1
- D)  $\frac{1}{2}$
- E)  $\frac{1}{4}$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$P = R \cdot i^2$$

$$P = V \cdot i$$



**L2 Q185.** Submetem-se dois fios A e B, feitos de um mesmo metal, à mesma tensão elétrica. O comprimento do fio A é o dobro do comprimento do fio B e a área de seção reta de A é igual à metade da seção reta de B. Qual a razão entre as intensidades das correntes elétricas em A e B ( $i_A / i_B$ ) ?

- A) 4
- B) 2
- C) 1
- D)  $\frac{1}{2}$
- E)  $\frac{1}{4}$

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$P = W \cdot t$$

$$W = P \cdot t$$

$$kWh = kW \cdot h = W \cdot h = 10^3 W \cdot h$$

$$E = V \cdot i \cdot t$$

$$E = \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t$$

$$E = R \cdot i^2 \cdot \Delta t$$



10. Podemos estimar o consumo de energia elétrica de uma casa considerando as principais fontes desse consumo. Pense na situação em que apenas os aparelhos que constam da tabela abaixo fossem utilizados diariamente da mesma forma. A tabela fornece a potência e o tempo efetivo de uso diário de cada aparelho doméstico.

Aparelho	Potência (kW)	Tempo de uso diário (horas)
Ar condicionado	1,5	2
Gravador a disco	0,2	1,5
Fritador	0,8	10
Geladeira	0,25	10
Lâmpadas	0,10	5

Supondo que o mês tenha 30 dias e que o custo de 1 kWh é de R\$ 0,40, o consumo de energia elétrica mensal dessa casa, é de aproximadamente

- A) R\$ 135.
- B) R\$ 165.
- C) R\$ 190.
- D) R\$ 210.
- E) R\$ 230.

**Parte 6**

**Efeito Joule**

• **Resistores:** Resistores são dispositivos cuja função **exclusiva** é converter energia elétrica em energia térmica (EFEITO JOULE). Um resistor que obedece à 1ª Lei de Ohm possui resistência elétrica constante e é denominado RESISTOR ÔHMICO.

• **Potência elétrica dissipada - Potência consumida ( P ) :** Informa a quantidade de energia elétrica que o resistor transforma em energia térmica na **unidade de tempo**. Normalmente a potência é característica do aparelho quando submetido a uma DDP apropriada e chamada de **potência nominal**.

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$P = V \cdot i$$

$$P = R \cdot i^2$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Unidades :

[S.I.] watt ( W ) = J/s

[prática] quilowatt ( kW ) =  $10^3$  W

megawatt ( MW ) =  $10^6$  W

• **Energia elétrica dissipada - Energia consumida ( E ) :** Informa a quantidade de energia elétrica transformada em energia térmica ( CALOR ) durante certo **intervalo de tempo qualquer**. A energia consumida depende da utilização do aparelho.

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$E = V \cdot i \cdot \Delta t$$

$$E = R \cdot i^2 \cdot \Delta t$$

$$E = \frac{V^2}{R} \cdot \Delta t$$

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$J = W \cdot s$$

$$Wh = W \cdot h$$

$$kWh = kW \cdot h = Wh \div 10^3$$

• **Modelagem**

10. Podemos estimar o consumo de energia elétrica de uma casa considerando as principais fontes desse consumo. Pense na situação em que apenas os aparelhos que constam da tabela abaixo fossem utilizados diariamente da mesma forma. A tabela fornece a potência e o tempo efetivo de uso diário de cada aparelho doméstico.

Aparelho	Potência (KW)	Tempo de uso diário (horas)
Ar condicionado	1,5	8
Chuveiro elétrico	3,3	1/3
Freezer	0,2	10
Geladeira	0,35	10
Lâmpadas	0,10	6

Supondo que o mês tenha 30 dias e que o custo de 1 kWh é de R\$ 0,40, o consumo de energia elétrica mensal dessa casa, é de aproximadamente

- A) R\$ 135.    B) R\$ 165.    C) R\$ 190.    D) R\$ 210.    E) R\$ 230.

$$E_{Ar} = 1,5 \text{ kW} \cdot 8 \text{ h} = 12 \text{ kWh}$$

$$E_{Chuv} = ,3 \text{ kW} \cdot 1/3 \text{ h} = 1,1 \text{ kWh}$$

$$E_{Fre} = 0,2 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} = 2 \text{ kWh}$$

$$E_{Gel} = 0,35 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} = 3,5 \text{ kWh}$$

$$E_{Lam} = 0,0 \text{ kW} \cdot 6 \text{ h} = 0,6 \text{ kWh}$$

$$\text{TOTAL} = 19,2 \text{ kWh} \times 30 \text{ dias} \times \text{R}\$0,4 = \text{R}\$230,00$$

**Resposta: E**

11. A tabela desta questão mostra alguns dos aparelhos elétricos de uma residência.

Aparelho elétrico	Potência(watt)
Chuveiro	4.400
Ferro de passar roupa	1.000
Lâmpada	60

Em relação à tabela acima, é CORRETO afirmar que

- A) a corrente elétrica no chuveiro é menor que na lâmpada.
- B) a resistência elétrica da lâmpada é maior que a do chuveiro.
- C) a tensão elétrica no ferro elétrico é maior que a da lâmpada.
- D) a potência dissipada pela lâmpada é maior que a do chuveiro.

Como  $P = V \cdot i$  e todos estão ligados na mesma voltagem:  $P_C > P_F > P_L \rightarrow i_C > i_F > i_L$

Como  $P = V^2/R$  e todos estão ligados na mesma voltagem:  $P_C > P_F > P_L \rightarrow R_C < R_F < R_L$

Todos os aparelhos estão ligados na mesma tensão (residencial).

**Resposta: B**

12. Em um apartamento, há um chuveiro elétrico que dissipa 6000 W de potência quando usado com o seletor de temperatura na posição inverno e 4000 W quando usado com o seletor de temperatura na posição verão. O casal que reside nesse apartamento utiliza o chuveiro em média 30 minutos por dia, sempre com o seletor na posição inverno. Assustado com o alto valor da conta de luz, o marido informa a sua esposa que, a partir do dia seguinte, o chuveiro passará a ser utilizado apenas com o seletor na posição verão. Com esse procedimento, num mês de 30 dias, a economia de energia elétrica, em quilowatts-hora, será de:

- A) 10.
- B) 30.
- C) 100.
- D) 8000.
- E) 60000.

$$E = P \cdot \Delta t = 2 \text{ kW} \cdot (0,5 \text{ h} \cdot 30 \text{ dias}) = 30 \text{ kWh}$$

**Resposta: B**

• **Questões**

**L2 Q198. ENEM.** A capacidade de uma bateria com acumuladores, tal como a usada no sistema elétrico de um automóvel, é especificada em ampère-hora (Ah). Uma bateria de 12 V e 100 Ah fornece 12 J para cada coulomb de carga que flui através dela. Se um gerador, de resistência interna desprezível, que fornece uma potência elétrica média igual a 600 W, fosse conectado aos terminais da bateria descrita, quanto tempo ele levaria para recarregá-la completamente?

- A) 0,5 h
- B) 2 h
- C) 12 h
- D) 50 h
- E) 100 h



**L2 Q211. UFRGS.** Para iluminar sua barraca, um grupo de campistas liga uma lâmpada a uma bateria de automóvel. A lâmpada consome uma potência de 6 W quando opera sob uma tensão de 12 V. A bateria traz as seguintes especificações: 12 V, 45 A.h, sendo o último valor a carga máxima que a bateria é capaz de armazenar. Supondo-se que a bateria seja ideal e que esteja com a metade da carga máxima, e admitindo-se que a corrente fornecida por ela se mantenha constante até a carga se esgotar por completo, quantas horas a lâmpada poderá permanecer funcionando continuamente?

- A) 90 h.
- B) 60 h.
- C) 45 h.
- D) 22 h 30 min
- E) 11 h 15 min



**L2 Q215.** Atualmente, a maioria dos aparelhos eletrônicos, mesmo quando desligados, mantêm-se em standby, palavra inglesa que nesse caso significa "pronto para usar". Manter o equipamento nesse modo de operação reduz o tempo necessário para que volte a operar e evita o desgaste provocado nos circuitos internos devido a picos de tensão que aparecem no instante em que é ligado. Em outras palavras, um aparelho nessa condição está sempre parcialmente ligado e, por isso, consome energia. Suponha que uma televisão mantida em standby dissipe uma potência de 12watts e que o custo do quilowatt-hora é R\$0,50. Se ela for mantida em standby durante um ano (adote 1 ano = 8800 horas), o seu consumo de energia será, aproximadamente, de

- A) R\$1,00.
- B) R\$10,00.
- C) R\$25,00.
- D) R\$50,00.
- E) R\$200,00.



**Respostas dos cases**

L2 Q004 - B	L2 Q008 - C	L2 Q020 - D	L2 Q032 - A	L2 Q041 - A
L2 Q049 - B	L2 Q064 - A	L2 Q070 - C	L2 Q071 - B	L2 Q077 - A
L2 Q095 - B	L2 Q114 - B	L2 Q126 - A	L2 Q162 - D	L2 Q165 - A
L2 Q185 - E	L2 Q198 - B	L2 Q211 - C	L2 Q215 - D	

# Aula de Revisão 4



## Parte 1

Associação de Resistores.

## Parte 2

Campo magnético - ímã.

## Parte 3

Campo magnético - corrente elétrica.

## Parte 4

Força magnética - carga.

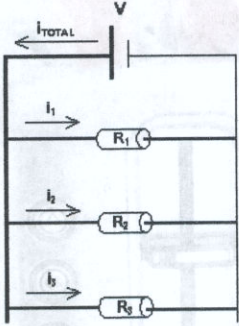
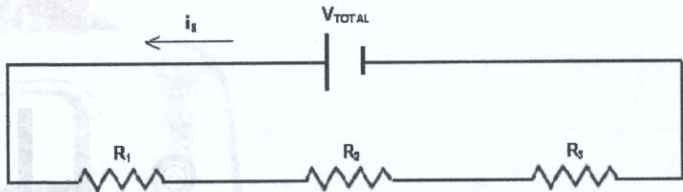
## Parte 5

Força magnética - corrente elétrica.

## Parte 6

Indução eletromagnética.

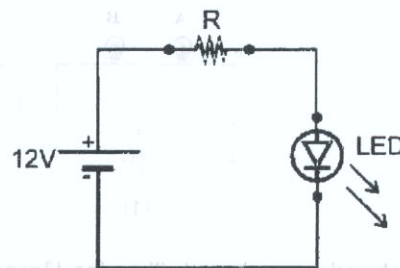
**Parte 1** Associação de resistores

Associação de resistores em paralelo	Associação de resistores em série
<p>Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos terminais, de modo a ficarem submetidos a <u>mesma DDP</u>. Essa ligação é denominada <u>divisor de correntes</u>.</p> 	<p>Vários resistores estão associados em série quando são ligados um após o outro, de modo a serem percorridos por uma <u>corrente de mesma intensidade</u>. Essa ligação é denominada <u>divisor de tensões</u>.</p> 
Diferença de potencial: $V_1 = V_2 = V_3 = V$	Intensidade da corrente elétrica: $i_1 = i_2 = i_3 = i$
<p><b>Intensidade de corrente elétrica</b></p> <p>1) <u>Em cada resistor</u>: <math>i_n = \frac{V}{R_n} \rightarrow i_n \propto \frac{1}{R_n}</math></p> <p>2) <u>Total</u>: <math>i_{TOTAL} = i_1 + i_2 + i_3</math></p>	<p><b>Diferença de potencial</b></p> <p>1) <u>Em cada resistor</u>: <math>V_n = R_n \cdot i \rightarrow V_n \propto R_n</math></p> <p>2) <u>Total</u>: <math>V_{TOTAL} = V_1 + V_2 + V_3</math></p>
<p><b>RESISTOR EQUIVALENTE ( <math>R_E</math> )</b></p> <p>É aquele resistor de resistência <math>R_E</math>, que quando submetido a mesma DDP da associação ( <math>V</math> ) será percorrido por uma corrente de mesma intensidade ( <math>i_{TOTAL}</math> ) daquela que percorre a associação e dissipa a mesma potência da associação.</p> <p style="background-color: yellow; display: inline-block;"><b><math>V_{TOTAL} = R_E \cdot i_{TOTAL}</math></b></p>	
$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$R_E = R_1 + R_2 + R_3$
Associação de resistores em paralelo	Associação de resistores em série
<p><b>Potência dissipada</b></p> <p>1) <u>Em cada resistor</u>:</p> $P_n = V \cdot i_n \quad P_n = R_n \cdot i_n^2 \quad P_n = \frac{V^2}{R_n}$ <p>2) <u>Total</u>: <math>P_{TOTAL} = P_1 + P_2 + P_3</math></p> $P_{TOTAL} = \frac{V^2}{R_E} \quad P_{TOTAL} = V \cdot i_{TOTAL} \quad P_{TOTAL} = R_E \cdot i_{TOTAL}^2$	<p><b>Potência dissipada</b></p> <p>1) <u>Em cada resistor</u>: <math>P_n = V_n \cdot i \quad P_n = R_n \cdot i^2 \quad P_n = \frac{V_n^2}{R_n}</math></p> <p>2) <u>Total</u>: <math>P_{TOTAL} = \frac{V^2}{R_E} \quad P_{TOTAL} = V \cdot i_{TOTAL} \quad P_{TOTAL} = R_E \cdot i_{TOTAL}^2</math></p> $P_{TOTAL} = P_1 + P_2 + P_3$
<b>Menor R → Maior i → Maior P</b>	<b>Menor R → Menor V → Menor P</b>



• **Modelagem**

**1. UFRGS.** Os aparelhos eletrônicos como rádios, televisores e DVD's têm um pequeno ponto de luz (em geral vermelho ou verde) que serve para indicar se o aparelho está ligado ou desligado. Essa luz é emitida por um dispositivo chamado LED (Light Emitting Diode - Diodo Emissor de Luz) quando percorrido por uma corrente de 15 mA e sob uma tensão de 1,5 V entre seus extremos. Para ligar um LED em um painel de carro, alimentado por uma bateria de 12 V, é necessário usar um resistor R em série para diminuir a tensão aplicada no LED, conforme o esquema abaixo. ( 1 mA =  $10^{-3}$  A ). Nessas condições, a resistência desse resistor, em ohms, é :



- A) 700
- B) 7000
- C) 9000
- D) 0,9
- E) 900

$$V_{LED} = R_{LED} \cdot i_{LED}$$

$$1,5 = R_{LED} \cdot 15 \times 10^{-3}$$

$$R_{LED} = 100 \Omega$$

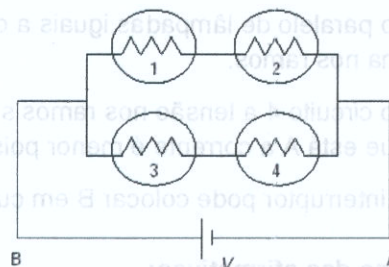
$$V_T = R_e \cdot i_T$$

$$12 = (100 + R) \cdot 15 \times 10^{-3}$$

$$R = 700 \Omega$$

**Resposta: A**

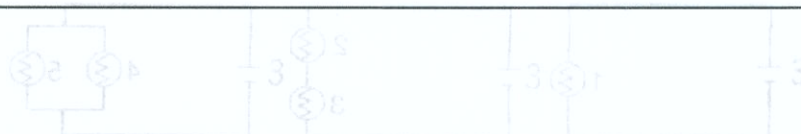
**2.** Quatro lâmpadas idênticas 1, 2, 3 e 4, de mesma resistência R, são conectadas a uma bateria com tensão constante V, como mostra a figura. Se a lâmpada 1 for queimada, então:



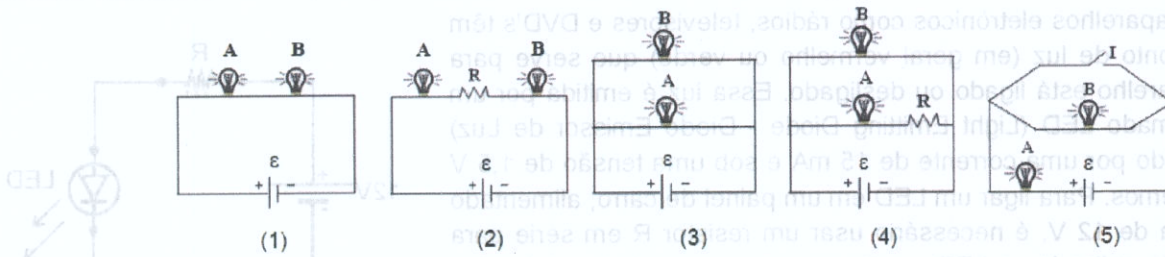
- A) a corrente entre **A** e **B** cai pela metade e o brilho da lâmpada 3 diminui.
- B)
- C) a corrente entre **A** e **B** dobra, mas o brilho da lâmpada 3 permanece constante.
- D) o brilho da lâmpada 3 diminui, pois, a potência drenada da bateria cai pela metade.
- D) a corrente entre **A** e **B** permanece constante, pois a potência drenada da bateria permanece constante.
- E) a corrente entre **A** e **B** e a potência drenada da bateria caem pela metade, mas o brilho da lâmpada 3 permanece constante.

Em uma ligação em paralelo os ramos funcionam de forma independente. Ou seja, qualquer alteração em um dos ramos não afeta o funcionamento no outro, apenas na corrente total (soma da corrente de todos os ramos).

**Resposta: E**



**3. UFSC.** Nos circuitos abaixo, A e B são duas lâmpadas cujos filamentos têm resistências iguais; R é a resistência de outro dispositivo elétrico;  $\epsilon$  é uma bateria de resistência elétrica desprezível; e I é um interruptor aberto.



Sabendo-se que o brilho das lâmpadas cresce quando a intensidade da corrente elétrica aumenta, é **CORRETO** afirmar que:

- 01. no circuito 1, a lâmpada A brilha mais do que a B.
- 02. no circuito 2, as lâmpadas A e B têm o mesmo brilho.
- 04. no circuito 3, uma das lâmpadas brilha mais do que a outra.
- 08. no circuito 4, a lâmpada B brilha mais do que a A.
- 16. no circuito 5, se o interruptor I for fechado, aumenta o brilho da lâmpada B.

- (A) 700
- (B) 7000
- (C) 3000
- (D) 0,9
- (E) 300

**Análise dos circuitos:**

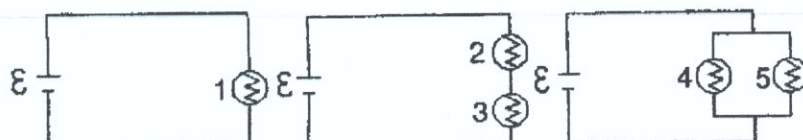
- (1) No circuito em série de duas lâmpadas iguais a tensão divide-se igualmente em ambas. Já a corrente tem a mesma intensidade em todos os pontos do circuito.
- (2) No circuito em questão foi incluída uma resistência em relação ao circuito 1. A corrente reduziu devido ao aumento da resistência equivalente. Já a tensão em A e B segue a mesma entre elas (mesmo brilho), mas menor que em 1, uma vez que existe um elemento a mais participando da sua divisão.
- (3) No paralelo de lâmpadas iguais a corrente tem mesma intensidade em ambas devido a isso. A tensão é a mesma nos ramos.
- (4) No circuito 4 a tensão nos ramos segue a mesma, uma vez que isso é característica do paralelo. Já no ramo em que está A a corrente é menor pois a resistência do ramo cresceu.
- (5) O interruptor pode colocar B em curto-circuito. Se isso ocorre B desliga a a tensão e corrente em A aumentam.

**Análise das afirmativas:**

- 01. Errado. Análise (1)
- 02. Verdadeira. Análise (2)
- 04. Errado. Análise (3)
- 08. Verdadeira. Análise (4)
- 16. Verdadeira (análise (5))

**• Questões**

**L2 Q261. UFRGS.** Nos circuitos representados na figura abaixo, as lâmpadas 1, 2, 3, 4 e 5 são idênticas. As fontes que alimentam os circuitos são idênticas e ideais.



Considere as seguintes afirmações sobre o brilho das lâmpadas.

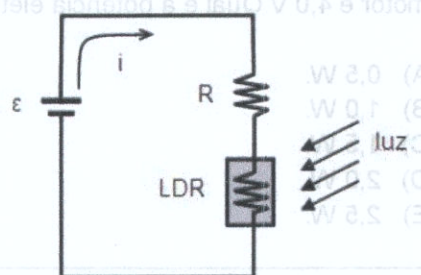
- I - As lâmpadas 1, 4 e 5 brilham com mesma intensidade.  
 II - As lâmpadas 2 e 3 brilham com mesma intensidade.  
 III - O brilho da lâmpada 4 é maior do que o da lâmpada 2.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.  
 B) Apenas II.  
 C) Apenas III.  
 D) Apenas I e II.  
 E) I, II e III.



**L2 Q262. UFRGS.** Um LDR (Light Dependent Resistor) é um dispositivo elétrico cuja resistência elétrica varia com a intensidade da luz que incide sobre ele. No circuito esquematizado abaixo, estão representados uma fonte ideal de tensão elétrica contínua ( $\epsilon$ ), um resistor com resistência elétrica constante ( $R$ ) e um LDR. Nesse LDR, a resistência elétrica é função da intensidade luminosa, diminuindo quando a intensidade da luz aumenta. Numa determinada condição de iluminação, o circuito é percorrido por uma corrente elétrica  $i$ .



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem. Se a intensidade da luz incidente sobre o LDR aumenta, a corrente elétrica no circuito \_\_\_\_\_, e a diferença de potencial no resistor  $R$  \_\_\_\_\_.

- A) diminui – diminui  
 B) diminui – não se altera  
 C) não se altera – aumenta  
 D) aumenta – diminui  
 E) aumenta – aumenta



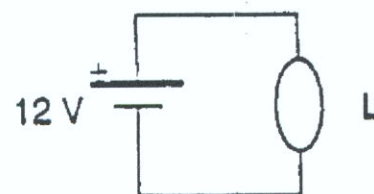
**L2 Q263. UFRGS.** Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo abaixo.

Para fazer funcionar uma lâmpada de lanterna, que traz as especificações 0,9 W e 6 V, dispõe-se, como única fonte de tensão, de uma bateria de automóvel de 12 V. Uma solução para compatibilizar esses dois elementos de circuito consiste em ligar a lâmpada à bateria (considerada uma fonte ideal) em ..... com um resistor cuja resistência elétrica seja no mínimo de .....

- A) paralelo -  $4 \Omega$   
 B) série -  $4 \Omega$   
 C) paralelo -  $40 \Omega$   
 D) série -  $40 \Omega$   
 E) paralelo -  $80 \Omega$



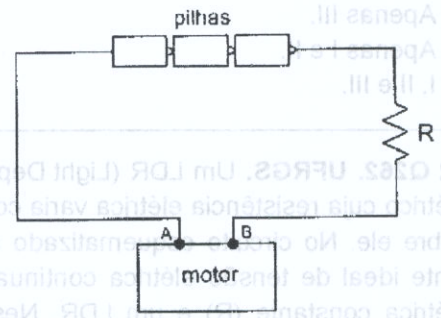
**L2 Q264. PUCRS.** Na figura, L representa uma lâmpada de potência média igual a 6W ligada a uma bateria de força eletromotriz igual a 12 V. Para que a corrente elétrica do circuito seja reduzida à metade é necessário associar



- A) em série com a lâmpada L, uma resistência de  $24\Omega$ .
- B) em paralelo com a lâmpada L, uma resistência de  $24\Omega$ .
- C) em paralelo com a lâmpada L, uma resistência de  $12\Omega$ .
- D) em série com a lâmpada L, uma resistência de  $12\Omega$ .
- E) em série com a lâmpada L, uma resistência de  $36\Omega$ .



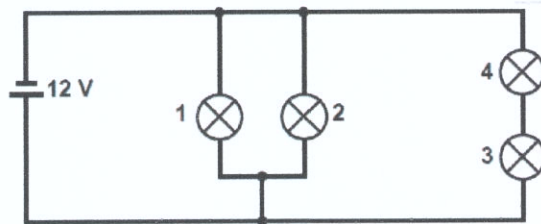
**L2 Q265. UFRGS.** O circuito abaixo representa três pilhas ideais de  $1,5\text{ V}$  cada uma, um resistor  $R$  de resistência elétrica  $1,0\ \Omega$  e um motor, todos ligados em série. (Considere desprezível a resistência elétrica dos fios de ligação do circuito). A tensão entre os terminais A e B do motor é  $4,0\text{ V}$ . Qual é a potência elétrica consumida pelo motor?



- A)  $0,5\text{ W}$ .
- B)  $1,0\text{ W}$ .
- C)  $1,5\text{ W}$ .
- D)  $2,0\text{ W}$ .
- E)  $2,5\text{ W}$ .



**L2 Q281. PUCRS.** O circuito alimentado com uma diferença de potencial de  $12\text{ V}$ , representado na figura a seguir, mostra quatro lâmpadas associadas, cada uma com a inscrição  $12\text{ V} / 15\text{ W}$ .



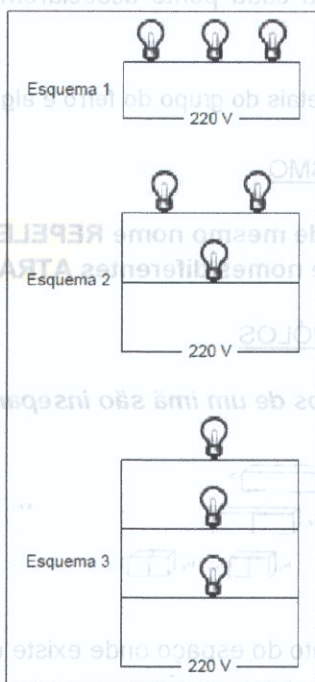
Considerando essa associação entre as lâmpadas, é correto afirmar que

- A) a intensidade da corrente elétrica é diferente nas lâmpadas 1 e 2.
- B) a diferença de potencial é diferente nas lâmpadas 1 e 2.
- C) a intensidade de corrente elétrica na lâmpada 2 é maior do que na 3.
- D) cada uma das lâmpadas 1 e 2 está sujeita à diferença de potencial de  $6,0\text{ V}$ .
- E) cada uma das lâmpadas 3 e 4 está sujeita à diferença de potencial de  $12\text{ V}$ .



**L2 292. PUCRS. INSTRUÇÃO:** Para responder à questão 292, considerar as informações a seguir.

Um electricista tem uma tarefa para resolver: precisa instalar três lâmpadas, cujas especificações são 60W e 110V, em uma residência onde a tensão é 220V. A figura abaixo representa os três esquemas considerados por ele.

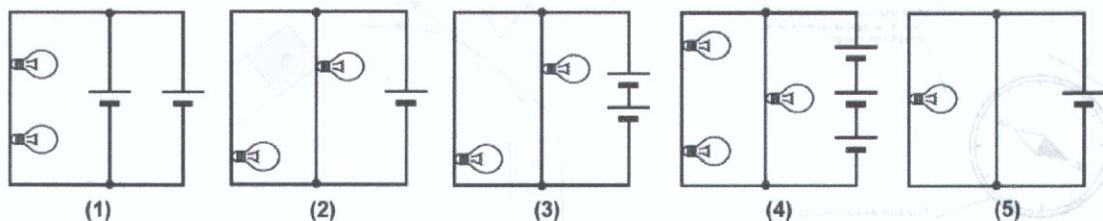


**292. PUCRS.** Analisando os elementos da figura, é correto concluir que, no esquema

- A) 1, todas as lâmpadas queimarão.
- B) 2, duas lâmpadas queimarão, e a outra terá seu brilho diminuído.
- C) 3, todas as lâmpadas terão seu brilho diminuído.
- D) 1, só uma das lâmpadas queimará, e as outras não acenderão.
- E) 2, duas lâmpadas exibirão brilho normal.



**L2 Q310. PUCRS.** Nesse contexto, conclui-se que a(s) lâmpada(s) do circuito \_\_\_\_\_ brilhará/brilharão com intensidade idêntica à do circuito de referência.



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5



**Parte 2**

**Campo magnético – ímã**

É um campo de forças existente em toda região do espaço próxima ao movimento de carga elétrica (**corrente elétrica** ou **ímã**) e que no qual a cada ponto associaremos um vetor  $\vec{B}$ , denominado **vetor campo magnético** ou **vetor indução magnética**.

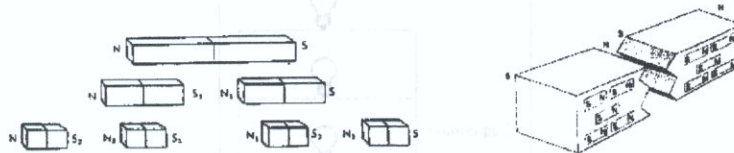
**ÍMÃ:** Corpo com propriedade de **atrair** ferro, metais do grupo do ferro e algumas ligas especiais ou interagir entre si.

PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DO MAGNETISMO

Polos de mesmo nome **REPELEM-SE**  
Polos de nomes diferentes **ATRAEM-SE**

PRINCÍPIO DA INSEPARABILIDADE DOS PÓLOS

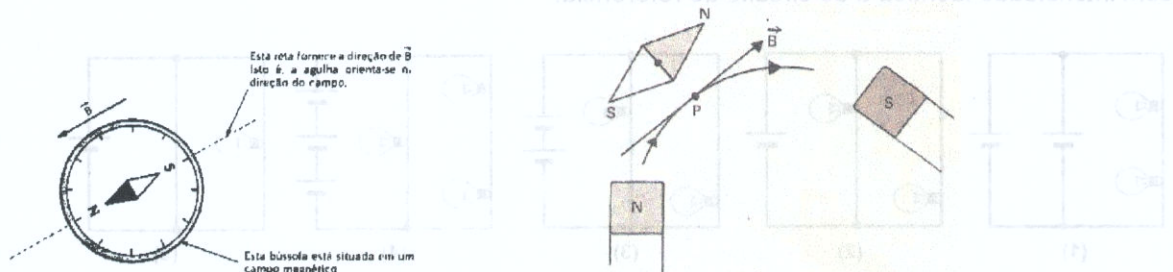
**" os polos de um ímã são inseparáveis "**



Uma agulha magnética, colocada em um ponto do espaço onde existe um campo magnético, orienta-se na direção do vetor  $\vec{B}$  e o polo norte da agulha indica o sentido de  $\vec{B}$ .

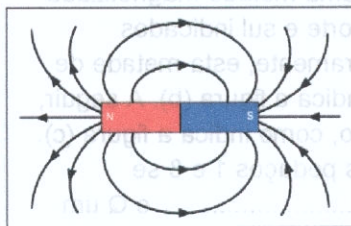


**LINHAS DE INDUÇÃO:** Em um campo magnético, chama-se linha de indução à toda linha que, em cada ponto, é tangente ao vetor campo magnético e orientada no seu sentido. As linhas de indução são uma simples representação gráfica da variação de  $\vec{B}$  numa certa região do espaço. O campo magnético é mais intenso na região onde a densidade de linhas de força é maior.



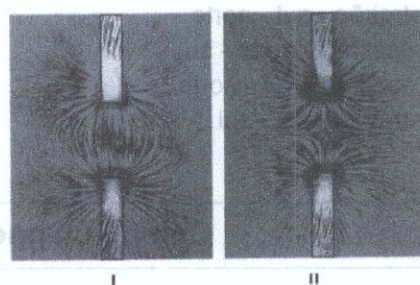
CAMPO MAGNÉTICO DO ÍMÃ:

Em um ímã as linhas de indução nascem no polo norte e morrem no polo sul. No interior do ímã as linhas de indução vão do polo sul para o polo norte. Uma agulha magnética se orienta segundo as linhas de indução, na mesma direção e sentido do vetor campo magnético.



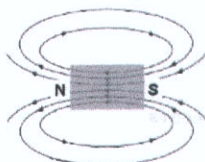
**Modelagem**

4. Fazendo uma experiência com dois ímãs em forma de barra, Júlia colocou-os sobre uma folha de papel e espalhou limalha de ferro sobre essa folha. Ela colocou os ímãs em duas diferentes orientações e obteve os resultados mostrados nas figuras I e II. Nessas figuras, os ímãs estão representados pelos retângulos. Com base nessas informações, é correto afirmar que as extremidades dos ímãs voltadas para a região entre eles correspondem aos polos



- A) norte e norte na figura I e sul e norte na figura II.
- B) norte e norte na figura I e sul e sul na figura II.
- C) norte e sul na figura I e sul e norte na figura II.
- D) norte e sul na figura I e sul e sul na figura II.
- E) norte e norte na figura I e norte e norte na figura II.

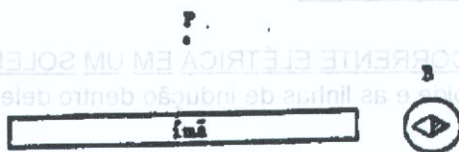
As linhas de indução do campo magnético de uma barra ímã tem a forma indicada na figura a seguir, nascendo no polo norte do ímã e morrendo no polo sul do mesmo. Internamente, as linhas são paralelas entre si, apontando do sul para o norte.



**Resposta: D**

**Questões**

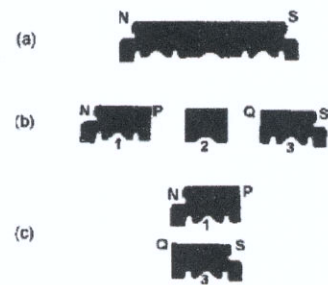
**L2 Q343. UFRGS.** A figura mostra a orientação de uma bússola B quando colocada próxima do ímã. A bússola e o ímã estão no plano da página, e a presença do campo magnético terrestre é desprezível.



Sendo a bússola deslocada para a posição P, qual será sua orientação ?

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

**L2 Q351. UFRGS.** A figura (a) representa uma metade magnetizada de uma lâmina de barbear, com os pólos norte e sul indicados respectivamente pelas letras N e S. Primeiramente, esta metade de lâmina é dividida em três pedaços, como indica a figura (b). A seguir, os pedaços 1 e 3 são colocados lado a lado, como indica a figura (c). Nestas condições, podemos afirmar que os pedaços 1 e 3 se ....., pois P assinala um polo ..... e Q um polo .....



A alternativa que preenche corretamente as lacunas na afirmativa acima é:

- A) atrairão - norte - sul
- B) atrairão - sul - norte
- C) repelirão - norte - sul
- D) repelirão - sul - norte
- E) atrairão - sul - sul



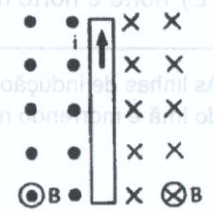
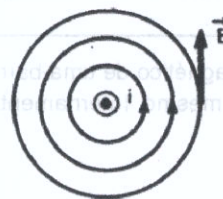
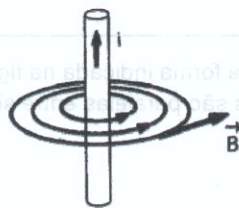
**Parte 3**

**Campo magnético – corrente**

**CAMPO MAGNÉTICO DA CORRENTE ELÉTRICA**

**CONDUTOR RETILÍNEO – OERSTED:** Um fio percorrido por uma corrente elétrica produz, em torno de si, um campo magnético.

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot r}$$



**CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR CORRENTE ELÉTRICA EM UMA ESPIRA CIRCULAR :**

Um fio em forma de circunferência é uma **espira circular** e as linhas de indução furam o plano da espira em ângulo reto, de tal forma que as faces da espira comportem-se como pólos de um ímã.

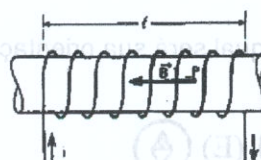
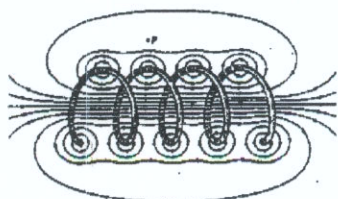


$$B = \mu_0 \frac{i}{2R}$$



**CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR CORRENTE ELÉTRICA EM UM SOLENOIDE ( ELETROÍMÃ ) :**

Um fio em forma helicoidal é um solenoide e as linhas de indução dentro dele são aproximadamente paralelas.

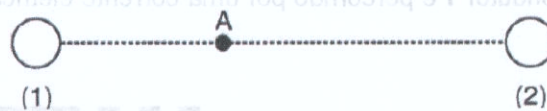


$$B = \mu_0 \frac{n}{l} i \quad (* n = n^\circ \text{ de espiras})$$



• **Modelagem**

5. A figura abaixo representa dois fios retilíneos e longos, (1) e (2), mostrados em corte, percorridos por correntes elétricas  $i_1$  e  $i_2$ , perpendiculares à folha de papel. Baseado no texto e em seus conhecimentos sobre Eletromagnetismo, é correto afirmar que o campo magnético no ponto A só poderá ser nulo se  $i_1$  e  $i_2$  forem tais que



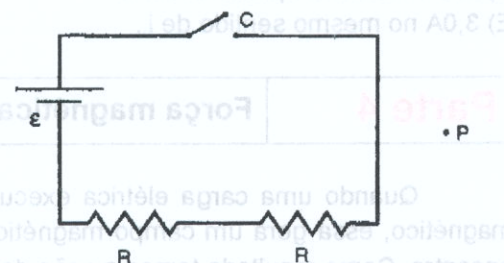
- A)  $i_1 < i_2$  e tiverem ambos o mesmo sentido.
- B)  $i_1 < i_2$  e tiverem sentidos opostos.
- C)  $i_1 > i_2$  e tiverem ambos o mesmo sentido.
- D)  $i_1 > i_2$  e tiverem sentidos opostos.
- E)  $i_1 = i_2$  e tiverem sentidos opostos.

Para o campo magnético resultante ser nulo em A, devemos ter os campos magnéticos opostos. Se as correntes nos fios tiverem mesmos sentidos, esses campos serão opostos em A (regra da mão direita). Os valores dos campos devem ser iguais ( $B \propto i/d$ ). Como 2 está mais longe do ponto, sua corrente deve ser mais intensa.

**Resposta: A**

• **Questões**

L2 Q376. UFRGS. Quando a chave C está fechada, o circuito da figura abaixo é percorrido por uma corrente elétrica, observando-se no ponto P um campo magnético do módulo B (Considere que o campo magnético terrestre pode ser desprezado).

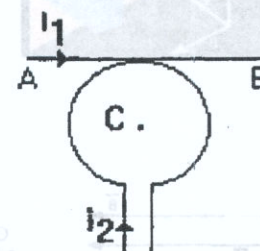


Se os dois resistores do circuito forem substituídos por dois outros, cada um com resistência  $R/2$ , o módulo do campo magnético observado no ponto P será

- A)  $B/4$
- B)  $B/2$
- C)  $B$
- D)  $2B$
- E)  $4B$



L2 Q381. Um fio reto AB e uma espira de centro C estão no plano da folha isolados entre si e percorridos pelas correntes elétricas  $i_1$  e  $i_2$ . No centro C da espira são gerados os campos magnéticos  $B_1$  e  $B_2$  pelas correntes elétricas  $i_1$  e  $i_2$ , respectivamente.

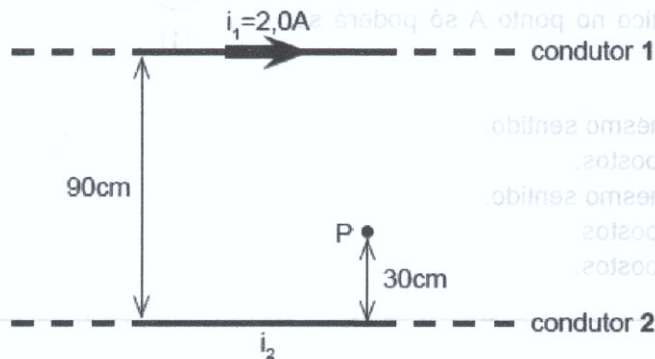


Com base no exposto, é correio afirmar que

- A) o sentido de  $B_1$  aponta para dentro da folha e o de  $B_2$ , para fora da mesma.
- B) os sentidos de  $B_1$  e  $B_2$  apontam para fora da folha.
- C) o sentido de  $B_1$  aponta para fora da folha, e o de  $B_2$ , para dentro da mesma.
- D) os sentidos de  $B_1$  e  $B_2$  apontam para dentro da folha.
- E) não existe campo magnético resultante, pois  $B_1$  e  $B_2$  se anulam.



**L2 Q385. PUCRS.** O módulo da indução magnética num ponto exterior a um longo condutor retilíneo é diretamente proporcional à intensidade de corrente elétrica que o percorre e inversamente proporcional à distância do centro do condutor até o ponto considerado. Na figura a seguir, são representados dois longos condutores retilíneos e paralelos, com indicação das distâncias entre eles e das correntes elétricas que os percorrem. Observe que o condutor 1 é percorrido por uma corrente elétrica de 2,0A e encontra-se a uma distância de 90cm do condutor 2.



A intensidade de corrente elétrica no condutor 2, para que a indução magnética no ponto P, que se encontra a 30cm deste condutor, seja nula, deve ser

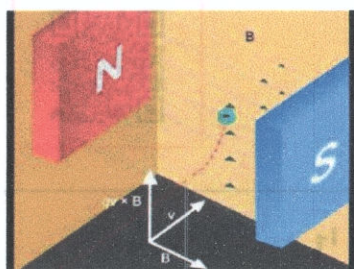
- A) 1,0A no mesmo sentido de  $i_1$ .
- B) 1,0A e sentido oposto ao de  $i_1$ .
- C) 2,0A no mesmo sentido de  $i_1$ .
- D) 2,0A e sentido oposto ao de  $i_1$ .
- E) 3,0A no mesmo sentido de  $i_1$ .



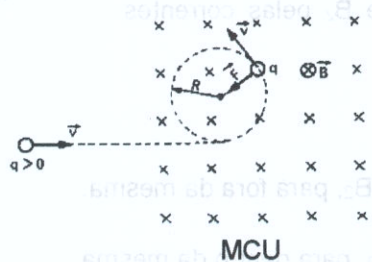
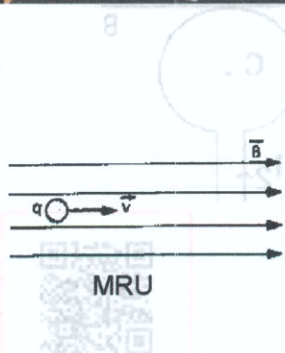
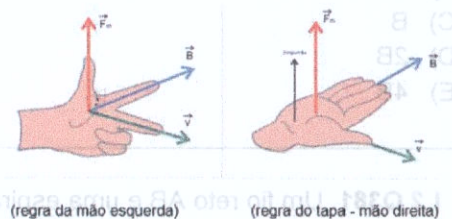
**Parte 4**

**Força magnética - carga**

Quando uma carga elétrica executa um **movimento não paralelo** às linhas de indução de um campo magnético, essa gera um campo magnético através de seu movimento que interage com aquele em que ela se encontra. Como resultado temos a ação de uma força magnética  $\vec{F}$  sobre a carga.

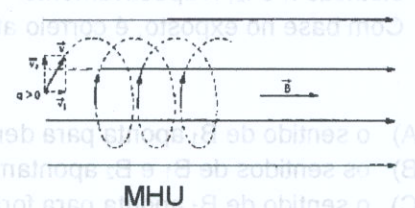


$$F = B \cdot q \cdot v \cdot \text{sen } \theta$$



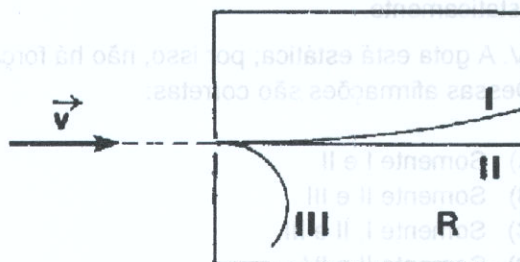
$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$



• **Modelagem**

6. A figura abaixo representa uma região R, onde existe um campo magnético de módulo B, perpendicular ao plano do papel. Um elétron, um próton e um nêutron penetram na região com uma velocidade de módulo v, indicada na figura. Essas partículas, uma vez sujeitas à ação do campo magnético, executam trajetórias diferentes designadas por I, II e III. As trajetórias I, II e III correspondem, respectivamente, às trajetórias do:



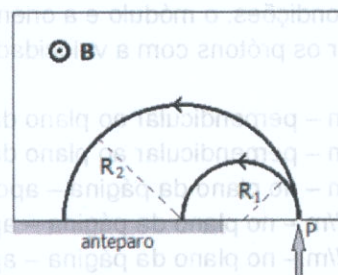
- A) elétron, do nêutron e do próton.
- B) nêutron, do próton e do elétron.
- C) nêutron, do elétron e do próton.
- D) elétron, do próton e do nêutron.
- E) próton, do nêutron e do elétron.

Como não sabemos o sentido do campo, concluímos que II não tem carga. Já as cargas de I e II são opostas (sentidos opostos nos desvios). Analisamos pelo raio ( $R = m \cdot v / q \cdot B$ ). Próton e elétron foram lançados com mesma velocidade e possuem a mesma carga. Seus raios são diferentes em função da massa. Se  $R_I > R_{III}$ , então  $m_I > m_{III}$ . I é próton e II elétron.

**Resposta: E**

• **Questões**

**L2 Q400. UFRGS.** Duas partículas, com cargas  $q_1$  e  $q_2$  e massas  $m_1$  e  $m_2$ , penetram com a mesma velocidade de módulo v, através do orifício P, em uma região de campo magnético uniforme B, dirigido perpendicularmente para fora desta página, conforme representa a figura abaixo.



As partículas, descrevem órbitas circunferenciais de raios diferentes  $R_1$  e  $R_2$ , tais que  $R_2 = 2 R_1$ . Com base na descrição acima, podemos garantir que estas partículas possuem

- A) o mesmo período orbital.
- B) valores iguais de quantidade de movimento linear.
- C)  $m_1 = m_2 / 2$
- D)  $q_1 = 2 q_2$
- E)  $q_1 / m_1 = 2 q_2 / m_2$



**L2 Q401. UPF.** Durante uma experiência em um laboratório de física, uma gota minúscula de óleo de massa m carregada eletricamente com carga q flutua estaticamente numa região do espaço onde existem dois campos uniformes além do campo gravitacional: o primeiro é um campo elétrico na direção vertical com sentido de cima para baixo e o segundo, um campo magnético horizontal. Sobre esta experiência são feitas as seguintes afirmações:

- I. A carga elétrica da gota de óleo é positiva.
- II. A força elétrica que atua sobre a gota equilibra a força peso; por isso, a gota flutua estaticamente.

III. As forças elétrica e magnética que atuam sobre a gota equilibram a força peso; por isso, a gota flutua estaticamente.

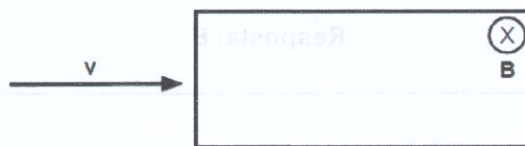
IV. A gota está estática; por isso, não há força magnética atuando sobre ela.

Dessas afirmações são corretas:

- A) Somente I e II
- B) Somente II e III
- C) Somente I, II e III
- D) Somente II e IV
- E) Todas são corretas.



**L2 Q412. PUCRS.** Um seletor de velocidades é utilizado para separar partículas de uma determinada velocidade. Para partículas com carga elétrica, um dispositivo deste tipo pode ser construído utilizando um campo magnético e um campo elétrico perpendiculares entre si. Os valores desses campos podem ser ajustados de modo que as partículas que têm a velocidade desejada atravessam a região de atuação dos campos sem serem desviadas. Deseja-se utilizar um dispositivo desse tipo para selecionar prótons que tenham a velocidade de  $3,0 \times 10^4$  m/s. Para tal, um feixe de prótons é lançado na região demarcada pelo retângulo em que existe um campo magnético de  $2,0 \times 10^{-3}$  T, perpendicular à página e nela entrando, como mostra a figura a seguir.



Nessas condições, o módulo e a orientação do campo elétrico aplicado na região demarcada, que permitirá selecionar os prótons com a velocidade desejada, é

- A) 60 V/m – perpendicular ao plano da página – apontando para fora da página
- B) 60 V/m – perpendicular ao plano da página – apontando para dentro da página
- C) 60 V/m – no plano da página – apontando para baixo
- D) 0,15 V/m – no plano da página – apontando para cima
- E) 0,15 V/m – no plano da página – apontando para baixo

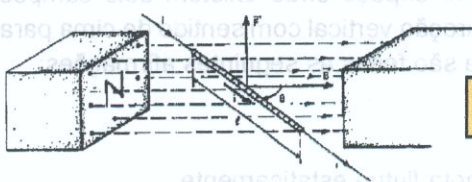


**Parte 5**

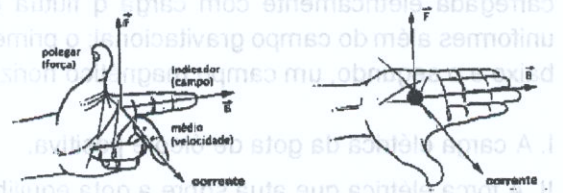
**Força magnética - corrente**

**Ação de campo magnético sobre corrente elétrica em um condutor retilíneo**

Considere um fio condutor reto, de comprimento L, percorrido por uma corrente elétrica i, mergulhado perpendicularmente em um campo magnético uniforme B. Devido ao movimento de elétrons no condutor, surge sobre o mesmo uma força magnética F.

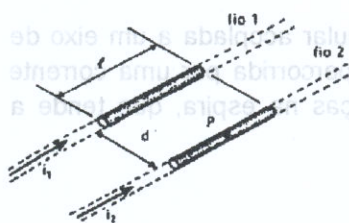


**$F = B \cdot i \cdot L \cdot \sin \theta$**

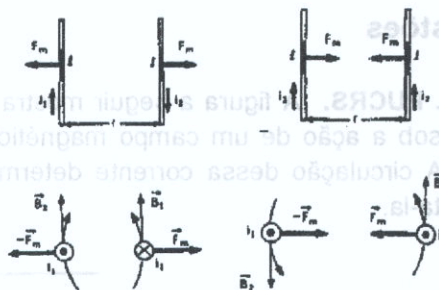


**Força magnética entre condutores percorridos por corrente elétrica**

Entre dois condutores retos e extensos, paralelos, percorridos por correntes, a força magnética será de atração se as correntes tiverem o mesmo sentido e de repulsão se tiverem sentidos opostos. Em ambos os casos, a intensidade da força que um condutor extenso exerce sobre o outro obedece a 3ª lei de Newton.

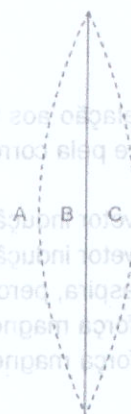


$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{i_1 \cdot i_2}{r} \cdot l$$



**Modelagem**

**7. UFRGS.** Na figura abaixo, um fio condutor flexível encontra-se na presença de um campo magnético constante e uniforme perpendicular ao plano da página. Na ausência de corrente elétrica, o fio permanece na posição B. Quando o fio é percorrido por certa corrente elétrica estacionária, ele assume a posição A. Para que o fio assumira a posição C, é necessário

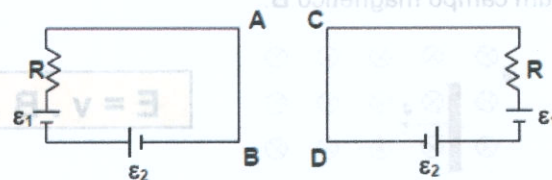


- A) inverter o sentido da corrente e do campo aplicado.
- B) inverter o sentido da corrente ou inverter o sentido do campo.
- C) desligar lentamente o campo.
- D) desligar lentamente a corrente.
- E) desligar lentamente o campo e a corrente.

Para inverter a força sobre o fio, devemos alterar o sentido da corrente ou do campo. Se alterar os dois a força mantém seu sentido.

**Resposta: B**

**8.** Considere que os circuitos elétricos mostrados a seguir são percorridos por correntes constantes. Se  $\epsilon_1 = 9 \text{ V}$  e  $\epsilon_2 = 12 \text{ V}$ , é correto afirmar que:



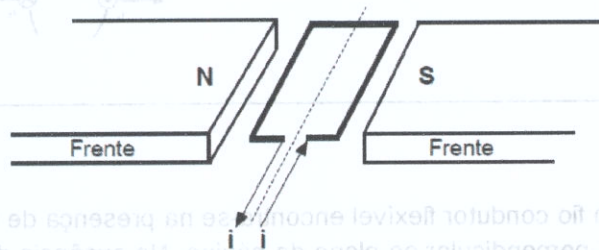
- A) a corrente no trecho AB tem o mesmo sentido que a corrente no trecho CD, e, devido a estas correntes, a força entre estes trechos é repulsiva.
- B) a corrente no trecho AB tem o mesmo sentido que a corrente no trecho CD, e, devido a estas correntes, a força entre estes trechos é atrativa.
- C) a força entre os trechos AB e CD devido a estas correntes é sempre repulsiva, independentemente dos sentidos das correntes.
- D) a corrente no trecho AB tem sentido oposto à corrente no trecho CD, e, devido a estas correntes, a força entre estes trechos é atrativa.
- E) a corrente no trecho AB tem sentido oposto à corrente no trecho CD, e, devido a estas correntes, a força entre estes trechos é repulsiva.

As correntes têm seus sentidos definidos pela polaridade das baterias. Nos trechos AB e CD esses sentidos são para baixo. Com mesmo sentido os fios se atraem com forças magnéticas.

**Resposta: B**

• **Questões**

**L2 Q386. PUCRS.** A figura a seguir mostra a posição inicial de uma espira retangular acoplada a um eixo de rotação, sob a ação de um campo magnético originado por ímãs permanentes, e percorrida por uma corrente elétrica. A circulação dessa corrente determina o aparecimento de um par de forças na espira, que tende a movimentá-la.



Em relação aos fenômenos físicos observados pela interação dos campos magnéticos originados pelos ímãs e pela corrente elétrica, é correto afirmar que

- A) o vetor indução magnética sobre a espira está orientado do polo S para o polo N.
- B) o vetor indução magnética muda o sentido da orientação enquanto a espira se move.
- C) a espira, percorrida pela corrente  $i$ , tende a mover-se no sentido horário quando vista de frente.
- D) a força magnética que atua no lado da espira próximo ao polo N tem orientação vertical para baixo.
- E) a força magnética que atua no lado da espira próximo ao polo S tem orientação vertical para cima.

**Parte 6**      **Indução magnética**

**Força eletromotriz induzida:** entre os terminais de um condutor retilíneo, que se desloca com velocidade  $v$  num campo magnético  $B$ .

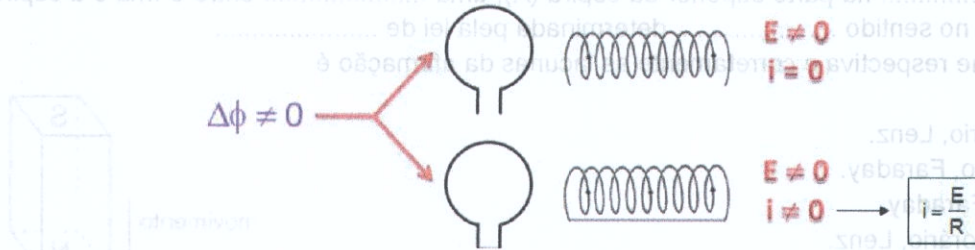
$$E = v \cdot B \cdot l$$

$l$  = comprimento do condutor

**Fluxo de indução ( $\phi$ ):**

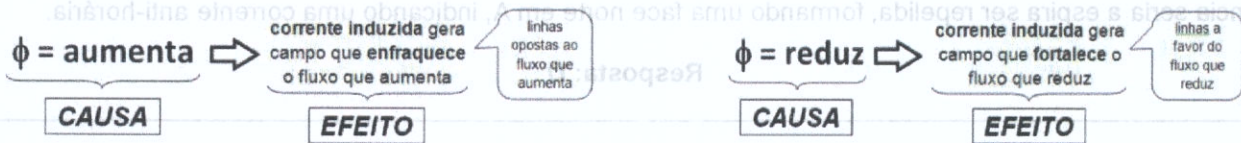
$$\phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

**O fenômeno da indução eletromagnética:** Se o fluxo de indução numa espira variar, os elétrons livres dentro metal do fio que constitui a espira abandonam o movimento caótico e formam uma corrente, chamada corrente elétrica induzida.

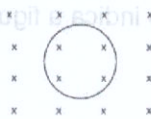


**LEI DE LENZ - DETERMINAÇÃO DO SENTIDO DA CORRENTE ELÉTRICA INDUZIDA.**

**“A corrente elétrica induzida surgirá com um sentido tal que ela se oporá à variação que a produziu.”**



Fluxo magnético aumentando em uma espira imersa num campo magnético uniforme que entra no plano da página.



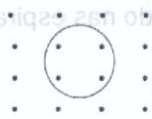
Fluxo magnético aumentando em uma espira imersa num campo magnético uniforme que sai no plano da página.



Fluxo magnético diminuindo em uma espira imersa num campo magnético uniforme que entra no plano da página.



Fluxo magnético diminuindo em uma espira imersa num campo magnético uniforme que sai no plano da página.



**LEI de FARADAY – NEUMANN** - No instante  $t$ , seja  $\phi$  o fluxo magnético através de uma espira e, em um instante posterior  $t + \Delta t$ , seja  $\phi + \Delta\phi$  o fluxo magnético. Portanto, no intervalo de tempo  $\Delta t$ , o fluxo magnético varia de  $\Delta\phi$ , e a Lei de Faraday-Neumann afirma que a fem induzida média vale :

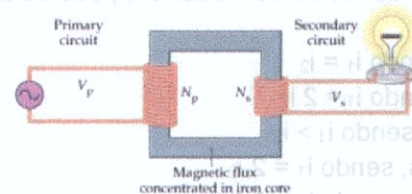
**FEM induzida média:**

$$E_m = \frac{|\Delta\phi|}{\Delta t} = \frac{|\phi_2 - \phi_1|}{t_2 - t_1}$$

**intensidade da corrente elétrica induzida:**

$$i = \frac{E}{R}$$

**Transformador:**



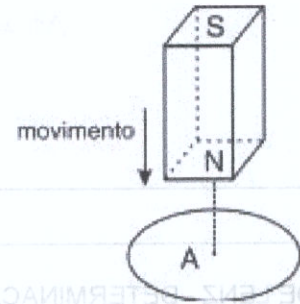
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

• **Modelagem**

9. Considere uma espira circular fixa e um ímã em forma de barra, cujo eixo longitudinal é perpendicular ao plano da espira e passa pelo seu centro, conforme indica a figura abaixo. Ao se aproximar o ímã da espira, observa-se a formação de um polo ..... na parte superior da espira (A), uma ..... entre o ímã e a espira e uma corrente elétrica induzida no sentido ....., determinada pela lei de .....

A alternativa que preenche respectiva e corretamente as lacunas da afirmação é

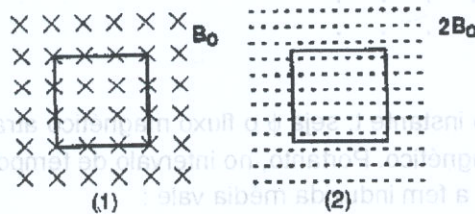
- A) sul, atração, anti-horário, Lenz.
- B) norte, repulsão, horário, Faraday.
- C) sul, atração, horário, Faraday.
- D) norte, repulsão, anti-horário, Lenz.
- E) sul, atração, anti-horário, Faraday.



Como o ímã se aproxima da espira, é gerada uma corrente induzida nesse condutor. Lei de Lenz indica que a tendência seria a espira ser repelida, formando uma face norte em A, indicando uma corrente anti-horária.

**Resposta: D**

10. PUCRS. Duas espiras iguais estão posicionadas em campos magnéticos uniformes, cujas linhas de indução são perpendiculares aos planos das espiras. Na situação 1 a intensidade inicial do campo é  $B_0$ , e na situação 2 a intensidade inicial é  $2 B_0$ . Os campos serão reduzidos uniformemente a zero no mesmo intervalo de tempo, originando nas espiras correntes induzidas  $i_1$  e  $i_2$ , respectivamente nas situações 1 e 2, como indica a figura.



Com relação as correntes induzidas, pode-se afirmar que possuem sentidos

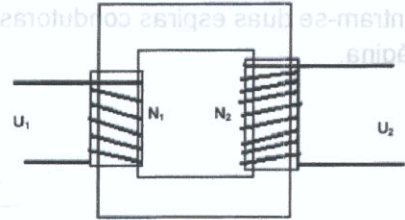
- A) iguais, sendo  $i_1 = i_2$
- B) iguais, sendo  $i_1 = 2 i_2$
- C) horários, sendo  $i_1 > i_2$
- D) contrários, sendo  $i_1 = 2 i_2$
- E) contrários, sendo  $i_1 = 0,5 i_2$

Embora os fluxos reduzam nas duas espiras os campos magnéticos são opostos, o que determina causas de correntes contrárias, gerando correntes opostas. Já a maior variação de fluxo em 2 ocorre no mesmo tempo. Temos, portanto, em 2, maior tensão induzida e maior intensidade de corrente.

**Resposta: E**



11. O fenômeno da indução eletromagnética permite explicar o funcionamento de diversos aparelhos, entre eles o transformador, o qual é um equipamento elétrico que surgiu no início do século 19, como resultado da união entre o trabalho de cientistas e engenheiros, sendo hoje um componente essencial na tecnologia elétrica e eletrônica. Utilizado quando se tem a necessidade de aumentar ou diminuir a tensão elétrica, o transformador é constituído por um núcleo de ferro e duas bobinas, conforme ilustra a figura abaixo. Uma das bobinas (chamada de primário) tem  $N_1$  espiras e sobre ela é aplicada a tensão  $U_1$ , enquanto que a outra (chamada de secundário) tem  $N_2$  espiras e fornece a tensão  $U_2$ . Sobre o transformador, é correto afirmar:



- (A) Quando o número de espiras  $N_1$  é menor que  $N_2$ , a tensão  $U_2$  será maior que a tensão aplicada  $U_1$ .
- (B) É utilizado para modificar a tensão tanto em sistemas de corrente contínua quanto nos de corrente alternada.
- (C) Só aparece a tensão  $U_2$  quando o fluxo do campo magnético produzido pelo primário for constante.
- (D) Num transformador ideal, a potência fornecida ao primário é diferente da potência fornecida pelo secundário.
- (E) Quando o número de espiras  $N_1$  é menor que  $N_2$ , a corrente no secundário é maior que a corrente no primário.

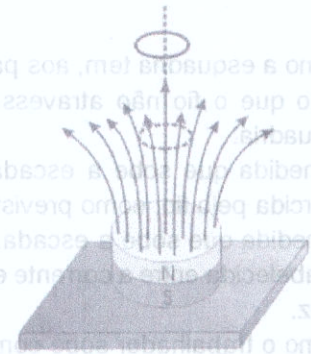
Um transformador funciona utilizando o fenômeno da indução eletromagnética. Quando o primário é percorrido por uma corrente elétrica variável, como uma corrente alternada, por exemplo, o secundário fica submetido a uma variação de fluxo de indução e ali surge uma tensão induzida, onde  $V \propto N$ .

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{i_2}{i_1}$$

**Resposta: A**

• **Questões**

**L2 Q438. UFRGS.** Um ímã, em formato de pastilha, está apoiado sobre a superfície horizontal de uma mesa. Uma espira circular, feita de um determinado material sólido, é mantida em repouso, horizontalmente, a uma certa altura acima de um dos pólos do ímã, como indica a figura abaixo, onde estão representadas as linhas do campo magnético do ímã. Ao ser solta, a espira cai devido à ação da gravidade, em movimento de translação, indo ocupar, num instante posterior, a posição representada pelo círculo tracejado.



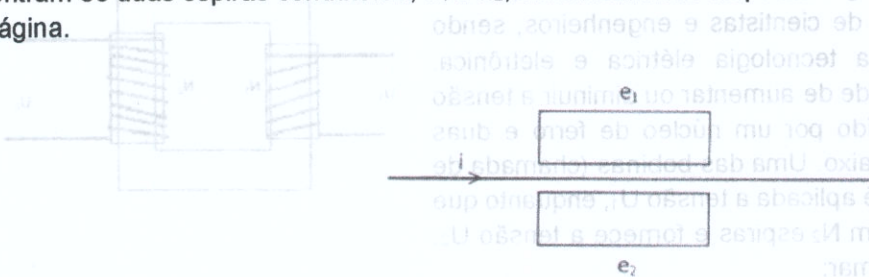
Examine as afirmações abaixo, relativas à força magnética  $F$  exercida pelo ímã sobre a espira durante sua queda.

- I - Se a espira for de cobre, a força  $F$  será orientada de baixo para cima.
  - II - Se a espira for de alumínio, a força  $F$  será orientada de cima para baixo.
  - III - Se a espira for de plástico, a força  $F$  será orientada de cima para baixo.
- Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas I e III.
- E) Apenas II e III.



**L2 Q446. UFRGS.** A figura abaixo representa um fio retilíneo que é percorrido por uma corrente elétrica no sentido indicado pela seta, cuja intensidade  $i$  aumenta à medida que o tempo decorre. Nas proximidades desse fio, encontram-se duas espiras condutoras,  $e_1$  e  $e_2$ , simetricamente dispostas em relação a ele, todos no mesmo plano da página.

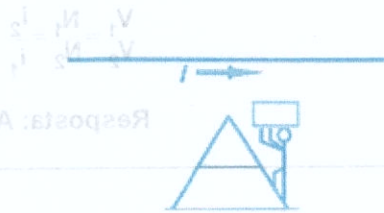


Nessas condições, pode-se afirmar que as correntes elétricas induzidas nas espiras  $e_1$  e  $e_2$  são, respectivamente,

- A) nula e nula.
- B) de sentido anti-horário e de sentido horário.
- C) de sentido horário e de sentido horário.
- D) de sentido anti-horário e de sentido anti-horário.
- E) de sentido horário e de sentido anti-horário.



**L2 Q451. UFRGS.** Um trabalhador carregando uma esquadria metálica de resistência elétrica  $R$  sobre, com velocidade de módulo constante, uma escada colocada abaixo de um fio conduzindo uma corrente elétrica intensa,  $i$ . A situação está esquematizada na figura abaixo.

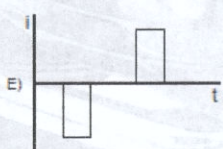
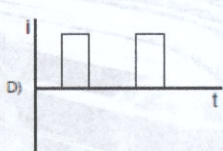
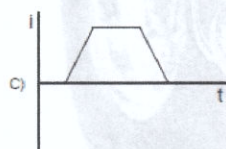
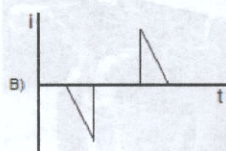
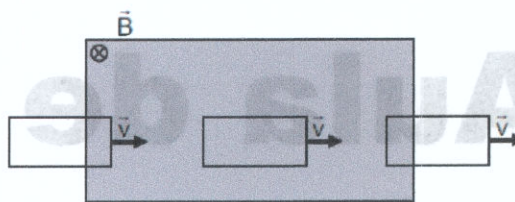


Assinale a alternativa correta sobre essa situação.

- A) Como a esquadria tem, aos pares, lados paralelos, a força resultante exercida pelo fio acima é nula.
- B) Visto que o fio não atravessa a esquadria, a lei de Ampère afirma que não existem correntes elétricas na esquadria.
- C) À medida que sobe a escada, o trabalhador sente a esquadria "ficar mais leve", resultado da força atrativa exercida pelo fio, como previsto pela lei de Biot-Savart.
- D) À medida que sobe a escada, o trabalhador sente a esquadria "ficar mais pesada", resultado da força de repulsão estabelecida entre a corrente elétrica no fio e a corrente elétrica induzida, conforme explicado pela lei de Faraday-Lenz.
- E) Como o trabalhador sobe com velocidade de módulo constante, não há o aparecimento de corrente elétrica na esquadria.



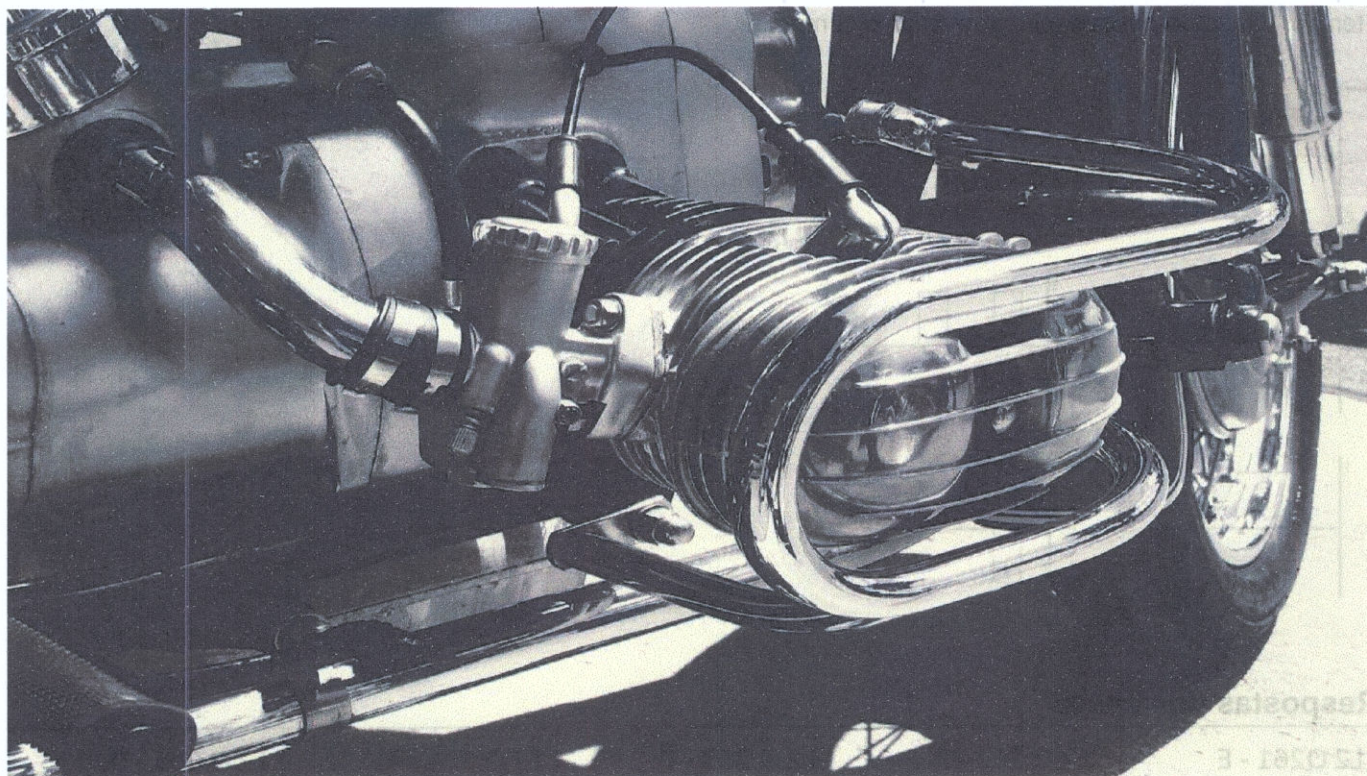
**L2 Q454. PUCRS.** Uma espira condutora retangular percorre com velocidade constante de módulo  $v$  uma região onde existe um campo magnético uniforme de módulo  $B$  perpendicular ao plano da espira, como mostra a figura a seguir. O gráfico que melhor representa a corrente induzida na espira em função do tempo, à medida que a espira atravessa o campo, é:



**Respostas dos cases**

L2 Q261 - E	L2 Q 262 - E	L2 Q 263 - D	L2 Q 264 - A	L2 Q 265 - D
L2 Q 281 - C	L2 Q 292 - E	L2 Q 310 - B	L2 Q 345 - B	L2 Q 351 - D
L2 Q 376 - D	L2 Q 381 - D	L2 Q 385 - A	L2 Q 386 - C	L2 Q 400 - E
L2 Q 401 - D	L2 Q 412 - C	L2 Q 438 - A	L2 Q 446 - E	L2 Q 451 - D
L2 Q 454 - E				

# Aula de Revisão 5



**Parte 1**

Termometria.

**Parte 2**

Dilatação.

**Parte 3**

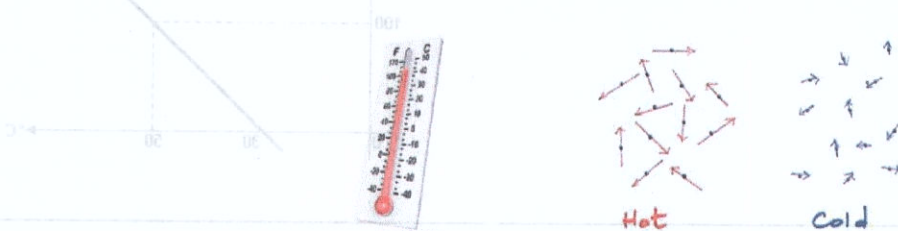
Calorimetria.

**Parte 4**

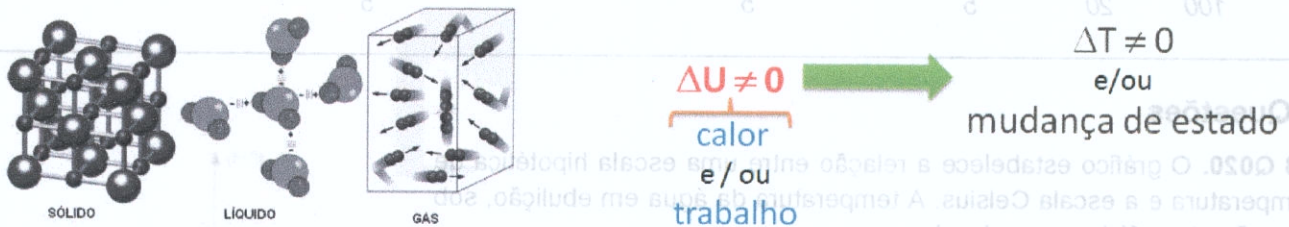
Termodinâmica.

**Parte 1** | **Termometria**

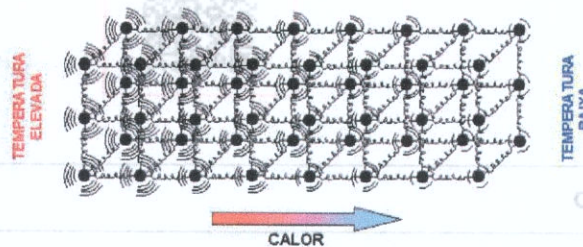
• **Temperatura** - é um indicativo do estado de agitação das moléculas que compõe a matéria. Pode-se dizer que a temperatura é diretamente proporcional a energia cinética média das moléculas.



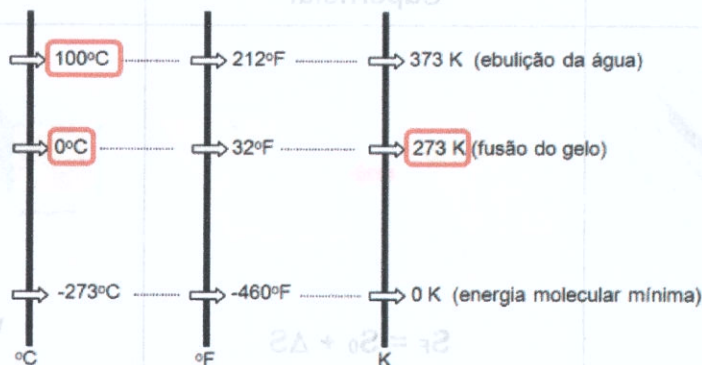
• **Energia interna** - é a energia total do corpo, ou seja, a soma da energia total de todas as moléculas do corpo.



• **Calor** - é a energia em trânsito, ou seja, a energia que se transfere de um corpo para outro quando entre eles existir diferença de temperatura, ou seja, até atingirem o equilíbrio térmico, situação em que atingiram a mesma temperatura.



• **Relação entre escalas termométricas e entre variações de temperatura:**



$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

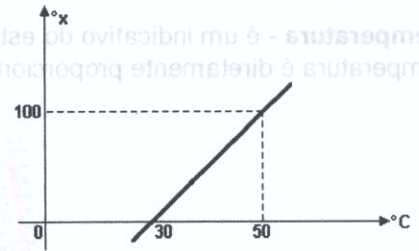
$$K = C + 273$$

$$\frac{\Delta^{\circ}C}{5} = \frac{\Delta^{\circ}F}{9} = \frac{\Delta K}{5}$$

• **Modelagem**

1. Uma escala de temperatura arbitrária X está relacionada com a escala Celsius, conforme o gráfico a seguir. As temperaturas de fusão do gelo e ebulição da água, sob pressão normal, na escala X são, respectivamente:

Termometria | Parte 1



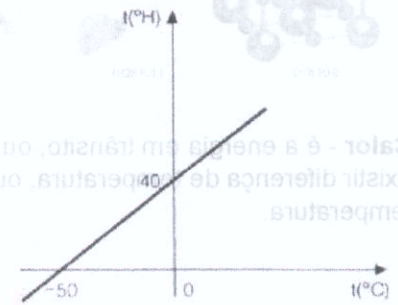
- (A) -60 e 250
- (B) -100 e 200
- (C) -150 e 350
- (D) -160 e 400
- (E) -200 e 300.

$$\frac{X-0}{100} = \frac{C-30}{20} \rightarrow \frac{X}{5} = C-30 \quad \frac{X}{5} = 0-30 \therefore X = -150^\circ X \quad \frac{X}{5} = 100-30 \therefore X = 350^\circ X$$

• **Questões**

**L3 Q020.** O gráfico estabelece a relação entre uma escala hipotética de temperatura e a escala Celsius. A temperatura da água em ebulição, sob pressão atmosférica normal, vale

- A) 60° H
- B) 80° H
- C) 100° H
- D) 120° H
- E) 150° H



**Parte 2** | **Dilatação**

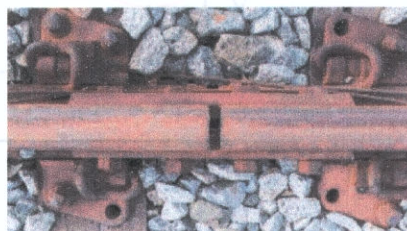
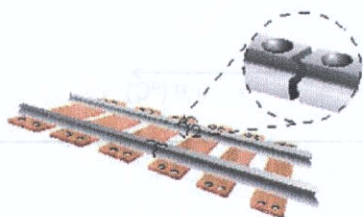
• **Dilatação dos sólidos.**

Linear	Superficial	Volumétrica
<p><math>L_F = L_0 + \Delta L</math></p> <p><math>\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T</math></p>	<p><math>S_F = S_0 + \Delta S</math></p> <p><math>\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T</math></p>	<p><math>V_F = V_0 + \Delta V</math></p> <p><math>\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T</math></p>

Atenção !

$$\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$$

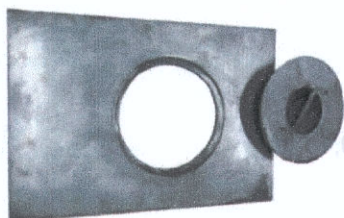
A **junta de dilatação** é uma separação física entre duas partes de uma estrutura para que estas possam se movimentar sem transmitir esforços entre si devido a movimento decorrente da dilatação térmica.



**Vidro pirex** - possui maior resistência ao choque térmico do que o vidro comum  $\rightarrow \alpha_{(\text{vidro comum})} > \alpha_{(\text{vidro pirex})}$

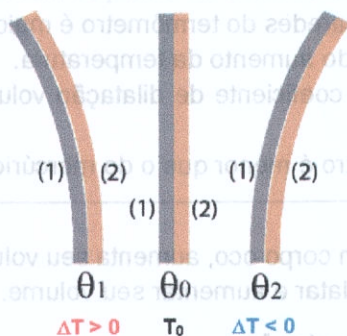


**Chapa furada, anel ou corpo oco** - dilatam-se como se fossem inteiros, ou seja, para fora. O diâmetro do furo ou do anel aumentam. Já o volume interno do corpo oco aumenta.

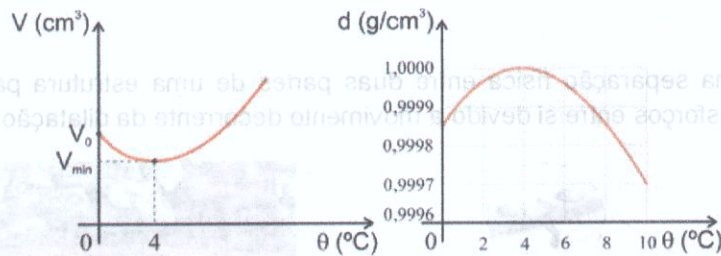


**Lâmina bimetálica** - consiste de duas chapas de metais diferentes fortemente unidas uma à outra. À certa temperatura inicial as duas tiras têm o mesmo comprimento e a lâmina se apresenta plana. Nos dispositivos com lâmina bimetálica uma extremidade da lâmina é mantida fixa. Quando ocorre variação de temperatura, as variações de comprimento (dilatação ou contração) diferentes provocam um "encurvamento" da lâmina.

$$\alpha_1 < \alpha_2 \rightarrow \Delta L_1 < \Delta L_2$$



• Dilatação dos líquidos.



• Modelagem

**2.UFRGS.** Uma barra de aço e uma barra de vidro têm o mesmo comprimento à temperatura de  $0^\circ\text{C}$ , mas, a  $100^\circ\text{C}$ , seus comprimentos diferem de 0,1 cm (considere os coeficientes de dilatação linear do aço e do vidro iguais a  $12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e  $8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , respectivamente). Qual é o comprimento das duas barras à temperatura de  $0^\circ\text{C}$ ?

- (A) 50 cm.
- (B) 83 cm.
- (C) 125 cm.
- (D) 250 cm.
- (E) 400 cm.

**$L_A - L_V = 0,1 \text{ cm}$**

$$(L_{0A} + \Delta L_A) - (L_{0V} + \Delta L_V) = 0,1$$

$$\Delta L_A - \Delta L_V = 0,1$$

$$L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T - L_{0V} \cdot \alpha_V \cdot \Delta T = 0,1$$

$$L_0 \cdot 12 \times 10^{-6} \cdot 100 - L_0 \cdot 8 \times 10^{-6} \cdot 100 = 0,1$$

$$12 \times 10^{-4} \cdot L_0 - 8 \times 10^{-4} \cdot L_0 = 0,1$$

$$4 \times 10^{-4} \cdot L_0 = 0,1 \therefore L_0 = 250 \text{ cm}$$

**Resposta: D**

**3.** Em certo instante, um termômetro de mercúrio com paredes de vidro, que se encontra à temperatura ambiente, é imerso em um vaso que contém água a  $100^\circ\text{C}$ . Observa-se que, no início, o nível da coluna de mercúrio cai um pouco e, depois, se eleva muito acima do nível inicial. Qual das alternativas apresenta uma explicação correta para esse fato?

- (A) A dilatação do vidro das paredes do termômetro se inicia antes da dilatação do mercúrio.
- (B) O coeficiente de dilatação volumétrica do vidro das paredes do termômetro é maior que o do mercúrio.
- (C) A tensão superficial do mercúrio aumenta em razão do aumento da temperatura.
- (D) À temperatura ambiente, o mercúrio apresenta um coeficiente de dilatação volumétrica negativo, tal como a água entre  $0^\circ\text{C}$  e  $4^\circ\text{C}$ .
- (E) O calor específico do vidro das paredes do termômetro é menor que o do mercúrio.

A dilatação ocorre primeiro no termômetro, que sendo um corpo oco, aumenta seu volume interno. Isso faz com que o nível de mercúrio caia subindo logo após começar a dilatar e aumentar seu volume.

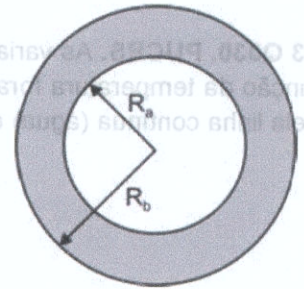
**Resposta: A**



4. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

A figura que segue representa um anel de alumínio homogêneo, de raio interno  $R_a$  e raio externo  $R_b$ , que se encontra à temperatura ambiente. Se o anel for aquecido até a temperatura de  $200\text{ }^\circ\text{C}$ , o raio  $R_a$  \_\_\_\_\_ e o raio  $R_b$  \_\_\_\_\_.

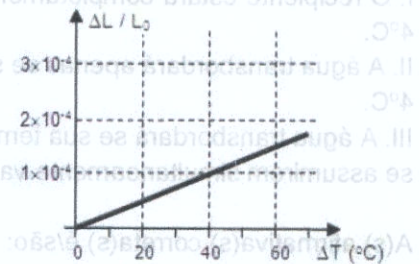
- (A) aumentará – aumentará
- (B) aumentará – permanecerá constante
- (C) permanecerá constante – aumentará
- (D) diminuirá – aumentará
- (E) diminuirá – permanecerá constante



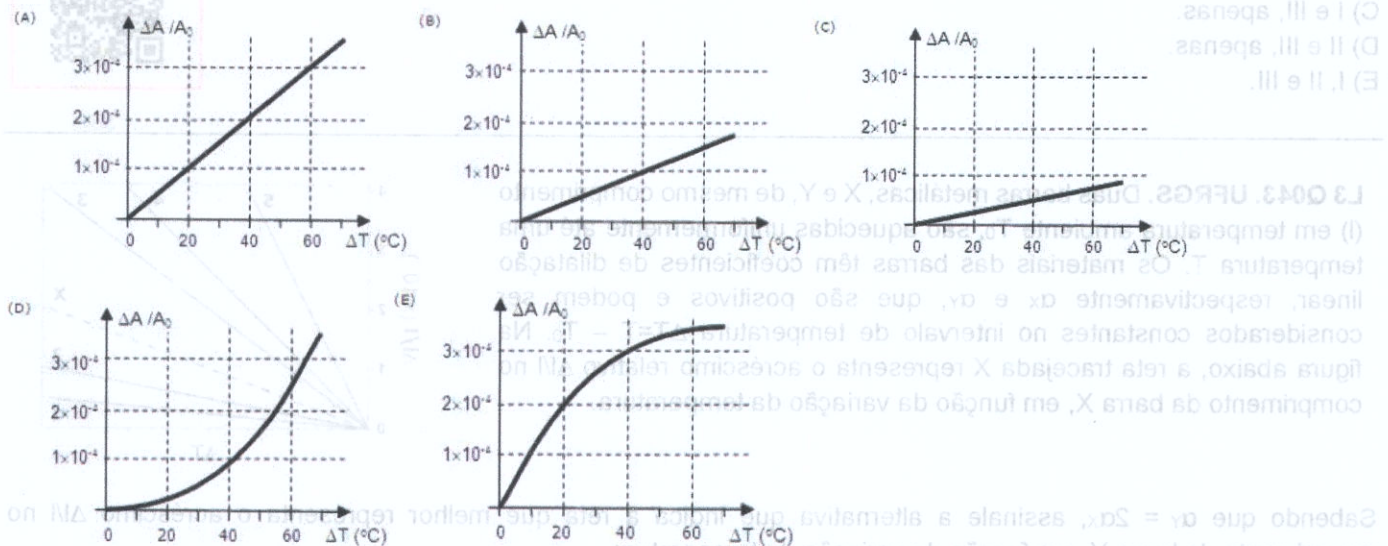
Um anel dilata sempre para fora, portanto os diâmetros interno e externo aumentam.

**Resposta: A**

5. UFRGS. De maneira geral, pode-se afirmar que corpos sólidos dilatam-se ao serem aquecidos. Para fins práticos, e dependendo da forma do corpo, muitas vezes o estudo da dilatação pode restringir-se à avaliação da dilatação linear do corpo. Assim, uma barra de determinado metal, com comprimento  $L_0$  à temperatura ambiente, sofre uma variação  $\Delta L$  no seu comprimento quando submetida a uma variação de temperatura  $\Delta T$ . O gráfico abaixo mostra o comportamento da razão  $\Delta L / L_0$  para essa barra, em função da variação de temperatura  $\Delta T$ . Quando um disco do mesmo metal, de área  $A_0$  à temperatura ambiente, é submetido a uma variação de temperatura  $\Delta T$ , sua área sofre uma variação  $\Delta A$ .



Assinale o gráfico que melhor representa o comportamento da razão  $\Delta A / A_0$  desse disco, em função da variação da temperatura  $\Delta T$ .



Nessa questão devemos buscar de quem depende a declividade do gráfico:

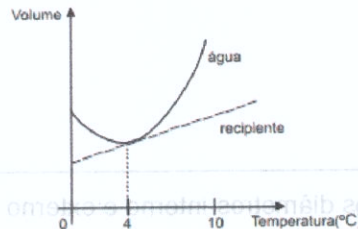
$$\text{tg } \theta = \Delta Y / \Delta X = (\Delta L/L_0) / \Delta T = \alpha$$

Se alterarmos o gráfico para o superficial a declividade é o coeficiente de dilatação superficial, que é o dobro do linear. Portanto, a declividade do gráfico deve dobrar.

**Resposta: A**

• **Questões**

**L3 Q030. PUCRS.** As variações de volume de certa quantidade de água e do volume interno de um recipiente em função da temperatura foram medidas separadamente e estão representadas no gráfico abaixo, respectivamente, pela linha contínua (água) e pela linha tracejada (recipiente).



Estudantes, analisando os dados apresentados no gráfico, e supondo que a água seja colocada dentro do recipiente, fizeram as seguintes previsões:

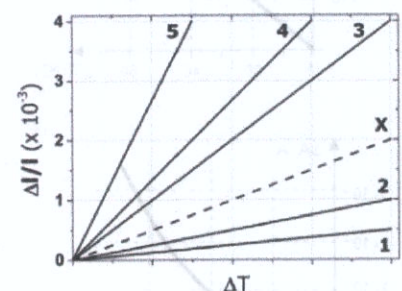
- I. O recipiente estará completamente cheio de água, sem haver derramamento, apenas quando a temperatura for 4°C.
- II. A água transbordará apenas se sua temperatura e a do recipiente assumirem simultaneamente valores acima de 4°C.
- III. A água transbordará se sua temperatura e a do recipiente assumirem simultaneamente valores acima de 4°C ou se assumirem simultaneamente valores abaixo de 4°C.

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são:

- A) I, apenas.
- B) I e II, apenas.
- C) I e III, apenas.
- D) II e III, apenas.
- E) I, II e III.



**L3 Q043. UFRGS.** Duas barras metálicas, X e Y, de mesmo comprimento (l) em temperatura ambiente  $T_0$ , são aquecidas uniformemente até uma temperatura T. Os materiais das barras têm coeficientes de dilatação linear, respectivamente  $\alpha_X$  e  $\alpha_Y$ , que são positivos e podem ser considerados constantes no intervalo de temperatura  $\Delta T = T - T_0$ . Na figura abaixo, a reta tracejada X representa o acréscimo relativo  $\Delta l/l$  no comprimento da barra X, em função da variação da temperatura.



Sabendo que  $\alpha_Y = 2\alpha_X$ , assinale a alternativa que indica a reta que melhor representa o acréscimo  $\Delta l/l$  no comprimento da barra Y, em função da variação da temperatura.

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5



**L3 Q045.** A temperatura de um corpo homogêneo aumenta de 20°C para 920°C e ele continua em estado sólido. A variação percentual do volume do corpo foi de 3,24%. O coeficiente de dilatação linear médio do material, em 10<sup>-6</sup>°C<sup>-1</sup>, vale

- A) 12,0
- B) 24,0
- C) 32,4
- D) 120
- E) 240



**Parte 3**

**Calorimetria**

**VARIAÇÃO DE TEMPERATURA**

- **Calor específico ( c ):** Informa a quantidade de energia térmica necessária para que um grama de determinada substância varie sua temperatura em uma unidade.

Unidades: [SI] J / kg.K    [prática] cal / g.°C

- **Capacidade térmica ( C ):** Informa a quantidade de energia térmica necessária para que um corpo de massa qualquer varie sua temperatura em uma unidade.

Unidades: [SI] J / K    [outras] cal / °C

$$C = c \cdot m$$

- **Quantidade de calor sensível ( Q<sub>s</sub> ):** Quantidade de energia térmica que quando cedida ou recebida pelo corpo provoca exclusivamente **variação em sua temperatura** e, conseqüentemente em sua **energia interna**, não provocando mudança de estado físico.

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T$$

- A quantidade de calor trocada por um corpo depende do material que o constitui
- A quantidade de calor trocada por um corpo é diretamente proporcional à variação de sua temperatura.
- **As unidades da massa e da energia são determinadas pelas unidades do calor específico e da capacidade térmica.**

**Potência térmica – fluxo de calor ( P ):** Informa a quantidade de calor trocada na unidade de tempo.

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

Unidades : [S.I.] watt (W) = J/s  
[outras] cal / s; J / min; ...

**LEMBRE-SE : 1 cal = 4,18 J**

**MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO**

- **Quantidade de calor latente (  $Q_L$  )** : Quantidade de energia térmica a ser liberada ou absorvida por um corpo de massa qualquer durante uma mudança de estado. Durante uma mudança de estado a temperatura do material não se altera.

$Q_L = m \cdot L$

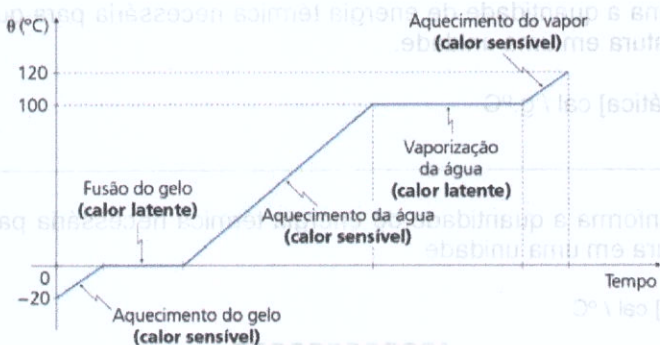
→ **Calor latente**: característico da substância e da mudança de estado a ocorrer.

Unidade: [SI] J / kg [outras] cal/g, J/g, ...

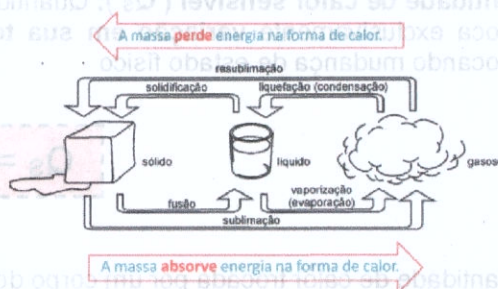
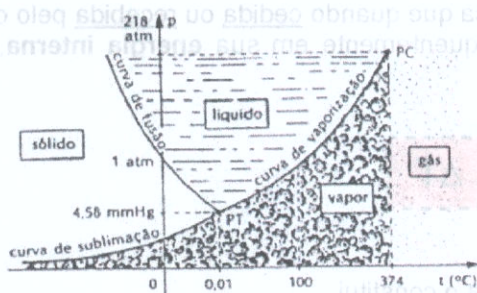


Sinal de L:  $L > 0$  - para mudanças de estado em que ocorre absorção de calor ( fusão, vaporização e sublimação S→G )  
 $L < 0$  - para mudanças de estado em que ocorre perda de calor ( solidificação, condensação e sublimação G→S )

**Curvas de aquecimento e resfriamento**

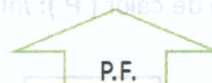


- **Fatores que influenciam na mudança de estado**: A pressão e a temperatura a que uma substância for submetida determinarão a fase na qual ela se apresentará.



**Fusão**: um aumento na pressão exercida sobre uma substância acarreta um aumento em sua temperatura de fusão (e, conseqüentemente, em sua temperatura de solidificação). Algumas poucas substâncias, como a água, fogem do comportamento geral. Para estas substâncias, um aumento na pressão acarreta uma redução no ponto de fusão.

**Substâncias que EXPANDEM ao fundir**



**Substâncias que CONTRAEM ao fundir**



Ex. Gelo