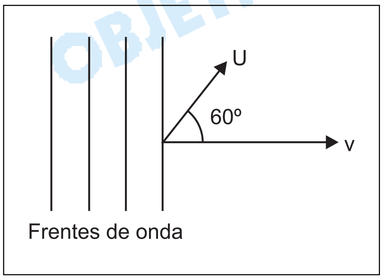
53 b



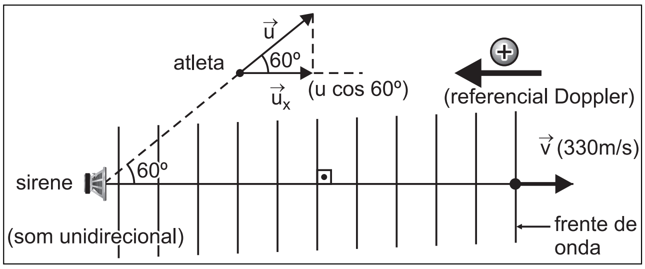
Uma onda sonora considerada plana, proveniente de uma sirene em repouso, propaga-se no ar parado, na direção horizontal, com velocidade **V** igual a **330m/s** e comprimento de onda igual a **16,5cm**. Na região em que a onda está se propagando, um atleta corre, em uma pista horizontal, com velocidade **U** igual a **6,60m/s**, formando um ângulo de **60°** com a direção de propagação da onda. O som que o atleta ouve tem freqüência aproximada de

a) 1960 Hz b) 1980 Hz c) 2000 Hz
d) 2020 Hz e) 2040 Hz

Resolução

A situação proposta está representada abaixo.

Vista aérea



(I) Cálculo da freqüência (f_F) do som emitido pela sirene:

$$V = \lambda\, f \;\Rightarrow\; 330 = 16{,}5 \;.\; 10^{-2}\, f$$

$$\boxed{f = 2000Hz}$$

(II) Cálculo da freqüência aparente (f_0) percebida pelo atleta (Efeito Doppler)

$$\frac{f_0}{V - u_x} = \frac{f_F}{V + 0}$$

$$\frac{f_0}{V - u \cos 60°} = \frac{f_F}{V}$$

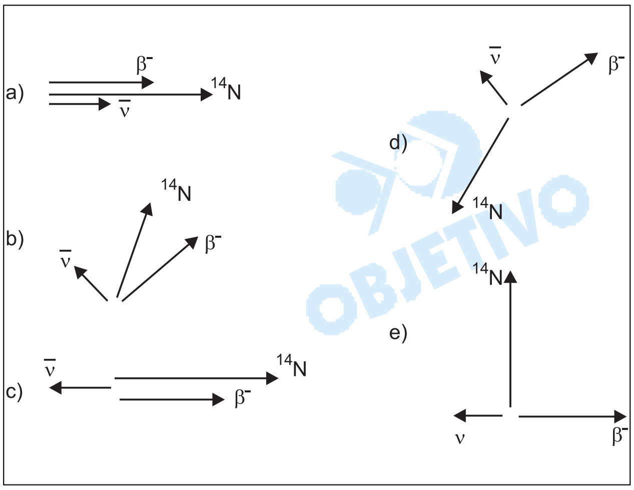
$$\frac{f_0}{330 - 6{,}60 \;.\; 0{,}50} = \frac{2000}{330}$$

$$\boxed{f_0 = 1980Hz}$$

O atleta percebe um som mais baixo (grave) que o som emitido pela sirene.

54 d

Núcleos atômicos instáveis, existentes na natureza e denominados isótopos radioativos, emitem radiação espontaneamente. Tal é o caso do Carbono-14 (^{14}C), um emissor de partículas beta (β^-). Neste processo, o núcleo de ^{14}C deixa de existir e se transforma em um núcleo de Nitrogênio-14 (^{14}N), com a emissão de um anti-neutrino $\bar{\nu}$ e uma partícula β^- : $\mathbf{^{14}C \rightarrow {}^{14}N + \beta^- + \bar{\nu}}$
Os vetores quantidade de movimento das partículas, em uma mesma escala, resultantes do decaimento beta de um núcleo de ^{14}C, em repouso, poderiam ser melhor representados, no plano do papel, pela figura



Resolução

No ato de desintegração, o núcleo é um sistema isolado e haverá conservação da quantidade de movimento total.

$$\vec{Q}_{após} = \vec{Q}_{antes}$$

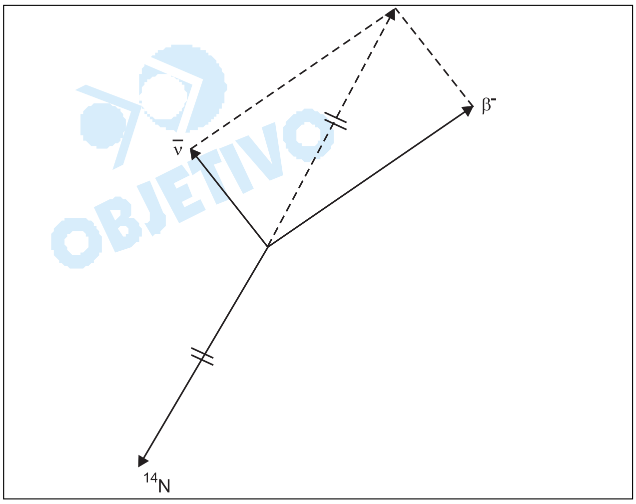
$$\vec{Q}_N + \vec{Q}_\beta + \vec{Q}_\nu = \vec{O}$$

$\vec{Q}_N$: *quantidade de movimento do núcleo restante.*

$\vec{Q}_\beta$: *quantidade de movimento da partícula* β.

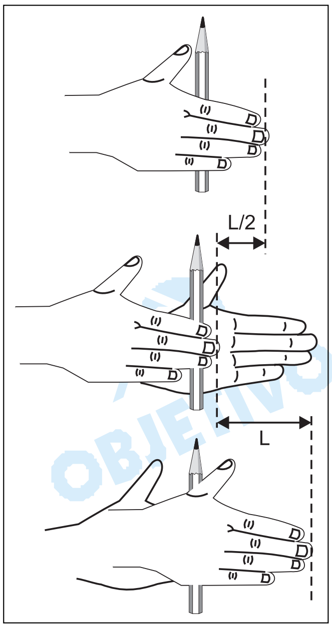
$\vec{Q}_\nu$: *quantidade de movimento do antineutrino.*

*A opção **d** é a única em que a soma das três quantidades de movimento pode ser nula.*



55 e

É conhecido o processo utilizado por povos primitivos para fazer fogo. Um jovem, tentando imitar parcialmente tal processo, mantém entre suas mãos um lápis de forma cilíndrica e com raio igual a **0,40cm** de tal forma que, quando movimenta a mão esquerda para a frente e a direita para trás, em direção horizontal, imprime ao lápis um rápido movimento de rotação. O



lápis gira, mantendo seu eixo fixo na direção vertical, como mostra a figura ao lado. Realizando diversos deslocamentos sucessivos e medindo o tempo necessário para executá-los, o jovem conclui que pode deslocar a ponta dos dedos de sua mão direita de uma distância **L = 15cm**, com velocidade constante, em aproximadamente **0,30s**.

Podemos afirmar que, enquanto gira num sentido, o número de rotações por segundo executadas pelo lápis é aproximadamente igual a

a) 5 b) 8 c) 10 d) 12 e) 20

Resolução

*Se multiplicarmos o número **N** de voltas pelo comprimento $2\pi R$ de cada volta, teremos a distância total percorrida pela ponta dos dedos, a qual vale 15cm.*

$$\Delta s = N \cdot 2\pi R$$

$$15 = N \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}40$$

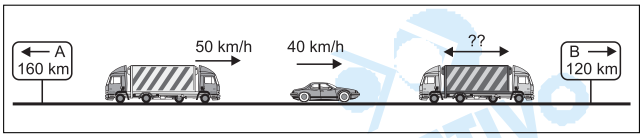
$$\boxed{N \cong 6}$$

*Esse número de voltas foi dado em um intervalo de tempo $\Delta t = 0{,}3s$ e, portanto, a freqüência **f** é dada por:*

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{6}{0,3}\,Hz \Rightarrow \boxed{f = 20Hz}$$

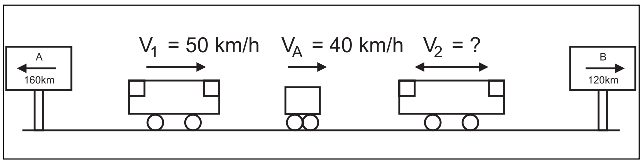
56 e

Uma jovem viaja de uma cidade A para uma cidade B, dirigindo um automóvel por uma estrada muito estreita. Em um certo trecho, em que a estrada é reta e horizontal, ela percebe que seu carro está entre dois caminhões–tanque bidirecionais e iguais, como mostra a figura. A jovem observa que os dois caminhões, um visto através do espelho retrovisor plano, e o outro, através do pára-brisa, parecem aproximar-se dela com a mesma velocidade. Como o automóvel e o caminhão de trás estão viajando no mesmo sentido, com velocidades de **40km/h** e **50km/h**, respectivamente, pode-se concluir que a velocidade do caminhão que está à frente é



a) 50 km/h com sentido de A para B
b) 50 km/h com sentido de B para A
c) 40 km/h com sentido de A para B
d) 30 km/h com sentido de B para A
e) 30 km/h com sentido de A para B

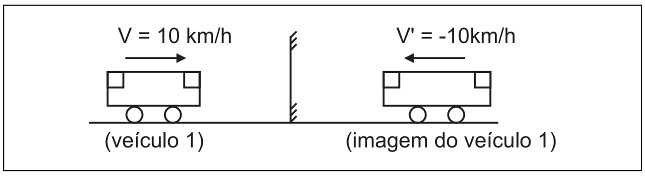
Resolução



A velocidade relativa entre o automóvel e o veículo 1 é dada por:

$$V_{rel_1} = V_1 - V_A$$
$$V_{rel_1} = 50 - 40\ (km/h)$$
$$V_{rel_1} = 10km/h$$

Portanto, o veículo 1 aproxima-se do espelho retrovisor plano (E) com velocidade V = 10km/h.



De acordo com o enunciado, o observador, fixo no automóvel, vê a imagem do veículo 1, conjugada pelo espelho plano, e o veículo 2, através do pára-brisa, aproximando-se com a "mesma velocidade", que vale – 10km/h.

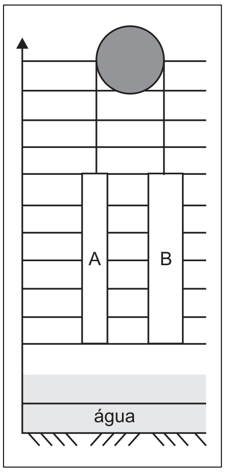
$$V_{rel_2} = V_2 - V_A$$

$$-10 = V_2 - 40$$

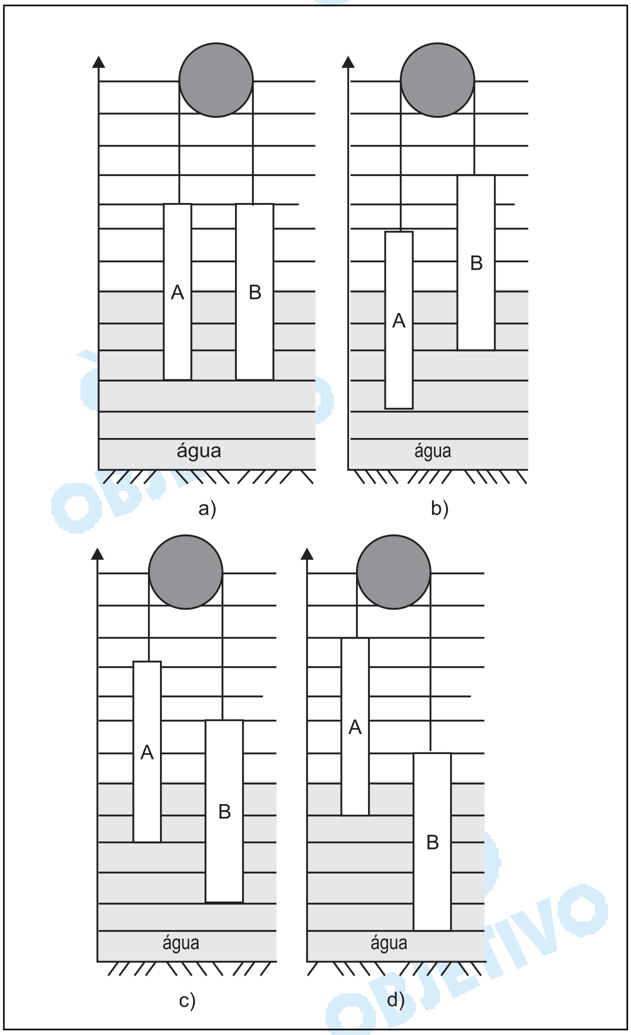
$$\boxed{V_2 = 30km/h}$$

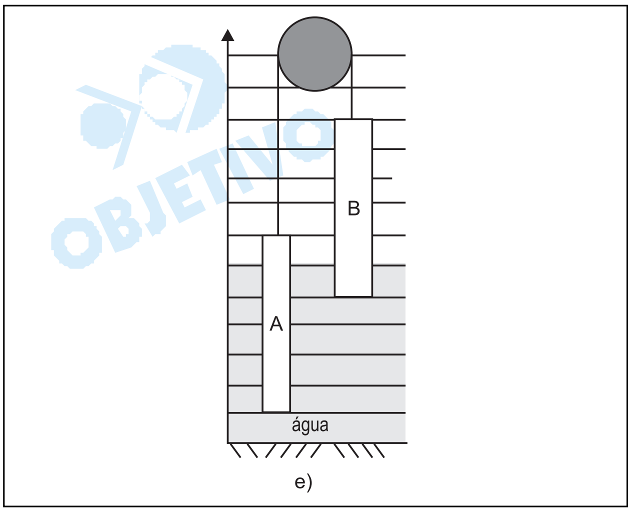
Como V_2 resultou positiva, podemos concluir que o veículo 2 está-se deslocando de A para B.

57 b



Considere dois objetos cilíndricos maciços A e B, de mesma altura e mesma massa e com seções transversais de áreas, respectivamente, SA e SB = 2.SA. Os blocos, suspensos verticalmente por fios que passam por uma polia sem atrito, estão em equilíbrio acima do nível da água de uma piscina, conforme mostra a figura ao lado. A seguir, o nível da água da piscina sobe até que os cilindros, cujas densidades têm valor superior à da água, fiquem em nova posição de equilíbrio, parcialmente imersos. A figura que melhor representa esta nova posição de equilíbrio é





Resolução

Na nova situação de equilíbrio, com os cilindros imersos no interior do líquido, os pesos aparentes deverão ser iguais e, para tanto, os empuxos recebidos pelos cilindros deverão ser iguais.

$$E_A = E_B$$

$$\mu_L\ V_A\ g = \mu_L\ V_B\ g \Rightarrow \boxed{V_A = V_B}$$

em que V_A e V_B são os volumes de A e B imersos no líquido.

Como V = área da base x altura, vem:

$$S_A h_A = S_B h_B$$

$$S_A \cdot h_A = 2S_A \cdot h_B$$

$$\boxed{h_A = 2h_B}$$

h_A é a altura de A imersa no líquido.

h_B é a altura de B imersa no líquido.

Na opção B, temos $h_A = 4u$ e $h_B = 2u$, que satisfaz a condição do problema.

58 a

Um feixe de elétrons, todos com mesma velocidade, penetra em uma região do espaço onde há um campo elétrico uniforme entre duas placas condutoras, planas e paralelas, uma delas carregada positivamente e a outra, negativamente. Durante todo o percurso, na região entre as placas, os elétrons têm trajetória retilínea, perpendicular ao campo elétrico. Ignorando efeitos gravitacionais, esse movimento é possível se entre as placas houver, além do campo elétrico, também um campo magnético, com intensidade adequada e

a) perpendicular ao campo elétrico e à trajetória dos elétrons.

b) paralelo e de sentido oposto ao do campo elétrico.

c) paralelo e de mesmo sentido que o do campo elétrico.

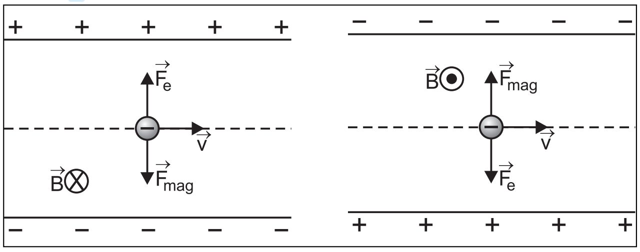
d) paralelo e de sentido oposto ao da velocidade dos elétrons.

e) paralelo e de mesmo sentido que o da velocidade dos elétrons.

Resolução

Para que o feixe tenha trajetória retilínea, a força resultante devida à ação dos campos elétrico e magnético deve ser nula.

Dessa maneira, a força magnética deve ter a mesma direção, mesmo módulo e sentido oposto ao da força elétrica.



Para que isso aconteça, observamos, por meio da “regra da mão esquerda”, que o campo magnético deve ser perpendicular ao campo elétrico e à trajetória dos elétrons.

59 c

Ganhei um chuveiro elétrico de **6050W - 220V**. Para que esse chuveiro forneça a mesma potência na minha instalação, de **110V**, devo mudar a sua resistência para o seguinte valor, em ohms:

a) 0,5 b) 1,0 c) 2,0 d) 4,0 e) 8,0

Resolução

Alterando-se o valor da tensão elétrica para 110V e mantendo-se a mesma potência elétrica, a nova resistência elétrica R será dada por:

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

$$6050 = \frac{(110)^2}{R}$$

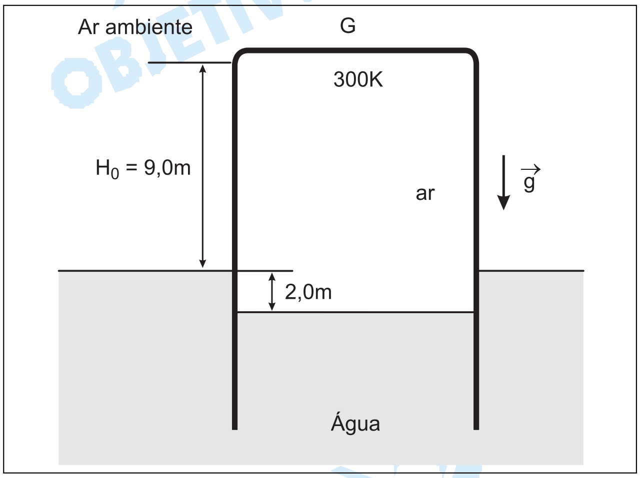
$$R = \frac{12\,100}{6050} \quad (\Omega)$$

$$\boxed{R = 2{,}0\,\Omega}$$

60 d

O gasômetro G, utilizado para o armazenamento de ar, é um recipiente cilíndrico, metálico, com paredes laterais de pequena espessura. G é fechado na sua parte superior, aberto na inferior que permanece imersa em água e pode se mover na direção vertical. G contém ar, inicialmente à temperatura de **300K** e o nível da água no seu interior se encontra **2,0m** abaixo do nível externo da água. Nessas condições, a tampa de G está

9,0m acima do nível externo da água, como mostra a figura ao lado. Aquecendo-se o gás, o sistema se estabiliza numa nova altura de equilíbrio, com a tampa superior a uma altura **H**, em relação ao nível externo da água, e com a temperatura do gás a **360K**.



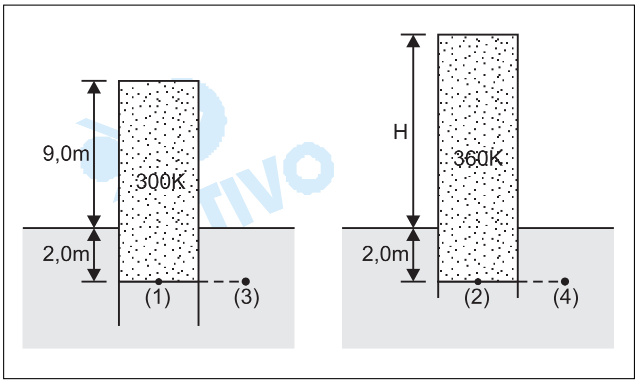
Supondo que o ar se comporte como um gás ideal, a nova altura **H** será, aproximadamente, igual a

a) 8,8m b) 9,0m c) 10,8m
d) 11,2m e) 13,2m

Resolução

As figuras abaixo ilustram as duas situações do sistema. É importante notar que, como o peso total não se altera durante o experimento, o empuxo exercido pela água também não se altera, o que garante que a altura da coluna de gás submersa seja 2,0m, em ambos os casos.

Início ***Final***



$p_1 = p_3 \Rightarrow p_1 = p_{atm} + \mu gh$ $p_2 = p_4 \Rightarrow p_2 = p_{atm} + \mu gh$

Como os pontos (3) e (4) indicados estão à mesma profundidade (2,0m), concluímos que $p_2 = p_1$ (o gás sofre um aquecimento isobárico).

Lei Geral dos Gases Perfeitos:

$$\frac{p_2V_2}{T_2} = \frac{p_1V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{S\,(H + 2,0)}{360} = \frac{S\,.\,11}{300}$$

$$H + 2,0 = 13,2 \Rightarrow \boxed{H = 11,2m}$$

61 C

Uma criança estava no chão. Foi então levantada por sua mãe que a colocou em um escorregador a uma altura de **2,0m** em relação ao solo. Partindo do repouso, a criança deslizou e chegou novamente ao chão com velocidade igual a **4m/s**. Sendo **T** o trabalho realizado pela mãe ao suspender o filho, e sendo a aceleração da gravidade **g = 10 m/s²**, a energia dissipada por atrito, ao escorregar, é aproximadamente igual a

a) 0,1 T b) 0,2 T c) 0,6 T d) 0,9 T e) 1,0 T

Resolução

O trabalho realizado pela mãe corresponde à energia potencial de gravidade adquirida pela criança.

$$T = E_p = mgH = m \cdot 10 \cdot 2{,}0 \ (SI)$$

$$T = 20m \ (SI)$$

A energia dissipada corresponde à diferença entre a energia potencial inicial, no alto do escorregador, e a energia cinética final, no nível do solo.

$$E_d = E_{pot} - E_{cin} = T - \frac{mV^2}{2}$$

$$E_d = 20m - m\,\frac{(4{,}0)^2}{2} \ (SI)$$

$$E_d = 20m - 8m$$

$$\boxed{E_d = 12m}$$

Como T = 20m, vem:

$$\frac{E_d}{T} = \frac{12m}{20m} = 0{,}6 \Rightarrow \boxed{E_d = 0{,}6T}$$

62 a

Dois recipientes iguais, **A** e **B**, contêm, respectivamente, **2,0 litros** e **1,0 litro** de água à temperatura de **20°C**. Utilizando um aquecedor elétrico, de potência constante, e mantendo-o ligado durante **80s**, aquece-se a água do recipiente **A** até a temperatura de **60°C**. A seguir, transfere-se **1,0 litro** de água de **A** para **B**, que passa a conter **2,0 litros** de água à temperatura **T**. Essa mesma situação final, para o recipiente **B**, poderia ser alcançada colocando-se **2,0 litros** de água a **20°C** em **B** e, a seguir, ligando-se o mesmo aquecedor elétrico em **B**, mantendo-o ligado durante um tempo aproximado de

a) 40s b) 60s c) 80s d) 100s e) 120s

Resolução

A potência da fonte térmica pode ser calculada usando-se o aquecimento da água existente inicialmente no recipiente A.

$$Pot = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{(m\,c\,\Delta\theta)_A}{\Delta t}$$

Como a densidade absoluta da água vale 1 kg/ℓ, temos:

$$Pot = \frac{2000 \, . \, 1{,}0 \, . \, (60 - 20)}{80} \; (cal/s)$$

$$Pot = 1000 \; cal/s$$

Misturando-se 1ℓ da água existente em A (a 60°C) com 1ℓ da água existente em B (20°C), temos

$$\theta_E = \frac{\theta_A + \theta_B}{2} = \frac{60 + 20}{2} \; (°C)$$

$$\theta_E = 40°C$$

Portanto, para o aquecimento de 2ℓ de água (a 20°C) colocados no recipiente B, até a temperatura de 40°C, usando o mesmo aquecedor inicial, vamos precisar de um intervalo de tempo igual a:

$$Pot \, \Delta t = m \, c \, \Delta\theta$$

$$1000 \, . \, \Delta t = 2000 \, . \, 1{,}0 \, . \, (40 - 20)$$

$$\boxed{\Delta t = 40s}$$

63 e

Uma pessoa idosa que tem hipermetropia e presbiopia foi a um oculista que lhe receitou dois pares de óculos, um para que enxergasse bem os objetos distantes e outro para que pudesse ler um livro a uma distância confortável de sua vista.

- **Hipermetropia**: a imagem de um objeto distante se forma atrás da retina.
- **Presbiopia**: o cristalino perde, por envelhecimento, a capacidade de acomodação e objetos próximos não são vistos com nitidez.
- **Dioptria**: a convergência de uma lente, medida em dioptrias, é o inverso da distância focal (em metros) da lente.

Considerando que receitas fornecidas por oculistas utilizam o sinal mais (+) para lentes convergentes e menos (-) para divergentes, a receita do oculista para um dos olhos dessa pessoa idosa poderia ser,

a) para longe: -1,5 dioptrias; para perto: +4,5 dioptrias
b) para longe: -1,5 dioptrias; para perto: -4,5 dioptrias
c) para longe: +4,5 dioptrias; para perto: +1,5 dioptrias
d) para longe: +1,5 dioptrias; para perto: -4,5 dioptrias
e) para longe: +1,5 dioptrias; para perto: +4,5 dioptrias

Resolução

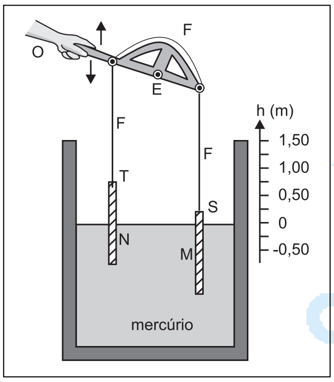
Para um olho hipermetrope, não presbíope, para visão de um objeto distante, os músculos ciliares aumentam a vergência do cristalino de modo a acomodar a imagem sobre a retina. Se o olho hipermetrope passa a ser também presbíope, o cristalino perde sua elasticidade e a lente corretiva, para acomodar a imagem de um objeto distante na retina, deve ser ***convergente****, com uma certa vergência V_1, substituindo a ação dos músculos ciliares.*

Para visão de objetos próximos, a distância focal do sistema formado pelo olho e pela lente corretiva deve-

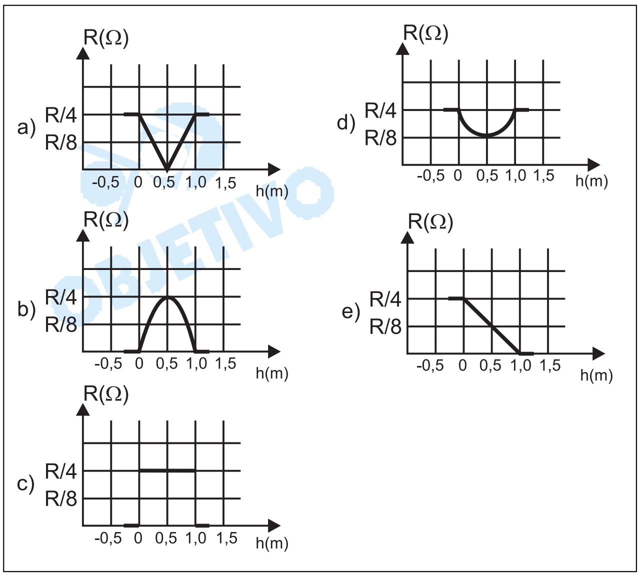
rá ser ainda menor do que para objetos distantes, o que significa que a lente corretiva a ser usada continua sendo convergente e com vergência V_2, tal que $V_2 > V_1$. A opção E satisfaz tal condição.

64 b

Duas barras **M** e **N**, de pequeno diâmetro, com **1,5m** de comprimento, feitas de material condutor com resistência de **RΩ** a cada **metro** de comprimento, são suspensas pelos pontos **S** e **T** e eletricamente interligadas por um fio flexível e condutor **F**, fixado às extremidades de uma alavanca que pode girar em torno de um eixo **E**. As barras estão parcialmente imersas em mercúrio líquido, como mostra a figura ao lado.

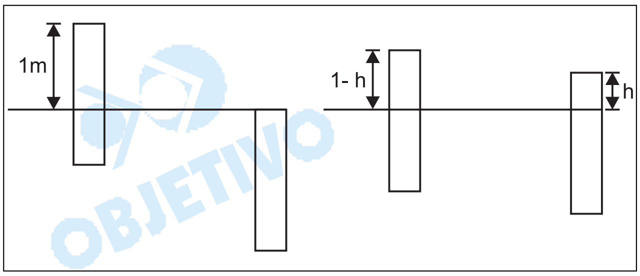


Quando a barra **M** está totalmente imersa, o ponto **S** se encontra na superfície do líquido, e a barra **N** fica com um comprimento de **1,0m** fora do mercúrio e vice-versa.
Suponha que os fios e o mercúrio sejam condutores perfeitos e que a densidade das barras seja maior do que a do mercúrio. Quando o extremo **S** da barra **M** se encontra a uma altura **h** da superfície do mercúrio, o valor da resistência elétrica **r**, entre o fio **F** e o mercúrio, em função da altura **h**, é melhor representado pelo gráfico



Resolução

Quando a barra M emerge de um comprimento h, a barra N submerge do mesmo comprimento.



Como o mercúrio não apresenta resistência, a parte submersa representa um curto-circuito.
Na parte emersa, temos dois condutores de comprimentos h e (1 – h) em paralelo.
As resistências dos condutores M e N são:

$$R_M = R(1 - h)$$

$$R_N = Rh$$

Assim, a resistência equivalente será dada por:

$$R_{eq} = \frac{R_M \times R_N}{R_M + R_N}$$

$$R_{eq} = \frac{R\,(1 - h) \times Rh}{R\,(1 - h) + Rh}$$

$$R_{eq} = \frac{R^2\,(1 - h)\,h}{R - Rh + Rh}$$

$$R_{eq} = \frac{R^2\,(h - h^2)}{R}$$

$$\boxed{R_{eq} = R\,(h - h^2)}$$

Temos, dessa maneira, uma função do segundo grau cuja representação gráfica é uma parábola com concavidade para baixo, raízes h = 0 e h = 1,0m e ponto de máximo com coordenadas h = 0,5m e $R_{eq} = \dfrac{R}{4}$.

Comentário

Uma prova bem elaborada, primando por questões inéditas, criativas, explorando o raciocínio lógico-dedutivo do aluno e de nível médio a difícil.