

Bernoulli Resolve

6V | Volume 3 | Física

SUMÁRIO

Frente	A	Módulo 07:	Forças de Atrito	3
		Módulo 08:	Aplicações das Leis de Newton	6
		Módulo 09:	Dinâmica do Movimento Circular	9
Frente	B	Módulo 07:	2ª Lei da Termodinâmica	11
		Módulo 08:	Fundamentos da Óptica Geométrica	15
		Módulo 09:	Reflexão da Luz e Espelhos Planos	17
Frente	C	Módulo 07:	Associação de Resistores	20
		Módulo 08:	Resistores no Dia a Dia	24
		Módulo 09:	Instrumentos de Medidas Elétricas	28

COMENTÁRIO E RESOLUÇÃO DE QUESTÕES

MÓDULO – A 07

Forças de Atrito

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra B

Comentário: Como o carro não derrapa, não há escorregamento entre as superfícies e o atrito é estático. Se o atrito não apontasse no sentido do movimento, este não ocorreria. Portanto, a alternativa correta é a letra B.

Questão 02 – Letra D

Comentário: A interação entre a folha de papel e a moeda se dá por meio da força de atrito. Caso o valor máximo da força de atrito seja menor que o produto da massa da moeda pela aceleração do sistema (moeda + papel), a moeda ficará sujeita à força de atrito cinético; nesse caso, haverá movimento relativo entre os objetos e a moeda deslizará sobre a folha e ficará sobre a mesa.

Questão 03 – Letra A

Comentário: A força resultante que atua sobre o corpo será dada por:

$$F_{\text{Result}} = F - f$$

em que f é a força de atrito, contrária ao seu movimento. A força de atrito é dada por:

$$f = \mu mg$$

em que mg é o módulo da força normal. Utilizando-se do resultado anterior e também da Segunda Lei de Newton, tem-se que:

$$ma = F - \mu mg$$

$$a = \frac{F}{m} - \mu g$$

em que a é a aceleração que o corpo experimenta.

Aplicando o resultado a cada situação, obtém-se:

$$\text{I. } a_I = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\text{II. } a_{II} = \frac{F}{2m} - \frac{\mu}{2}g \Rightarrow a_{II} = \frac{1}{2}(F - \mu g) \Rightarrow$$

$$a_{II} = \frac{1}{2}a_I$$

$$\text{III. } a_{III} = \frac{F}{3m} - \frac{\mu}{3}g \Rightarrow a_{III} = \frac{1}{3}(F - \mu g) \Rightarrow$$

$$a_{III} = \frac{1}{3}a_I$$

$$\text{IV. } a_{IV} = \frac{F}{4m} - \frac{\mu}{4}g \Rightarrow a_{IV} = \frac{1}{4}(F - \mu g) \Rightarrow$$

$$a_{IV} = \frac{1}{4}a_I$$

Pode-se concluir então que, sofrerá maior aceleração o corpo I.

Questão 04 – Letra B

Comentário: A partir do momento em que a força resistiva do ar alcança o valor do peso, a velocidade se mantém constante, já que a resultante torna-se zero. Nessa situação:

$$P = F \Rightarrow 3,2 \cdot 10^{-7} = 8 \cdot 10^{-6} v^2 \Rightarrow v = 0,2 \text{ m/s}$$

Questão 05 – Letra D

Comentário: Na vertical, age sobre o bloco seu peso, a normal com o solo e a componente vertical da força F , de módulo $F_y = F \cdot \sin 60^\circ = \frac{F\sqrt{3}}{2} = 100\sqrt{3} \text{ N}$. Na horizontal, age a componente horizontal de F , de módulo $F_x = F \cdot \cos 60^\circ = \frac{F}{2} = 100 \text{ N}$, e o atrito, em direções opostas. Aplicando a Segunda Lei de Newton no eixo horizontal:

$$F_R = m \cdot a = 10 \cdot 4,5 = 45 \text{ N}$$

$$F_R = F_x - F_{\text{at}} \Rightarrow 45 = 100 - F_{\text{at}} \Rightarrow$$

$$F_{\text{at}} = 55 \text{ N}$$

Questão 06 – Letra A

Comentário: Na direção vertical, $N = P = Mg$. Já na direção horizontal, $F_R = F_{\text{at}}$, assim, $Ma = \mu Mg$ e $a = 5 \text{ m/s}^2$. Pela equação de Torricelli, o carro parará a 62,5 m do seu ponto inicial de frenagem, atropelando o cavalo.

Questão 07 – Letra C

Comentário: A força de atrito estático máxima, variável de relevância no caso em tela, depende apenas do coeficiente de atrito entre pneus e solo e do módulo da força de compressão normal entre ambas as superfícies. O valor do coeficiente de atrito depende apenas dos materiais componentes do pneu e do solo, mais especificamente das microirregularidades presentes entre essas superfícies, não dependendo da largura do pneu, que inclusive não afetará o valor da força de compressão normal. A presença do aerofólio, por efeitos hidrodinâmicos, cria uma força sobre o carro dirigida para baixo, cujo módulo será denotado por F . Como o carro se encontra em equilíbrio na vertical, tem-se $F + P = N$. Sem aerofólio, em oposição, $P = N$. Logo, a presença do aerofólio aumenta o valor da compressão normal, o que aumenta o atrito.

Questão 08 – Letra C

Comentário: Como $m_A = 2m_B$, $P_A = 2P_B$. A velocidade se tornará constante quando a força resultante for zero, ou seja, quando $F = P$. Disso, temos:

$$F_B = P_B \Rightarrow kv_B^2 = P_B \quad (\text{I})$$

$$F_A = P_A \Rightarrow kv_A^2 = 2P_B \quad (\text{II})$$

Dividindo II por I, encontramos $v_A/v_B = \sqrt{2}$.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra C

Comentário: Horizontalmente, atuam sobre a caixa a força externa constante F , no sentido do movimento, e a força de atrito cinético $F_{at'}$ de módulo igual a $F_{at} = N \cdot \mu$, em que N é o valor da força normal, que tem mesmo módulo do peso pelo equilíbrio na vertical, e μ é o coeficiente de atrito procurado. Como a aceleração aponta no sentido do movimento, tem-se:

$$F_R = m \cdot a = F - F_{at}$$
$$120 \cdot 2 = 600 - 1 \cdot 200 \cdot \mu$$
$$\mu = 0,3$$

Questão 02 – Letra A

Comentário: Pelo gráfico da questão, podemos perceber que a intensidade máxima da força de atrito estático é igual a 15 N, e a intensidade da força de atrito cinético é igual a 10 N.

Como o corpo não possui movimento vertical, podemos afirmar que o módulo da normal (N) é igual ao módulo do peso do corpo (50 N), já que somente essas forças atuam na vertical. Assim, o coeficiente de atrito estático pode ser calculado por:

$$F_{AE\text{Máx}} = \mu_E N \Rightarrow 15 = \mu_E \cdot 50 \Rightarrow \mu_E = 0,30$$

Quando o módulo da força F for igual a 30 N, o módulo da força resultante sobre o corpo será de 20 N, na mesma direção e sentido de F . De acordo com a 2ª Lei de Newton, temos:

$$F_R = ma \Rightarrow a = \frac{F_R}{m} \Rightarrow a = \frac{20}{5,0} = 4,0 \text{ m/s}^2$$

Logo, a alternativa correta é a A.

Questão 03 – Letra C

Comentário: Sobre o corpo de massa m agem a normal feita pelo corpo de massa M , que aponta para a direita, seu peso, que aponta para baixo, e o atrito estático, que aponta para cima. Para que o corpo não escorregue, o atrito deve ter mesmo módulo que o peso de m . No limite, essa condição equivale à força de atrito estático máximo não ser inferior ao peso do bloco. Nessas condições, perceba que a normal de M sobre m é a força resultante sobre m , tendo portanto módulo $m \cdot a$:

$$F_{at\text{máx.}} \geq P$$
$$m \cdot a \cdot \mu \geq m \cdot g$$
$$a \geq \frac{\mu}{g}$$

Questão 04 – Letra A

Comentário: Na região com atrito, como o movimento é retilíneo uniforme, a força resultante na horizontal é nula. Logo, pela Segunda Lei de Newton, sendo F a força externa, temos:

$$F = F_{at}$$
$$F = N \cdot \mu$$
$$F = m \cdot g \cdot \mu$$

Essa força F será a resultante na região sem atrito. Portanto:

$$F = F_R$$
$$m \cdot g \cdot \mu = m \cdot a$$
$$a = g \cdot \mu = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ m/s}^2$$

Questão 05 – Letra D

Comentário: Na direção vertical, $N = P = Mg$. Já na direção horizontal $F_R = F - N \cdot \mu = F - Mg \cdot \mu$. Pela Segunda Lei de Newton, $F - \mu Mg = M \cdot a \Rightarrow a = (F - \mu Mg)/M$.

Questão 06 – Letra B

Comentário: No caso mostrado, a força de atrito estático atua como a resultante centrípeta sobre o bloco. Quando a velocidade do disco chega a 5 rad/s, incide a força de atrito estático máximo, uma vez que há a tendência imediata de escorregamento. Portanto:

$$F_c = F_{at\text{máx.}}$$
$$m \omega^2 R = N \mu = m \cdot g \mu$$
$$m \cdot 5^2 \cdot 0,1 = m \cdot 10 \cdot \mu$$
$$\mu = 0,25$$

Questão 07 – Letra E

Comentário: Primeiramente, devemos observar que a intensidade da normal depende apenas da compressão entre duas superfícies, sendo que o atrito que eventualmente surja nessa superfície de contato é que depende da intensidade de tal compressão. Logo, a intensidade da normal não depende do atrito, de modo que, na direção vertical, observam-se três forças: o peso, de módulo 80 N, a componente vertical de F , de módulo $F_y = F \cdot \sin 30^\circ = \frac{F}{2} = 20 \text{ N}$ e a normal. Pela condição de equilíbrio na vertical:

$$F_y + N = P$$
$$20 + N = 80$$
$$N = 60 \text{ N}$$

Logo, a intensidade da força de interação entre a superfície do bloco e a superfície horizontal (força normal) é menor do que 80 N e independe do atrito.

Questão 08 – Letra B

Comentário: Considere um dos três carros com massa m . A sua força resultante na direção horizontal é o atrito cinético. Assim:

$$F_{at} = F_R$$
$$m \cdot g \cdot \mu_c = ma$$
$$a = g \cdot \mu_c$$

Logo, a aceleração dos três carros será igual, não dependendo da massa. Uma breve análise da equação de Torricelli leva à alternativa B como correta.

Questão 09 – Letra D

Comentário: Na iminência do movimento, a força de atrito estático máximo e a componente horizontal do peso se igualam:

$$\sin \theta = \frac{60}{100} = 0,6$$

$$\cos \theta = \frac{80}{100} = 0,8$$

$$P_x = F_{at}$$

$$mg \cdot \sin \theta = F_{at} \Rightarrow F_{at} = 10 \cdot 10 \cdot 0,6 = 60 \text{ N}$$

$$mg \cdot \sin \theta = N \cdot \mu$$

$$mg \cdot \sin \theta = m \cdot g \cdot \cos \theta \cdot \mu$$

$$\mu = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{0,6}{0,8} = 0,75$$

Questão 10 – Letra D

Comentário: Na horizontal, a força resultante sobre o móvel é o atrito cinético. Logo, pela Segunda Lei de Newton:

$$\begin{aligned} F_R &= F_{at} \\ m \cdot a &= N \cdot \mu_c \\ m \cdot a &= m \cdot g \cdot \mu_c \\ a &= 10 \cdot 0,4 = 4 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Como o corpo efetua um MRUV, pode-se usar a equação de Torricelli. Observe que velocidade e aceleração apontam em sentidos opostos:

$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 + 2 \cdot a \cdot d \\ v^2 &= 20^2 + 2(-4) \cdot 30 \\ v^2 &= 160 \\ v &\approx 12,7 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Questão 11 – Letra A

Comentário: Como entre $t = 20 \text{ s}$ e $t = 40 \text{ s}$ a velocidade é constante, temos que a força resultante sobre o paraquedista nesse intervalo de tempo é nula.

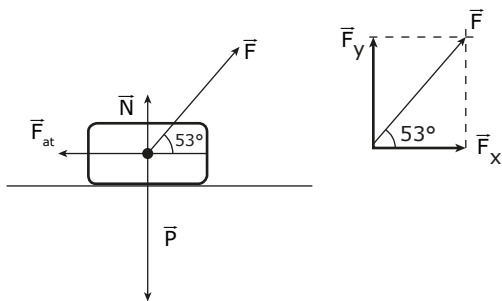
Questão 12 – Letra C

Comentário: Na vertical, agem três forças sobre o Batman, que são seu peso P apontando para a cima e a tensão T e o atrito F apontando para baixo. Pela condição de equilíbrio da Segunda Lei de Newton, tem-se que:

$$\begin{aligned} P &= F + T \\ 900 &= F + 750 \\ F &= 150 \text{ N} \end{aligned}$$

Questão 13 – Letra A

Comentário: A figura a seguir mostra o diagrama de forças sobre a caixa:



Para colocar a caixa em movimento, é necessário que a componente horizontal supere a força de atrito estático máximo, ou seja:

$$\begin{aligned} F_e &= F_x \\ \mu_e N &= F_x \end{aligned}$$

Porém, a força normal e, conseqüentemente, a força de atrito também dependem da força F :

$$\begin{aligned} N &= mg - F_y = mg - F \sin 53^\circ \\ N &= 2 \cdot 10 - F \cdot 0,8 = 20 - 0,8F \end{aligned}$$

Por fim:

$$\begin{aligned} \mu_e (20 - 0,8F) &= 0,6F \\ 0,25(20 - 0,8F) &= 0,6F \\ F &= \frac{5}{0,8} = 6,25 \text{ N} \end{aligned}$$

Questão 14 – Letra E

Comentário: Como o bloco está em repouso, ou seja, está em equilíbrio, o somatório das forças deverá ser nulo. Logo, a força normal, em módulo, é igual a força de compressão F . Dessa forma, pode-se escrever que a força de atrito, F_A , é

$$F_A = m_e F \geq P$$

Portanto, a alternativa correta é a E.

Seção Enem**Questão 01 – Letra A**

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 2

Habilidade: 7

Comentário: Considerando que a única força que atua no carro seja a força de atrito com o solo, podemos encontrar as acelerações dos dois veículos:

$$\begin{aligned} F_R &= F_a \\ m \cdot a &= \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \\ a &= \mu \cdot g \Rightarrow \begin{cases} a_1 = \mu_e \cdot g = 1,0 \cdot 10 = 10 \text{ m/s}^2 \\ a_2 = \mu_c \cdot g = 0,75 \cdot 10 = 7,5 \text{ m/s}^2 \end{cases} \end{aligned}$$

Tendo as acelerações, podemos calcular as distâncias aplicando a equação de Torricelli:

$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 - 2 \cdot a \cdot d \\ d &= \frac{v_0^2 - v^2}{2 \cdot a} \Rightarrow \begin{cases} d_1 = \frac{v_0^2}{2 \cdot a_1} = \frac{30^2}{2 \cdot 10} = 45 \text{ m} \\ d_2 = \frac{v_0^2}{2 \cdot a_2} = \frac{30^2}{2 \cdot 7,5} = 60 \text{ m} \end{cases} \end{aligned}$$

Questão 02 – Letra C

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Quando a pessoa sobe a rampa, seus pés empurram o chão para trás e o chão reage, exercendo sobre os pés da pessoa uma força de mesma direção e sentido contrário, ou seja, uma força na direção paralela à rampa e no mesmo sentido do movimento da pessoa. Essa força exercida pelo chão é a força de atrito mencionada no texto.

Questão 03 – Letra A

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 6

Habilidade: 20

Comentário: Para um veículo desprovido de freios ABS, supondo que houve deslizamento dos pneus em relação à pista, a frenagem pode ser dividida em dois instantes: no primeiro, o pneu ainda roda sem deslizar, estando, portanto, sujeito à ação de uma força de atrito estático crescente; no segundo, assim que o valor da força de atrito estático atinge seu valor limite (que depende do coeficiente de atrito estático entre os pneus e a pista), os pneus do carro passam a deslizar (sem girar) sob ação de uma força de atrito cinético. Lembre-se de que a intensidade da força de atrito cinético é sempre menor que a intensidade da força de atrito estático máxima. Os únicos gráficos que estão de acordo com essa discussão são os das alternativas A e E.

Vamos, agora, analisar a situação em que um veículo com sistema ABS freia. Em uma pequena fração de tempo antes de as rodas travarem, o sistema libera o freio, ou seja, a força de atrito estático não atinge seu valor máximo. Logo em seguida, os freios são acionados novamente, repetindo esse processo, ou seja, as rodas são soltas antes de o atrito atingir o valor máximo. Repare que há um crescimento na intensidade da força de atrito até aproximadamente o valor máximo. Esse comportamento não é o retratado pela alternativa E, e sim pela A, que está correta.

Questão 04 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 20

Comentário: A intensidade da força de resistência que atua na bola depende do valor da densidade do ar; logo, quando todas as outras condições estão constantes, a intensidade da força de resistência é diretamente proporcional à densidade do ar.

MÓDULO – A 08

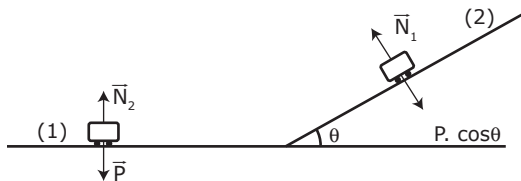
Aplicações das Leis de Newton

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra B

Comentário: Nas duas situações, agem apenas a força peso e a força normal sobre o automóvel. Quando o automóvel está sobre a horizontal, na situação (1), a força normal é, em módulo, igual a força peso, já que o automóvel não possui aceleração na vertical.

Na situação (2), decompndo a força peso na sua componente perpendicular ao plano em active, tem-se que:



$$N_1 = P \cos \theta$$

Como

$$\cos \theta < 1 \Rightarrow P > P \cos \theta,$$

$$|N_2| > |N_1|$$

Questão 02 – Letra A

Comentário: As direções de F_1 e F_2 são diferentes, portanto não podem se anular, e a força resultante é não nula. Porém, como ambas são paralelas ao plano da mesa, a resultante também será.

Questão 03 – Letra C

Comentário: Como a balança está indicando um valor menor que 70 kg, conclui-se que a normal é menor que o peso e o elevador está acelerado para baixo. Logo, a resultante das forças que atuam sobre ele também está para baixo.

Portanto, o elevador pode estar subindo, reduzindo a sua velocidade, ou descendo, aumentando a sua velocidade. Dessa forma, a alternativa correta é a C.

Questão 04 – Letra D

Comentário: O atleta sobe em movimento acelerado, logo, a resultante das forças que atuam sobre ele é dirigida para cima. Sobre ele atuam as forças peso (para baixo) e a tensão da corda (para cima). Aplicando a 2ª Lei de Newton, temos que:

$$F_R = ma \Rightarrow T - P = ma \Rightarrow T - mg = ma \Rightarrow T = m(a + g)$$

Portanto, a alternativa correta é a D.

Questão 05 – Letra A

Comentário: No início do movimento de subida, a tração no cabo do elevador precisa ser maior que a força peso, pois ela deve ser capaz de provocar uma aceleração para cima. Como parte da tração está sendo anulada pelo peso e parte está imprimindo uma aceleração de 1 m/s, esta é a aceleração resultante.

Questão 06 – Letra A

Comentário: Quando puxamos o bloco de baixo, surge uma tendência de escorregamento entre este e o bloco A, em que o bloco tende a escorregar para trás em relação a B. Logo, a força de atrito age em A para frente, pois esta se opõe à tendência de escorregamento.

Questão 07 – Letra D

Comentário: Aplicando a Segunda Lei de Newton às duas balsas nas duas configurações, temos:

$$\begin{cases} A \\ B \end{cases} \begin{cases} F_A = (M+m)a \\ f_a = ma \\ F_B = (M+m)a \\ f_b = Ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_A = (M+m)a = F_B \\ \text{se } M > m \rightarrow f_b > f_a \end{cases}$$

Questão 08 – Letra B

Comentário: Pela figura 2, sabemos que o peso do carrinho na direção do plano inclinado vale 60 N. Essa componente do peso tem valor $P_x = P \cdot \sin 30^\circ$, logo, o peso do carrinho vale 120 N. Procedendo de modo análogo na primeira situação, o peso do conjunto na direção do plano inclinado vale 80 N, logo, o peso do conjunto é 160 N. Assim, o peso do bloco é de 40 N e sua massa de 4 kg.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra D

Comentário: A adição de uma roldana móvel sempre divide por 2 a força necessária para manter o conjunto em equilíbrio. Logo, com duas roldanas, a força a ser feita é de $P/4$.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Considerando como o nosso sistema o conjunto formado pelos três blocos e as cordas, as forças externas sobre este são apenas os pesos dos blocos. É trivial perceber que o sistema está acelerado para baixo do lado direito, então, pela Segunda Lei de Newton:

$$F = ma \Rightarrow 50 + 10m_x - 20 = (5 + 2m_x) \cdot 5 \Rightarrow m_x = 1 \text{ kg}$$

Questão 03 – Letra C

Comentário: Com o elevador parado, a resultante das forças que atuam sobre a caixa deve ser nula, logo, a força peso, devido ao máximo de caixas que pode se sobrepor à caixa em contato com o elevador, deve ser igual à força normal do elevador sobre essa caixa.

$$N = P = 6.m.g = 6.m.10 = 60.m$$

Com o elevador subindo aceleradamente, a força resultante, que agora é a força normal menos a força peso, devido às três caixas e supondo que a força normal nesse movimento seja igual à força normal quando o elevador está parado, tem-se:

$$F_R = N - P \Rightarrow 3.m.a = 60.m - 3.m.10 \Rightarrow 3.a = 60 - 30 \Rightarrow 3.a = 30 \Rightarrow a = 10 \text{ m/s}^2$$

Questão 04 – Letra D

Comentário: No eixo vertical agem a normal do solo e a componente vertical $F_y = F.\text{sen}30^\circ$ apontando para cima e o peso apontando para baixo. Já na horizontal agem a componente horizontal de F , $F_x = F.\text{cos}30^\circ$ para a direita e o atrito cinético para a esquerda. Pela condição de equilíbrio translacional aplicada aos dois eixos:

Eixo y:

$$F_y + N = P$$

$$40.\text{sen}30^\circ + N = 10 \cdot 10$$

$$N = 80 \text{ N}$$

Eixo x:

$$F_x = F_{\text{at}}$$

$$40.\text{cos}30^\circ = N\mu$$

$$20\sqrt{3} = 80\mu$$

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Questão 05 – Letra B

Comentário: Perceba que, durante a queda, agem sobre o sistema paraquedista + paraquedas apenas a força de arrasto do ar e o peso, de mesma direção e sentidos opostos. Assim, para que a velocidade do paraquedista seja constante, essas forças devem ter o mesmo módulo. Conclui-se que a força de arrasto é igual nas duas situações citadas no enunciado.

Questão 06 – Letra B

Comentário: Considerando o conjunto formado pelos dois blocos e a corda como sistema, as forças externas a este são os pesos dos blocos e a normal exercida pelo plano. Essa normal se cancela com a componente y do peso do bloco 1, logo, a resultante sobre o sistema estará sobre o outro eixo e valerá o módulo da diferença do peso do bloco 2 com o peso na direção do plano do bloco 1. Assim:

$$F = 10 \cdot 10 - 8 \cdot 10 \cdot 0,8 = 36 \text{ N}$$

Como $F = ma$, e $a = 18 \text{ kg}$, $a = 2 \text{ m/s}^2$.

Questão 07 – Letra E

Comentário: O bloco desliza quando a sua componente x do peso fica maior que a força de atrito estático máxima. Matematicamente, teremos:

$$P_x = P.\text{sen} \theta$$

$$P_y = P.\text{cos} \theta = N \text{ (equilíbrio na vertical)}$$

$$F_{\text{at máx}} = N.\mu = P.\text{cos} \theta.\mu$$

Na situação limite, teremos:

$$P_x = F_{\text{at máx}} \Rightarrow P.\text{sen} \theta = P.\text{cos} \theta.\mu \Rightarrow \mu = \text{tg} \theta$$

Questão 08 – Letra A

Comentário: No primeiro trecho, a resultante é a componente horizontal do peso; no segundo trecho, a diferença entre o atrito e esta componente. Como $\text{sen} = 30^\circ$, as distâncias percorridas no primeiro e no segundo trechos igualam $2h_1$ e $2h_2$ respectivamente. Assim:

Trecho 1:

$$P_x = F_R$$

$$mgs\text{en}30^\circ = m.a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot 5 \cdot (2h_1)$$

$$v^2 = 20h_1$$

Trecho 2 (lembrando que a velocidade final para o trecho 1 é igual à velocidade inicial para o trecho 2):

$$F_{\text{at}} - P_x = F_R$$

$$mg\text{cos}30^\circ\mu - mgs\text{en}30^\circ = m.a$$

$$a = 2,5 \text{ m/s}^2$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot (-2,5) \cdot (2h_2)$$

$$0 = 20h_1 - 10h_2$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{2}$$

Questão 09 – Letra D

Comentário: Como $P_B = 200 \text{ N}$, o valor da tensão do fio conectado a A é de 100 N (perceba que a polia ligada a B é móvel). Pela condição de equilíbrio horizontal em A, temos:

$$P_x = F_{\text{at}} + T$$

$$P.\text{sen} \theta = P.\text{cos} \theta.\mu + 100$$

$$P.0,6 = P.0,8.0,5 + 100$$

$$0,6P - 0,4P = 100$$

$$0,2P = 100$$

$$P = 500 \text{ N}$$

Questão 10 – Letra D

Comentário: Primeiramente, calculamos as forças externas ao sistema blocos + polia na direção horizontal:

$$P_{x_A} = 10.10.\text{sen}53^\circ = 80 \text{ N}$$

$$P_{x_B} = 30.10.\text{sen}37^\circ = 180 \text{ N}$$

$$F_{\text{at}} = 10.10.\text{cos}53^\circ.0,2 = 12 \text{ N}$$

$$F_{\text{at}} = 30.10.\text{cos}37^\circ.0,2 = 48 \text{ N}$$

Perceba que $P_{x_B} > P_{x_A} + F_{\text{at}_A} + F_{\text{at}_B}$. Logo, todo o sistema se move em direção à descida de B, e as forças de atrito apontam em sentido contrário a esse escorregamento. Dessa forma, o módulo da força resultante sobre o sistema será $180 - (80 + 12 + 48) = 40 \text{ N}$. Como a massa do sistema é de 40 kg , a aceleração dos blocos será de 1 m/s^2 . Por fim, isolando um dos blocos, no caso, B:

$$F_R = 30.1 = 30 \text{ N}$$

$$F_R = P_{x_B} - F_{\text{at}_B} - T = 180 - 48 - T = 132 - T \Rightarrow$$

$$132 - T = 30$$

$$T = 102 \text{ N} = 0,102 \text{ kN}$$

Questão 11 – Letra C

Comentário: A força externa resultante na horizontal sobre o sistema composto pelos blocos A e B é a força elástica da mola, visto que o atrito entre o bloco A e o solo inexistente. Por outro lado, tal aceleração é “transmitida” ao bloco B por meio da força de atrito que surgirá entre A e B na ocasião da tendência de movimento relativo entre os blocos ocasionada pela deformação da mola. A aceleração máxima à qual o bloco B poderá estar sujeito é dada por:

$$F_{\text{at},\text{máx.}} = m_B \cdot a_{\text{Máx.}}$$

$$N \cdot \mu_e = m_B \cdot a_{\text{Máx.}}$$

$$m_B \cdot g \cdot \mu_e = m_B \cdot a_{\text{Máx.}} \Rightarrow a_{\text{Máx.}} = g \cdot \mu_e = 4 \text{ m/s}^2$$

Se a força exercida pela mola ensejar maior aceleração no sistema, haverá escorregamento de B sobre A, devido à diferença entre as acelerações “fornecidas” (ou analisando-se o referencial não inercial de um dos dois blocos). Sendo x a deformação procurada, tem-se:

$$F_e = kx \leq (m_A + m_B) a_{\text{Máx.}}$$

$$160 \cdot x \leq 4 \cdot 4$$

$$x \leq 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

Seção Enem

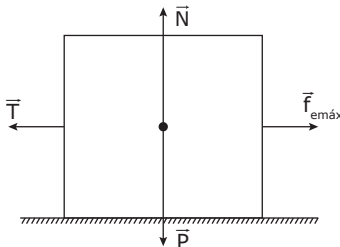
Questão 01 – Letra B

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: As forças que atuam no navio quando ele se encontra na iminência do início do movimento de deslizamento estão representadas a seguir:



P – Peso; N – reação normal; T – tração no cabo; $f_{\text{emáx}}$ – força de atrito estático máxima.

Nessa situação, temos: $P = N = m \cdot g$.

$m = 3\,000 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$\mu_e = 0,8$

Cada polia móvel divide a força pela metade, logo:

$$T = f_{\text{emáx}} = \mu_e \cdot N$$

$$T = 0,8 \cdot 3\,000 \cdot 10 = 24\,000 \text{ N}$$

$F = \frac{T}{2^n}$; $F \Rightarrow$ força aplicada no ponto em que se encontra Arquimedes na situação de iminência do movimento.

Para 6 polias, temos:

$$F = \frac{24\,000}{2^6} = \frac{24\,000}{64} = 375 \text{ N}$$

Para que o deslizamento do navio sobre a areia seja iniciado, a força aplicada deve superar os 375 N. Como a força com a qual Arquimedes puxou a corda possui módulo igual a 400 N, as 6 polias são suficientes, o que não acontece para um número inferior a 6 polias.

Questão 02 – Letra B

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 1

Habilidade: 3

Comentário: No instante inicial, vamos considerar que apenas o peso atua sobre o paraquedista. Assim, o peso é a força resultante. O paraquedista terá um movimento acelerado e sua velocidade aumentará. Com isso, a força de resistência do ar, que cresce com a velocidade e se opõe ao movimento, aumentará até o valor do peso. A força resultante será nula. Logo, a força resultante diminui de 0 até T_A .

No instante T_A , o paraquedas é aberto e a resistência do ar aumentará, freando o paraquedista. A partir desse momento, a força resultante inverterá o sentido e se oporá ao movimento. A velocidade do paraquedista diminuirá e, com isso, a resistência do ar também, até se igualar outra vez ao peso. Novamente, a força resultante será nula.

Questão 03 – Letra D

Eixo cognitivo: I

Competência de área: 6

Habilidade: 20

Comentário: Como o movimento das partículas é aleatório, na média, um número igual de partículas colidirá com cada lado das palhetas. Assim, o movimento do eixo tende a ser nulo, já que um choque de um lado é balanceado por um choque do lado oposto. A utilidade da engrenagem é justamente impossibilitar que esse equilíbrio ocorra. Quando a palheta for atingida por uma partícula que a faça girar em um determinado sentido, a engrenagem irá travar o eixo, impossibilitando que um choque de uma partícula do lado oposto faça o eixo girar no sentido contrário. Com base nessa discussão, é fácil verificar que a alternativa correta é a D.

Questão 04 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 20

Comentário: O problema pode ser resolvido se imaginarmos que cada vagão é um bloco, um conectado ao outro por um fio, sendo o conjunto todo arrastado com velocidade constante. Como o valor da resultante das forças deve ser zero em todos os “blocos”, é necessário que a força que puxa o conjunto C_1 exerça uma força maior para arrastar os outros blocos. A menor tensão é exercida pelo cabo C_3 . Logo, se desejamos segurança e economia, o cabo 1 deve ser o mais grosso, seguido do cabo C_2 , podendo o C_3 ser o mais fino, como afirmado pela alternativa D.

MÓDULO – A 09

Dinâmica do Movimento Circular

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Soma = 15

Comentário:

- Verdadeiro. Período é efetivamente o tempo gasto para o móvel efetuar uma volta completa. Por isso, as equações de velocidade tangencial ($v=2\pi R/T$) e angular ($\omega=2\pi/T$) o apresentam, pois em uma volta completa o corpo percorre uma distância de $2\pi R$ e um ângulo de 2π .
- Verdadeiro. A frequência é o número de voltas dadas em um certo intervalo de tempo. Sendo assim, $f = 1/T$.
- Verdadeiro. A distância percorrida em uma volta é $d=2\pi R$, exatamente o comprimento da circunferência. Como 2π é uma constante, d e R são diretamente proporcionais.
- Verdadeiro. A força centrípeta é uma força que tem direção radial, perpendicular à velocidade v , por isso, altera apenas a direção desta. O seu módulo é dado por $F = mv^2/R$, e como essas grandezas se mantêm constantes durante o MCU, o seu módulo é constante.
- Falso. A aceleração centrípeta é dada por $a = v^2/R$, sendo, portanto, inversamente proporcional ao raio da trajetória.

Questão 02 – Letra B

Comentário: De acordo com a 1ª Lei de Newton, a força resultante que atua sobre um corpo é nula quando este se encontra em equilíbrio, ou seja, quando o corpo encontra-se em repouso ou em Movimento Retilíneo Uniforme. Na situação apresentada no exercício, o carrinho encontra-se em equilíbrio somente no trecho P, pois esse é o único trecho em que o vetor aceleração que atua sobre o carrinho é nulo. Logo, a força resultante só é nula no trecho P. Assim, a alternativa correta é a B.

Questão 03 – Letra C

Comentário: Considerando que o carro se desloca com movimento uniforme, no alto da lombada, a força resultante que atua sobre o carro deve ser vertical e com sentido para baixo. Assim, nessa posição, o módulo da força peso (P') deve ser maior que o módulo da força normal N' , ou seja, $P' > N'$. Já quando o carro se desloca horizontalmente, as forças peso \vec{P} e normal \vec{N} possuem módulos iguais; logo, $P = N$.

A força peso que atua sobre o carro é a força de atração gravitacional que a Terra exerce sobre ele. Essa força pode ser considerada constante na situação descrita no exercício; logo, $P = P'$. Assim, temos que $N > N'$, pois $N = P = P' > N'$.

Dessa forma, a alternativa correta é a C.

Questão 04 – Letra B

Comentário: Em toda a trajetória, atuam na esfera apenas o peso e a tração. No ponto B, ambas são verticais e, portanto, não há resultante na horizontal. No entanto, na direção radial, é necessária a existência de uma resultante, a força centrípeta, apontando para o centro da trajetória (ou seja, para cima), já que o movimento é curvilíneo. Note que essa resultante é a diferença entre a tensão e o peso.

Questão 05 – Letra C

Comentário: Enquanto balança, a trajetória descrita pela criança (entre os pontos de altura máxima) será um semicírculo. No ponto mais baixo da trajetória, o módulo da velocidade será máximo, e a aceleração tangencial será nula. Dessa forma, a única aceleração à qual a criança estará sujeita será a aceleração centrípeta, que deve apontar em direção ao centro da trajetória circular. No ponto mais baixo, essa aceleração é representada corretamente pela alternativa C.

Questão 06 – Letra E

Comentário: Quando não há escorregamento, mesmo durante o movimento, a velocidade relativa entre a roda e o solo, no ponto de contato, é nula. Assim, sem travamento, o atrito que age sobre as rodas é estático. Por outro lado, em caso de travamento, a velocidade da roda no ponto de contato com o solo é igual à velocidade do automóvel, que é não nula. Logo, há escorregamento, e o atrito que atua é cinético. O travamento é desaconselhável na medida em que a força de atrito estático máximo sempre supera a força de atrito cinético. Logo, com travamento, a capacidade de um carro realizar uma curva diminui. Lembre-se de que o atrito é a resultante centrípeta nesses casos.

Questão 07 – Letra C

Comentário: Vamos analisar cada uma das alternativas.

- Incorreta. O peso dos passageiros não é nulo, uma vez que continua havendo uma aceleração centrípeta atuando sobre eles na direção da Terra que atuará como aceleração gravitacional. Logo, a afirmativa A é falsa.
- Incorreta. A força centrífuga é uma força fictícia que aponta para fora do movimento. Não há formação de par ação-reação por se tratar de forças em um mesmo corpo. Logo, a afirmativa B é falsa.
- Correta. A aceleração gravitacional atua como aceleração centrípeta e aponta para o centro da Terra. Assim, a força peso atua como resultante centrípeta. Logo, a afirmativa C é verdadeira.
- Incorreta. A velocidade angular é dada pela divisão entre a velocidade linear (ou tangencial) pelo raio do movimento. Logo, a afirmativa D é falsa.
- Incorreta. Por se tratar de movimento circular, sempre haverá pelo menos uma aceleração centrípeta apontada para o centro do movimento. Logo, a afirmativa E é falsa.

Questão 08 – Letra D

Comentário: Obviamente, há o peso atuando para baixo e a normal atuando para cima. Como a criança efetua movimento curvilíneo, há necessariamente uma resultante que aponta para o centro da trajetória, a resultante centrípeta. Nesse caso, tal função é desempenhada pelo atrito. Logo, o esquema da alternativa D está correto.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra A

Comentário: Como a aceleração centrípeta pode ser dada por $a = v^2/R$, e como ambos têm a mesma velocidade linear, a aceleração centrípeta de A é maior que a de B.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Como o carro faz um movimento curvilíneo, deve agir sobre ele uma resultante centrípeta. Como o centro da curva se encontra abaixo do carro, a resultante centrípeta aponta nesse sentido. Perceba que, nessa direção, agem peso e normal; como a resultante entre estas duas – a resultante centrípeta – aponta para baixo, o módulo do peso é maior que o módulo da normal. Em um trecho retilíneo, o módulo dessas duas forças é igual. Como o módulo do peso entre essas duas situações não se altera, a normal no trecho de subida é menor do que no trecho plano. Como o atrito depende de forma direta da intensidade da compressão normal, no ponto mais alto da trajetória, a força de atrito entre pista e pneus é menor do que em um trecho plano.

Questão 03 – Letra B

Comentário: Como não há escorregamento, a força de atrito estático atua como resultante centrípeta. Logo:

$$F_c = F_{at}$$
$$\frac{mv^2}{R} = m \cdot g \cdot \mu$$
$$v = \sqrt{R \cdot g \cdot \mu} = \sqrt{51,2 \cdot 10 \cdot 0,5} = 16,0 \text{ m/s}$$

Questão 04 – Letra C

Comentário: Ambas as esferas possuem a mesma velocidade angular, então podemos igualá-las utilizando a expressão $\omega = \frac{v}{R}$. Tem-se que:

$$\omega_1 = \omega_2 \Rightarrow \frac{v_1}{R_1} = \frac{v_2}{R_2} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

De acordo com a figura, R_1 e R_2 valem:

$$R_1 = \frac{L}{3}$$
$$R_2 = \frac{2L}{3}$$

Logo,

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{L/3}{2L/3} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$$

Determinando a razão entre as forças centrípetas, obtém-se:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m v_1^2 / R_1}{m v_2^2 / R_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2$$

Utilizando os dados obtidos para encontrar v_1/v_2 , encontra-se:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{v_2}{v_1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^{-1} \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{2}$$

Questão 05 – Letra C

Comentário: A condição limite para que a moto não caia ao passar por A é o peso agir integralmente como força centrípeta. Perceba que, caso haja normal não nula, há contato; reduzindo o valor da normal até que se essa se aproxime arbitrariamente perto de zero, o valor da força centrípeta se aproxima do módulo do peso, pois peso e normal atuam no mesmo sentido na direção radial.

Assim:

$$P = F_c$$
$$mg = m \frac{v^2}{R}$$
$$v = \sqrt{Rg} = \sqrt{3,6 \cdot 10} = 6 \text{ m/s} = 21,6 \text{ km/h}$$

Questão 06 – Letra C

Comentário: Chamando de θ a inclinação da pista e decompondo a normal nos eixos radial e tangencial, teremos $N \cdot \cos \theta = mv^2/R$ e $N \cdot \sin \theta = mg$.

$$\begin{cases} N \cos \theta = mg & (1) \\ N \sin \theta = \frac{mv^2}{R} & (2) \end{cases} \Rightarrow$$
$$m = \frac{N \cos \theta}{g} \Rightarrow \text{substituindo em (2)}$$
$$N \sin \theta = \frac{N \cos \theta v^2}{gR} \Rightarrow \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{v^2}{gR}$$
$$\text{tg} \theta = \frac{v^2}{gR}$$

Substituindo os valores, chega-se à conclusão que $\text{tg} \theta = 0,125$, portanto $\theta = 7,15^\circ$.

Questão 07 – Letra C

Comentário: Se, em duas voltas, o carro gasta 80 segundos, em uma volta, gastará 40 segundos, que será o período do movimento. Lembre-se de que a força de atrito estático é a resultante centrípeta no caso:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$
$$F_{at} = F_c$$
$$F_{at} = \frac{mv^2}{R} = \frac{m \left(\frac{2\pi R}{T} \right)^2}{R} = \frac{4 \cdot m \cdot \pi^2 R}{T^2} = \frac{4 \cdot 800 \cdot \pi^2 \cdot 500}{40^2} = 10^3 \cdot \pi^2 \text{ N}$$

Questão 08 – Letra C

Comentário: A força de atrito estático atua como força centrípeta. Como o corpo efetua 30 rotações a cada minuto, este efetuará 0,5 rotação a cada segundo, o que equivale a uma frequência de 0,5 Hz. Logo:

$$v = 2\pi Rf$$
$$F_c = F_{at}$$
$$F_{at} = \frac{mv^2}{R} = \frac{m(2\pi Rf)^2}{R} = 4\pi^2 \cdot m \cdot f^2 \cdot R$$
$$F_{at} = 4 \cdot \pi^2 \cdot 0,02 \cdot 0,5^2 \cdot 0,12 = 0,0024 \cdot \pi^2 \text{ N}$$

Questão 09 – Letra D

Comentário: Para que o saco de areia não perca contato com o chão, a tensão deve ser igual ao seu peso, de 660 N. Perceba, portanto, que, no momento no qual a corda fica vertical, a resultante centrípeta vale $660 - 500 = 160 \text{ N}$. Assim:

$$160 = \frac{mv^2}{R}$$
$$160 = \frac{50 \cdot v^2}{5}$$
$$v = 4 \text{ m/s}$$

Questão 10 – Letra A

Comentário: Como a partícula está na iminência de perder contato com a pista, a força normal vale zero. Com o auxílio do diagrama de forças que atuam no corpo, temos que:

$$T \cdot \sin 30^\circ = mg, \quad T \cdot \cos 30^\circ = \frac{mv^2}{R}.$$

$$\text{Como } R = \ell \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ então } v = \sqrt{\frac{3}{2}} g \ell.$$

Seção Enem**Questão 01 – Letra A**

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 20

Comentário: No 3º quadrinho, o coelhinho está em órbita em torno da Terra como um satélite, e sua velocidade é constante em um módulo, logo, não há aceleração tangencial. Portanto, ela é nula.

Questão 02 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 20

Comentário: A força que puxa a garrafa para cima é a força de tração exercida pelo fio. Essa força desempenha também a função de força centrípeta no movimento do peso. Logo, podemos dizer que a força que atua sobre o peso e que produz o deslocamento vertical da garrafa é a força centrípeta, conforme apresentado na alternativa D.

MÓDULO – B 07**2ª Lei da Termodinâmica****Exercícios de Aprendizagem****Questão 01 – Letra B**

Comentário: Nessa questão, a máquina recebe um calor de 800 J e rejeita 200 J para o ambiente. Isso significa que 600 J são convertidos na forma de trabalho. O rendimento de uma máquina térmica é definido pelo quociente entre o trabalho produzido pela máquina e o calor fornecido a ela. Portanto, o rendimento da máquina dessa questão é $\eta = 600/800 = 0,75$ (75%). Caso essa máquina cedesse menos calor para o ambiente, o rendimento seria ainda maior que esse.

Questão 02 – Letra D

Comentário: Use o gráfico dessa questão, associado à Figura 3 no texto do caderno principal, para analisar os 4 movimentos de subida / descida do êmbolo de um motor a combustão interna (ciclo Otto): 1º tempo (admissão OA), 2º tempo (compressão AD), 3º tempo (expansão CB) e 4º tempo (descarga AO). No processo AO, a válvula de admissão acha-se aberta, de modo que a mistura ar / combustível entra no motor.

Depois, na compressão AD, essa mistura é comprimida adiabaticamente. O processo isovolumétrico DC corresponde à absorção de calor pelo motor. Esse calor decorre da explosão do combustível, que é induzida pela faísca elétrica que a vela produz dentro do motor. Essa faísca ocorre no ponto D. Em seguida, na expansão CB, os gases de combustão são expandidos adiabaticamente. Esse é o único tempo de força do motor. Nos outros tempos, o motor se move por inércia. No ponto B, a válvula de escape é aberta. No processo BA, o motor libera calor para a fonte fria. O processo AO corresponde ao escapamento dos gases de combustão, mas, desde o início do processo BA, os gases de combustão começam a sair do motor.

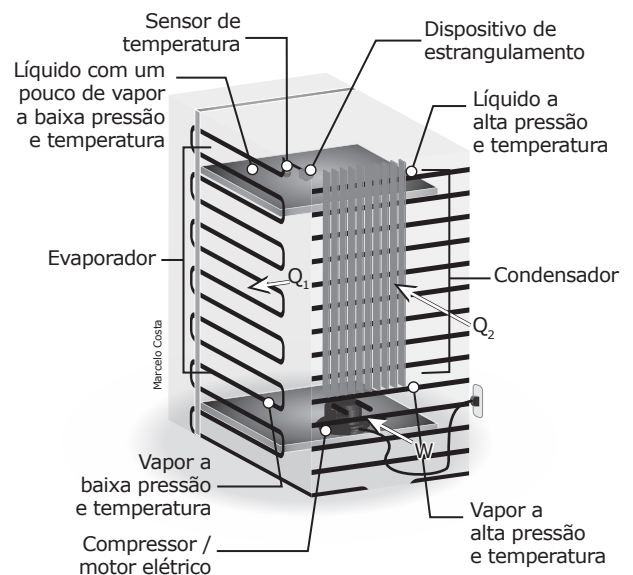
Questão 03 – Letra B

Comentário: Trata-se de um problema de solução simples, porém, se devidamente explorado na sala de aula, pode esclarecer aspectos importantíssimos concernentes ao funcionamento de máquinas térmicas.

O rendimento real dessa máquina é dado por $R = W/Q_1$. Portanto, $R = 200/1\,000 = 20\%$. Porém, caso essa máquina passasse a operar segundo o Ciclo de Carnot, entre as mesmas fontes, seu rendimento seria $R_C = 1 - T_2/T_1$. A temperatura da fonte quente, T_1 , é de $327^\circ\text{C} = 600\text{K}$, e a da fonte fria, T_2 , $27^\circ\text{C} = 300\text{K}$. Assim, $R_C = 1 - 300/600 = 50\%$. Logo, a alternativa correta é a B.

Questão 04 – Letra E

Comentário: De acordo com os dados fornecidos, o refrigerador dessa questão retira, por ciclo, um calor $Q_1 = 90\text{J}$ da fonte fria (o interior da geladeira) e rejeita um calor $Q_2 = 100\text{J}$ para a fonte quente (o meio ambiente). Portanto, um trabalho $W = 10\text{J}$ é requerido para fazer o refrigerador funcionar. Esse valor é a diferença entre os calores Q_2 e Q_1 . A eficiência β do refrigerador é definida pelo quociente entre o calor retirado da geladeira e o trabalho fornecido. Portanto, nessa questão, $\beta = Q_1/W = 90/10 = 9$. Esse é um valor muito elevado para ser a eficiência de um refrigerador real. Na prática, β é um valor entre 2 e 3. Se houver tempo, use a figura seguinte para mostrar os 4 componentes básicos de uma geladeira: o evaporador (uma serpentina interna no qual um fluido circula recebendo o calor Q_1 , pois o fluido está mais frio que o interior da geladeira), o condensador (uma serpentina externa em que o fluido circula cedendo o calor Q_2 , pois o fluido está mais quente que o meio ambiente), o compressor (no qual o fluido recebe um trabalho W de compressão, aquecendo-se) e um dispositivo de estrangulamento (no qual o fluido se expande, resfriando-se).



Questão 05 – Letra E

Comentário: Vamos analisar cada afirmativa.

- I. Verdadeira. Decorre diretamente da Segunda Lei da Termodinâmica, em que é afirmado que nenhuma máquina térmica pode ter rendimento de 100%.
- II. Verdadeira. Como o refrigerador opera em ciclos, a este aplica-se a Segunda Lei da Termodinâmica.
- III. Falsa. Contraria a Segunda Lei da Termodinâmica que, como já vimos, diz que nenhuma máquina térmica pode ter rendimento de 100%.

Questão 06 – Letra E

Comentário: Partindo dos pressupostos do enunciado, observamos que, para uma compressão adiabática, não temos troca de calor e que o sistema está recebendo trabalho da vizinhança (e por isso sofrendo uma compressão).

Temos, de acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica, $W + \Delta U = Q$, logo $W = -\Delta U$.

Mas como $W < 0$, temos que $\Delta U > 0$. Assim, o trabalho trocado com a vizinhança do sistema é responsável pelo aumento da energia interna da massa de ar.

Questão 07 – Letra C

Comentário: O rendimento de um motor é a razão entre o trabalho W produzido pela máquina e o calor Q_1 fornecido para a máquina: $\eta = W/Q_1$. Nessa questão, $Q_1 = 1200$ J e $W = 400$ J, pois o motor rejeita um calor $Q_2 = 800$ J para a fonte fria. Assim, $\eta = \frac{400}{1200} = 0,333$ (33,3%).

Questão 08 – Letra B

Comentário: Em um ciclo de uma máquina termodinâmica, observamos que a área sob a curva em um processo componente desse ciclo em um gráfico de pressão \times temperatura corresponde ao trabalho realizado ou sofrido pela máquina durante a transformação, como pode ser percebido pela equação $W = P \cdot \Delta V$.

Assim, comparando as áreas, percebemos que:

$$|W_{AB}| > |W_{CD}|$$

$$|W_{DA}| = |W_{BC}| = 0$$

Para determinar os sinais dos trabalhos não nulos, associamos à compressão o sinal negativo e à expansão o sinal positivo.

$$W_{AB} > 0; W_{CD} < 0.$$

O que torna a letra B correta.

Por fim, verificamos que a máquina é um gerador, pois o trabalho líquido total é positivo.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra A

Comentário: Esta questão envolve o cálculo do rendimento de uma máquina térmica que opera segundo o ciclo de Carnot. O rendimento dessa máquina pode ser calculado por:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{800}{4000} = 0,20$$

Como a máquina opera segundo o Ciclo de Carnot, o rendimento pode ser calculado por:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \text{ ou } \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow 0,2 = 1 - \frac{Q_2}{4000} \Rightarrow 800 = 4000 - Q_2 \Rightarrow$$

$$Q_2 = 3200 \text{ J}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 0,2 = 1 - \frac{300}{T_1} \Rightarrow 0,2 \cdot T_1 = T_1 - 300 \Rightarrow$$

$$0,8 \cdot T_1 = 300 \Rightarrow T_1 = 375 \text{ K}$$

Questão 02 – Letra E

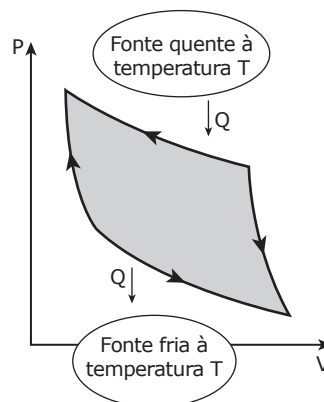
Comentário: Vamos analisar cada afirmativa separadamente.

- I. Incorreta. As áreas sob as curvas componentes do ciclo nos dão o valor (em módulo) do trabalho de forma que $|W_{AB}| < |W_{BC}|$ e $|W_{CA}| = 0$. Como AB é uma expansão e BC uma compressão, temos que $W_{AB} > 0$ e $W_{BC} < 0$, logo, o trabalho líquido é $W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} < 0$. Dessa forma, o trabalho não é nulo e sim negativo (a vizinhança o exerce sobre o sistema).
- II. Correta. A energia interna é proporcional à temperatura do sistema. Pela equação dos gases ($P \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $P_A < P_C$; $V_A = V_C \Rightarrow T_C > T_A$), vemos que a temperatura é maior em C do que em A.
- III. Correta. O trabalho da transformação AB corresponde à área sob o gráfico (não nula) e possui sinal positivo, pois se trata de uma expansão. No trecho, observamos que $P_A V_A < P_B V_B$, que indica um aumento da energia interna do sistema. Assim, pela Primeira Lei da Termodinâmica, existe um aumento de calor fornecido à máquina para que ela possa justificar o aumento de energia interna concomitante ao trabalho fornecido por ela. Observe que o gráfico corresponde a uma máquina a qual, em um ciclo, sofre trabalho da vizinhança para retirada de calor do sistema, ou seja, é um refrigerador.

Questão 03 – Letra B

Comentário: Vamos analisar as afirmativas separadamente.

- I. Verdadeira. Todo ciclo de Carnot é constituído de duas transformações isotérmicas (processos em que a máquina troca calor com as fontes de calor), alternadas por duas transformações adiabáticas.
- II. Verdadeira. O ciclo descrito nesta afirmativa corresponde ao ciclo de Carnot clássico de um motor a gás (gráfico pressão *versus* volume a seguir). Parte do calor Q_1 fornecido pela fonte quente para o motor se converte em trabalho W (área do ciclo), enquanto o restante Q_2 desse calor é perdido para a fonte fria.



III. Falsa. O rendimento de um motor de Carnot é dado por $\eta = 1 - T_f/T_q$, sendo T_f e T_q são as temperaturas absolutas das fontes de calor. No caso dessa questão, $T_f = 70 + 273 = 343 \text{ K}$ e $T_q = -40 + 273 = 233 \text{ K}$. Substituindo esses valores na equação do rendimento, obtemos $\eta = 1 - 233/343 = 0,32$ (32%).

IV. Falsa. A cada ciclo, para $Q_q = 1\ 000 \text{ J}$, o trabalho é 32% desse valor. Logo, o calor Q_f rejeitado é 68% de Q_q . Portanto, $Q_f = 680 \text{ J}$.

Questão 04 – Letra C

Comentário: No sistema descrito no diagrama $P \times V$, observamos que $U_{ABD} = U_{ACD}$, já que as variações de estado são as mesmas, independentemente dos processos. Pela Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U_{ABD} = Q_{ABD} - W_{ABD} = (120 + 500) - W_{ABD} = 620 - W_{ABD}$$

O trabalho pode ser calculado pela área sob o gráfico:

$$W_{ABD} = \frac{70 \cdot 10^3 (4\ 000 - 2\ 500)}{10^6} \text{ J} = 105 \text{ J}$$

Assim, obtemos a variação da energia interna:

$$\Delta U_{ABD} = 620 - W_{ABD} = 620 - 515 = 105 \text{ J}$$

Questão 05 – Letra A

Comentário: O rendimento do motor desta questão é $\eta = W/Q_1 = 10 / 40 = 0,25$. Se esse motor operasse no ciclo de Carnot, o rendimento de 25% também deveria obedecer à seguinte relação $\eta = 1 - T_1/T_2$. Substituindo a temperatura T_1 por 300 K (que é a temperatura de 27 °C da fonte fria) e η por 0,25, obtemos a temperatura da fonte quente $T_2 = 400 \text{ K}$. Essa temperatura, convertida para a escala Celsius, é igual a 127 °C.

Questão 06 – Letra D

Comentário: No processo isotérmico AB, o motor recebe o calor Q_1 da fonte quente, que se encontra na temperatura T_1 . O fluido do motor acha-se praticamente na temperatura T_1 , que é infinitesimalmente menor que esse valor. No processo isotérmico CD, o motor rejeita o calor Q_2 para a fonte fria, que se acha na temperatura T_2 . O fluido do motor acha-se praticamente na temperatura T_2 , que é infinitesimalmente maior que esse valor. Os outros dois processos, BC e DA, são adiabáticos. Neles, o fluido do motor muda a sua temperatura de T_1 para T_2 e vice-versa.

Questão 07 – Letra C

Comentário: A energia cinética adquirida por cada um dos veículos é de:

$$E = \frac{mv^2}{2} = \frac{500 \cdot 10^2}{2} = 2,5 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Como o rendimento de cada motor é diferente, as energias totais são de:

$$E_1 = \frac{E}{90\%} = \frac{2,5 \cdot 10^4}{0,9} \approx 2,7 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$E_1 = \frac{E}{25\%} = \frac{2,5 \cdot 10^4}{0,25} \approx 1,0 \cdot 10^5 \text{ J}$$

O que está de acordo com a alternativa C.

Questão 08 – Letra D

Comentário: Observando o gráfico, vemos que corresponde a uma máquina na qual, em um ciclo, sofre trabalho da vizinhança para retirada de calor do sistema, ou seja, é um refrigerador.

O valor do trabalho pode ser obtido pela área da figura:

$$W = -(3,0 - 1,0)10^5 \cdot (6,0 - 2,0)10^{-3} = -800 \text{ J}$$

Analisando cada alternativa, temos:

- A) Incorreta. O trabalho pelo sistema é menor que o trabalho realizado sobre o sistema, por isso é definido como negativo.
- B) Incorreta. Como o trabalho em cada ciclo é negativo, a máquina retira mais calor do ambiente do que o trabalho que realiza sobre ele, de forma que é um refrigerador.
- C) Incorreta. A energia interna é proporcional à temperatura do sistema. Pela equação dos gases ($P \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $P_D V_D < P_C V_C \Rightarrow T_C > T_D$; $P_B V_B > P_A V_A \Rightarrow T_A < T_B$), vemos que a temperatura e a energia interna são maiores em C e menores em A.
- D) Correta. O calor de 800 J é cedido para a fonte fria (ambiente) como visto anteriormente.

Questão 09 – Letra E

Comentário: Em todo o gráfico, sabemos que o trabalho pode ser calculado pela área sob a transformação e, pela análise em questão, observamos que o trabalho pode ser facilmente deduzido nos trechos AB e CD (áreas de retângulos).

Assim, se o trabalho total é dado, o subprocesso pode ser obtido por:

$$W_{AD} = W_{AB} + W_{BD}$$

$$W_{BD} = W_{AD} - W_{AB} = 30(4 - 2) - 1\ 050 = 990 \text{ J}$$

Questão 10 – Letra B

Comentário: Analisando cada afirmativa separadamente,

- I. Correta. O rendimento da primeira máquina é $227^\circ\text{C} = 500 \text{ K}$ e $527^\circ\text{C} = 800 \text{ K}$

$$\eta_1 = 1 - \frac{500}{800} = \frac{300}{800} = \frac{3}{8}$$

Enquanto que o rendimento da segunda máquina é

$$\eta_2 = 1 - \frac{227}{527} = \frac{300}{527}$$

Logo, percebe-se que o rendimento da segunda máquina é maior do que o da primeira.

- II. Incorreta. Pelo valor determinado na análise da afirmativa anterior, tem-se que

$$\eta_1 = \frac{W_1}{Q_1} = \frac{3}{8}$$

$$Q_1 = \frac{8}{3} W_1 = \frac{8}{3} \cdot 2\ 000$$

$$Q_1 \approx 5\ 333 \text{ J}$$

Portanto, percebe-se que a afirmativa está incorreta.

- III. Correta. Analogamente à análise anterior,

$$\eta_2 = \frac{W_2}{Q_2^H} = \frac{Q_2^H - Q_2^C}{Q_2^H} = \frac{300}{527}$$

$$1 - \frac{Q_2^C}{Q_2^H} = \frac{300}{527}$$

$$\frac{Q_2^C}{Q_2^H} = 1 - \frac{300}{527}$$

$$Q_2^C = Q_2^H \left(1 - \frac{300}{527} \right) = \frac{227}{527} Q_2^H$$

$$Q_2^C = \frac{227}{527} \cdot 4\ 000 \approx 1\ 723 \text{ J}$$

IV. Incorreta. Como a máquina dois possui maior rendimento, ela realizará mais trabalho para a mesma quantidade de calor retirada da fonte quente, o que implica que ela rejeitará menos calor para a fonte fria, em comparação com a primeira máquina.

Seção Enem

Questão 01 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 5

Habilidade: 21

Comentário: De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, um sistema nunca poderá converter integralmente em trabalho o calor recebido de uma fonte. Caso isso ocorresse, seria possível construir uma máquina com rendimento de 100%, o que sabemos muito bem ser impossível. Sendo assim, a alternativa correta é a C.

Questão 02 – Letra B

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 6

Habilidade: 21

Comentário: De acordo com a 2ª Lei da Termodinâmica, o rendimento de um motor térmico é sempre inferior ao rendimento ideal máximo de um motor de Carnot, cujo valor, $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - T_f/T_q$, depende exclusivamente das temperaturas da fonte quente T_q e da fonte fria T_f . Embora um motor de Carnot não exista na prática, essa máquina é importante, pois ela serve de referência para limitar o rendimento de um motor operando entre as temperaturas T_q e T_f . A mesma coisa se aplica para um refrigerador, cuja eficiência é limitada pela eficiência ideal máxima de um refrigerador de Carnot. Essa eficiência é dada por $\beta_{\text{Carnot}} = T_f/(T_q - T_f)$. Como ocorre com o motor de Carnot, a eficiência de um refrigerador de Carnot depende apenas das temperaturas das fontes de calor.

Questão 03 – Letra D

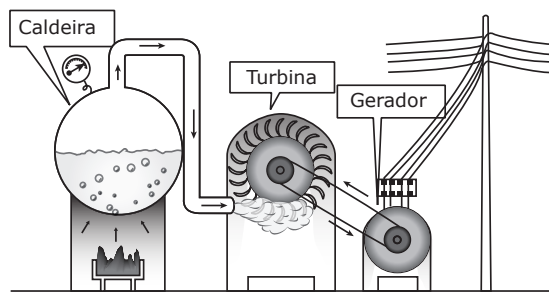
Eixo cognitivo: II

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: Chamamos de energia os recursos disponíveis na natureza que podem ser utilizados para realizar certo trabalho, como o carvão, o petróleo, o gás natural, a biomassa, os materiais físeis (urânio e tório), além da energia hídrica, eólica e solar. Na verdade, o gráfico apresentado nesta questão não contabiliza exatamente essas energias. A informação importante que extraímos do gráfico é que, aproximadamente, 33% da energia primária utilizada é orientada para a geração de eletricidade em usinas térmicas. A figura seguinte ilustra a produção de energia em uma usina térmica simples. Nessa figura, o calor usado para aquecer a água da caldeira pode vir da queima de carvão, de petróleo ou mesmo ser originado pela fissão de um material nuclear, como o urânio. Nesse último caso, a usina térmica é chamada de usina termonuclear ou, simplesmente, de usina nuclear. Como nos ensina a 2ª Lei da Termodinâmica, nem todo o calor fornecido à caldeira de uma usina térmica é convertido em trabalho para girar a turbina e acionar o gerador (energia útil).

Uma boa parte dessa energia é perdida para uma fonte fria (essa fonte é o condensador de vapor, equipamento que foi omitido na figura). Por isso, as usinas térmicas apresentam um baixo rendimento. Isso pode ser constatado no gráfico dessa questão, que indica que cerca de 2/3 da energia primária fornecida às usinas de geração de eletricidade são perdidos na forma de calor, enquanto apenas 1/3 é convertido em energia útil (10% da energia total, como indicado no gráfico). Portanto, a resposta mais adequada para esta questão é a alternativa D, que reporta à baixa eficiência das usinas térmicas.



Questão 04 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 6

Habilidade: 23

Comentário: Existem muitas perdas indicadas na figura, como a perda de 25% na caixa de marcha do carro (dos 12 kW que chegam à caixa, 3 kW são dissipados na forma de calor e som). É preciso ler bem a questão e ver que a pergunta refere-se à perda na conversão de calor em trabalho no motor. Essa perda está relacionada não só com a perda natural devido à 2ª Lei da Termodinâmica, mas também a outros fatores, como a queima incompleta do combustível. De acordo com os dados, dos 71 kW que chegam ao motor, 56,8 kW são perdidos. Esse valor corresponde a 80% da taxa de calor de 71 kW fornecida ao motor. Portanto, a alternativa correta é a A.

Questão 05 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 23

Comentário: Vamos analisar as alternativas separadamente.

- I. Correta. O calor liberado pela reação nuclear, que ocorre dentro da pilha nuclear, aquece a água da caldeira, que se transforma em vapor a alta pressão e alta temperatura, que, por sua vez, aciona a turbina a vapor. Em uma usina térmica padrão, o vapor quente é obtido por meio do aquecimento da caldeira, realizado por uma chama de gás, de carvão ou de um óleo combustível derivado de petróleo.
- II. Correta. A turbina aciona o gerador elétrico, que é um equipamento que opera com base na Lei da Indução Eletromagnética de Faraday. Caso o aluno ainda não tenha estudado essa lei, adiante a explicação um pouco. Porém, isso não é relevante nesta questão. Basta que o aluno saiba que, em um gerador elétrico, ocorre a transformação de energia mecânica de rotação em energia elétrica. Maiores detalhes sobre essa transformação serão abordados futuramente no estudo do eletromagnetismo.

III. Incorreta. No condensador, o vapor se transforma em água líquida, rejeitando, para isso, calor para a água do rio. Depois de liquefeita, a água é bombeada de volta para o reator nuclear, no qual o ciclo recomeça. Portanto, a água não recebe calor no condensador, ao contrário, ela libera calor ao atravessá-lo. A água que é aquecida é a água do rio.

Dessa discussão, conclui-se que a alternativa correta é a D.

MÓDULO – B 08

Fundamentos da Óptica Geométrica

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra E

Comentário: Observamos o objeto com a cor característica da radiação que ele reflete ou transmite. Se ele reflete ou transmite todas as radiações, ele apresenta-se branco; se ele não reflete nenhuma radiação do espectro visível, apresenta-se negro; e se apresenta uma cor específica do espectro visível, caso do verde, significa que ele reflete ou transmite apenas essa radiação. Assim, no primeiro caso, a lâmpada emite luz branca, porém a lâmina de vidro transmite apenas a radiação de cor verde, absorvendo as radiações de outras cores, e o observador verá o vidro como verde. No segundo caso, com a lâmpada ainda emitindo luz branca, o plástico, que é opaco, reflete apenas a radiação verde, absorvendo as radiações de outras cores, de forma que o observador verá o plástico como verde.

Questão 02 – Letra C

Comentário: Vamos analisar cada conclusão separadamente.

- I. Verdadeira. Decorre diretamente do princípio da propagação retilínea da luz.
- II. Falsa. Tais fenômenos, na verdade, quase nunca ocorrem isoladamente.
- III. Verdadeira. A cor de um corpo é determinada pelas radiações refletidas por este. Assim, um corpo negro quase não reflete radiação – predominando a absorção. Um corpo branco reflete quase todas as radiações que chegam a ele.
- IV. Verdadeira. A regra é a propagação reta dos raios luminosos. Tal fenômeno tem sua exceção quando da reflexão ou refração. Em meios homogêneos, não há refração, já que o índice de refração é constante, e, em meios transparentes, inexistente a reflexão.

Questão 03 – Letra D

Comentário: A questão trata da natureza da luz branca.

Apesar de o nosso sistema óptico diferenciar mais nitidamente as cores vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta, a luz branca é composta de radiações de infinitas frequências diferentes, cujos comprimentos de onda variam de, aproximadamente, 380 nm, que corresponde à radiação violeta, até 780 nm, que equivale à radiação vermelha.

Questão 04 – Letra D

Comentário: A cor de um objeto é determinada pela(s) radiação(ões) que o objeto é capaz de refletir. No caso, para o objeto apresentar a cor amarela, é necessário que ele reflita a luz amarela ou alguma combinação de luzes que sensibilizariam o olho humano como o amarelo (por exemplo, uma mistura de vermelho e verde). A única alternativa que apresenta uma dessas hipóteses é a D.

Questão 05 – Letra D

Comentário: A questão trata de conceitos relacionados a eclipses, baseados em conhecimentos sobre fontes extensas e sobre propagação retilínea da luz.

No cone de sombra de um eclipse solar, um observador vê um eclipse total, já que, nele, não chegam raios de luz do Sol, enquanto que, na região de penumbra, observa-se um eclipse parcial, já que essa região está parcialmente iluminada. Analogamente, em uma região plenamente iluminada, como os raios de luz chegam normalmente, um observador não vê o eclipse.

Questão 06 – Letra C

Comentário: Traçando as tangentes à Lua que passam pelo ponto A, percebe-se que os prolongamentos dessas tangentes encontram o Sol em suas bordas. A região do Sol compreendida entre tais tangentes é invisível para o observador, que observa, portanto, apenas a luz das bordas do Sol. Logo, trata-se de eclipse anular do Sol.

Questão 07 – Letra A

Comentário: Deve-se observar que a fonte de luz (lâmpada fluorescente) não é uma fonte pontual. Sendo extensa, haverá formação de sombra e penumbra. Assim, a região diretamente acima da lâmpada estará iluminada, em torno dessa região aparece a penumbra e o restante do teto fica escuro, uma vez que a capa opaca impede a chegada de luz à esta região (sombra da capa opaca). Veja, por último, que o formato da capa é semicircular, o que define a forma das três regiões.

Questão 08 – Letra D

Comentário: O furo triangular é extenso e a “imagem” formada no anteparo não é invertida (não se trata de orifício pequeno). Assim, a lâmpada L_1 , já acesa, encontra-se à esquerda da montagem, enviando luz para o lado direito do anteparo. O fato de a região iluminada no anteparo ser maior que o tamanho do furo se deve às distâncias da máscara à lâmpada e ao anteparo. Assim, a região iluminada pela lâmpada L_3 se encontra à esquerda e é, também, direta. A região iluminada pela lâmpada L_2 , que é fonte extensa na vertical, terá dimensão vertical maior que o tamanho do furo, será direta e se localizará entre as outras duas.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra B

Comentário: No primeiro caso, a lâmina semitransparente L_1 está absorvendo os comprimentos de onda diferentes do correspondente à luz verde, criando, assim, a sombra verde citada.

No segundo caso, a lâmina opaca L_2 aparenta ser verde, pois está refletindo o comprimento de onda correspondente à cor verde. Portanto, a lâmina L_1 transmite o comprimento de onda λ_{verde} e a lâmina L_2 o reflete.

Questão 02 – Letra C

Comentário: Em uma sala perfeitamente escura, nenhum objeto que não emita luz própria poderá ser visto, uma vez que não chega luz até ele para ser refletida. Como entre as alternativas o único objeto que emite luz própria é o fio aquecido ao rubro, a alternativa correta é a C.

Questão 03 – Letra A

Comentário: A questão aborda conceitos de absorção e de reflexão da luz por meio de um gráfico.

Com base no gráfico, pode-se concluir que, para as clorofilas a e b, o grau de absorção das radiações azul, violeta e vermelha excede 50%, enquanto a absorção de radiação verde chega quase a zero, o que significa alta taxa de reflexão. Assim, as clorofilas, para realizarem a fotossíntese, absorvem predominantemente o violeta, o azul e o vermelho.

Questão 04 – Letra A

Comentário: A câmara escura de orifício não utiliza espécie de lente ou qualquer meio refringente para desviar a luz. Quando a luz passa pelo orifício da câmara, ela continua em linha reta até atingir o anteparo. Se o orifício for muito menor que a distância dele até o anteparo, pelo princípio de propagação retilínea da luz, é possível observar que se formará uma imagem invertida do objeto.

Questão 05 – Letra C

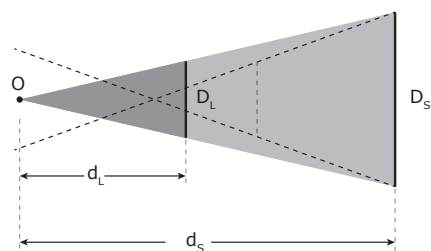
Comentário: A combinação correta é “propagação retilínea” e Lua “cheia”, pois o evento de um eclipse lunar ocorre devido ao bloqueio da luz solar, na Lua cheia, pela Terra, que cria regiões de sombra e penumbra por onde a Lua transita.

Questão 06 – Letra C

Comentário: A cor de um objeto é determinada pelo comprimento de onda que o objeto reflete predominantemente, portanto, quando um corpo é exposto à luz branca (composição de vários comprimentos de onda), o comprimento de onda que é refletido é a cor do objeto. Entretanto, quando um corpo é exposto à luz monocromática, a forma como um observador o enxerga dependerá da cor da luz incidente e do comprimento de onda que o objeto reflete. No caso do objeto vermelho iluminado pela luz monocromática verde, a cor vista por um observador será a preta, pois a luz verde não é refletida por esse objeto, e a ausência de luz é interpretada pelo observador como preto.

Questão 07 – Letra A

Comentário: Veja a figura a seguir. Nela, estão representados os diâmetros do Sol (D_s) e da Lua (D_L) e as respectivas distâncias (d_s e d_L) até o observador (O) na Terra.



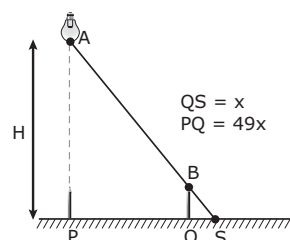
Usando semelhança de triângulos, temos:

$$d_L / d_s = D_L / D_s \rightarrow d_L / 151\,600\,000 = D_L / 400 \cdot D_L \rightarrow d_L = 379\,000 \text{ km}$$

Veja que, se a Lua estivesse mais afastada do que foi calculado (na posição do pontilhado vertical, por exemplo), a luz do Sol iria seguir as linhas oblíquas pontilhadas e, dessa forma, o observador ficaria na região de penumbra, caracterizando um eclipse anelar ou anular. Disso se conclui que o valor encontrado para a distância da Lua é máximo.

Questão 08 – Letra C

Comentário: A questão trata do Princípio da Propagação Retilínea dos Raios de Luz, aplicado em formação de sombras.



Pela figura anterior, que esquematiza a formação da sombra QS do lápis, podemos perceber que os triângulos PAS e QBS são semelhantes. Assim, pela semelhança de triângulos:

$$\frac{QB}{PA} = \frac{SQ}{SP} \Rightarrow \frac{0,1}{H} = \frac{x}{50x} \\ H = 5,0 \text{ m}$$

Questão 09 – Letra A

Comentário: Tomando a altura do indivíduo por h , o comprimento da câmara por d e a distância final do indivíduo até a câmara por x , nas duas situações descritas pelo enunciado, temos:

$$\frac{200}{h} = \frac{d}{6} \Rightarrow d \cdot h = 1200$$

$$\frac{x}{h} = \frac{d}{4} \Rightarrow 4x = d \cdot h = 1200 \Rightarrow x = 300 \text{ cm} = 3 \text{ m}$$

Assim, a pessoa deve afastar-se 1 m da câmara.

Questão 10 – Letra B

Comentário: A questão trata de visibilidade de astros.

Se o observador na Terra vê Marte à meia-noite, conclui-se que a Terra está entre Marte e o Sol. Um observador em Marte, ao meio-dia, vê o Sol a pino e, então, também verá a Terra sobre sua cabeça. Sendo assim, conclui-se que a Terra não será visível para um observador em Marte à meia-noite, pois ela está numa região do céu oposta àquela que é visível para este observador.

Seção Enem

Questão 01 – Letra E

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: De acordo com o texto, enxergamos uma cor que é resultado da combinação de pigmentos que foram estimulados. Se o indivíduo não possui o pigmento conhecido como “verde”, as luzes de 330 nm e 600nm só estimulam o pigmento “vermelho” e, de acordo com o gráfico, na mesma intensidade.

Questão 02 – Letra B

Eixo cognitivo: IV

Competência de área: 5

Habilidade: 18

Comentário: No olho humano, a imagem (real, invertida e menor) deve ser projetada na retina, portanto, esta corresponde ao tecido. De forma semelhante, podemos observar que a íris corresponde ao orifício da câmera, já o cristalino e a córnea, que funcionam como lentes, não possuem correspondência nesse tipo de câmera.

Questão 03 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 22

Comentário: Para que os objetos brancos fiquem com sua cor natural, o sensor da máquina deverá absorver intensidades similares das cores primárias. Assim, o filtro magenta é adequado à situação, pois permite às cores azul e vermelho passarem em abundância e absorve o excesso de luz verde.

Questão 04 – Letra E

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 6

Habilidade: 20

Comentário: A figura mostra a Lua, conforme vista no Brasil, na fase crescente. A Lua, nessa fase, nasce por volta do meio-dia e se põe por volta da meia-noite. Assim, ela estará no alto do céu por volta das seis horas da tarde.

Questão 05 – Letra D

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: A figura mostra que o dia 02 de outubro será de Lua Cheia. Nessa fase, a Lua nasce por volta das 18h e se põe às 6h da manhã, iluminando o céu a noite toda. Dessa forma, os pescadores devem escolher o final de semana mais perto da data de Lua Cheia, ou seja, os dias 29 e 30 de setembro.

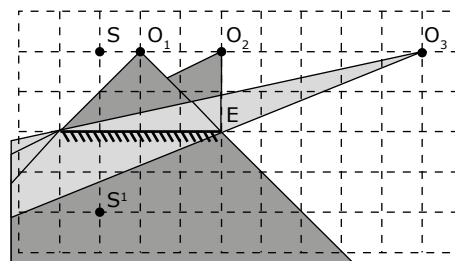
MÓDULO – B 09

Reflexão da Luz e Espelhos Planos

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra D

Comentário: Compreendendo que S' é a imagem do objeto S , percebe-se que ela está fora do campo visual apenas do observador O_3 , de acordo com a imagem a seguir.



Questão 02 – Letra E

Comentário: Como não foi dito qual tipo de espelho Antônio olhou, podemos pressupor que se trata de um espelho plano, pois é o mais comum de se encontrar no cotidiano. O espelho plano cria imagens sempre virtuais, com inversões direita-esquerda e mesmo tamanho. A alternativa que mostra o número 186 com inversão direita-esquerda é a E.

Questão 03 – Letra E

Comentário: Vamos analisar cada afirmativa.

- I. Verdadeira. Após a reflexão nos dois espelhos, os raios de luz chegam aos olhos do observador sem inversão.
- II. Verdadeira. Pela Primeira Lei da Reflexão, sabemos que o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.
- III. Verdadeira. Como os espelhos estão paralelos, o ângulo de reflexão do espelho 1 é igual ao ângulo de incidência do espelho 2, logo, aplicando a Primeira Lei da Reflexão nos dois espelhos, temos que o ângulo de incidência no espelho 1 é igual ao ângulo de incidência no espelho 2.

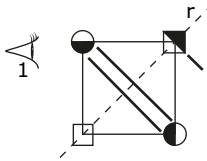
Questão 04 – Letra D

Comentário: Para construir a imagem de um ponto conjugada por um espelho plano, traça-se a perpendicular ao espelho que passa pelo ponto-objeto. A imagem estará sobre essa perpendicular, equidistante do espelho com relação ao objeto. Portanto, a imagem conjugada no caso se encontra sobre 4.

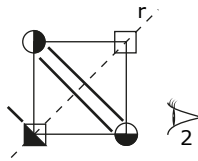
Questão 05 – Letra B

Comentário: Sabendo que a imagem em um espelho plano é direta, do mesmo tamanho e da mesma distância do objeto, podemos deduzir, conforme as figuras a seguir, as figuras que serão formadas.

Para o observador 1:

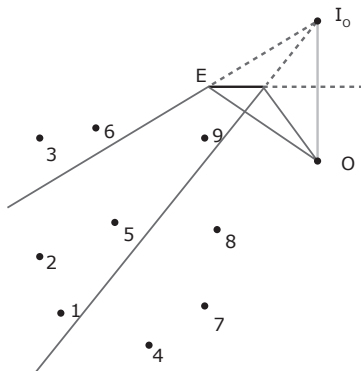


Para o observador 2:



Questão 06 – Letra C

Comentário: Veja, na figura a seguir, o espelho (E), o olho do observador (O), a “imagem” do olho formada pelo espelho (I_0) e a luz que se dirige às bordas do espelho e seus raios refletidos. Esses raios e o espelho definem o campo visual do espelho para tal observador. Observe que os pontos 1, 2, 5 e 9 estão dentro do campo visual e podem ser vistos pelo observador.

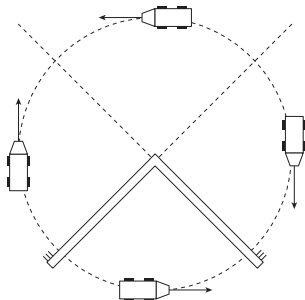


Questão 07 – Letra C

Comentário: Veja que o observador está parado em relação ao espelho. Dessa forma, o movimento da imagem é o mesmo para os dois referenciais. Como a bailarina se aproxima do espelho, a sua imagem também se aproxima do espelho e do observador com a mesma velocidade em módulo, igual a V . A bailarina, por sua vez, se desloca com velocidade V e nota que a sua imagem se aproxima com velocidade, também, V . Assim, a imagem se aproxima da bailarina com velocidade $2V$.

Questão 08 – Letra A

Comentário: Veja, na figura a seguir, as três imagens formadas pelos espelhos colocados a 90° .



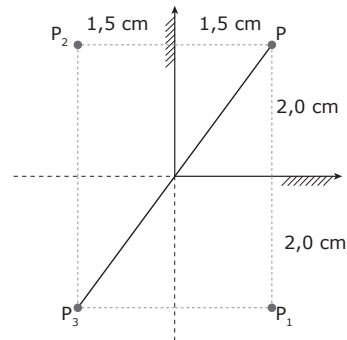
As imagens verticais são formadas por cada espelho, tomando-se o carrinho como objeto. Essas imagens servem de “objeto” para o prolongamento dos espelhos (em linhas pontilhadas), que formam uma 3ª imagem na horizontal (que determina a resposta da questão). Veja que as imagens e o objeto ficam igualmente distribuídos em um círculo de centro no contato entre as extremidades dos espelhos. Observe, por último, que as imagens são todas simétricas ao respectivo espelho.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra E

Comentário: A questão trata de associação de espelhos planos e da distância de um objeto à imagem formada pelo espelho plano.

Observe a figura a seguir, que esquematiza imagens do objeto fornecidas pela associação dos espelhos.



Considerando N o número de imagens de P fornecidas pela associação dos espelhos, θ o ângulo entre os espelhos planos, podemos usar a relação $N = (360/\theta) - 1$ para encontrar o número de imagens formadas. Com $\theta = 90^\circ$, temos $N = 3$. Considerando que a distância da imagem ao espelho é igual à distância do objeto ao espelho, a distância entre P e P_2 é de 3 cm e entre P e P_1 é de 4 cm. Utilizando o Teorema de Pitágoras no triângulo formado por P , P_1 e P_3 , calculamos a distância entre P e P_3 , sua imagem mais afastada, que é de 5 cm.

Questão 02 – Soma = 03

Comentário: Vamos analisar cada afirmativa.

- Verdadeira. A luz, do ponto de vista físico, é a propagação de campos elétrico e magnético variáveis no tempo e perpendiculares entre si. A direção de propagação da luz é dada pelo produto vetorial das direções de propagação dos campos. Dessa forma, percebe-se que o raio não tem existência física real.
- Verdadeira. O ponto objeto, nesse caso, é formado pelos prolongamentos dos raios interceptados, sendo, por isso, virtual.
- Falsa. Essa é a definição de meios isotrópicos. Meios anisotrópicos, ao contrário, são aqueles nos quais há variação da velocidade da luz dependendo da direção e do sentido de incidência.
- Falsa. Pelo Princípio da Reversibilidade dos Raios de Luz, sabemos que, ao trocar a fonte de luz e o observador, a trajetória dos raios de luz será apenas invertida de sentido.
- Falsa. A Primeira Lei da Reflexão dispõe que o ângulo de incidência e o de reflexão são congruentes. A situação descrita só ocorreria com incidência paralela dos raios luminosos sobre a superfície. No entanto, nesse caso, não há reflexão.

Questão 03 – Letra C

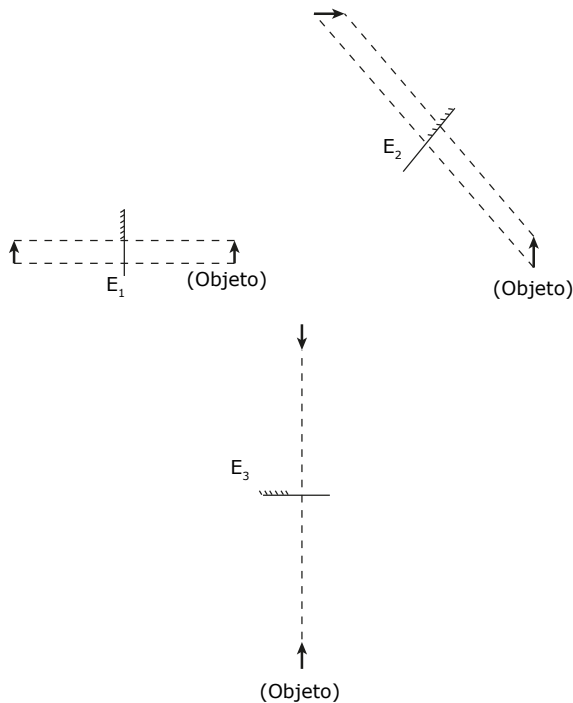
Comentário: Deve-se perceber primeiramente que os números aparecem na imagem na mesma ordem em que aparecem no mostrador não invertido, já que há uma inversão esquerda-direita ao virar-se o mostrador de ponta-cabeça, e outra inversão esquerda-direita quando da conjugação da imagem pelo espelho. Por fim, por causa dessa inversão, o 2 é visto como 5 e vice-versa. Por tal, é visto no relógio 15:52.

Questão 04 – Letra C

Comentário: Na superfície S_1 , há reflexão regular, já que os ângulos de reflexão são congruentes entre si. Trata-se, portanto, de uma superfície muito bem polida. Na superfície S_2 , há reflexão difusa, visto que os ângulos de reflexão não são idênticos entre si. Logo, trata-se de uma superfície rugosa. Na superfície S_3 , há refração; como não há reflexão, trata-se de uma separação de dois meios transparentes. Por fim, na superfície S_4 , toda a radiação é absorvida, trata-se, então, de uma superfície negra.

Questão 05 – Letra A

Comentário: A determinação da imagem de um ponto conjugada por um espelho plano é feita traçando-se a perpendicular ao espelho que passa pelo ponto. A imagem se localiza nessa perpendicular, em um ponto equidistante em relação ao objeto. Observe as figuras a seguir, as imagens conjugadas pelos espelhos E_1 , E_2 e E_3 :

**Questão 06 – Letra A**

Comentário: Num espelho plano, ponto-objeto e imagem são equidistantes com relação ao espelho. Logo, a imagem do indivíduo se encontra a 2,0 m do espelho. Analogamente, o módulo da velocidade relativa entre objeto e espelho é igual ao módulo da velocidade relativa entre imagem e espelho. Dessa forma, a imagem se move com 1,5 m/s em relação ao espelho. Como o observador se move com velocidade de mesmo módulo, porém de sentido oposto, a velocidade relativa entre objeto e imagem será de $1,5 - (-1,5) = 3,0$ m/s.

Questão 07 – Letra C

Comentário: O ângulo de incidência de um raio de luz é o ângulo que este faz com a direção normal ao espelho. Se um dos raios incide na direção normal ao espelho, o ângulo de incidência do outro raio é o ângulo entre os dois raios, logo, independentemente de quanto o espelho for girado, o ângulo

entre os dois raios incidentes permanecerá o mesmo, no caso, 30° . Como, na situação final o ângulo de incidência do segundo raio passa a ser normal, o ângulo de incidência do primeiro só pode ser 30° .

Questão 08 – Letra C

Comentário: Um espelho plano sempre forma imagens virtuais do mesmo tamanho e à mesma distância que o objeto, sendo assim, a imagem está do objeto ao dobro da distância que o espelho está do objeto. Se o objeto está a 100 cm do espelho, a imagem está a $2 \cdot 100 = 200$ cm.

Questão 09 – Letra A

Comentário: O número de imagens formadas pelos espelhos é $N = (360/\alpha) - 1$.

Para o ângulo θ , temos: $n = (360/\theta) - 1 \Rightarrow (360/\theta) = n + 1$

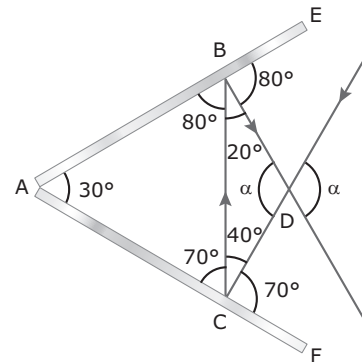
Para o ângulo $\theta/4$, temos: $m = (360/(\theta/4)) - 1 \Rightarrow$

$$4(360/\theta) = m + 1 \Rightarrow (360/\theta) = (m + 1)/4$$

$$(m + 1) = 4(n + 1) \Rightarrow m = 4n + 3$$

Questão 10 – Letra D

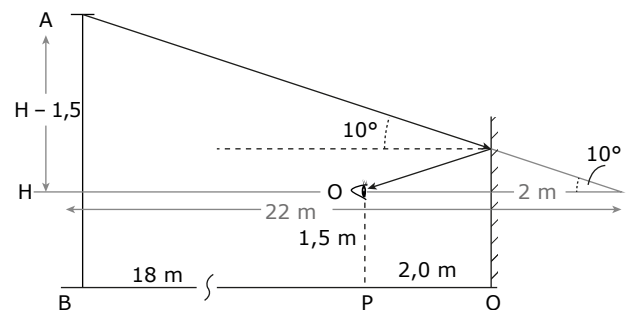
Comentário: A questão trata das leis fundamentais da reflexão, exigindo conhecimentos de Geometria Plana.



A segunda lei da reflexão diz que o ângulo do raio incidente com a normal é igual ao ângulo do raio refletido com a normal. $\widehat{ACB} = 70^\circ$ e, conseqüentemente, $\widehat{BCD} = 40^\circ$. Assim, pela propriedade referente à soma dos ângulos internos de um triângulo, $\widehat{ABC} = 80^\circ$. Novamente, pela primeira lei da reflexão, $\widehat{DBE} = 80^\circ$ e, conseqüentemente, $\widehat{DBC} = 20^\circ$. Assim, usando o fato de que a soma dos ângulos internos de BCD vale 180° , achamos que $\widehat{BDC} = \alpha = 120^\circ$.

Questão 11 – Letra C

Comentário: Observe a figura a seguir que ilustra a conjugação da imagem pelo espelho:



$$\operatorname{tg} 10^\circ = \frac{H-1,5}{18+8+2}$$

$$0,18 = \frac{H-1,5}{22}$$

$$H = 5,46 \text{ m} \approx 5,5 \text{ m}$$

Questão 12

Comentário: Perceba que a distância do espelho até a imagem da parede é de 2,5 m, visto que essa é a distância entre objeto e espelho. Como a distância do indivíduo até a imagem do espelho é de 3,3 m, sua distância até o espelho é de 80 cm. Para que o homem possa ver a sua cabeça, o topo do espelho deve ser deslocado até o nível da altura dos olhos do homem. Como o ponto mais alto que ele enxerga, pela configuração inicial, está 30 cm abaixo dos seus olhos, e como o homem e sua imagem são equidistantes do espelho, este está 15 cm abaixo dos seus olhos. Dessa forma, o espelho deve ser levantado de 15 cm.

Seção Enem

Questão 01 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: A questão trata do comportamento da luz ao incidir em espelhos planos.

Pela direção dos raios solares, percebemos que estes, ao serem refletidos, serão direcionados para pontos próximos ao ponto 1. Os tubos absorvedores, se postos lá, receberão a maior quantidade de energia solar possível.

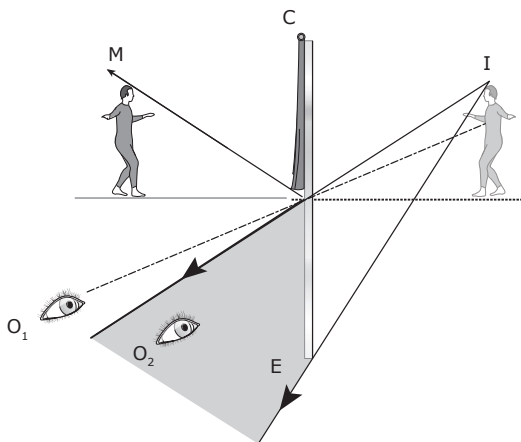
Questão 02 – Letra E

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: A figura a seguir mostra o campo visual (da cabeça do objeto) para a parte do espelho não coberta com a cortina. Veja que o observador O_2 poderá ver toda a imagem do malabarista, uma vez que ele se encontra dentro desse campo visual. O observador O_1 , entretanto, poderá ver apenas a parte inferior da imagem (abaixo da linha pontilhada).



Questão 03 – Letra A

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 1

Habilidade: 1

Comentário: A imagem de um objeto formada por um espelho plano é sempre simétrica em relação ao objeto e, dessa forma, invertida lateralmente em relação a este. Como no periscópio temos dois espelhos planos paralelos, o espelho inferior inverte a imagem formada pelo espelho superior (que é invertida em relação ao objeto). Portanto, as inversões laterais são compensadas e o observador vai enxergar uma imagem final igual ao objeto.

MÓDULO – C 07

Associação de Resistores

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra C

Comentário: Calculando a resistência equivalente em cada circuito

$$\frac{1}{R_{\text{eqI}}} = \frac{4}{R} \Rightarrow R_{\text{eqI}} = \frac{R}{4}$$

$$\frac{1}{R_{\text{eqII}}} = \frac{2}{R} + \frac{2}{R} + \frac{2}{R} \Rightarrow R_{\text{eqII}} = \frac{R}{6}$$

$$R_{\text{eqIII}} = \frac{R}{2} + R \Rightarrow R_{\text{eqIII}} = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{1}{R_{\text{eqIV}}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} \Rightarrow R_{\text{eqIV}} = \frac{6R}{3+2} \Rightarrow R_{\text{eqIV}} = \frac{6}{5}R$$

A partir da definição de corrente elétrica ($I = U_{AB}/R$), sendo U_{AB} igual para todos os circuitos, a corrente de menor intensidade se dará no circuito de maior resistência equivalente. A partir dos cálculos, a maior resistência equivalente é encontrada no circuito III.

Questão 02 – Letra B

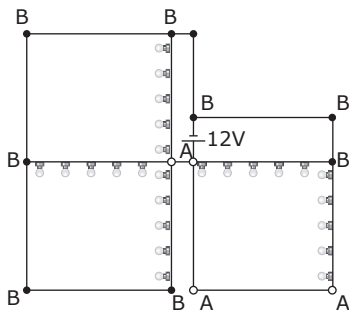
Comentário: Em um circuito elétrico, dizemos que elementos estão ligados em série quando pertencem a um mesmo ramo – trecho entre dois nós consecutivos, do circuito. Dessa forma, entre os resistores do circuito apresentado, somente os resistores R_1 e R_2 estão em série. Também dizemos que elementos estão em paralelo quando seus terminais estão ligados aos mesmos nós, de forma que os resistores encontrados em paralelo são o R_4 e o R_5 .

Questão 03 – Letra C

Comentário: Sejam $A(\circ)$ e $B(\bullet)$ os potenciais positivo e negativo, respectivamente, da bateria. Veja, na figura, que os diversos ramos da iluminação estão na mesma d.d.p. (V_{AB}) da fonte e, assim, estão em paralelo e cada um deles submetido a uma tensão $V_{AB} = 12 \text{ V}$. A potência total do circuito é 100 W e cada ramo dissipa 20 W . Assim, a corrente de cada ramo (e de cada lâmpada, pois elas estão em série) será:

$$PR = V_{AB} \cdot IR \Rightarrow 20 = 12 \cdot IR \Rightarrow$$

$$IR = 1,666 \text{ A} \approx 1,7 \text{ A}$$



Questão 04 – Letra B

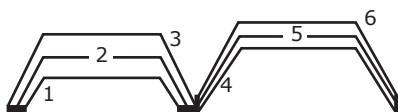
Comentário: O trecho do circuito por onde passam as correntes i_1 , i_2 e i_3 é uma ligação em paralelo. Como não há nenhuma resistência por onde passa a corrente i_3 (existe apenas um pequeno fio condutor), esse trecho encontra-se em curto-circuito. Toda a corrente que chega nessa associação em paralelo é direcionada para esse fio, de modo que as correntes i_1 e i_2 , nos resistores de $3,0 \Omega$ e $6,0 \Omega$ são iguais a zero. A corrente i_3 no fio condutor é a mesma corrente que passa pelo resistor de $10,0 \Omega$, que representa o limitador de corrente no circuito. Essa corrente é dada pela razão entre a voltagem da bateria e a resistência de 10Ω , $i_3 = 12,0 / 10,0 = 1,20 \text{ A}$.

Questão 05 – Letra A

Comentário: Primeiramente, para cumprir as exigências do professor, o circuito montado deve ter as lâmpadas em paralelo, sendo cada uma em série com uma chave. No esquema A, as lâmpadas se encontram em paralelo e, como as duas chaves estão abertas, as duas lâmpadas ficam apagadas, cumprindo a condição III. Além disso, se somente uma das chaves estiver ligada, uma lâmpada acenderá e a outra permanecerá apagada, e, ainda, se desligarmos essa chave e ligarmos a outra, a lâmpada que estava acesa se apagará e a outra se acenderá, cumprindo a exigência II. Finalmente, se ligarmos as duas chaves, ambas as lâmpadas acenderão, assim satisfazendo a condição I. Nos esquemas B, C e E, as lâmpadas estão em série, logo, não podem cumprir a exigência II. No esquema D, uma das lâmpadas está curto-circuitada, portanto, nunca será acesa, não atendendo às exigências I e II e, ainda, fechando curtos-circuitos perigosos.

Questão 06 – Letra B

Comentário: Dobrando as tiras 4, 5 e 6, em relação à parte direita do dispositivo, teremos a figura mostrada a seguir. Observe que as tiras 1, 2 e 3 estão em paralelo, assim como as tiras 4, 5 e 6. No entanto, o conjunto formado por cada trio de tiras encontra-se em série um com o outro.



Dessa forma, a associação que corresponde ao arranjo das tiras é a da alternativa B.

Questão 07 – Letra A

Comentário: Como a tensão em que é ligado o chuveiro é constante, a corrente $\left(i = \frac{V}{R}\right)$ e a potência $\left(P = V \cdot i = \frac{V^2}{R}\right)$

são inversamente proporcionais à resistência equivalente do circuito. Portanto, quanto maior a resistência elétrica, menor é a potência e, conseqüentemente, menor o aquecimento da água. Assim, se temos a seguinte relação entre as potências e o aquecimento:

$$P_{MQ} > P_Q > P_M$$

Implica que as resistências equivalentes serão:

$$R_{MQ} < R_Q < R_M$$

Dessa forma, o circuito elétrico que possuía essas características é o representado na alternativa A, pois, neste, a chave MQ é a que liga o circuito de maior potência e menor resistência (somente um resistor), a chave Q liga dois resistores e, finalmente, a chave M liga o circuito com três resistores, fornecendo a menor potência e, conseqüentemente, o menor aquecimento.

Questão 08 – Letra D

Comentário: Na associação em série, a resistência equivalente é:

$$R = R_1 + R_2 \Rightarrow$$

$$R = (1 + x) + (1 - x) \Rightarrow$$

$$R = 2$$

Na associação em paralelo, a resistência equivalente é:

$$R = (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2) \Rightarrow$$

$$R = [(1 + x) \cdot (1 - x)] / (R_1 + R_2) \Rightarrow$$

$$R = [1 - x + x - x^2] / 2 \Rightarrow R = [1 - x^2] / 2$$

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra B

Comentário: Vamos analisar as alternativas separadamente.

- Correta. Em uma associação de resistores em paralelo, a corrente divide em proporção inversa da resistência. Estando os ramos da associação submetidos à mesma voltagem, aquele com a menor resistência total recebe a maior parcela de corrente. No caso dessa questão, o ramo inferior apresenta resistência igual a 6Ω . Como essa é exatamente a resistência total do ramo superior ($2 + 4 = 6 \Omega$), a corrente nos dois ramos da associação apresenta a mesma intensidade.
- Incorreta. Como a resistência do resistor 1 é igual à resistência equivalente dos resistores do outro ramo da associação, a potência dissipada no resistor 1 (taxa de transferência de calor ou calor gerado por segundo) é igual à soma das potências dissipadas nos resistores do outro ramo.
- Correta. Como o resistor 1 está conectado diretamente aos polos da bateria, e como esta é ideal (a voltagem entre seus polos não muda com a corrente), a voltagem de alimentação desse resistor não sofre qualquer alteração quando os resistores do outro ramo são modificados (queima de um deles, substituição de um por outro diferente, etc.).

D) Correta. Como a resistência nos dois ramos da associação são iguais a 6Ω , basta dividir esse valor por 2 para obtermos o valor da resistência equivalente do circuito.

$$\text{Assim, } R_{eq} = 6/2 = 3 \Omega.$$

E) Correta. O ramo superior da associação está conectado diretamente aos polos da bateria. Qualquer modificação feita no ramo inferior (queima do resistor 1, troca por outro de valor diferente) não modificará as características elétricas (voltagem, corrente, etc.) no ramo superior da associação. Essa explicação é semelhante àquela dada na alternativa C.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Divida o circuito em dois ramos, o superior e o inferior. Denotando o valor das resistências elétricas por R e o valor da d.d.p. nos bornes do gerador por V, tem-se que, em R_1 , a tensão é V e, em R_2 e R_3 , a tensão é $V/2$. Assim:

$$P_1 = \frac{V^2}{R} = 100 \text{ W}$$

$$P_2 = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R} = \frac{V^2}{4R} = \frac{100}{4} = 25 \text{ W}$$

Questão 03 – Letra D

Comentário: Como os resistores estão em série, a corrente que os atravessa é idêntica e $I_1 = I_2$. No entanto, como $P = Vi$ e as potências dissipadas são diferentes, $V_1 \neq V_2$. Como $P = Ri^2$ e, para ambos os resistores, i é igual, P e R serão diretamente proporcionais. Logo, como $P_2 = 2P_1$, $R_2 = 2R_1$.

Questão 04 – Letra C

Comentário: Ao associar as lâmpadas em série, a tensão de 4,5 V será dividida entre as lâmpadas, o que gera luminosidade menor que a nominal. Logo, as lâmpadas devem ser associadas em paralelo, já que, nesse caso, estarão submetidas à tensão nominal de 4,5 V. A corrente fornecida ao circuito dobra, o que, sob tensão constante, gera o dobro de potência dissipada. Por fim, como a energia total disponível nas pilhas a ser fornecida é constante, pela definição de potência, percebe-se que as lâmpadas poderão ser alimentadas por um intervalo de tempo, que é a metade do intervalo de tempo no caso da configuração inicial.

Questão 05 – Letra B

Comentário: Quando a chave é fechada, os resistores formam uma associação em paralelo. Assim, a resistência equivalente é dada por:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{2}$$

A intensidade da corrente é dada por:

$$i_{fechada} = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{2V}{R} = 2i$$

E a potência dissipada por:

$$P_{fechada} = R_{eq} i^2 = \frac{R}{2} (2i)^2 = \frac{4Ri^2}{2} = 2P$$

Questão 06 – Letra E

Comentário: Quando a chave está aberta, precisamos considerar somente o resistor R_1 ; assim, utilizando a Lei de Ohm, obtemos:

$$V = R \cdot i$$

$$i = \frac{V}{R} = \frac{32}{8} = 4 \text{ A}$$

No segundo caso, em que a chave está fechada, temos de considerar a resistência dos dois resistores. Dessa maneira, como estes estão associados em paralelo, podemos obter a resistência equivalente dos dois resistores da seguinte forma:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{8 \cdot 2}{8 + 2} = 1,6 \Omega$$

Agora, com a resistência equivalente, aplicamos a Lei de Ohm, obtendo:

$$V = R \cdot i$$

$$i = \frac{V}{R} = \frac{32}{1,6} = 20 \text{ A}$$

Questão 07 – Letra E

Comentário: Sendo i a corrente que passa por cada um dos resistores que se encontram em paralelo, no terceiro resistor, passará corrente $2i$. Logo, neste será dissipada maior potência. Dessa forma, a corrente máxima i é tal que $20 = 80 \cdot (2i)^2$ e $i = 0,25 \text{ A}$. Assim, a corrente total do circuito é de $2i = 0,5 \text{ A}$, e a resistência equivalente é $\frac{80}{2} + 80 = 120 \Omega$ e a d.d.p. máxima é de $120 \cdot 0,5 = 60 \text{ V}$.

Questão 08 – Letra C

Comentário: Perceba que o resistor de 40Ω está em paralelo com o resistor de 20Ω , e ambos estão em paralelo com o conjunto formado pelos resistores de 10Ω e R, que terá resistência $(10 + R) \Omega$. A d.d.p. comum é dada por $20 \cdot 6 = 120 \text{ V}$. Logo, nos bornes do resistor de 40Ω , passa uma corrente i tal que $40i = 120$ e $i = 3 \text{ A}$. Logo, no conjunto de resistência $(10 + R) \Omega$ passa uma corrente de $12 - 6 - 3 = 3 \text{ A}$, tal que $3 \cdot (10 + R) = 120$ e $R = 30 \Omega$.

Questão 09 – Letra C

Comentário: A d.d.p. nos bornes do resistor de 8Ω vale 24 V, logo, a corrente i que o atravessa é tal que $8i = 24$ e $i = 3 \text{ A}$. Considerando a associação em série formada pelos outros dois resistores, submetida a uma d.d.p. de resistência equivalente $(5+R) \Omega$, por esta passa uma corrente de $5 \text{ A} - 3 \text{ A} = 2 \text{ A}$. Assim, $(5 + R) \cdot 2 = 24$ e $R = 7 \Omega$.

Questão 10 – Letra B

Comentário: Primeiramente, devemos calcular a resistência equivalente do circuito. Inicialmente, calculamos a resistência equivalente das três associações de dois resistores em série (as três possuem mesma resistência equivalente), obtendo:

$$R_{série} = R + R = 1 + 1 = 2 \Omega$$

Agora, com a resistência equivalente das associações em série, podemos resolver a associação em paralelo, obtendo:

$$\frac{1}{R_{\text{paralelo}}} = \frac{1}{R_{\text{série}}} + \frac{1}{R_{\text{série}}} + \frac{1}{R_{\text{série}}} = \frac{3}{2\Omega}$$

$$R_{\text{paralelo}} = \frac{2}{3}\Omega$$

Finalmente, a resistência equivalente do circuito é dada por:

$$R_{\text{eq}} = R + R_{\text{paralelo}} = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3}\Omega$$

Utilizando a Lei de Ohm, podemos calcular a corrente que passa pelo circuito, encontrando:

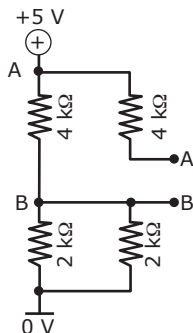
$$i = \frac{V}{R} = \frac{5}{\frac{5}{3}} = 3\text{ A}$$

Como a questão pede somente a diferença de potencial entre os pontos A e B, e o único resistor que não se encontra entre esses pontos está em série com o resistor equivalente dos demais (R_{paralelo}), podemos, então, calcular a diferença de potencial:

$$V = R_{\text{paralelo}} \cdot i = \frac{2}{3} \cdot 3 = 2\text{ V}$$

Questão 11 – Letra B

Comentário: O circuito apresentado é um divisor de tensão. Veja os novos pontos A e B na figura a seguir.



O resistor de $4\text{ k}\Omega$ da direita está em circuito aberto e não passa corrente por ele. Dessa forma, o ponto A está no potencial de $+5\text{ V}$. Os pontos B (direita e esquerda) estão no mesmo potencial, pois o fio que os interliga não tem resistência. Os resistores em paralelo (entre os pontos B e terra) apresentam resistência equivalente $R = 1\Omega$. Assim, devemos dividir uma tensão de 5 V entre dois resistores de resistências 4Ω e 1Ω , respectivamente. Logo, $V_{AB} = 4\text{ V}$.

Questão 12 – Letra C

Comentário: Ao analisar separadamente as questões, temos:

- I. Falsa. Observando a figura, sabemos que a corrente elétrica que chega a R_4 é $i_4 = i_0 + i_3 = 1,3 + 0,2 = 1,5\text{ A}$, portanto a corrente que chega aos resistores R_6 e R_5 deve somar $1,5\text{ A}$, implicando que a corrente no resistor R_5 deve ser $i_4 - i_6 = 1,5 - 1,0 = 0,5\text{ A}$. Assim, pela Lei de Ohm, temos que $R = \frac{U}{i} = \frac{6}{0,5} = 12\Omega$.

- II. Falsa. Da figura, podemos observar que $i_1 = i_3 - i_2$. Calculando $i_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{2}{4} = 0,5\text{ A}$, podemos achar $i_1 = i_3 - i_2 = 1,3 - 0,5 = 0,8\text{ A}$, finalmente encontrando a tensão: $V_1 = R_1 \cdot i_1 = 3 \cdot 0,8 = 2,4\text{ V}$.

- III. Verdadeira. Partindo da observação da figura e dos cálculos das afirmações anteriores, temos que $P_4 = R_4 \cdot i_4^2 = 4 \cdot 1,5^2 = 9\text{ W}$.

- IV. Verdadeira. Como os resistores R_5 e R_6 estão em paralelo, a tensão em R_5 será $U_6 = U_5 = 6\text{ V}$ e a resistência pode ser calculada como $R_6 = \frac{U_6}{i_6} \Rightarrow R_6 = \frac{6}{1} \Rightarrow R_6 = 6\Omega$.

Seção Enem

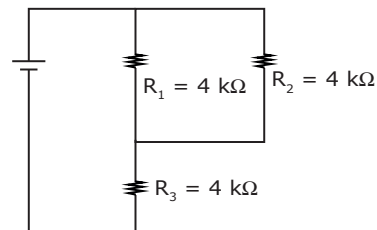
Questão 01 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 2

Habilidade: 5

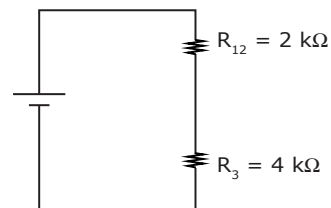
Comentário: O circuito com a chave fechada em A tem a forma:



R_1 está em paralelo com R_2 , logo:

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{16}{8} \Rightarrow R_{12} = 2\text{ k}\Omega$$

Logo:



R_{12} em série com R_3 , dessa forma:

$$R_{\text{eq}} = R_{12} + R_3 \Rightarrow R_{\text{eq}} = 2 + 4 \Rightarrow R_{\text{eq}} = 6\text{ k}\Omega$$

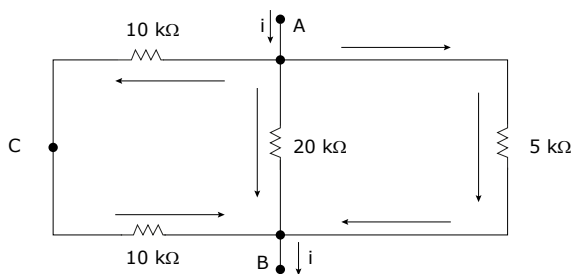
Questão 02 – Letra B

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: Ao ser ligado no circuito, o ohmímetro emite uma corrente própria que circula pelas resistências. Ao ser conectado aos terminais A e B, a corrente percorrerá o circuito da seguinte forma que é análoga à conformação do circuito em forma de sorvete desenhada pelo aluno:

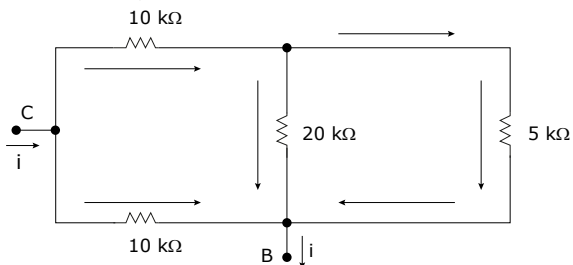


Percebe-se que as resistências de A até C e de C até B de 10 kΩ estão em série, mas a resistência equivalente das duas está em paralelo com as resistências de 20 kΩ e de 5 kΩ. Portanto a resistência equivalente entre os pontos A e B é dada por:

$$R_{AB} = [20 \text{ k}\Omega / 5 \text{ k}\Omega / (10 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega)]$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10+10} \Rightarrow R_{AB} = \frac{80}{24} \text{ k}\Omega$$

Já ao ser conectada ao terminais B e C, a corrente percorrerá o circuito da seguinte forma:



Já nesta configuração, a resistência de 20 kΩ está em paralelo com a de 5 kΩ, a resistência equivalente das duas está em série com a resistência de 10 kΩ entre os pontos A e C, e a resistência equivalente deste último conjunto está em paralelo com a resistência de 10 kΩ entre os pontos B e C. Portanto,

$$R_{BC} = [(20 \text{ k}\Omega / 5 \text{ k}\Omega) + 10 \text{ k}\Omega] / 10 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{20.5}{20+5} = 4$$

$$R_{BC} = \frac{(4+10)10}{(4+10)+10} = \frac{140}{24} \text{ k}\Omega$$

Logo:

$$\frac{R_{AB}}{R_{BC}} = \frac{\frac{80}{24}}{\frac{140}{24}} = \frac{80}{140} = \frac{4}{7}$$

MÓDULO – C 08

Resistores no Dia a Dia

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra C

Comentário: Com o circuito interrompido em P e o interruptor das lanternas apagadas, percebe-se que as três lâmpadas estarão conectadas em série. Logo, ao se acionar os freios,

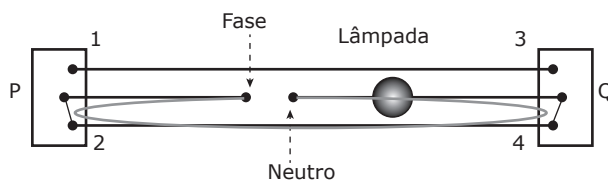
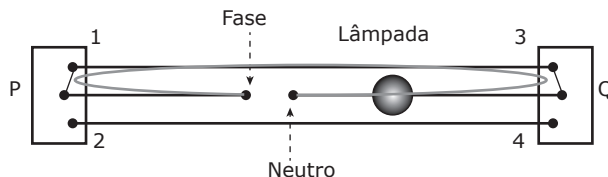
as três lâmpadas se acenderão. Como as lâmpadas estarão em série, a resistência equivalente do circuito será maior que a resistência de cada lâmpada individual, logo a corrente que percorrerá cada uma será menor que a necessária para um brilho normal, portanto seu brilho será menor.

Questão 02 – Letra B

Comentário: Primeiro, o disjuntor deve estar sempre no fio fase (e só nele), de modo que, uma vez desligado, todo o circuito fique com potencial igual a zero. O interruptor deve ficar em série com o dispositivo a ser ligado / desligado pelo mesmo motivo anterior. Por fim, o dispositivo conectado ao circuito deve possuir a d.d.p. da rede e, por isso, cada extremidade do seu circuito deve estar nos fios fase e neutro.

Questão 03 – Letra D

Comentário: Para que a lâmpada possa ser ligada pelos interruptores *three-way* P e Q (TWP, TWQ), a corrente deve passar no circuito fase-TWP-fase-TWQ-lâmpada-neutro ou no fase-TWP-neutro-TWQ-lâmpada-neutro, conforme as figuras a seguir. Assim, o circuito pode ser ligado / desligado de qualquer dos interruptores.



Questão 04 – Letra D

Comentário: Sendo R a resistência de cada lâmpada, a resistência equivalente do circuito no primeiro caso é $\frac{R}{2} + R = \frac{3R}{2}$ e, no segundo caso, $R + R = 2R$. Assim, no segundo caso, por L_1 e L_2 , passa uma corrente de valor $\frac{\varepsilon}{2R}$ e as potências dissipadas por ambas, que serão iguais, valerão $\frac{\varepsilon^2}{4R}$.

Questão 05 – Letra C

Comentário: Essa questão envolve análise de um circuito elétrico no qual houve um curto-circuito.

Inicialmente, as três lâmpadas do circuito estão acesas; quando a chave S é fechada, verifica-se que a corrente não passará mais por L_2 e L_3 (elas foram curto-circuitadas pela chave S). Esse fato ocorre porque a resistência do fio pode ser considerada desprezível; assim, a corrente passará apenas por L_1 e pela chave S. Portanto, quando a chave S é fechada, a lâmpada L_1 permanece acesa, mas L_2 e L_3 se apagam.

Questão 06 – Letra A

Comentário: Ao analisar cada afirmativa separadamente, temos:

- I. Incorreta. As associações em série não são adequadas para a iluminação de uma residência, pois, para acender uma das lâmpadas, todas teriam de ser acessas, e, se alguma das lâmpadas queimasse, as outras não poderiam ser acessas. Isso ocorre porque a corrente elétrica precisa passar por todas as lâmpadas para fechar o circuito.
- II. Incorreta. Isso ocorrerá somente em associações em série. Em paralelo, se uma das lâmpadas queimar, as outras continuarão funcionando normalmente.
- III. Correta. Em circuitos em paralelo, quando uma lâmpada queima, as demais continuam funcionando, pois a lâmpada queimada não impede o fechamento do circuito, como acontece em ligações em série.
- IV. Correta. A associação das lâmpadas em paralelo é mais adequada para a iluminação de uma residência, pois as lâmpadas podem ser acesas de forma independente, não importando se as demais estão ligadas ou desligadas. Além disso, se uma lâmpada queimar, as demais continuarão funcionando normalmente.

Questão 07 – Letra C

Comentário: Como B, C e D permanecem acesas, elas não podem estar em série com A, o que elimina as alternativas A e B. No esquema constante da alternativa E, com a queima de A, o brilho de nenhuma das lâmpadas se altera, logo, esta também não pode ser a resposta. Perceba que, no esquema em D, com a queima de A, a corrente total do circuito diminui, logo, o brilho de B diminui também. Dessa forma, o esquema correto só pode ser aquele apresentado na alternativa C. Perceba que, efetivamente, a corrente no circuito diminui, o que diminui a potência dissipada e, conseqüentemente, o brilho de C e D; no entanto, como B estava em paralelo com A, a corrente que passa pelas suas extremidades aumenta e, conseqüentemente, seu brilho (potência dissipada dada por $P = Ri^2$) também aumenta.

Questão 08 – Letra C

Comentário: Perceba que as lâmpadas 1 e 2 estão submetidas a uma tensão de 12 V, ao passo que 3 e 4 estão submetidas à metade dessa tensão cada uma, ou seja, 6 V. Como todas as lâmpadas têm a mesma resistência, a corrente que atravessa 1 ou 2 é o dobro da corrente que atravessa 3 e 4.

Exercícios Propostos**Questão 01 – Letra D**

Comentário: No circuito A, as lâmpadas estão ligadas em paralelo, portanto, ambas estão submetidas à diferença de potencial de 120 V. Assim, como estão ligadas na tensão nominal, a lâmpada de maior potência nominal brilhará mais; nesse caso, L_2 .

No circuito B, precisamos calcular o valor da resistência das lâmpadas utilizando o valor nominal fornecido, obtendo:

$$P = V \cdot i = V \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{P}{V^2}$$

$$R_1 = \frac{P_1}{V^2} = \frac{40}{120^2} = 360 \Omega$$

$$R_2 = \frac{P_2}{V^2} = \frac{60}{120^2} = 240 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 360 + 240 = 600 \Omega$$

Dessa forma, o valor da intensidade da corrente elétrica é:

$$V = Ri \Rightarrow i = \frac{V}{R} = \frac{120}{600} = 0,2 \text{ A}$$

Finalmente, podemos calcular o valor da potência das lâmpadas, obtendo:

$$P = V \cdot i = (R \cdot i) \cdot i = R \cdot i^2$$

$$P_1 = R_1 \cdot i^2 = 260 \cdot 0,2^2 = 14,4 \text{ W}$$

$$P_2 = R_2 \cdot i^2 = 240 \cdot 0,2^2 = 9,60 \text{ W}$$

Portanto, a lâmpada L_1 brilhará mais do que L_2 . Além disso, é importante notar que, na associação em série, as lâmpadas não estavam funcionando nos seus valores nominais e, quanto maior a resistência, nesse tipo de ligação, maior o brilho da lâmpada.

Questão 02 – Letra C

Comentário: Quando uma das lâmpadas se queima, a corrente que passa pelo ramo do circuito em que se encontra a lâmpada é interrompida, dessa forma, todas as lâmpadas desse ramo são apagadas. Como três lâmpadas permaneceram acesas, podemos concluir que, no circuito, existiam três lâmpadas pertencentes a um ramo e três lâmpadas que não pertenciam a ele, estando em 1 ou mais ramos paralelos a ele. O único circuito que mostra uma configuração compatível com nossa conclusão é o da alternativa C.

Questão 03 – Letra B

Comentário: Nas associações de resistores em paralelo, a diferença de potencial é igual para todos os resistores. Assim, no caso em que as resistências são iguais, a corrente também será. Portanto, as lâmpadas L_2 e L_3 possuem intensidade de correntes elétricas iguais, e, como a soma de suas correntes deve ser igual àquela que passa por L_1 , teremos:

$$i_1 = i_2 + i_3 = 2i_2$$

Portanto, concluímos que a corrente elétrica em L_1 é o dobro que a de L_2 (e L_3).

Questão 04 – Letra B

Comentário: A corrente elétrica em P corresponde à intensidade da corrente elétrica total do circuito, portanto, quando a geladeira entra em funcionamento, a resistência equivalente do circuito se altera. Como a diferença de potencial é constante, a corrente elétrica em P varia.

No ponto Q, entretanto, a intensidade da corrente elétrica não muda (como acontece com os demais aparelhos, somente a corrente elétrica total se altera), pois os aparelhos estão ligados em paralelo (mesma tensão), e a corrente do ponto Q é a corrente somente do forno F. Assim, como a resistência e a tensão do forno não mudam, a corrente elétrica também se mantém.

Questão 05 – Letra D

Comentário: Como os chuveiros possuem a mesma potência elétrica, o consumo de energia, no mesmo intervalo de tempo, é o mesmo, independentemente da tensão a que são submetidos. Como $P = VI$, o chuveiro que for ligado em 220 V terá uma corrente elétrica de metade daquela do chuveiro ligado em 110 V.

Questão 06 – Letra B

Comentário: Utilizando a relação $P = Vi \Rightarrow i = \frac{P}{V}$, podemos calcular separadamente a corrente elétrica que percorre os aparelhos:

I. Lâmpada de 200 W – 127V: $i = \frac{P}{V} = \frac{200}{127} \cong 1,57 \text{ A}$

II. Geladeira de 400 W – 127V: $i = \frac{P}{V} = \frac{400}{127} \cong 3,14 \text{ A}$

III. Ebulidor de 1 000 W – 127V: $i = \frac{P}{V} = \frac{1000}{127} \cong 7,87 \text{ A}$

IV. Chuveiro de 5 000 – 127 V: $i = \frac{P}{V} = \frac{5000}{127} \cong 39,37 \text{ A}$

Portanto, os únicos aparelhos que podem ser ligados sem risco são a lâmpada e a geladeira.

Questão 07 – Letra E

Comentário: Em circuitos em paralelo, os resistores ficam submetidos à mesma diferença de potencial, portanto, se as lâmpadas forem idênticas (mesma resistência), a corrente que passa por elas será igual. Assim, quando uma lâmpada queima, a corrente das demais permanece a mesma.

Questão 08 – Letra D

Comentário: Nesse tipo de exercício, não é necessário calcular a corrente elétrica em cada aparelho. Melhor seria calcular a potência máxima do circuito (limitada pela corrente máxima que o fusível suporta). Assim, temos:

$$P = VI \Rightarrow P_{\text{máx}} = VI_{\text{máx}} = 220 \cdot 25 = 5\,500 \text{ W}$$

A alternativa D exige uma potência total de: $(950 + 1\,200 + 3\,000 + 1\,100) \text{ W} = 6\,250 \text{ W}$. Isso excede a potência máxima e o fusível vai queimar.

Questão 09 – Letra C

Comentário: Como a lâmpada está ligada por meio do interruptor, a corrente elétrica que passa por ela será igual à que passa pelo interruptor, ou seja, $i > 0$. Além disso, como a resistência do interruptor é desprezível, a diferença de potencial entre seus terminais será zero, pois $V = Ri = 0 \cdot i = 0 \text{ V}$.

Questão 10 – Letra C

Comentário: O chuveiro está ligado a uma tensão que possui valor constante, independentemente de a chave seletora estar na posição inverno ou verão, que é a tensão da rede de alimentação (afirmativa IV incorreta). Logo, a potência dissipada é inversamente proporcional à resistência elétrica ($P = V^2/R$). Dessa forma, a afirmação I é incorreta e a afirmação II é correta. A afirmação III é correta, uma vez que a temperatura do banho depende da vazão de água em qualquer potência dissipada.

Questão 11 – Letra A

Comentário: Ao analisar as afirmativas separadamente, temos:

- I. Correta. Em toda associação em série, a intensidade da corrente elétrica é igual para todos os resistores.
 II. Correta. Usando a equação $P = Vi = V \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{P}{V^2}$ e os valores nominais de funcionamento das lâmpadas, podemos calcular suas resistências:

$$R_{60} = \frac{P_{60}}{V^2} = \frac{60}{120^2} = 240 \Omega$$

$$R_{100} = \frac{P_{100}}{V^2} = \frac{100}{120^2} = 144 \Omega$$

Dessa maneira, podemos comparar o brilho das lâmpadas quando a intensidade da corrente elétrica é igual para ambas (associação em série). Assim, temos:

$$P = Vi = (Ri)i = Ri^2$$

$$\frac{P_{60}}{P_{100}} = \frac{R_{60}i^2}{R_{100}i^2} = \frac{R_{60}}{R_{100}} = \frac{240}{144} \cong 1,66$$

$$P_{60} \cong 1,66P_{100}$$

Portanto, a lâmpada de 60 W brilha mais que a de 100 W.

Observação: É importante notar que as lâmpadas não estão funcionando nos valores nominais, pois, na associação em série, a tensão fornecida de 120 V é “repartida” entre as lâmpadas, sendo a soma de suas tensões igual a 120 V.

- III. Incorreta. A afirmativa II implica que a afirmativa III tem que ser falsa.

Questão 12 – Letra C

Comentário: A resistência de ambas as lâmpadas é de $R = \frac{100^2}{100} = 100 \Omega$. Como se quer que L_1 brilhe com potência de 100 W, por esta deve passar uma corrente i tal que $100 = 100i^2$, ou seja, $i = 1 \text{ A}$. Analogamente, por L_2 , que deve brilhar com 64 W, deve passar uma corrente i tal que $64 = 100i^2$, ou seja, $i = 0,8 \text{ A}$. Assim, pela Lei de Ohm aplicada a ambos os ramos do circuito submetidos a 200 V, temos:

$$200 = (100 + R_1) \cdot 1 \Rightarrow R_1 = 100 \Omega$$

$$200 = (100 + R_2) \cdot 0,8 \Rightarrow R_2 = 150 \Omega$$

Seção Enem

Questão 01 – Letra B

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 6

Habilidade: 21

Comentário: Dizer que os interruptores estão em paralelo, não significa que eles estão conectados conforme a alternativa C, mas que o funcionamento de um independe do funcionamento do outro. Esse tipo de circuito é conhecido com *three-way*. O circuito *three-way* está correntemente representado na alternativa B.

Questão 02 – Letra A

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 6

Habilidade: 21

Comentário: A potência do chuveiro pode ser calculada por: $P = V^2/R$. Para que os chuveiros apresentem a mesma potência ($P_B = P_A$), é necessário que: $V_B^2/R_B = V_A^2/R_A \Rightarrow R_A/R_B = V_A^2/V_B^2 \Rightarrow R_A/R_B = 127^2/220^2 \Rightarrow 0,3$.

Questão 03 – Letra A

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 2

Habilidade: 6

Comentário: A potência máxima da torneira, quando ligada na tensão nominal, é de 5 500 W. Considere que a resistência da torneira (R_1), quando ligada a 127 V, seja a mesma de quando a torneira é ligada em 220 V (R_2). Como $P = V^2/R$, temos:

$$R_2 = R_1 \Rightarrow V_2^2/P_2 = V_1^2/P_1 \Rightarrow 220^2/5\,500 = 127^2/P_1 \Rightarrow P_1 = 1\,832 \text{ W.}$$

Sugestão: Fazer a solução indicada acima é trabalhoso, demanda tempo e há uma elevada chance de errar alguma operação. Assim, convém que o professor estimule seus alunos a desenvolver a solução a seguir (menos trabalhosa).

Considere que a resistência da torneira seja constante. A tensão de ligação (127 V) é "próxima" da metade da tensão nominal (220 V). Como a potência é proporcional ao quadrado da tensão de alimentação ($P = V^2/R$), a potência efetiva da torneira será, aproximadamente, um quarto da potência nominal.

Assim, a resposta seria $P \cong 5\,500 / 4 = 1\,375 \text{ W}$. Com esse resultado, é possível chegar à resposta correta.

Questão 04 – Letra B

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 2

Habilidade: 5

Comentário: A potência do chuveiro pode ser determinada por: $P = VI$. Como o disjuntor deve desarmar quando a corrente elétrica ultrapassar o maior valor de corrente que pode circular pelo chuveiro, devemos trabalhar com a maior potência, ou seja, $P = 3\,200 \text{ W}$.

Logo, temos:

$$P_{\text{máx}} = VI_{\text{máx}} \Rightarrow 3\,200 = 110 \cdot I_{\text{máx}} \Rightarrow I_{\text{máx}} = 29,1 \text{ A}$$

Assim, devemos escolher o disjuntor que suporte esse valor (que não existe nas alternativas) ou um outro que seja imediatamente superior a ele. Logo, devemos escolher o disjuntor de 30 A.

Questão 05 – Letra C

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: Sempre que um aparelho elétrico está em funcionamento, a corrente que o percorre passa pela fiação da casa. Assim, uma parte da energia é "perdida" na forma de calor nesses fios. Quatro das recomendações foram citadas com o objetivo de diminuir tais perdas. No caso do ferro de passar roupa, quando você o esquenta para passar uma peça e o desliga, parte da energia fornecida a ele será "perdida" sob a forma de calor, pois ele vai esfriar.

Uma forma de economizar energia é acumular certa quantidade de roupa para ser passada de uma só vez, pois, dessa forma, o ferro irá "esfriar" apenas uma vez.

Questão 06 – Letra E

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: A energia consumida pelos aparelhos elétricos ($E = N \cdot P \cdot \Delta t$) depende do número de aparelhos (N), de suas respectivas potências (P) e do tempo de funcionamento (Δt) deles. Assim, a fração percentual do consumo de energia elétrica de cada aparelho, em relação à conta total, dependerá desses mesmos fatores. Portanto, a alternativa correta é a E.

Questão 07 – Letra C

Eixo cognitivo: III

Competência de área: 5

Habilidade: 17

Comentário: A energia consumida pelo chuveiro será:

$$E = 25\% \cdot 300 = 75 \text{ kWh}$$

Dessa forma, o tempo total, mensal, dos banhos será:

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

$$75 = 1 \cdot 5,0 \cdot \Delta t \Rightarrow$$

$$\Delta t = 15 \text{ h} = 900 \text{ minutos}$$

Assim, o banho diário de cada morador possui uma duração média de:

$$\Delta t = 900 / (30 \cdot 4) = 7,5 \text{ minutos}$$

MÓDULO – C 09

Instrumentos de Medidas Elétricas

Exercícios de Aprendizagem

Questão 01 – Letra C

Comentário: Para se medir a corrente elétrica que passa através de um resistor, o aparelho de medição, o amperímetro, deve ser ligado em série com o resistor, pois, dessa forma, o aparelho será percorrido pela mesma corrente que atravessa o resistor.

Para se medir a queda de potencial em um resistor, o aparelho de medição, o voltímetro, deve ser ligado em paralelo com o resistor, pois, dessa forma, o aparelho estará submetido à mesma voltagem do resistor.

Tendo em vista as considerações propostas, conclui-se que somente a afirmativa III é correta.

Questão 02 – Letra D

Comentário: Para que a medição da corrente elétrica em um resistor tenha boa precisão, o aparelho de medição, o amperímetro, deverá ter uma resistência interna muito menor do que a resistência do resistor, pois, assim, a resistência equivalente do sistema resistor / amperímetro será praticamente igual à resistência do resistor. Conseqüentemente, a corrente elétrica a ser medida praticamente não sofrerá alteração.

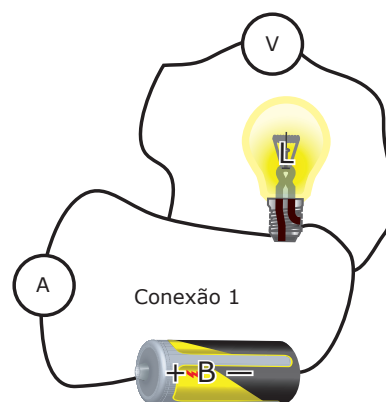
Para que a medição da voltagem em um resistor tenha boa precisão, o voltímetro deverá ter uma resistência interna muito maior do que a resistência do resistor, pois, assim, a resistência equivalente do sistema resistor / voltímetro será praticamente igual à resistência do resistor. Conseqüentemente, a voltagem a ser medida, praticamente, não terá o seu valor alterado.

Tendo em vista a discussão anterior, conclui-se que a alternativa correta é a D.

Questão 03 – Letra A

Comentário: As conexões 1 e 2 são corretas. Um amperímetro deve ser ligado em série com o elemento do circuito cuja corrente elétrica queremos medir. Como a resistência elétrica interna de um amperímetro é muito pequena (na verdade, desprezível comparada à resistência do elemento de circuito), a resistência elétrica equivalente do conjunto elemento / amperímetro é praticamente igual à resistência do primeiro, de forma que a corrente registrada é praticamente igual à corrente que havia antes da introdução do amperímetro. Assim, as conexões 1 e 2 estão corretas, pois o amperímetro está ligado em série com a lâmpada (o elemento de circuito cuja corrente queremos medir). Ambas as conexões fornecem os mesmos valores para a corrente elétrica. A diferença é que, na conexão 1, a corrente elétrica convencional atravessa o amperímetro de baixo para cima e, na conexão 2, de cima para baixo.

Analise as conexões 3 e 4, em que o amperímetro está ligado em paralelo com a lâmpada. Pior que isso, o amperímetro está ligado em paralelo com a pilha. Como a resistência do amperímetro é muito pequena, passará uma grande corrente pelo aparelho, que, por esse motivo, corre risco de ser danificado. As conexões 3 e 4 seriam corretas se o aparelho fosse um voltímetro, cuja resistência interna é muito alta e que deveria ser ligado em paralelo com a lâmpada a fim de medir a tensão elétrica nela. A figura seguinte mostra conexões corretas para se medir a corrente e a tensão na lâmpada por meio de um amperímetro A e um voltímetro V.



Questão 04 – Letra B

Comentário: Os amperímetros A_1 e A_4 indicam a mesma corrente, pois a corrente que sai da bateria, e que é registrada por A_4 , é igual à corrente que chega à bateria, e que é registrada pelo amperímetro A_1 . O valor dessa corrente é a f.e.m. da bateria dividida pela resistência equivalente do circuito:

$$I' = \frac{V_{\text{Bat}}}{R_{\text{eq}}} = \frac{12}{1,5} = 8 \text{ A}$$

Questão 05 – Letra A

Comentário: O amperímetro mede a corrente que circula através dele, portanto, ele deve ser ligado em série no circuito, como mostram as alternativas A e D. Já o voltímetro mede a diferença de potencial entre seus terminais, logo, deve ser ligado em paralelo ao elemento do circuito que se deseja verificar, como mostram as alternativas A e E. Portanto, a alternativa que mostra ambos os aparelhos ligados corretamente é a A.

Questão 06 – Letra A

Comentário: Para o estudante conseguir calcular o valor da potência da lâmpada, ele precisará medir corretamente os valores de tensão e de corrente elétrica nela. Assim, para não haver problemas na medição, ele deve dispor o amperímetro em série com a lâmpada e o voltímetro em paralelo. Essa combinação é encontrada no circuito representado pela alternativa A.

Questão 07 – Soma = 13

Comentário:

01. Verdadeira. A ponte está em equilíbrio quando os potenciais V_C e V_D dos pontos C e D são iguais. Nessas circunstâncias, não há corrente no trecho CD.

02. Falsa. Os resistores R_1 e R_2 não estão em série, pois a corrente elétrica proveniente da bateria, no ponto A, divide-se com parte passando pelo resistor R_1 e parte pelo resistor R_2 . Esse fato ocorre tanto com a ponte equilibrada, quanto com a ponte não equilibrada.
04. Verdadeira. Conforme explicado em 01, a corrente $i = 0$ no galvanômetro ocorre quando $V_c = V_D$.
08. Verdadeira. Quando a ponte está equilibrada, os produtos das resistências opostas são iguais: $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$. Nesse caso, realmente $R_1 = R_2 \cdot R_3 / R_4 = R_3 \cdot (R_2 / R_4)$.
16. Falsa. Conforme explicado em 08, para a ponte equilibrada, tem-se $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$.

Questão 08 – Letra E

Comentário: A corrente elétrica na resistência $R_3 = 1,0 \Omega$ é registrada pelo amperímetro, que marca $I_3 = 1,0$ A. Então, a tensão nessa resistência é $V_3 = R_3 \cdot I_3 = 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$ V. Essa é também a tensão na resistência $R_2 = 0,5 \Omega$, bem como na resistência equivalente entre as resistências R_2 e R_3 , cujo valor é $R_{23} = (1/R_2 + 1/R_3)^{-1} = 1/3 \Omega$. Então, a corrente nessa resistência é $I' = V_3 / R_{23} = 1 / (1/3) = 3$ A. Essa corrente é também a corrente elétrica que passa pela resistência R_1 . Logo, a tensão nessa resistência é $V_1 = R_1 \cdot I' = 4,0 \cdot 3 = 12$ V. A f.e.m. V_{Bat} fornecida pela bateria é a soma das tensões V_1 e V_3 . Portanto, $V_{\text{Bat}} = 1,0 + 12 = 13$ V.

Exercícios Propostos

Questão 01 – Letra A

Comentário: Vamos analisar cada afirmativa.

- A) Correta. Um amperímetro deve ser ligado em série com o elemento de circuito cuja corrente queremos medir. Para interferir minimamente na resistência equivalente do circuito, o amperímetro deve ter uma resistência pequena.
- B) Incorreta. Um fusível suporta correntes elétricas abaixo de certo valor. Quando percorrido por uma corrente maior, o fusível se rompe.
- C) Incorreta. Os resistores convertem energia elétrica em calor, como, por exemplo, em um aquecedor elétrico de casas. Há apenas conversão de energia nesse processo, e não uma economia de energia elétrica. Estudar a 2ª Lei da Termodinâmica no Módulo B07 explica que uma bomba de calor pode aquecer a casa realmente com economia de energia elétrica. Parte do calor usado no aquecimento provém da energia elétrica de acionamento do compressor da bomba de calor, enquanto o restante provém gratuitamente do meio ambiente. No aquecedor de resistência elétrica, todo o calor provém da energia elétrica que alimenta o aquecedor.
- D) Incorreta. Conforme vimos no módulo anterior, a resistência interna de uma bateria aumenta com sua idade. Por isso, a f.e.m. da bateria torna-se menor, mas, ainda assim, a bateria pode gerar energia elétrica

suficiente para alimentar os elementos do circuito, sobretudo quando a d.d.p. demandada não é tão grande. Por exemplo, uma pilha mais velha serve muito bem para acionar um controle remoto de TV.

- E) Incorreta. Um resistor converte a energia elétrica em calor. Todavia, outros receptores elétricos convertem a energia elétrica em outras formas de energia. Por exemplo, um motor elétrico converte energia elétrica em energia mecânica, uma bateria sendo carregada converte a energia elétrica em energia química, etc. Cite também outros exemplos de conversão de energia elétrica.

Questão 02 – Letra C

Comentário: A resistência elétrica de cada lâmpada pode ser calculada por:

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

$$1 = \frac{10^2}{R} \Rightarrow$$

$$R = 100 \Omega$$

A lâmpada na parte de baixo do circuito está submetida à f.e.m. da bateria ($V_{\text{Bat}} = 5,00$ V). Portanto, a corrente elétrica que atravessa essa lâmpada, e que é registrada pelo amperímetro ligado em série com a lâmpada, vale:

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow$$

$$I = \frac{5,00}{100} = 0,0500 \text{ A} = 50 \text{ mA}$$

Agora, vamos calcular a corrente elétrica que passa na parte de cima do circuito, onde há duas lâmpadas ligadas em série. Por isso, a resistência equivalente nesse trecho vale $2R = 200 \Omega$. Essa resistência está submetida à f.e.m. $V_{\text{Bat}} = 5,00$ V. Logo, a corrente elétrica que passa pelas lâmpadas é:

$$I' = \frac{V}{2R} \Rightarrow I' = \frac{5,00}{200} = 0,0250 \text{ A}$$

A tensão em cada lâmpada é $R \cdot I' = 100 \cdot 0,0250 = 2,50$ V. Esse resultado faz sentido, pois, como as lâmpadas são idênticas, cada uma recebe a metade da d.d.p. total que alimenta o trecho: $V_{\text{Bat}} / 2 = 5,00 / 2 = 2,50$ V. Essa d.d.p. é registrada pelo voltímetro ligado em paralelo com uma das lâmpadas.

Questão 03 – Letra E

Comentário: A lâmpada e o resistor estão conectados em série. Dessa forma, a soma das tensões sobre cada elemento do circuito é igual à tensão da bateria, ou seja

$$U_{\text{bat}} = U_{\text{lamp}} + U_{\text{res}} \Rightarrow U_{\text{res}} = U_{\text{bat}} - U_{\text{lamp}}$$

$$U_{\text{res}} = 9,0 - 5,7 \Rightarrow U_{\text{res}} = 3,3 \text{ V}$$

Sabendo-se a tensão e a corrente sobre o resistor, a sua resistência será, portanto,

$$R_{\text{res}} = \frac{U_{\text{res}}}{I} = \frac{3,3 \text{ V}}{0,15 \text{ A}} \Rightarrow$$

$$R_{\text{res}} = 22 \Omega$$

Questão 04 – Letra B

Comentário: Aplicando a equação da corrente elétrica para a primeira experiência (gerador ligado em $R = 11 \Omega$ e corrente $I = 1,0 \text{ A}$), relacionando a força eletromotriz ε e a resistência interna r do gerador, temos:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow 1,0 = \frac{\varepsilon}{11+r}$$

Fazendo o mesmo para a segunda experiência ($R = 5,0 \Omega$ e $I = 2,0 \text{ A}$), obtemos:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow 2,0 = \frac{\varepsilon}{5,0+r}$$

Resolvendo o sistema formado por essas duas equações, obtemos $\varepsilon = 12 \text{ V}$ e $r = 1,0 \Omega$.

Questão 05 – Letra E

Comentário: Como o amperímetro marca $0,5 \text{ A}$, a tensão sobre o ramo do circuito que contém o amperímetro e o resistor de 60Ω é de $V = R \cdot i = 60 \cdot 0,50 = 30 \text{ V}$. O resistor de 30Ω está em paralelo a esse ramo, logo, sua tensão é a mesma. Assim, a corrente que passa pelo resistor de 30Ω é de $i = \frac{V}{R} = \frac{30}{30} = 1 \text{ A}$.

Pelo resistor de 10Ω , a corrente será a soma das correntes que passam pelos demais resistores, ou seja, $i = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ A}$, e a tensão nesse resistor, que é a tensão registrada pelo voltímetro, será de $V = R \cdot i = 10 \cdot 1,5 = 15 \text{ V}$.

Questão 06 – Letra B

Comentário: Na situação 1, a corrente do circuito vale

$$i = \frac{12}{20+40+60} = 0,1 \text{ A. Logo, pela Lei de Ohm, o voltímetro}$$

V marca $0,1 \cdot 40 = 4 \text{ V}$. Na segunda situação, a resistência equivalente R do circuito é tal que:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30} + \frac{1}{20} = \frac{1+2+3}{60} = \frac{1}{10} \Rightarrow R = 10 \Omega$$

Logo, a corrente do circuito, medida pelo amperímetro na situação 2, é tal que $12 = 10i$ e $i = 1,2 \text{ A}$.

Questão 07 – Letra E

Comentário: Com os valores inicialmente fornecidos, podemos calcular a diferença de potencial do circuito:

$$V = Ri = 10 \cdot 0,4 = 4 \text{ V}$$

Quando é adicionando um novo resistor em série com o já existente, a resistência equivalente do circuito passa a ser $10 + 10 = 20 \Omega$. Assim, podemos calcular a potência total dissipada:

$$P = V \cdot i = V \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} = \frac{4^2}{20} = 0,8 \text{ W}$$

Questão 08 – Letra E

Comentário: Quando o cursor do reostato está na posição I, sua resistência é zero. Assim, a resistência equivalente do circuito é dada pela associação dos dois resistores em paralelo, que vale:

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow$$

$$R_{\text{eq}} = \frac{R}{2}$$

Quando o cursor está na posição II, o reostato tem resistência R (ficando em série com o resistor de resistência R). Assim, a resistência equivalente é dada por:

$$\frac{1}{R'_{\text{eq}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R+R} = \frac{3}{2R} \Rightarrow$$

$$R'_{\text{eq}} = \frac{2R}{3}$$

O amperímetro mede a corrente total que percorre o circuito e, como a força eletromotriz é constante, então, podemos calcular a relação entre as correntes:

$$E = R_{\text{eq}} i = R'_{\text{eq}} i'$$

$$\frac{R}{2} i = \frac{2R}{3} i' \Rightarrow i' = \frac{3}{4} i = \frac{3}{4} \cdot 1,00 = 0,75 \text{ A}$$

Questão 09 – Letra A

Comentário: Como as resistências são iguais, R_2 em seus bornes está submetido a uma tensão de 6 V , e R_3 a uma tensão de $6 + 6 = 12 \text{ V}$, já que está em paralelo com o conjunto formado pelos outros dois resistores. Sendo R a resistência comum, tem-se $2R$ em paralelo com R , logo, por R_3 , passa o dobro de corrente que em R_1 e R_2 . Assim, a corrente que passa por R_2 vale $\frac{2}{3} \text{ A}$ e a potência dissipada, $6 \cdot \frac{2}{3} = 4 \text{ W}$.

Seção Enem

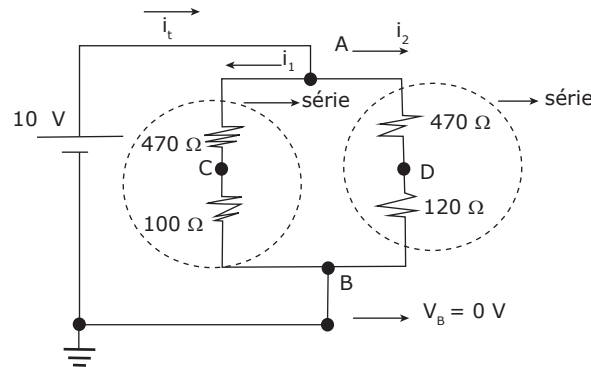
Questão 01 – Letra E

Eixo cognitivo: II

Competência de área: 3

Habilidade: 8

Comentário: O voltímetro é um equipamento que serve para medir a diferença de potencial entre dois pontos. Para funcionar corretamente, deve ser ligado em paralelo com o dispositivo cuja d.d.p. deseja-se medir – no caso, a geladeira (G). Já o amperímetro é um equipamento que serve para medir a corrente elétrica. Para funcionar corretamente, deve ser ligado em série com o dispositivo cuja corrente elétrica deseja-se medir – no caso, a lâmpada. Para medir a corrente total, o amperímetro deve ser ligado em série com os fios da rede (no caso, o fio neutro) que alimentam o circuito.

Questão 02 – Letra D**Eixo cognitivo:** II**Competência de área:** 2**Habilidade:** 5**Comentário:** Considerando o voltmímetro ideal, de resistência infinita, o circuito equivale a:Determinando i_1 e i_2 , tem-se:

$$V_{AB} = (R_{AC} + R_{CB}) \cdot i_1 \Rightarrow i_1 = \frac{10}{570} \text{ A}$$

$$V_{AB} = (R_{AD} + R_{DB}) \cdot i_2 \Rightarrow i_2 = \frac{10}{590} \text{ A}$$

Considerando que o ponto B está aterrado, o seu potencial é nulo.

Assim:

$$V_{CB} = V_C - V_B = R_S \cdot i_1$$

$$V_C - V_B = 100 \cdot \frac{10}{570}$$

$$V_C = \frac{1\,000}{570} \text{ V}$$

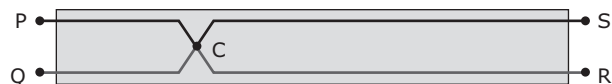
$$V_{DB} = R_{DB} \cdot i_2 \Rightarrow$$

$$V_D - V_B = 120 \cdot \frac{10}{590}$$

$$V_D = \frac{1\,200}{590} \text{ V}$$

Leitura voltmímetro: $V_{CD} = V_C - V_D$

$$V_{CD} = \frac{1\,000}{570} - \frac{1\,200}{590} = 1,75 - 2,03 = -0,28 \approx -0,3 \text{ V}$$

Questão 03 – Letra A**Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17**Comentário:** A figura a seguir mostra, esquematicamente, o cabo com os dois fios PS e QR. Esses fios deveriam estar isolados um do outro, mas o cabo está danificado devido ao contato interno no ponto C.**Questão 04 – Letra C****Eixo cognitivo:** III**Competência de área:** 5**Habilidade:** 17**Comentário:** A tensão é medida em volts (V). Por isso, o outro terminal da tomada deve ser ligado ao borne no qual se lê V (volt). Esse borne também deve ser usado se o multímetro for usado para medir uma resistência (que é dada em ohm, Ω) ou uma capacitância (que é dada em farad, F). As tomadas residenciais (que são de 127 V e 220 V) fornecem tensões alternadas (ora a polaridade da tomada possui um sentido, ora possui sentido oposto). Por isso, a chave do medidor deve ser girada para a posição $V\sim$, em que a letra V indica a unidade de tensão, o volt, e o símbolo \sim indica que o sinal de entrada, a tensão, é alternado. Da discussão anterior, conclui-se que a alternativa correta é a C.



Rua Diorita, 43 - Prado

Belo Horizonte - MG

Tel.: (31) 3029-4949

www.bernoulli.com.br/sistema