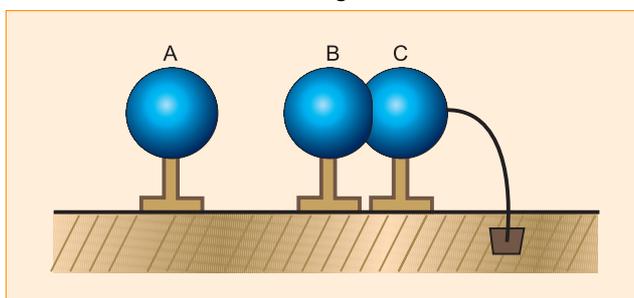


# Física

Observação (para todas as questões de Física): o valor da aceleração da gravidade na superfície da Terra é representado por  $g$ . Quando necessário adote: para  $g$ , o valor de  $10\text{m/s}^2$ ; para a massa específica (densidade) da água, o valor de  $1.000\text{kg/m}^3 = 1\text{g/cm}^3$ ; para o calor específico da água, o valor de  $1,0\text{cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$  (1 caloria  $\cong$  4 joules).

## 41 a

Três esferas metálicas iguais, A, B e C, estão apoiadas em suportes isolantes, tendo a esfera A carga elétrica negativa. Próximas a ela, as esferas B e C estão em contato entre si, sendo que C está ligada à terra por um fio condutor, como na figura.

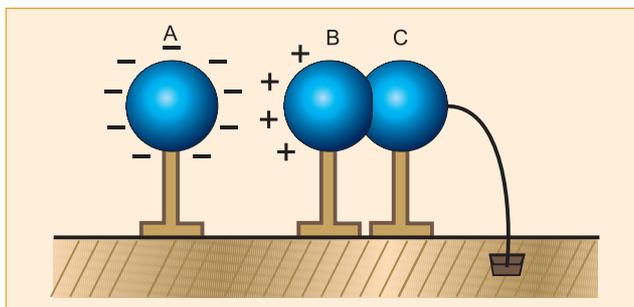


A partir dessa configuração, o fio é retirado e, em seguida, a esfera A é levada para muito longe. Finalmente, as esferas B e C são afastadas uma da outra. Após esses procedimentos, as cargas das três esferas satisfazem as relações

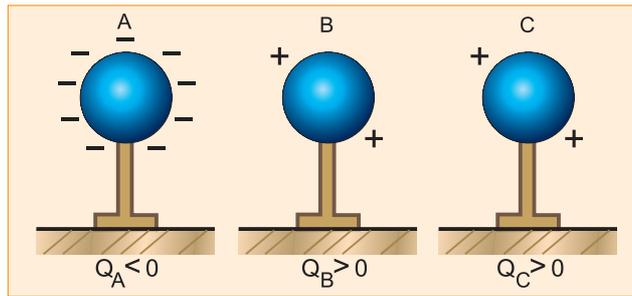
- a)  $Q_A < 0$        $Q_B > 0$        $Q_C > 0$
- b)  $Q_A < 0$        $Q_B = 0$        $Q_C = 0$
- c)  $Q_A = 0$        $Q_B < 0$        $Q_C < 0$
- d)  $Q_A > 0$        $Q_B > 0$        $Q_C = 0$
- e)  $Q_A > 0$        $Q_B < 0$        $Q_C > 0$

### Resolução

A esfera A, eletrizada negativamente, induz no conjunto constituído pelas esferas B e C. Como C está ligada à terra, a carga elétrica induzida, de mesmo sinal que a carga indutora, escoou para a terra:



Desfazendo-se a ligação de C com a terra, afastando-se A e separando-se B de C, concluímos que essas esferas ficam eletrizadas positivamente ( $Q_B > 0$  e  $Q_C > 0$ ). A carga elétrica de A não se altera ( $Q_A < 0$ ).



### 42 d

No medidor de energia elétrica usado na medição do consumo de residências, há um disco, visível externamente, que pode girar. Cada rotação completa do disco corresponde a um consumo de energia elétrica de 3,6 watt-hora. Mantendo-se, em uma residência, apenas um equipamento ligado, observa-se que o disco executa uma volta a cada 40 segundos. Nesse caso, a potência “consumida” por esse equipamento é de, aproximadamente

- a) 36W                      b) 90W                      c) 144W  
d) 324W                      e) 1000W

A quantidade de energia elétrica de 3,6 watt-hora é definida como aquela que um equipamento de 3,6 W consumiria se permanecesse ligado durante 1 hora.

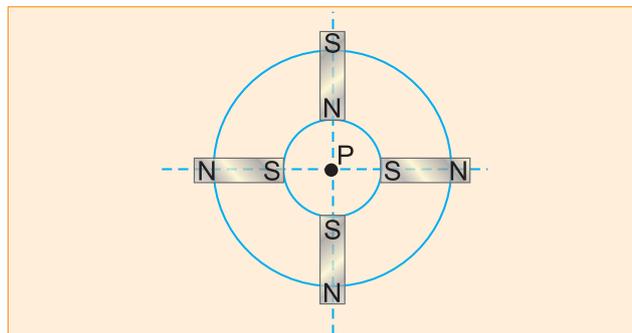
#### Resolução

De  $E_{el} = P \cdot \Delta t$ , sendo  $E_{el} = 3,6Wh$ , isto é,  
 $E_{el} = 3,6W \cdot 3600s$ ,  $E_{el} = 12960J$  e  $\Delta t = 40s$ , vem:  
 $12960 = P \cdot 40$

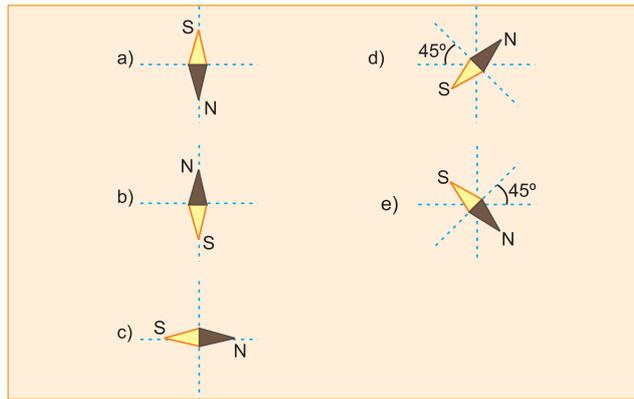
$$P = 324W$$

### 43 a

Quatro ímãs iguais em forma de barra, com as polaridades indicadas, estão apoiados sobre uma mesa horizontal, como na figura, vistos de cima.

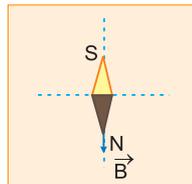
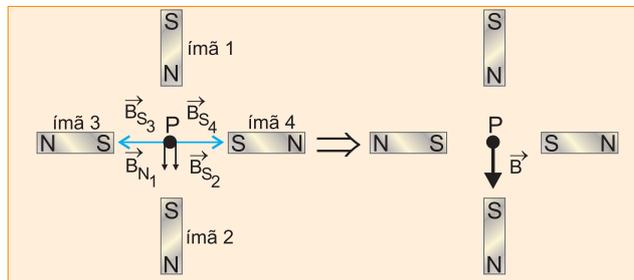


Uma pequena bússola é também colocada na mesa, no ponto central P, equidistante dos ímãs, indicando a direção e o sentido do campo magnético dos ímãs em P. Não levando em conta o efeito do campo magnético terrestre, a figura que melhor representa a orientação da agulha da bússola é:



**Resolução**

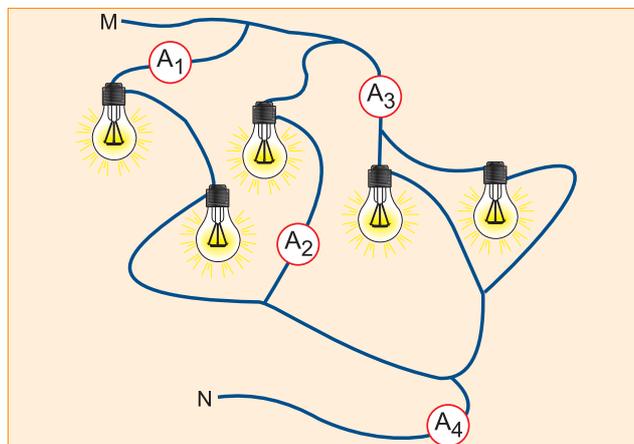
Inicialmente, determinamos a direção e o sentido do campo magnético  $\vec{B}$  resultante no ponto  $P$ , lembrando que parte do pólo norte do ímã e chega ao pólo sul:



A agulha magnética colocada em  $P$  se dispõe na direção de  $\vec{B}$ , com o pólo norte no sentido de  $\vec{B}$ .

**44 C**

Para um teste de controle, foram introduzidos três amperímetros ( $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$ ) em um trecho de um circuito, entre  $M$  e  $N$ , por onde passa uma corrente total de  $14A$  (indicada pelo amperímetro  $A_4$ ). Nesse trecho, encontram-se cinco lâmpadas, interligadas como na figura, cada uma delas com resistência invariável  $R$ .



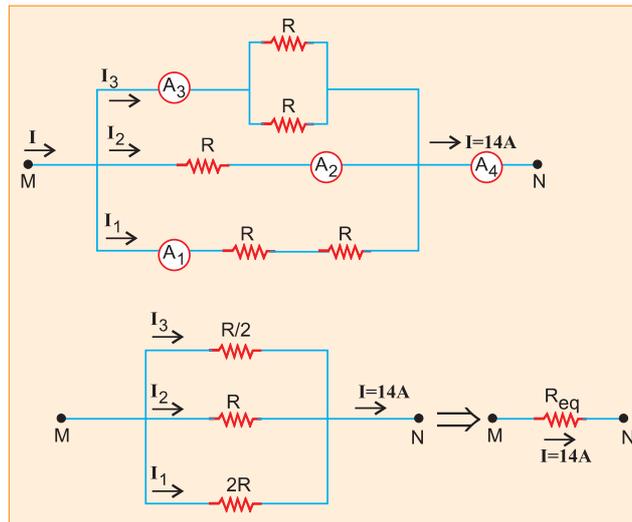
Nessas condições, os amperímetros  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  indi-

carão, respectivamente, correntes  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  com valores aproximados de

- a)  $I_1 = 1,0A$      $I_2 = 2,0A$      $I_3 = 11A$   
 b)  $I_1 = 1,5A$      $I_2 = 3,0A$      $I_3 = 9,5A$   
 c)  $I_1 = 2,0A$      $I_2 = 4,0A$      $I_3 = 8,0A$   
 d)  $I_1 = 5,0A$      $I_2 = 3,0A$      $I_3 = 6,0A$   
 e)  $I_1 = 8,0A$      $I_2 = 4,0A$      $I_3 = 2,0A$

**Resolução**

Temos o circuito esquematizado abaixo:



**Cálculo da resistência equivalente:**

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

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{4 + 2 + 1}{2R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{2R}{7}$$

**Cálculo da ddp entre M e N**

$$U_{MN} = R_{eq} \cdot I = \frac{2R}{7} \cdot 14 \Rightarrow U_{MN} = 4R$$

**Cálculo de  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$**

$$U_{MN} = 2R \cdot I_1 \Rightarrow 4R = 2R I_1 \Rightarrow I_1 = 2,0A$$

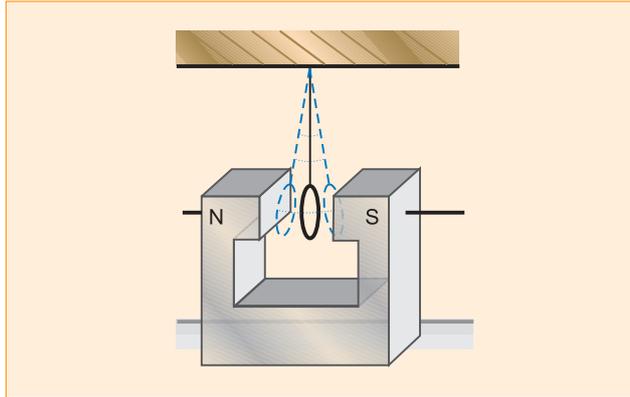
$$U_{MN} = R \cdot I_2 \Rightarrow 4R = R I_2 \Rightarrow I_2 = 4,0A$$

$$U_{MN} = \frac{R}{2} \cdot I_3 \Rightarrow 4R = \frac{R}{2} \cdot I_3 \Rightarrow I_3 = 8,0A$$

**45 a**

Um anel de alumínio, suspenso por um fio isolante, oscila entre os pólos de um ímã, mantendo-se, inicialmente, no plano perpendicular ao eixo N - S e equidistante das faces polares. O anel oscila, entrando e saindo da região entre os pólos, com uma certa amplitude. Nessas condições, sem levar em conta a resistência do ar e outras formas de atrito mecânico, pode-

se afirmar que, com o passar do tempo,



- a) a amplitude de oscilação do anel diminui.
- b) a amplitude de oscilação do anel aumenta.
- c) a amplitude de oscilação do anel permanece constante.
- d) o anel é atraído pelo pólo Norte do ímã e lá permanece.
- e) o anel é atraído pelo pólo Sul do ímã e lá permanece.

#### Resolução

Como o anel entra e sai da região entre os pólos do ímã, ocorre na superfície do anel uma variação de fluxo magnético. Nessas condições, uma corrente elétrica é induzida no anel. Devido a essa corrente, ocorre dissipação de energia (efeito Joule), o que implica uma diminuição da energia mecânica do sistema e a conseqüente diminuição da amplitude de oscilação. Observemos que a força magnética que age na corrente induzida tende a frear o anel.

#### 46 c

Radiações como Raios X, luz verde, luz ultravioleta, microondas ou ondas de rádio, são caracterizadas por seu comprimento de onda ( $\lambda$ ) e por sua frequência ( $f$ ). Quando essas radiações propagam-se no vácuo, todas apresentam o mesmo valor para

- a)  $l$
- b)  $f$
- c)  $\lambda \cdot f$
- d)  $\lambda / f$
- e)  $\lambda^2 / f$

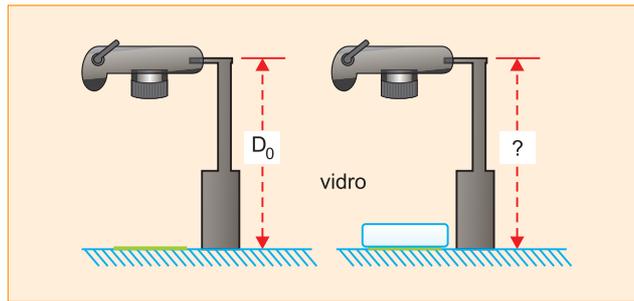
#### Resolução

Todas as radiações eletromagnéticas se propagam no vácuo com velocidades de mesmo módulo,  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

Sendo  $C = \lambda f$ , concluímos que o produto  $\lambda f$  é o mesmo para todas as radiações.

#### 47 a

Certa máquina fotográfica é fixada a uma distância  $D_0$  da superfície de uma mesa, montada de tal forma a fotografar, com nitidez, um desenho em uma folha de papel que está sobre a mesa.

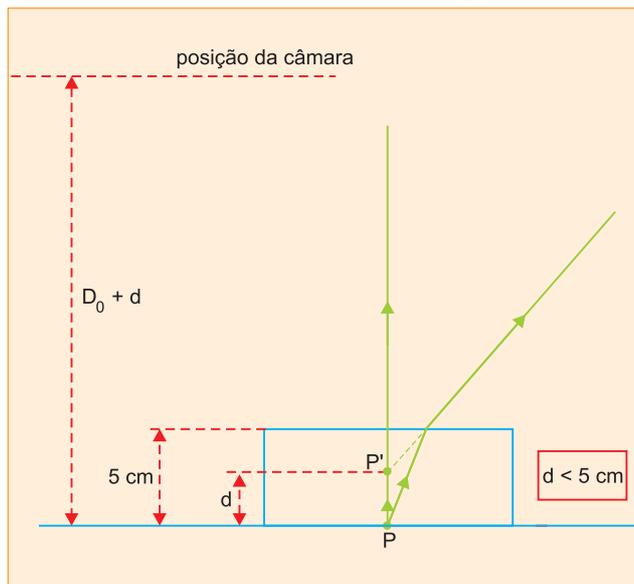


Desejando manter a folha esticada, é colocada uma placa de vidro, com 5cm de espessura, sobre a mesma. Nesta nova situação, pode-se fazer com que a fotografia continue igualmente nítida

- aumentando  $D_0$  de menos de 5cm.
- aumentando  $D_0$  de mais de 5cm.
- reduzindo  $D_0$  de menos de 5cm.
- reduzindo  $D_0$  de 5cm.
- reduzindo  $D_0$  de mais de 5cm.

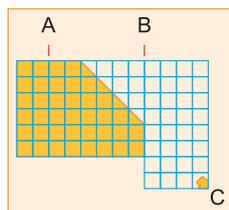
### Resolução

Com a presença da lâmina de vidro, um ponto  $P$  pertencente à figura da folha sofre uma elevação aparente  $d$ , inferior a 5cm, conforme mostra a figura.



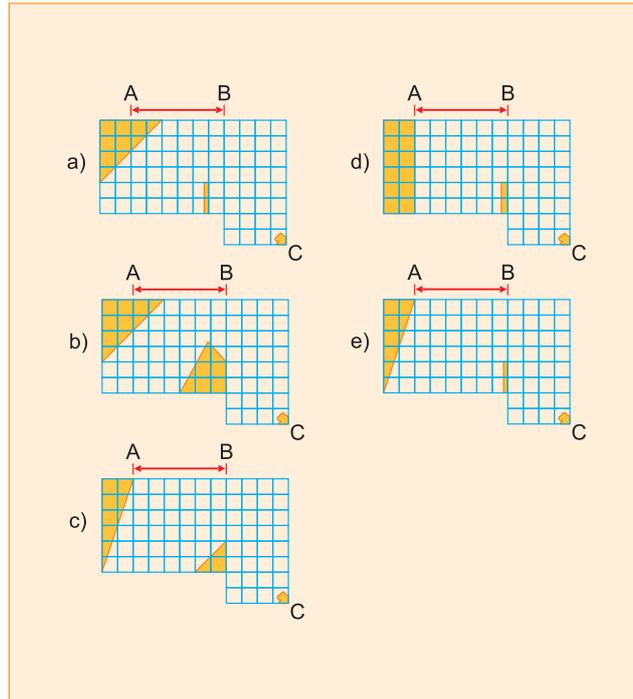
Para manter constante a distância entre a câmera fotográfica e o seu objeto (que no caso passou a ser  $P'$ ), a câmera deve ser elevada de uma distância  $d$  (menor que 5cm).

### 48 b



Uma câmera de segurança (C), instalada em uma sala, representada em planta na figura, "visualiza" a região clara indicada. Desejando aumentar o campo de visão da câmera, foi colocado um espelho plano, retangular, ocupando toda a região da parede entre os pontos A e B. Nessas condições, a figura que melhor representa a

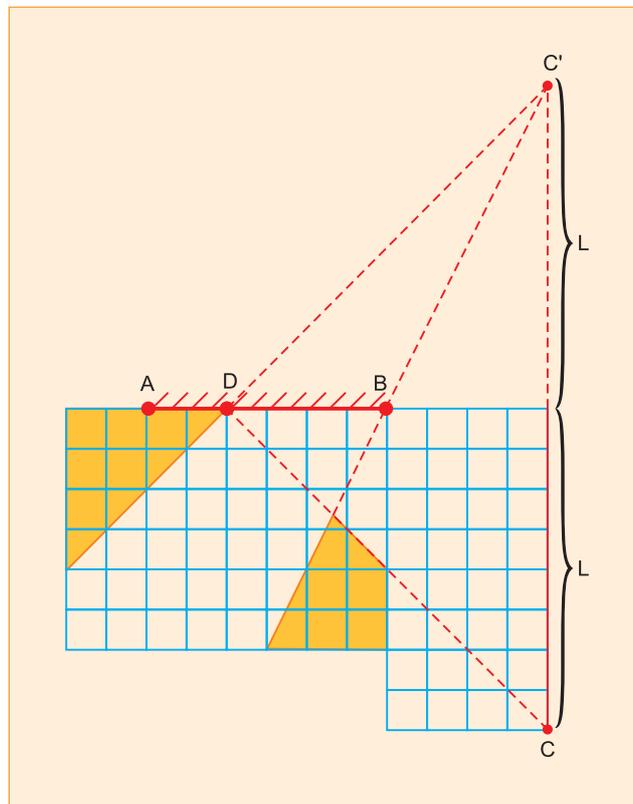
região clara, que passa a ser visualizada pela câmera, é



### Resolução

A figura abaixo mostra a região visualizada pela câmera após a colocação do espelho AB.

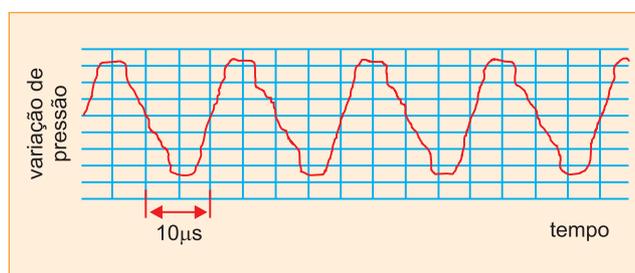
Para a obtenção do campo visual do espelho, marcamos o ponto  $C'$ , simétrico a  $C$  (local da câmera), em relação ao espelho AB. Em seguida, unimos o ponto  $C'$  aos pontos B e D, extremos da parte útil do espelho.



**49 d**

O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura abaixo. O gráfico representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em  $\mu\text{s}$  ( $1\mu\text{s} = 10^{-6}\text{s}$ ). Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis, por diferentes seres vivos, conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por

Seres vivos	Intervalos de Frequência
cachorro	15 Hz – 45.000 Hz
ser humano	20 Hz – 20.000 Hz
sapo	50 Hz – 10.000 Hz
gato	60 Hz – 65.000 Hz
morcego	1000 Hz – 120.000 Hz



- a) seres humanos e cachorros
- b) seres humanos e sapos
- c) sapos, gatos e morcegos
- d) gatos e morcegos
- e) morcegos

**Resolução**

De acordo com o gráfico dado, o período da onda é de  $20\mu\text{s}$ , que é o intervalo de tempo correspondente a uma onda completa.

$$T = 20\mu\text{s} = 20 \cdot 10^{-6}\text{s} = 2 \cdot 10^{-5}\text{s}$$

A frequência  $f$  do som é dada por:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-5}} \text{ Hz}$$

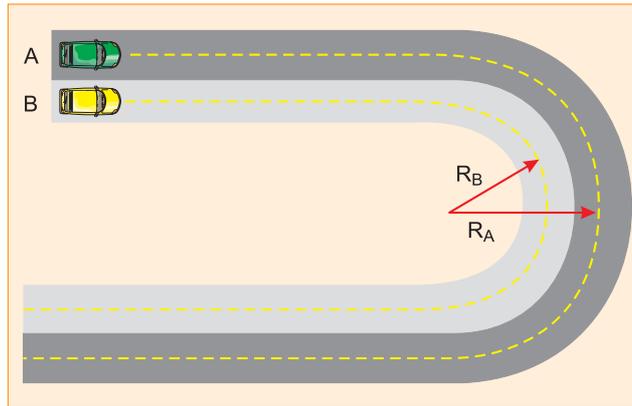
$$f = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Hz} = 5 \cdot 10^4 \text{ Hz}$$

De acordo com a tabela dada, apenas o gato e o morcego conseguem perceber um som de frequência 50 000 Hz.

**50 b**

Em uma estrada, dois carros, A e B, entram simultaneamente em curvas paralelas, com raios  $R_A$  e  $R_B$ . Os velocímetros de ambos os carros indicam, ao longo de

todo o trecho curvo, valores constantes  $V_A$  e  $V_B$ . Se os carros saem das curvas ao mesmo tempo, a relação entre  $V_A$  e  $V_B$  é



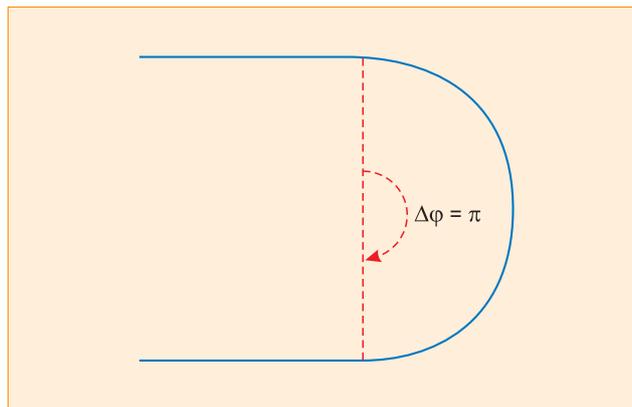
- a)  $V_A = V_B$
- b)  $V_A/V_B = R_A/R_B$
- c)  $V_A/V_B = (R_A/R_B)^2$
- d)  $V_A/V_B = R_B/R_A$
- e)  $V_A/V_B = (R_B/R_A)^2$

**Resolução**

De acordo com o texto, os carros percorreram o mesmo ângulo  $\Delta\varphi = \pi$  rad no mesmo intervalo de tempo e, portanto, suas velocidades angulares são iguais

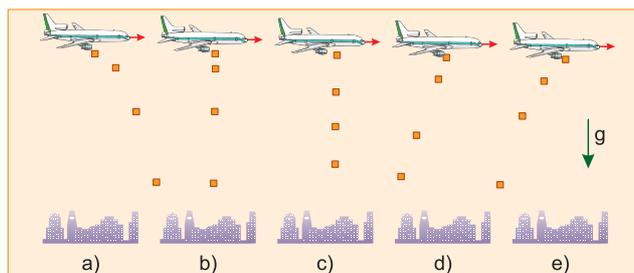
$$\omega_A = \omega_B$$

$$\frac{V_A}{R_A} = \frac{V_B}{R_B} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{R_A}{R_B}$$



**51 b**

Em decorrência de fortes chuvas, uma cidade do interior paulista ficou isolada. Um avião sobrevoou a cidade, com velocidade horizontal constante, largando 4 pacotes de alimentos, em intervalos de tempos iguais. No caso ideal, em que **a resistência do ar pode ser desprezada**, a figura que melhor poderia representar as posições aproximadas do avião e dos pacotes, em um mesmo instante, é:



### Resolução

Após abandonarem o avião, os pacotes conservam a velocidade horizontal do avião por inércia.

Isto significa que em relação ao avião os pacotes caem verticalmente, isto é, a cada instante os pacotes estão na mesma vertical do avião.

As distâncias entre pacotes sucessivos é crescente, pois os pacotes se afastam entre si com movimentos relativos uniformes.

### 52 d

Balões estão voltando a ser considerados como opção para o transporte de carga. Um balão, quando vazio, tem massa de 30.000 kg. Ao ser inflado com 20.000 kg de Hélio, pode transportar uma carga útil de 75.000 kg. Nessas condições, o empuxo do balão no ar equilibra seu peso. Se, ao invés de Hélio, o mesmo volume fosse preenchido com Hidrogênio, esse balão poderia transportar uma carga útil de aproximadamente

Nas CNTP,  
 Massa de 1 mol de  $H_2 \cong 2,0$  g  
 Massa de 1 mol de He  $\cong 4,0$  g

- a) 37500kg    b) 65000kg    c) 75000kg  
 d) 85000kg    e) 150000kg

### Resolução

Como o volume foi mantido constante, o empuxo total sobre o balão continua o mesmo e, portanto, para o equilíbrio a massa total do sistema deverá ser a mesma.

Quando o hélio é substituído por uma mesma quantidade de mols de hidrogênio, a massa de gás se reduz à metade, passando a valer 10 000 kg.

Para manter o equilíbrio, a carga pode ser aumentada em 10 000 kg e passa a valer 85 000 kg.

**Nota:** o número de mols de hidrogênio e hélio é o mesmo, pois a pressão, o volume e a temperatura do gás são iguais:

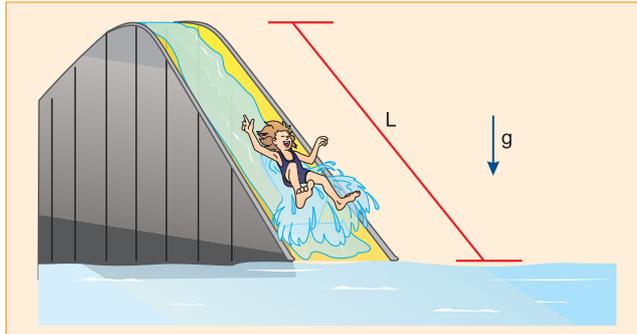
$$p V = n R T$$

$$n = \frac{p V}{R T}$$

### 53 e

Um jovem escorrega por um tobogã aquático, com uma rampa retilínea, de comprimento L, como na figu-

ra, podendo o atrito ser desprezado. Partindo do alto, sem impulso, ela chega ao final da rampa com uma velocidade de cerca de 6 m/s.



Para que essa velocidade passe a ser de 12 m/s, mantendo-se a inclinação da rampa, será necessário que o comprimento dessa rampa passe a ser aproximadamente de

- a)  $L/2$    b)  $L$    c)  $1,4 L$    d)  $2 L$    e)  $4 L$

**Resolução**

Mantendo-se a inclinação da rampa, a aceleração do jovem será mantida constante. Usando a equação de Torricelli, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2\gamma \Delta s$$

$$v_1^2 = 0 + 2 a L \quad (1)$$

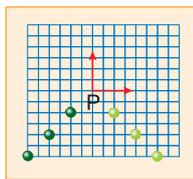
$$(2v_1)^2 = 0 + 2 a L'$$

$$4 v_1^2 = 2 a L' \quad (2)$$

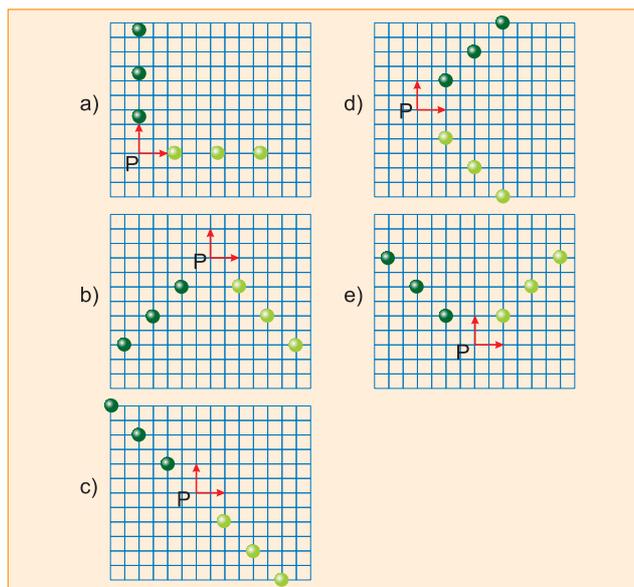
Fazendo-se  $\frac{(2)}{(1)}$ , vem:

$$\frac{L'}{L} = 4 \Rightarrow L' = 4L$$

**54 e**

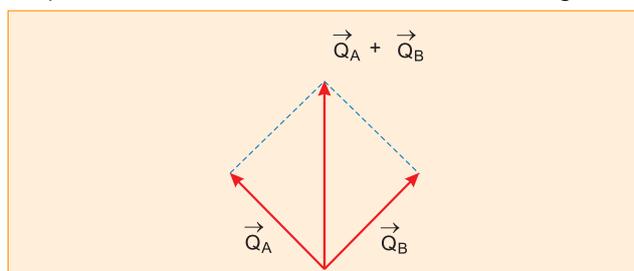


Dois pequenos discos, de massas iguais, são lançados sobre uma superfície plana e horizontal, sem atrito, com velocidades de módulos iguais. A figura ao lado registra a posição dos discos, vistos de cima, em intervalos de tempo sucessivos e iguais, antes de colidirem, próximo ao ponto P. Dentre as possibilidades representadas, aquela que pode corresponder às posições dos discos, em instantes sucessivos, após a colisão, é



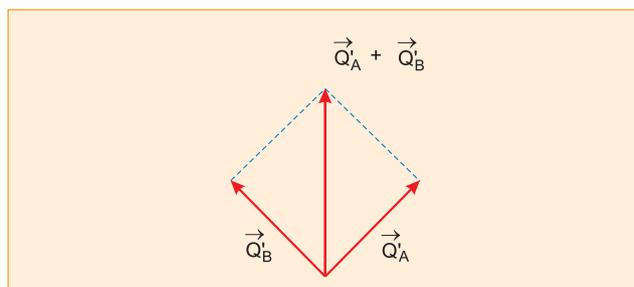
### Resolução

Antes da colisão, os discos (indicados por A e B) terão as quantidades de movimento mostradas na figura.



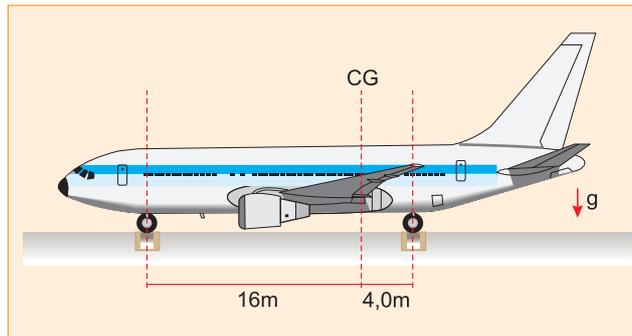
No ato da colisão, os discos formam um sistema isolado e haverá conservação da quantidade de movimento total.

A única opção em que houve conservação da quantidade de movimento é a E.



### 55 C

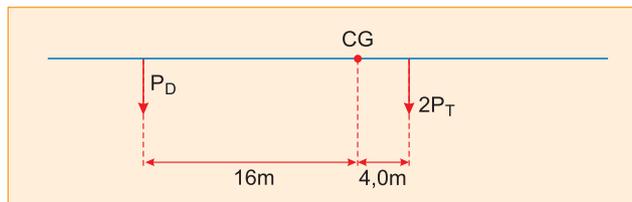
Um avião, com massa  $M = 90$  toneladas, para que esteja em equilíbrio em voo, deve manter seu centro de gravidade sobre a linha vertical CG, que dista 16 m do eixo da roda dianteira e 4,0 m do eixo das rodas traseiras, como na figura abaixo. Para estudar a distribuição de massas do avião, em solo, três balanças são colocadas sob as rodas do trem de aterrissagem. A balança sob a roda dianteira indica  $M_D$  e cada uma das que estão sob as rodas traseiras indica  $M_T$ .



Uma distribuição de massas, compatível com o equilíbrio do avião em voo, poderia resultar em indicações das balanças, em toneladas, correspondendo aproximadamente a

- a)  $M_D = 0$        $M_T = 45$
- b)  $M_D = 10$       $M_T = 40$
- c)  $M_D = 18$        $M_T = 36$
- d)  $M_D = 30$        $M_T = 30$
- e)  $M_D = 72$        $M_T = 9,0$

### Resolução



Para o equilíbrio, o somatório dos torques das forças em relação ao centro de gravidade do avião deve ser nulo.

$$P_D \cdot d_D = 2 P_T \cdot d_T$$

$$M_D \cdot 16,0 = 2 M_T \cdot 4,0$$

$$M_T = 2M_D$$

Como a massa total é 90t, vem:

$$M_D + 2 M_T = 90t$$

$$M_D + 2 \cdot 2 M_D = 90t$$

$$5M_D = 90t \Rightarrow M_D = 18t$$

$$M_T = 36t$$

### 56 C

Satélites utilizados para telecomunicações são colocados em órbitas geoestacionárias ao redor da Terra, ou seja, de tal forma que permaneçam sempre acima de um mesmo ponto da superfície da Terra. Considere algumas condições que poderiam corresponder a esses satélites:

- I. ter o mesmo período, de cerca de 24 horas.
- II. ter aproximadamente a mesma massa.
- III. estar aproximadamente à mesma altitude.
- IV. manter-se num plano que contenha o círculo do

equador terrestre.

O conjunto de todas as condições, que satélites em órbita geoestacionária devem necessariamente obedecer, corresponde a

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

### Resolução

Para que um satélite seja geoestacionário devem ser satisfeitas as seguintes condições:

- 1) órbita contida no plano equatorial da Terra;
- 2) órbita circular, para que o movimento de translação seja uniforme;
- 3) período de translação do satélite igual ao período de rotação da Terra, para que o satélite tenha a mesma velocidade angular da Terra;
- 4) raio de órbita calculado pela 3ª Lei de Kepler e da ordem de 6,7 raios terrestres.

Estão corretas: I, III e IV

## 57 e

Em um processo industrial, duas esferas de cobre maciças, A e B, com raios  $R_A = 16$  cm e  $R_B = 8$  cm, inicialmente à temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , permaneceram em um forno muito quente durante períodos diferentes. Constatou-se que a esfera A, ao ser retirada, havia atingido a temperatura de  $100^\circ\text{C}$ . Tendo ambas recebido a mesma quantidade de calor, a esfera B, ao ser retirada do forno, tinha temperatura aproximada de

- a)  $30^\circ\text{C}$     b)  $60^\circ\text{C}$     c)  $100^\circ\text{C}$     d)  $180^\circ\text{C}$     e)  $660^\circ\text{C}$

### Resolução

Seja  $\mu$  a densidade do cobre e  $R$  o raio da esfera, a massa  $m$  é dada por:

$$m = \mu \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$$

Seja  $R_A = 2 R_B$ , resulta  $m_A = 8m_B$ .

Para a mesma quantidade de calor, resulta:

$$Q_A = Q_B$$

$$m_A \cdot c \cdot \Delta\theta_A = m_B \cdot c \cdot \Delta\theta_B$$

$$8 m_B (100 - 20) = m_B (\theta_B - 20)$$

$$\theta_B - 20 = 640$$

$$\theta_B = 660^\circ\text{C}$$

## 58 e

Usando todo o calor produzido pela combustão direta de gasolina, é possível, com 1,0 litro de tal produto,

aquecer 200 litros de água de 10°C a 45°C. Esse mesmo aquecimento pode ser obtido por um gerador de eletricidade, que consome 1,0 litro de gasolina por hora e fornece 110V a um resistor de 11Ω, imerso na água, durante um certo intervalo de tempo. Todo o calor liberado pelo resistor é transferido à água. Nessas condições, o aquecimento da água obtido através do gerador, quando comparado ao obtido diretamente a partir da combustão, consome uma quantidade de gasolina, aproximadamente,

- a) 7 vezes menor                      b) 4 vezes menor  
 c) igual                                      d) 4 vezes maior  
 e) 7 vezes maior

**Resolução**

1) A potência no resistor é dada por:

$$Pot = \frac{U^2}{R} = \frac{(110)^2}{11} \text{ (W)} = 1100W$$

2) O calor necessário para aquecer 200l de água de 10°C a 45°C é dado por:

$$Q = m \cdot c \Delta\theta$$

$$Q = 200 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 35 \text{ (cal)}$$

$$Q = 7 \cdot 10^6 \text{ cal} = 7 \cdot 10^6 \cdot 4 \text{ J}$$

$$Q = 28 \cdot 10^6 \text{ J}$$

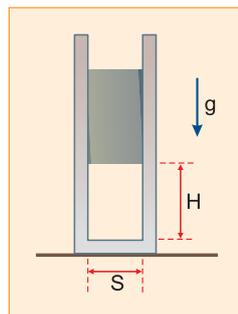
3) O tempo gasto no aquecimento da água pelo gerador é dado por:

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

$$\Delta t = \frac{Q}{Pot} = \frac{28 \cdot 10^6}{1100} \text{ (s)} = 25454s \cong 7h$$

Portanto, serão necessários 7 litros de gasolina, ou seja, um consumo sete vezes maior.

**59 d**



Um equipamento possui um sistema formado por um pistão, com massa de 10 kg, que se movimenta, sem atrito, em um cilindro de seção transversal  $S = 0,01\text{m}^2$ . Operando em uma região onde a pressão atmosférica é de  $10,0 \times 10^4 \text{ Pa}$  ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ), o ar aprisionado no interior do cilindro mantém o pistão a uma altura

$H = 18\text{cm}$ . Quando esse sistema é levado a operar em

uma região onde a pressão atmosférica é de  $8,0 \times 10^4$  Pa, mantendo-se a mesma temperatura, a nova altura  $H$  no interior do cilindro passa a ser aproximadamente de

- a) 5,5 cm                      b) 14,7 cm                      c) 20cm  
d) 22 cm                        e) 36 cm

### Resolução

A pressão do ar, no interior do cilindro, é dada pela soma da pressão atmosférica com a pressão dada pelo peso do pistão:

$$p = p_{atm} + \frac{P}{S}$$

Para a temperatura do ar mantida constante, temos:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$\left(p_{atm} + \frac{P}{S}\right) S H = \left(p'_{atm} + \frac{P}{S}\right) S H'$$
$$\left(10,0 \cdot 10^4 + \frac{100}{0,01}\right)$$

$$18 = \left(8,0 \cdot 10^4 + \frac{100}{0,01}\right) H'$$

$$11,0 \cdot 10^4 \cdot 18 = 9,0 \cdot 10^4 H'$$

$$H' = 22\text{cm}$$

## 60 b

Em 1987, devido a falhas nos procedimentos de segurança, ocorreu um grave acidente em Goiânia. Uma cápsula de Césio-137, que é radioativo e tem meia-vida de 30 anos, foi subtraída e violada, contaminando pessoas e o ambiente. Certa amostra de solo contaminado, colhida e analisada na época do acidente, foi recentemente reanalisada. A razão  $R$ , entre a quantidade de Césio-137, presente hoje nessa amostra, e a que existia originalmente, em 1987, é

- a)  $R = 1$                       b)  $1 > R > 0,5$                       c)  $R = 0,5$   
d)  $0,5 > R > 0$                       e)  $R = 0$

A meia-vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo após o qual o número de átomos radioativos existentes em certa amostra fica reduzido à metade de seu valor inicial.

### Resolução

Seja  $M_0$  a massa inicial da amostra,  $M$  a massa remanescente após um período de  $n$  meias-vidas, temos:

$$M = \frac{M_0}{2^n}$$

De 1987 até a data atual, o intervalo de tempo (14 anos) é de aproximadamente meia-vida, isto é,  $n = \frac{1}{2}$ .

$$M = \frac{M_0}{2^{\frac{1}{2}}} = \frac{M_0}{\sqrt{2}}$$

$$R = \frac{M}{M_0} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cong 0,7$$