OBJETIVO

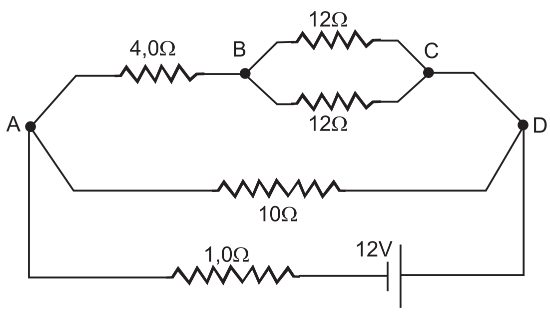
ITA
Física
Livro do Professor

8

MÓDULO 29

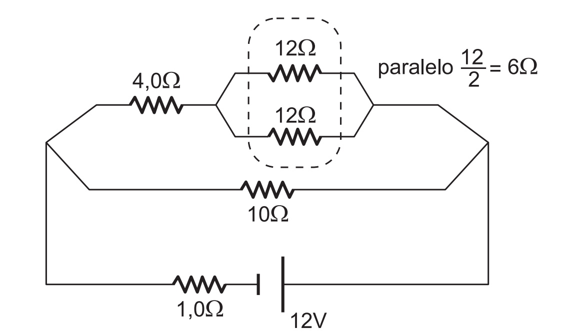
Eletrodinâmica V

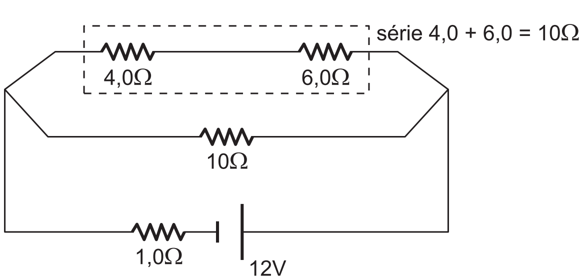
1. **(ITA)** – Com respeito ao circuito elétrico que se segue, podemos afirmar:

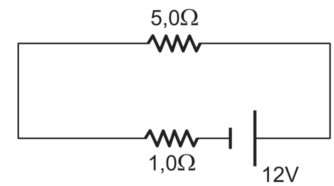


a) A resistência equivalente entre A e D é 38Ω e a potência dissipada é 76W.
b) A resistência equivalente no trecho BC é 24Ω e a corrente no trecho AB é 2,0A.
c) A corrente que circula pelo resistor de 10Ω é de 2,0A e a potência nele dissipada é 40W.
d) A d.d.p. no resistor de 4,0Ω é 4,0V e a resistência equivalente entre A e D é 5,0Ω.
e) nenhuma das anteriores está correta.

RESOLUÇÃO:
(1)



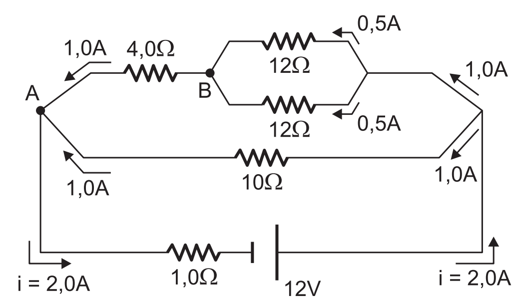




(2) Pela Lei de Pouillet, temos:

$$i = \frac{E}{R_{eq} + r} = \frac{12}{5{,}0 + 1{,}0} = 2{,}0A$$

(3) Retornando ao circuito, temos

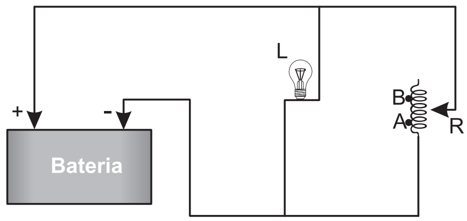


$U_{BA} = R_{BA} \cdot i'$
$U_{BA} = 4{,}0 \cdot 1{,}0$

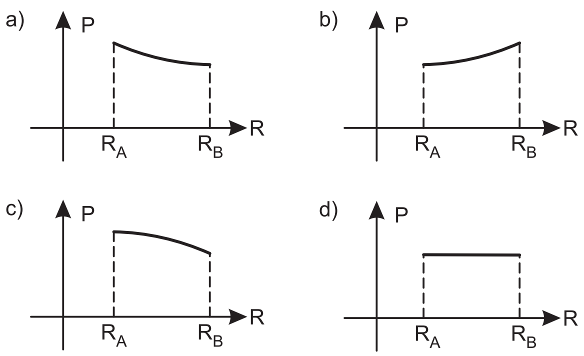
$\boxed{U_{BA} = 4{,}0V}$

Resposta: D

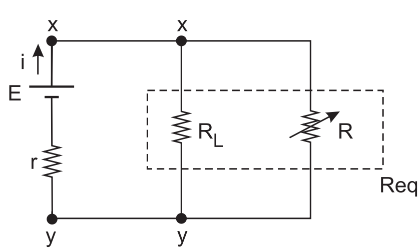
2. **(AFA-2009)** – Uma bateria de f.e.m. igual a ε e resistência interna de valor igual a r (constante) alimenta o circuito formado por uma lâmpada L e um reostato R , conforme ilustra a figura abaixo.



Considerando constante a resistência da lâmpada, o gráfico que melhor representa a potência por ela dissipada quando o cursor do reostato move-se de A para B é



RESOLUÇÃO:



1) $$R_{eq} = \frac{R \cdot R_L}{(R + R_L)}$$

Quando o cursor se desloca de A para B, *R aumenta* e, consequentemente, *R_{eq} aumenta*.

2) A tensão elétrica nos terminais da lâmpada (U_{xy}), é dada por:

$$U_{xy} = E - ri$$

$$U_{xy} = E - r\left(\frac{E}{R_{eq} + r}\right)$$

$$U_{xy} = E\left(1 - \frac{r}{R_{eq} + r}\right)$$

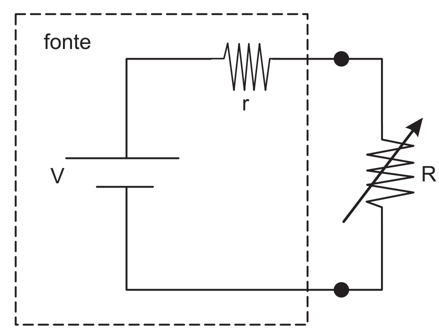
Observemos, pela expressão acima, que quando *R_{eq} aumenta*, o termo $\frac{r}{R_{eq} + r}$ diminui e, portanto, *U_{xy} aumenta*.

3) A potência dissipada na lâmpada é dada por:

$$P_L = \frac{U_{xy}^2}{R_L}$$

Como R_L é constante, quando *U_{xy} aumenta*, *P_L aumenta*. Assim o gráfico P_L x R é melhor representado pela alternativa B.

3. **(IME-2008)** – A figura abaixo apresenta o modelo de uma fonte de tensão conectada a um resistor variável R. A tensão V e a resistência interna r da fonte possuem valores constantes.



Com relação à resistência do resistor R, é correto afirmar que

a) aumentando seu valor, necessariamente aumentará a potência dissipada em R.
b) aumentando seu valor, aumentará a tensão sobre R, mas não necessariamente a potência dissipada em R.
c) aumentando seu valor, aumentará a corrente fornecida pela fonte, mas não necessariamente a potência dissipada em R.
d) diminuindo seu valor, aumentará a corrente fornecida pela fonte e, conseqüentemente, a potência dissipada em R.
e) diminuindo seu valor, necessariamente aumentará a potência dissipada em R.

RESOLUÇÃO:

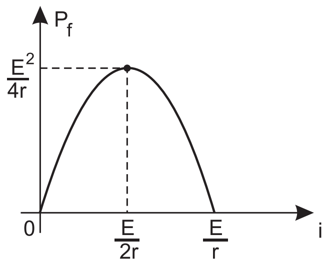
1) Da equação do gerador, vem:

$$U = E - ri$$

$$\underbrace{Ui}_{} = Ei - ri^2$$

$$\boxed{P_f = Ei - ri^2}$$

O gráfico da potência fornecida, em função da intensidade de corrente é dado por:



Observemos, pelo gráfico, que a potência fornecida máxima é dada por:

$$P_{f_{máx}} = \frac{E^2}{4r}$$

Nesta condição, a intensidade da corrente elétrica que flui no circuito, vale $i = \frac{E}{2r}$.

Mas, pela Lei de Pouillet, temos:

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

$$\frac{E}{2r} = \frac{E}{R + r}$$

$$R + r = 2r$$

$$\boxed{R = r}$$

Assim, concluímos que, a medida que R aumenta, a potência fornecida ao resistor também aumenta, até que R atinja o valor r ($R = r \Rightarrow P_{f_{máx}}$). A partir desse valor, se R continuar aumentando, a potência fornecida irá diminuir.
Por outro lado, a tensão elétrica nos terminais do resistor R é dada por:

$$U = E - ri$$

$$U = E - r \cdot \left(\frac{E}{R + r}\right)$$

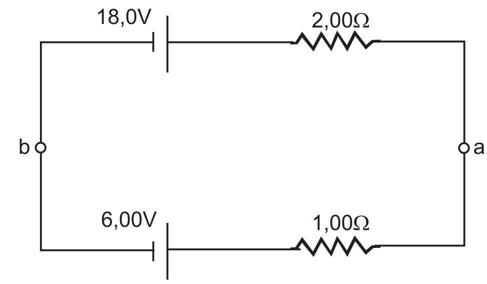
$$U = E - E\,\frac{r}{R + r}$$

$$\boxed{U = E\left(1 - \frac{r}{R + r}\right)}$$

Observemos pela expressão acima que, quando R aumenta, o termo $\frac{r}{R + r}$ diminui e, portanto, U aumenta.

Resposta: B

4. **(ITA)** – As duas baterias da figura estão ligadas em oposição. Suas f.e.m. e resistências internas são respectivamente: 18,0V e 2,00Ω, 6,00V e 1,00Ω. Sendo i a corrente no circuito, V_{ab} a tensão $V_a - V_b$ e P_d a potência total dissipada, podemos afirmar que:



a) i = 9,00A, V_{ab} = –10,0V, P_d = 12,0W
b) i = 6,00A, V_{ab} = 10,0V, P_d = 96,0W
c) i = 4,00A, V_{ab} = –10,0V, P_d = 16,0W
d) i = 4,00A, V_{ab} = 10,0V, P_d = 48,0W
e) i = 4,00A, V_{ab} = 24,0V, P_d = 32,0W

RESOLUÇÃO:

(1) $$i = \frac{E - E'}{R + r + r'} = \frac{18{,}0 - 6{,}00}{2{,}00 + 1{,}00}$$

$$\boxed{i = 4{,}00A}$$

(2) $$V_{ab} = E - r\,i = 18{,}0 - 2{,}00 \cdot 4{,}00$$

$$\boxed{V_{ab} = 10{,}0V}$$

(3) $$P_d = r_{eq} \cdot i^2$$
$$P_d = 3{,}00 \cdot (4{,}00)^2$$

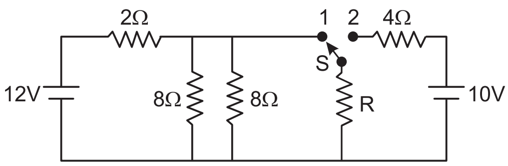
$$\boxed{P_d = 48{,}0W}$$

Resposta: D

MÓDULO 30

Eletrodinâmica V

1. **(IME-2007)** – A chave S no circuito elétrico possui duas posições de contato, conforme mostra a figura abaixo.

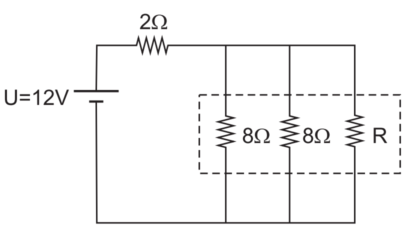


Para que a potência total dissipada no circuito seja a mesma estando a chave S na posição 1 ou na posição 2, o valor aproximado da resistência R, em ohms, deve ser:

a) 1,5 b) 3,4 c) 5,6 d) 8,2 e) 12,3

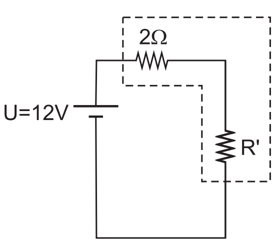
RESOLUÇÃO:

1) Para a chave na posição 1, temos:



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{R}$$

$$R' = \frac{4R}{(4 + R)}$$



$$R_{eq} = R' + 2$$

$$R_{eq} = \frac{4R}{4 + R} + 2$$

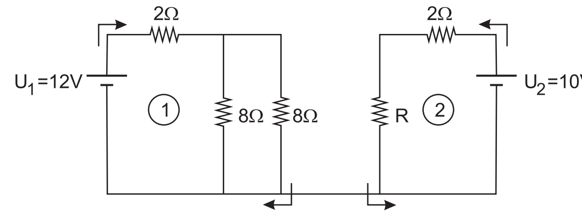
$$R_{eq} = \frac{6R + 8}{4 + R}$$

A potência total dissipada no circuito é dada por:

$$Pot = \frac{U^2}{R_{eq}} = \frac{(12)^2}{\frac{6R + 8}{4 + R}}$$

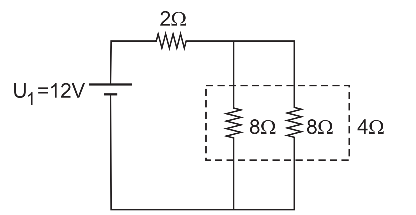
$$\boxed{Pot = \frac{72R + 288}{(3R + 4)}}$$

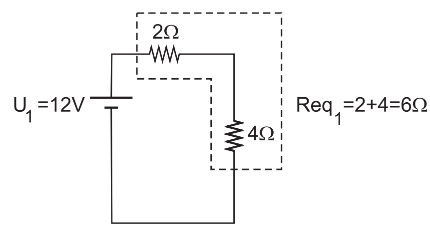
2) Para a chave na posição 2, temos:



Observemos que os circuitos (1) e (2) funcionam de maneira independente.

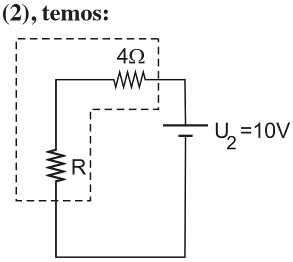
Assim, para o circuito (1), temos:





$$Pot_1 = \frac{U_1^2}{R_{eq_1}} = \frac{12^2}{6} = \boxed{24W}$$

Para o circuito (2), temos:



$$R_{eq_2} = (R + 4)$$

$$Pot_2 = \frac{U_2^2}{R_{eq_2}} = \frac{10^2}{(R + 4)} = \boxed{\frac{100}{(R + 4)}W}$$

3) De acordo com o enunciado, a potência total dissipada no circuito, com a chave S na posição 1 ou 2, deve ser a mesma. Dessa forma, temos:

$$Pot = Pot_1 + Pot_2$$

$$\frac{72R + 288}{(3R + 4)} = 24 + \frac{100}{(R + 4)}$$

$$\boxed{R \cong 3{,}4\Omega}$$

Resposta: B

2. **(ITA)** – No caso de um chuveiro elétrico ligado à rede de distribuição de energia, pode-se dizer que,

a) diminuindo-se a resistência do aquecedor, reduz-se a potência consumida.
b) aumentando-se a resistência do aquecedor e conservando-se a vazão, a água aquece-se mais.
c) para conservar a temperatura de saída da água, quando se aumenta a vazão, deve-se diminuir a resistência do aquecedor.
d) aumentando-se ou diminuindo-se a resistência do aquecedor, a potência consumida não se altera.
e) nenhuma das anteriores é correta.

RESOLUÇÃO:

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

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{U^2}{R}$$

$$\frac{m\,c\,\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{U^2}{R}$$

$$\frac{\mu\,.\,\text{Vol}\,.\,c\,.\,\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{U^2}{R}$$

$$\boxed{\mu\,.\,Z\,.\,c\,.\,\Delta\theta = \frac{U^2}{R}}$$

Z e R inversamente proporcionais

Resposta: C

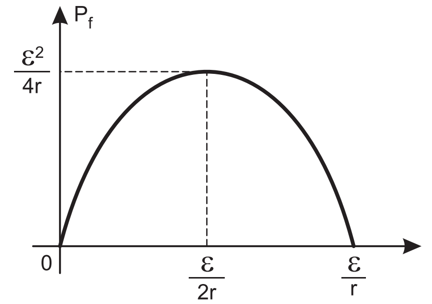
3. **(AFA-2008)** – Aqueceu-se certa quantidade de um líquido utilizando um gerador de f.e.m. ε = 50V e resistência interna r = 3,0Ω e um resistor de resistência $2{,}0.10^5$J, pode-se afirmar que o tempo de aquecimento foi:

a) superior a 15 minutos.
b) entre 6,0 e 10 minutos.
c) entre 12 e 15 minutos.
d) inferior a 5,0 minutos.

RESOLUÇÃO:
No gerador:

$$P_f = P_g - P_d$$

$$P_f = Ei - ri^2$$



Assim:

$$P_{f_{máx}} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{(50)^2}{4(3)} = \frac{625}{3}\ \text{W}$$

$$\text{Sendo } P_{f_{máx}} = \frac{Q}{\Delta t_{min}}$$

$$\frac{625}{3{,}0} = \frac{2{,}0\,.\,10^5}{\Delta t_{min}} \Rightarrow \Delta t_{min} = 960\text{s} \Rightarrow \boxed{\Delta t_{min} = 16\text{min}}$$

Resposta: A

4. **(ITA-2000)** – Uma certa resistência de fio, utilizada para aquecimento, normalmente dissipa uma potência de 100W quando funciona a uma temperatura de 100°C. Sendo de 2 x $10^{-3}K^{-1}$ o coeficiente de dilatação térmica do fio, conclui-se que a potência instantânea dissipada pela resistência, quando operada a uma temperatura inicial de 20°C, é

a) 32 W b) 84 Wc) 100W d) 116W e) 132W

RESOLUÇÃO:
A potência dissipada por um resistor pode ser calculada usando-se a expressão:

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

Sendo a tensão (U) constante, vem:

$$\text{Pot}_1\,R_1 = \text{Pot}_2\,R_2$$

A resistência do resistor varia de acordo com a 2ª Lei de Ohm:

$$R = \rho\,\frac{L}{A}$$

sendo que a resistividade (ρ) varia com a temperatura de acordo com a relação:

$$\rho_2 = \rho_1\,(1 + \alpha\,\Delta\theta)$$

em que α é o coeficiente de temperatura do material do resistor. Observe que as dimensões do resistor têm variações desprezíveis (da ordem de 10^{-5}). Note ainda que o examinador chamou o coeficiente de temperatura de coeficiente de dilatação térmica. Portanto:

$$Pot_1 \cdot \rho_1 \cdot \frac{L}{A} = Pot_2 \cdot \rho_2 \cdot \frac{L}{A}$$

$$Pot_1 \cdot \rho_1 = 100 \cdot \rho_1 (1 + \alpha\,\Delta\theta)$$

$$Pot_1 = 100\,[1 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot (100 - 20)]\ (W)$$

Observe que a variação de 80°C é igual à variação de 80K.

$$Pot_1 = 100\,(1 + 0{,}16) = 100 \cdot 1{,}16\ (W)$$

$$\boxed{Pot_1 = 116W}$$

Resposta: D

MÓDULO 31

Termologia V

1. **(ITA)** – Calcular a massa de gás hélio (massa molecular 4,0u, em que u é $\frac{1}{12}$ da massa do átomo de carbono), contida em um balão, sabendo-se que o gás ocupa um volume igual a $5{,}0m^3$ e está a uma temperatura de –23°C e a uma pressão de 30cmHg.
Dado: $R = 0{,}082 atm\,\ell\,mol^{-1}\,K^{-1}$
a) 1,86g b) 46g c) 96g d) 186g e) 385g

RESOLUÇÃO:

$$p = 30cmHg = \frac{30}{76}\ atm$$

$$V = 5{,}0m^3 = 5000\ell$$

$$T = -23°C = 250K$$

Da Equação de Clapeyron, vem:

$$pV = n\,R\,T$$

$$pV = \frac{m}{M}\,RT$$

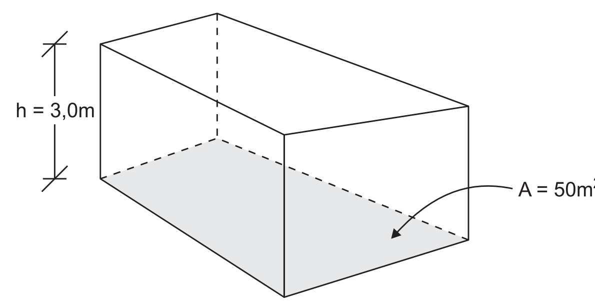
$$\frac{30}{76} \cdot 5000 = \frac{m}{4} \cdot 0{,}082 \cdot 250$$

$$\boxed{m \cong 385g}$$

Resposta: E

2. **(ITA-2005)** – Estime a massa de ar contida numa sala de aula. Indique claramente quais as hipóteses utilizadas e os quantitativos estimados das variáveis empregadas.

RESOLUÇÃO:
Uma sala de aula típica, destinada a 45 alunos, deve ter área próxima de $50m^2$ e pé direito (altura) de 3,0m. Assim, o volume de ar contido nessa sala fica determinado por:



$$V = Ah = 50 \cdot 3{,}0\ (m^3)$$

$$\boxed{V = 150m^3}$$

Supondo-se que o ar se comporta como gás perfeito, pode-se aplicar a Equação de Clapeyron:

$$pV = \frac{m}{M}\,RT \Rightarrow m = \frac{pVM}{RT}$$

Adotando-se
p = 1,0 atm,
$R = 0{,}082\ atm\ \ell/mol.\ K$,
T = 27°C = 300K,
$M_{ar} = 30\%\ O_2 + 70\%\ N_2 = 29{,}2 \cdot 10^{-3}$ kg e
$V = 150 \cdot 10^3\ \ell$,

calculemos a massa de gás contida na sala:

$$m = \frac{1{,}0 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 29{,}2 \cdot 10^{-3}}{0{,}082 \cdot 300}\ (kg)$$

$$\boxed{m \cong 178kg}$$

Resposta: 178kg

3. **(ITA)** – Um mol de gás perfeito está contido em um cilindro de secção **S** fechado por um pistão móvel, ligado a uma mola de constante elástica **k**. Inicialmente, o gás está na pressão atmosférica $\mathbf{p_0}$ e temperatura $\mathbf{T_0}$, e o comprimento do trecho do cilindro ocupado pelo gás é $\mathbf{L_0}$, com a mola não estando deformada. O sistema gás–mola é aquecido e o pistão desloca-se de uma distância **x**. Denotando a constante universal dos gases perfeitos por **R**, a nova temperatura do gás é:

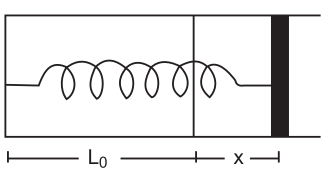
a) $T_0 + \dfrac{x}{R}(p_0S + kL_0)$

b) $T_0 + \dfrac{L_0}{R}(p_0S + kx)$

c) $T_0 + \dfrac{x}{R}(p_0S + kx)$

d) $T_0 + \dfrac{kx}{R}(L_0 + x)$

e) $T_0 \left(p_0 + \dfrac{kx}{S}\right)\dfrac{(L_0 + x)}{p_0 L_0}$



RESOLUÇÃO:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

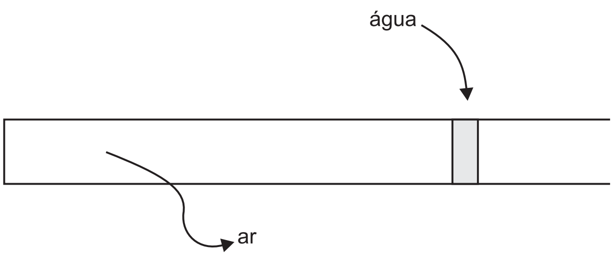
$$\frac{\left(p_0 + \dfrac{kx}{S}\right) . (L_0 + x) . S}{T_1} = \frac{p_0 (L_0 . S)}{T_0}$$

$$T_1 p_0 L_0 = T_0 \left(p_0 + \frac{kx}{S}\right)(L_0 + x)$$

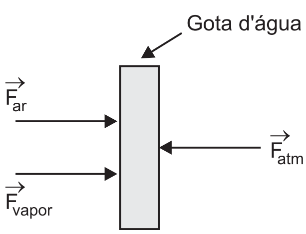
$$\boxed{T_1 = T_0 \frac{\left(p_0 + \dfrac{kx}{S}\right)(L_0 + x)}{p_0 L_0}}$$

Resposta: E

4. **(ITA-2002)** – Um tubo capilar fechado em uma extremidade contém uma quantidade de ar aprisionada por um pequeno volume de água. A 7,0°C e à pressão atmosférica (76,0cm Hg), o comprimento do trecho com ar aprisionado é de 15,0cm. Determine o comprimento do trecho com ar aprisionado a 17,0 °C. Se necessário, empregue os seguintes valores da pressão de vapor da água: 0,75cm Hg a 7,0 °C e 1,42cm Hg a 17,0 °C.



RESOLUÇÃO:
Em cada situação, a gota d'água encontra-se em equilíbrio, o que significa que a resultante das forças horizontais que agem sobre ela é nula. Desprezando os atritos entre a gota e as paredes do tubo, temos o esquema de forças abaixo.



$$F_{ar} + F_{vapor} = F_{atm}$$

Sendo A a área da secção transversal do tubo, vem:
$p_{ar}\ A + p_{vapor}\ A = p_{atm}\ A \Rightarrow p_{ar} + p_{vapor} = p_{atm}$

Da qual: $\boxed{p_{ar} = p_{atm} - p_{vapor}}$

1º caso: (temperatura T_1 = 7,0 °C = 280K)

$p_{ar_1} = 76{,}0 - 0{,}75 \Rightarrow \boxed{p_{ar_1} = 75{,}25 \text{ cmHg}}$

2º caso: (temperatura T_2 = 17,0 °C = 290K)

$p_{ar_2} = 76{,}0 - 1{,}42 \Rightarrow \boxed{p_{ar_2} = 74{,}58 \text{ cmHg}}$

Admitindo o ar contido no tubo como um gás perfeito e aplicando a lei geral dos gases perfeitos, vem:

$$\frac{p_{ar_2} V_2}{T_2} = \frac{p_{ar_1} V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{74{,}58\ AL_2}{290} = \frac{75{,}25A15{,}0}{280}$$

Da qual: $\boxed{L_2 \cong 15{,}67 \text{ cm}}$

Resposta: 15,67cm

MÓDULO 32

Termologia V

1. **(ITA)** – Um recipiente continha inicialmente 10,0kg de gás sob pressão de $1,0 \cdot 10^7 N/m^2$. Uma quantidade **m** de gás saiu do recipiente sem que a temperatura variasse. Determine **m**, sabendo que a pressão caiu para $2,5 \cdot 10^6 N/m^2$.

a) 2,5kg b) 4,0kg c) 5,0kg d) 7,5kg
e) nenhuma das anteriores

RESOLUÇÃO:

1) (1) $p_1V_1 = n_1RT_1$

$$1,0 \cdot 10^7 \cdot V = \frac{10,0}{M} R \cdot T \quad (I)$$

(2) $p_2V_2 = n_2 R T_2$

$$2,5 \cdot 10^6 \cdot V = \frac{m_2}{M} R \cdot T \quad (II)$$

(3) **De I e II, vem:**

$$\frac{1,0 \cdot 10^7}{2,5 \cdot 10^6} = \frac{10,0}{m_2}$$

$m_2 = 2,5kg$

(4) $m = m_1 - m_2$

$m = 10,0 - 2,5$

$\boxed{m = 7,5kg}$

Resposta: D

2. **(ITA-2004)** – A linha das neves eternas encontra-se a uma altura h_0 acima do nível do mar, onde a temperatura do ar é 0°C.

Considere que, ao elevar-se acima do nível do mar, o ar sofre uma expansão adiabática que obedece à relação $\Delta p / p = (7/2)(\Delta T / T)$, em que p é a pressão e T, a temperatura. Considerando o ar um gás ideal de massa molecular igual a 30 u (unidade de massa atômica) e a temperatura ao nível do mar igual a 30°C, assinale a opção que indica aproximadamente a altura h_0 da linha das neves.

Dados: pressão atmosférica ao nível do mar:
$p_0 = 1,0 \cdot 10^5 Pa$
$R = 8J/mol.K$

a) 2,5 km b) 3,0 km c) 3,5 km
d) 4,0 km e) 4,5 km

RESOLUÇÃO:

(1) Cálculo da densidade média do ar:

$$p\,V = \frac{m}{M} R\,T$$

$$p = \frac{\mu}{M} R\,T$$

$$\mu = \frac{p\,M}{R\,T} = \frac{1,0 \cdot 10^5 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 303} \ (kg/m^3)$$

$\mu \cong 1,24 kg/m^3$

(2) Cálculo da variação de pressão:

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{7}{2} \cdot \frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta p}{1,0 \cdot 10^5} = \frac{7}{2} \cdot \frac{30}{303}$$

$\boxed{\Delta p = 3,5 \cdot 10^4 Pa}$

(3) Cálculo da altura:

$\Delta p = \mu\, g\, \Delta h$

$3,5 \cdot 10^4 = 1,24 \cdot 10 \cdot \Delta h$

$\boxed{\Delta h = 2,8 \cdot 10^3 m = 2,8km}$

Resposta: B

3. **(ITA)** – Dois balões de vidro de volumes iguais estão ligados por meio de um tubo de volume desprezível e ambos contêm hidrogênio a 0°C. Eles estão a uma pressão de $1{,}013 \cdot 10^5$Pa. Qual será a pressão do gás se um dos bulbos for imerso em água a 100°C e o outro for mantido a –40°C?

a) a pressão permanece a mesma. b) $1{,}06 \cdot 10^5$Pa
c) $2{,}32 \cdot 10^5$Pa d) $1{,}25 \cdot 10^5$Pa
e) $1{,}20 \cdot 10^5$Pa

RESOLUÇÃO:
Sendo V o volume de cada balão, temos, na situação inicial, $p_0 \cdot 2V = nRT_0$

$$n = \frac{2p_0V}{RT_0} = \frac{2 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5}{273} \cdot \frac{V}{R}$$

Na situação final, temos:

$$pV = n_1RT_1 = n_1R\,373$$
$$pV = n_2RT_2 = n_2R\,233$$

Portanto, $n_1 = \dfrac{pV}{373R}$ **e** $n_2 = \dfrac{pV}{233R}$

Como o número total de mols deve ser o mesmo, temos:
$n_1 + n_2 = n$

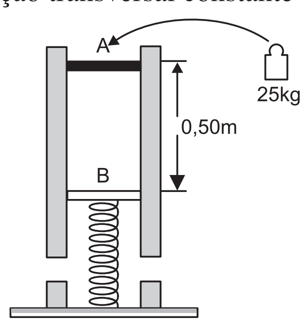
$$\frac{pV}{R}\left(\frac{1}{373} + \frac{1}{233}\right) = \frac{2 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5}{273} \cdot \frac{V}{R}$$

$$p\left(\frac{233 + 373}{373 \cdot 233}\right) = \frac{2{,}026 \cdot 10^5}{273}$$

$$\boxed{p = 1{,}06 \cdot 10^5\text{Pa}}$$

Resposta: B

4. **(ITA)** – A figura mostra um tubo cilíndrico com secção transversal constante de área $S = 1{,}0 \cdot 10^{-2}$m^2 aberto nas duas extremidades para a atmosfera, cuja pressão é igual a $1{,}0 \cdot 10^5$Pa.



Uma certa quantidade de gás ideal está aprisionada entre dois pistões, **A** e **B**, que se movem sem atrito. A massa do pistão **A** é desprezível e a do pistão **B** é **M**. O pistão **B** está apoiado em uma mola de constante $k = 2{,}5 \cdot 10^3$N/m e a aceleração da gravidade tem módulo igual a 10m/s^2. Inicialmente, a distância de equilíbrio entre os pistões é de 0,50m. Uma massa de 25kg é colocada vagarosamente sobre **A**, mantendo-se constante a temperatura. Determine o deslocamento do pistão **A**, para baixo, até atingir a nova posição de equilíbrio.

RESOLUÇÃO:
A colocação do corpo de massa 25kg sobre o êmbolo A acrescenta ao gás uma pressão Δp, dada por:

$$\Delta p = \frac{mg}{S} \Rightarrow \Delta p = \frac{25 \cdot 10}{1{,}0 \cdot 10^{-2}} \quad \text{(Pa)}$$

$$\Delta p = 0{,}25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Assim, a nova pressão a que fica submetido o gás é p_2, calculada por:

$$p_2 = p_a + \Delta p \Rightarrow p_2 = 1{,}0 \cdot 10^5 + 0{,}25 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$p_2 = 1{,}25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

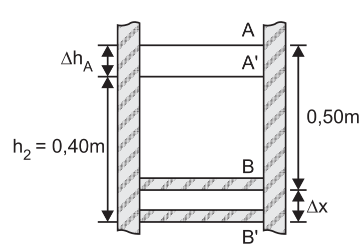
Considerando-se que o gás sofre uma compressão isotérmica, calculemos a nova distância h_2 entre os êmbolos A e B.

$$p_2\,V_2 = p_1\,V_1 \Rightarrow p_2\,Sh_2 = p_a\,Sh_1$$

$$1{,}25 \cdot 10^5\,h_2 = 1{,}0 \cdot 10^5 \cdot 0{,}50 \Rightarrow \boxed{h_2 = 0{,}40\text{m}}$$

O acréscimo da força ΔF sobre a mola é calculado pela Lei de Hooke.
$\Delta F = k\Delta x$ (I),
em que Δx é a deformação adicional sofrida pela mola devido à colocação do corpo de massa 25kg.
Mas $\Delta F = \Delta p\, S$ (II)

De (I) e (II), vem: $k\,\Delta x = \Delta p\, S$
Sendo $k = 2{,}5 \cdot 10^3$ N/m,
$\Delta p = 0{,}25 \cdot 10^5$ Pa e $S = 1{,}0 \cdot 10^{-2}$ m^2, calculemos Δx.
$2{,}5 \cdot 10^3\,\Delta x = 0{,}25 \cdot 10^5 \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \Delta x = 0{,}10$m



Observando-se a figura acima, temos:
$\Delta h_A + 0{,}40 = 0{,}50 + \Delta x$
$\Delta h_A + 0{,}40 = 0{,}50 + 0{,}10$

$$\boxed{\Delta h_A = 0{,}20\text{m}}$$

Resposta: 0,20m

■ MÓDULOS 29 E 30

1. **(ITA-93)** – No circuito mostrado ao lado, a f.e.m. da bateria é ε, a resistência de carga é **R** e a resistência interna da bateria é **r**. Quanto vale a potência dissipada na carga?

a) $P = \dfrac{\varepsilon R^2}{(R + r)}$

b) $P = \dfrac{\varepsilon^2 R^2}{[R(R + r)^2]}$

c) $P = \dfrac{\varepsilon R^2}{(R + r)^2}$

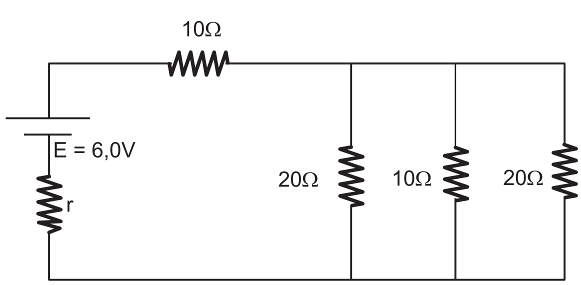
d) $P = \dfrac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2}$

e) $P = \dfrac{(R + r)}{\varepsilon R}$

2. **(ITA-94)** – Um circuito é formado ligando-se uma bateria ideal a uma resistência cuja resistividade varia proporcionalmente à raiz quadrada da corrente que a atravessa. Dobrando-se a força eletromotriz da bateria, podemos dizer que

a) a potência dissipada na resistência não é igual à potência fornecida pela bateria.
b) a potência fornecida pela bateria é proporcional ao quadrado da corrente.
c) a corrente no circuito e a potência dissipada na resistência não se alteram.
d) a corrente aumenta de um fator $\sqrt{2}$ e a potência diminui de um fator $\sqrt[3]{2}$.
e) o fator de aumento da potência é duas vezes maior que o fator de aumento da corrente.

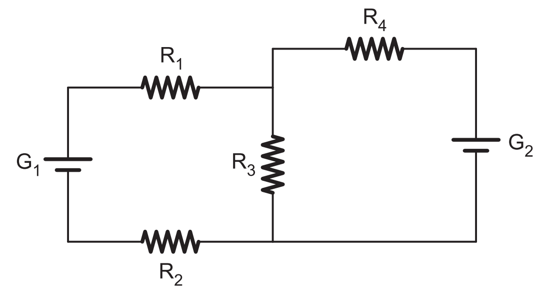
3. **(ITA)**



Um gerador de f.e.m. igual a 6,0V é ligado conforme mostra a figura acima. Sabendo-se que o rendimento do gerador neste circuito é de 90%, pode-se concluir que

a) a corrente no gerador deve ser de 0,36A.
b) a potência útil deve ser maior do que 1,96W.
c) a potência total deve ser de 2,4W.
d) a corrente no gerador deve ser maior do que 0,40A.
e) n.d.a.

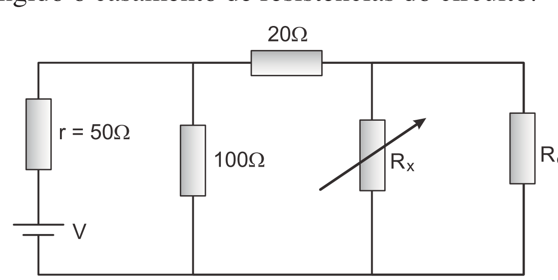
4. **(AFA-2008)** – No circuito representado abaixo, os geradores G_1 e G_2, são ideais e os resistores têm a mesma resistência R.



Se a potência dissipada por R_2 é nula, então a razão entre as f.e.m. de G_1 e G_2 é:

a) $\dfrac{1}{4}$ b) 2 c) $\dfrac{1}{2}$ d) 4

5. **(ITA-2007)** – Sabe-se que a máxima transferência de energia de uma bateria ocorre quando a resistência do circuito se iguala à resistência interna da bateria, isto é, quando há o casamento de resistências. No circuito da figura, a resistência de carga R_c varia na faixa $100\Omega \le R_c \le 400\Omega$. O circuito possui um resistor variável, R_x, que é usado para o ajuste da máxima transferência de energia. Determine a faixa de valores de R_x para que seja atingido o casamento de resistências do circuito.

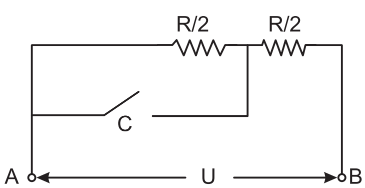


6. **(ITA)** – Um corpo é aquecido pela água de um calorímetro a qual, por sua vez, é aquecida por uma resistência pela qual passa uma corrente elétrica. Durante o aquecimento, que durou 20s, o corpo absorveu a quantidade de calor equivalente a $5,0 \cdot 10^2$cal e o calorímetro reteve, separadamente, $2,05 \cdot 10^3$cal. Sabendo-se que a d.d.p. aplicada foi de 110V e a corrente na resistência foi de 5,0A, pode-se afirmar que a perda de calor, do calorímetro para o meio ambiente, durante o aquecimento, foi de:

a) um valor tão pequeno que não se pode avaliar com os dados anteriores.
b) $5,9 \cdot 10^2$cal c) $5,4 \cdot 10^2$cal
d) $0,9 \cdot 10^2$cal e) n.d.a.
Dado: 1J = 0,24cal

7. **(ITA-2002)** – Sendo dado que 1J = 0,239 cal, o valor que melhor expressa, em calorias, o calor produzido em 5 minutos de funcionamento de um ferro elétrico, ligado a uma fonte de 120 V e atravessado por uma corrente de 5,0 A, é
a) $7,0 \cdot 10^4$ b) $0,70 \cdot 10^4$ c) $0,070 \cdot 10^4$
d) $0,43 \cdot 10^4$ e) $4,3 \cdot 10^4$

8. **(AFA-2009)** – O elemento de aquecimento de uma torneira elétrica é constituído de dois resistores e de uma chave C conforme ilustra a figura abaixo.



Com a chave C aberta, a temperatura da água na saída da torneira aumenta em 10° C. Mantendo-se a mesma vazão d'água e fechando C , pode-se afirmar que a elevação de temperatura da água, em graus Celsius, será de
a) 20 b) 5,0
c) 15 d) 2,5

■ MÓDULOS 31 E 32

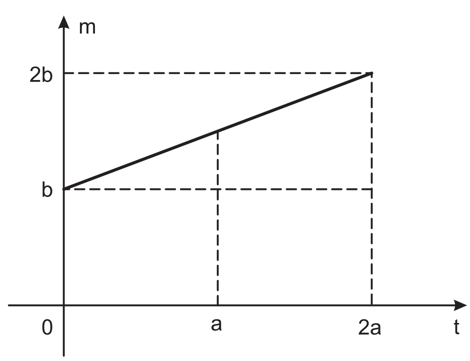
1. **(AFA-2007)** – Pela manhã, um motorista calibra os pneus de seu carro sob uma pressão de 28,0 ℓb/pol^2 quando a temperatura era de 7°C. À tarde, após rodar bastante, a temperatura dos pneus passou a ser 37°C. Considerando que o volume dos pneus se mantém constante e que o comportamento do ar seja de um gás ideal, a pressão nos pneus aquecidos, em ℓb/pol^2, passou a ser
a) 30,0 b) 31,0
c) 33,0 d) 35,0

2. **(ITA)** – O pneu de um automóvel é calibrado com ar a uma pressão de $3,10 \times 10^5$ Pa a 20°C, no verão.
Considere que o volume não varia e que a pressão atmosférica se mantém constante e igual a $1,01 \times 10^5$ Pa. A pressão do pneu, quando a temperatura cai a 0°C, no inverno, é:
a) $3,83 \times 10^5$ Pa b) $1,01 \times 10^5$ Pa
c) $4,41 \times 10^5$ Pa d) $2,89 \times 10^5$ Pa
e) $1,95 \times 10^5$ Pa

3. **(ITA)** – Um reservatório de 30 litros contém gás nitrogênio diatômico, à temperatura ambiente de 20°C. Seu medidor de pressão indica uma pressão de 3,00 atmosferas. A válvula do reservatório é aberta momentaneamente e uma certa quantidade do gás escapa para o meio ambiente. Fechada a válvula, o gás atinge novamente a temperatura ambiente. O medidor de pressão do reservatório indica agora uma pressão de 2,40 atmosferas. Quantos gramas, aproximadamente, de nitrogênio escaparam?
a) 10,5g b) 31g c) 15g d) 3g e) 21g

Observações:
1º) Massa atômica do nitrogênio igual a 14u.
2º) Se necessário, utilizar os seguintes valores para:
–constante universal dos gases perfeitos:
8,31 J/mol . K ou 0,082 atm . ℓ/mol . K
–número de Avogadro:
$6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas/mol

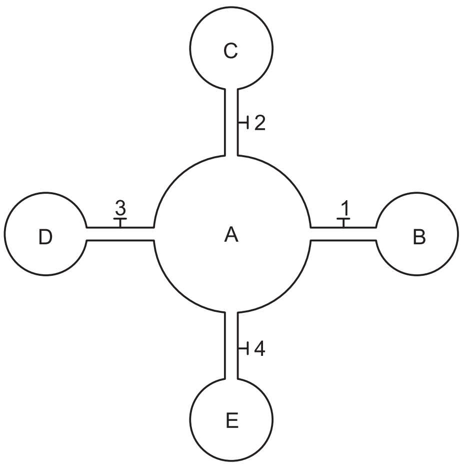
4. **(AFA-2008)** – Um cilindro de volume constante contém determinado gás ideal à temperatura T_0 e pressão p_0. Mantém-se constante a temperatura do cilindro e introduz-se, lentamente, a partir do instante t = 0, certa massa do mesmo gás.
O gráfico abaixo representa a massa m de gás existente no interior do cilindro em função do tempo t.



Nessas condições, a pressão do gás existente no recipiente, para o instante t = a, é igual a
a) $2,0\ p_0$ b) $1,5\ p_0$ c) $2,5\ p_0$ d) $4,0\ p_0$

5. **(ITA-2005)** – Uma cesta portando uma pessoa deve ser suspensa por meio de balões, sendo cada qual inflado com 1 m^3 de hélio na temperatura local (27°C). Cada balão vazio com seus apetrechos pesa 1,0N. São dadas a massa atômica do oxigênio $A_O = 16$, a do nitrogênio $A_N = 14$, a do hélio $A_{He} = 4$ e a constante dos gases $R = 0,082$ atm ℓ mol^{-1} K^{-1}. Considerando que o conjunto pessoa e cesta pesa 1000 N e que a atmosfera é composta de 30% de O_2 e 70% de N_2, determine o número mínimo de balões necessários.

6. **(AFA-2009)** – O gás contido no balão A de volume V e pressão p é suavemente escoado através de dutos rígidos e de volumes desprezíveis, para os balões B, C, D e E, idênticos e inicialmente vazios, após a abertura simultânea das válvulas 1, 2, 3 e 4, como mostra a figura abaixo.



Após atingido o equilíbrio, a pressão no sistema de balões assume o valor $\frac{p}{3}$. Considerando que não ocorre variação de temperatura, o volume de dois dos balões menores é

a) 1,0 V b) 0,5 V c) 1,5 V d) 2,0 V

7. **(ITA)** – Uma lâmpada elétrica de filamento contém certa quantidade de um gás inerte. Quando a lâmpada está funcionando, o gás apresenta uma temperatura aproximada de 125°C e a sua pressão é igual à pressão atmosférica.

I – Supondo que o volume da lâmpada não varie de forma apreciável, a pressão do gás à temperatura ambiente, de 25°C, é de aproximadamente 3/4 da pressão atmosférica.

II – A presença do gás inerte (no lugar de um “vácuo”) ajuda a reduzir o esforço a que o invólucro da lâmpada é submetido devido à pressão atmosférica.

III – O gás dentro da lâmpada aumenta o seu brilho, pois também fica incandescente.

Das afirmativas acima:

a) todas estão corretas. b) só a I está errada.
c) só a II está errada. d) só a III está errada.
e) todas estão erradas.

resolução dos exercícios-tarefa

■ Módulos 29 e 30

1) (1) Lei de Pouillet:

$$\mathbf{i = \frac{\varepsilon}{(R + r)}}$$

(2) $P = R\,i^2$

$$\mathbf{P = R \cdot \left[\frac{\varepsilon}{(R + r)}\right]^2}$$

$$\boxed{P = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2}}$$

Resposta: D

2) $P = E \cdot i$ (I)

$P' = E' \cdot i'$

$P' = 2E \cdot i'$ (II)

De (I) e (II), vem: $\frac{P'}{P} = 2\,\frac{i'}{i}$

fator de aumento da potência **fator de aumento da corrente**

Resposta: E

3) (1) O rendimento do gerador é dado por:

$$\eta = \frac{P_F}{P_G} = \frac{U\,i}{E\,i} = \frac{U}{E}$$

$$0{,}9 = \frac{U}{6{,}0}$$

$U = 5{,}4V$

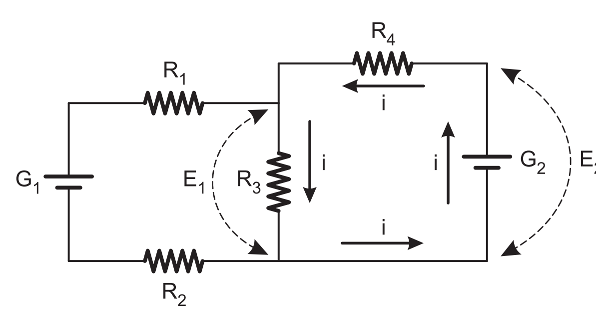
(2) $U = R_{eq} \cdot i$

$5{,}4 = 15\,i$

$i = 0{,}36A$

Resposta: A

4)



Se a potência em R_2 é nula, a malha ao qual ele pertence não é percorrida por corrente elétrica, assim:

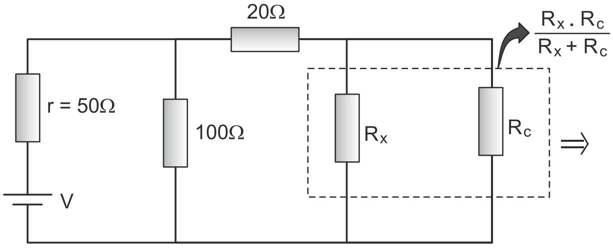
$E_1 = R_3 i \Rightarrow E_1 = Ri$

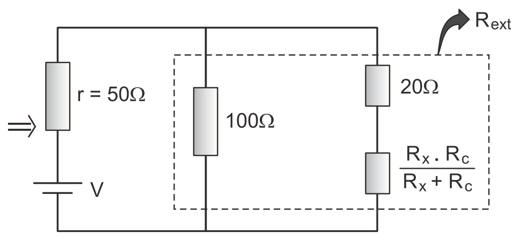
$E_2 = (R_3 + R_4)i \Rightarrow E_2 = 2Ri$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2}$$

Resposta: C

5)





$$R_{ext} = \frac{\left(\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 20\right) . 100}{\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 120}$$

Sendo $R_{ext} = r = 50\Omega$, vem:

$$\frac{\left(\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 20\right) . 100}{\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 120} = 50$$

$$2 \,.\, \left(\frac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 20\right) = \frac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 120$$

$2R_x\,R_c + 40R_x + 40R_c = R_x \,.\, R_c + 120R_x + 120R_c$

$R_x \,.\, R_c - 80R_x = 80R_c$

$$\boxed{R_x = \frac{80R_c}{R_c - 80}}$$

Para $R_c = 100\Omega$, vem: $R_x = 400\Omega$ e para $R_c = 400\Omega$, temos $R_x = 100\Omega$.

Portanto, temos: $\boxed{100\Omega \le R_x \le 400\Omega}$

Resposta: $100\Omega \le R_x \le 400\Omega$

6) (1) $P = \dfrac{Q_{total}}{\Delta t}$

$Q_{total} = P \,.\, \Delta t = U \,.\, i \,.\, \Delta t$

$Q_{total} = 110 \,.\, 5{,}0 \,.\, 20\ (J)$

$Q_{total} = 11\,000J = 2640\ cal$

(2) $Q_{total} = Q_{corpo} + Q_{calorímetro} + Q_{diss}$

$2640 = 5{,}0 \,.\, 10^2 + 2{,}05 \,.\, 10^3 + Q_{diss}$

$Q_{diss} = 90\ cal = \boxed{0{,}9 \,.\, 10^2\ cal}$

Resposta: D

7) A potência elétrica do ferro é:

$P = U \,.\, i \Rightarrow P = 120 \,.\, 5\ (W) = 600W$

A energia dissipada em 5 minutos é:

$E_{e\ell} = P \,.\, \Delta t \Rightarrow E_{e\ell} = 600 \,.\, 5 \,.\, 60\ (J)$

$E_{e\ell} = 1{,}8 \,.\, 10^5\ J$

Transformando em calorias

$1J \longrightarrow 0{,}239cal$

$1{,}8 \,.\, 10^5 J \longrightarrow Q$

$\boxed{Q \cong 4{,}3 \,.\, 10^4 cal}$

Resposta: E

8) (1) A potência dissipada na torneira elétrica é dada por:

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

$$\frac{m\ c\ \Delta\theta}{\Delta t} = \frac{U^2}{R}$$

$$\frac{\mu\ Vol\ c\ \Delta\theta}{\Delta t} = \frac{U^2}{R}$$

$$\mu\ Z\ c\ \Delta\theta = \frac{U^2}{R}$$

$$\Delta\theta = \frac{U^2}{R\ \mu Zc}$$ constante

$$\boxed{\Delta\theta = \frac{K}{R}}$$

(2) Com a chave C aberta, temos:

$$R_1 = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} = R$$

(3) Com a chave C fechada, temos: $R_2 = \frac{R}{2}$

(4) Assim:

$$\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} = \frac{\frac{K}{R_1}}{\frac{K}{R_2}} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\frac{10}{\Delta\theta_2} = \frac{\frac{R}{2}}{R}$$

$$\boxed{\Delta\theta_2 = 20°C}$$

Resposta: A

■ MÓDULOS 31 E 32

1) Da lei geral dos gases perfeitos, vem:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

$$\frac{28{,}0}{280} = \frac{p_2}{310} \Rightarrow \boxed{p_2 = 31{,}0\ \ell b/pol^2}$$

Resposta: B

2) Usando-se a lei geral dos gases perfeitos, vem:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

Substituindo-se os valores fornecidos, temos:

$$\frac{3{,}10\ .\ 10^5\ .\ V}{(20 + 273)} = \frac{p_2 \cdot V}{(0 + 273)}$$

$$p_2 = \frac{273\ .\ 3{,}10\ .\ 10^5}{293}\ \text{(Pa)}$$

$$\boxed{p_2 = 2{,}89\ .\ 10^5 Pa}$$

Resposta: D

Observação

Se interpretarmos que a pressão indicada ($3{,}10\ .\ 10^5$ Pa) é a pressão efetiva (acima da pressão atmosférica), teremos:

$p_{ef} = p_1 - p_{atm}$

$p_1 = p_{ef} + p_{atm} = 4{,}11\ .\ 10^5$ Pa

Sendo o volume constante, temos:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{p_2}{4{,}11\ .\ 10^5} = \frac{273}{293}$$

$$\boxed{p_2 \cong 3{,}83\ .\ 10^5\ Pa}$$

Nesse caso, a alternativa correta seria (A). Contudo, acreditamos que a interpretação pretendida pela banca examinadora seja a primeira.

3) (1) Cálculo do número de mols (n_1) de gás antes da abertura da válvula.

$p_1V_1 = n_1\ R\ T_1$

$3{,}00\ .\ 30 = n_1\ .\ 0{,}082\ .\ 293$

$n_1 \cong 3{,}75$mols

(2) Cálculo do número de mols (n_2) de gás restante, após a abertura da válvula.

$p_2V_2 = n_2\ R\ T_2$

$2{,}40\ .\ 30 = n_2\ .\ 0{,}082\ .\ 293$

$n_2 \cong 3{,}00$mols

(3) A massa de gás que escapa é dada por:

$\Delta m = \Delta n\ .\ M$

$\Delta m \cong (3{,}75 - 3{,}00)\ .\ 28$

$$\boxed{\Delta m \cong 21g}$$

Resposta: E

4) (1) Da Equação de Clapeyron, vem:

$pV = n\ R\ T$

$$pV = \frac{m}{M}\ R\ T$$

$$\boxed{p = \frac{m}{M}\ \frac{RT}{V}}$$

(2) No instante $t_0 = 0$, temos: $m_0 = b$

(3) No instante $t_1 = a$, temos: $m_1 = 1{,}5b$

(4) $$\frac{p_1}{p_0} = \frac{\frac{m_1}{M}\ \frac{R\ T_1}{V_1}}{\frac{m_0}{M}\ \frac{R\ T_0}{V_0}}$$

Mas $V_1 = V_0$ e $T_1 = T_0$. Assim, temos:

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{m_1}{m_0} = \frac{1{,}5b}{b}$$

$$\boxed{p_1 = 1{,}5p_0}$$

Resposta: B

5) $E = P$

$\mu_{ar}\, g\, V_i = m_T \,.\, g$

Usando a Equação de Clapeyron, temos:

$$pV = \frac{m}{M} R\,T$$

$$pM = \mu\, R\, T \Rightarrow \mu = \frac{pM}{RT}$$

Então:

$$\left(\frac{pM}{RT}\right)_{ar} .\, n\, .\, V_b = m_T$$

Considerando:

$p_{ar} = 1{,}0\ atm$

$M_{ar} = (0{,}30\ .\ 32 + 0{,}70\ .\ 28)g = 29{,}2g = 29{,}2\ .\ 10^{-3}kg$

$T = 27°C = 300K$

$V_b = 1m^3 = 10^3dm^3 = 10^3\ell$

Temos:

$$\frac{1{,}0\ .\ 29{,}2\ .\ 10^{-3}}{0{,}082\ .\ 300}\ .\ n\ .\ 10^3 = m_{Total}$$

$$1{,}19n = m_{Total}$$

Mas:

$m_{Total} = m_{conjunto} + m_{balões} + m_{He}$

$$m_T = \frac{1000}{g} + n\ .\ \frac{1}{g} + \left(\frac{pMV}{RT}\right)_{He} .\ n$$

Fazendo g = 10m/s², vem:

$$m_T = \frac{1000}{10} + n\ .\ \frac{1}{10} + \left(\frac{1{,}0\ .\ 4\ .\ 10^{-3}\ .\ 1\ .\ 10^3}{0{,}082\ .\ 300}\right) .\ n\ (kg)$$

$m_T = (100 + 0{,}10\ .\ n + 0{,}16\ .\ n)\ (kg)$

$m_T = (100 + 0{,}26\ .\ n)\ kg$

Portanto:

$1{,}19n = 100 + 0{,}26n$

$0{,}93n = 100$

$n = 107{,}53$

$\boxed{n = 108 \text{ balões}}$

Resposta: 108

6) **(1) Da Equação de Clapeyron, vem:**

$$pV = n\, R\, T$$

$$n = \frac{pV}{RT}$$

(2) O número de mols de gás, contido no sistema, deve permanecer constante. Assim, temos:

$n_{final} = n_{inicial}$

$$\frac{p_f V_f}{RT_f} = \frac{p_i V_i}{RT_i}$$

Mas, $T_f = T_i$, portanto:

$$p_f V_f = p_i V_i$$

$$\frac{p}{3}(V + 4V') = pV$$

$$V + 4V' = 3V$$

$$4V' = 2V$$

$$\boxed{2V' = V}$$

Resposta: A

7) **Resposta: D**