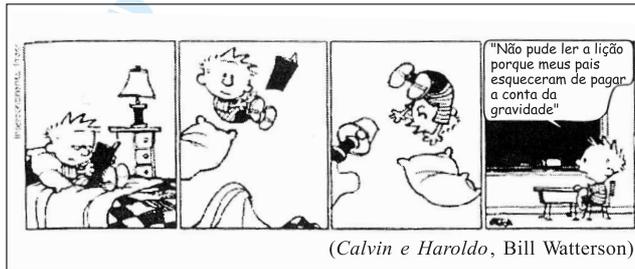


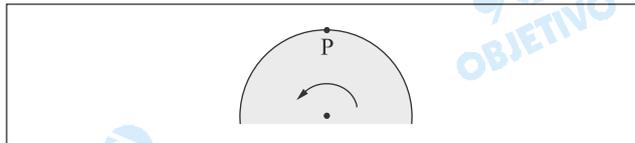
# 1ª Parte – Questões Objetivas

**11** c

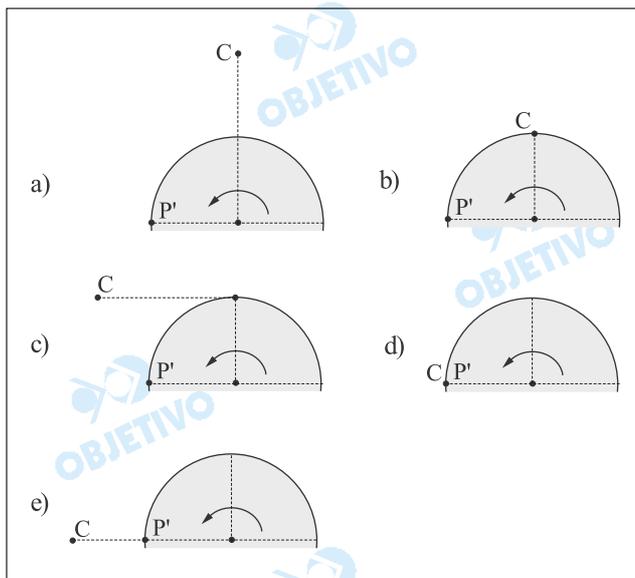
Leia a tirinha.



Imagine que Calvin e sua cama estivessem a céu aberto, em repouso sobre um ponto P do equador terrestre, no momento em que a gravidade foi “desligada” por falta de pagamento da conta.



Tendo em vista que o ponto P' corresponde ao ponto P horas mais tarde, e supondo que nenhuma outra força atuasse sobre o garoto após “desligada” a gravidade, o desenho que melhor representa a posição de Calvin (ponto C) no instante considerado é



### Resolução

Se a gravidade fosse “desligada”, Calvin ficaria livre da ação de forças e, por inércia (1ª Lei de Newton), teria movimento retilíneo e uniforme.

A velocidade antes da gravidade ser “desligada” era tangente à trajetória e com o mesmo sentido do movimento de rotação da Terra.

**12 b**

Em um piso horizontal um menino dá um empurrão em seu caminhãozinho de plástico. Assim que o contato entre o caminhãozinho e a mão do menino é desfeito, observa-se que em um tempo de 6 s o brinquedo foi capaz de percorrer uma distância de 9 m até cessar o movimento. Se a resistência oferecida ao movimento do caminhãozinho se manteve constante, a velocidade inicial obtida após o empurrão, em m/s, foi de  
a) 1,5. b) 3,0. c) 4,5. d) 6,0. e) 9,0.

**Resolução**

*Sendo o movimento uniformemente variado (força de resistência constante), temos:*

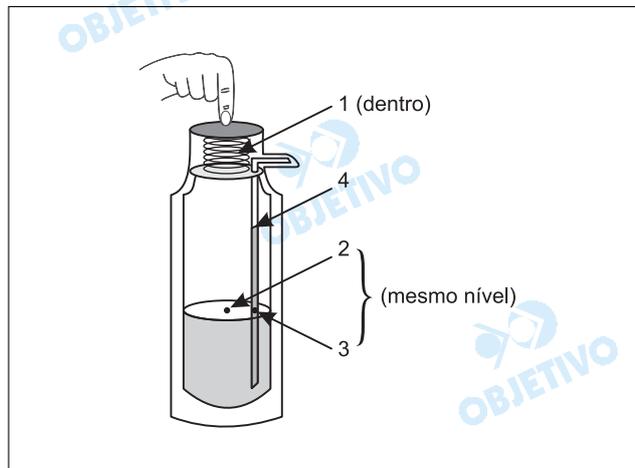
$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_0 + V}{2}$$

$$\frac{9,0}{6,0} = \frac{V_0 + 0}{2}$$

$V_0 = 3,0\text{m/s}$
-----------------------

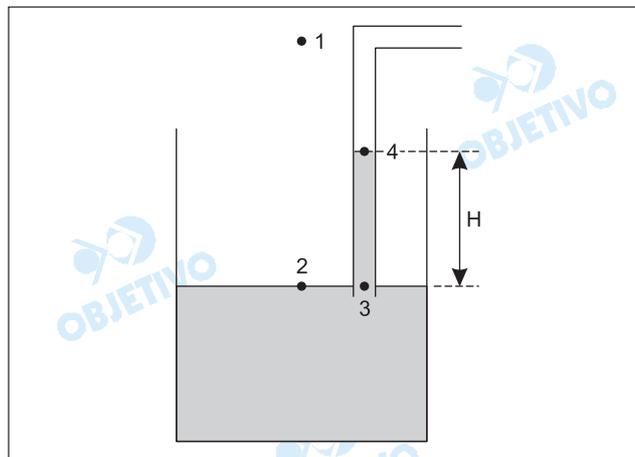
**13 c**

Na garrafa térmica representada pela figura, uma pequena sanfona de borracha (fole), ao ser pressionada suavemente, empurra o ar contido em seu interior, sem impedimentos, para dentro do bulbo de vidro, onde um tubo vertical ligando o fundo do recipiente à base da tampa permite a retirada do líquido contido na garrafa.



Considere que o fole está pressionado em uma posição fixa e o líquido está estacionado no interior do tubo vertical próximo à saída. Pode-se dizer que, nessas condições, as pressões nos pontos 1, 2, 3 e 4 relacionam-se por

- a)  $P_1 = P_2 > P_3 > P_4$ .      b)  $P_1 = P_4 > P_2 = P_3$ .  
 c)  $P_1 = P_2 = P_3 > P_4$ .      d)  $P_1 > P_2 > P_3 > P_4$ .  
 e)  $P_1 > P_4 > P_3 > P_2$ .

**Resolução**

De acordo com a Lei de Stevin, temos:

$$P_2 = P_3 \quad (\text{mesmo nível})$$

$$P_1 = P_2 \quad (\text{desprezando-se a densidade do ar em comparação com a do líquido})$$

$$P_3 = P_4 + \mu_L g H \Rightarrow P_3 > P_4$$

**14 a**

Mantendo uma estreita abertura em sua boca, assopre com vigor sua mão agora! Viu? Você produziu uma transformação adiabática! Nela, o ar que você expeliu sofreu uma violenta expansão, durante a qual

- a) o trabalho realizado correspondeu à diminuição da energia interna desse ar, por não ocorrer troca de calor com o meio externo.
- b) o trabalho realizado correspondeu ao aumento da energia interna desse ar, por não ocorrer troca de calor com o meio externo.
- c) o trabalho realizado correspondeu ao aumento da quantidade de calor trocado por esse ar com o meio, por não ocorrer variação da sua energia interna.
- d) não houve realização de trabalho, uma vez que o ar não absorveu calor do meio e não sofreu variação de energia interna.
- e) não houve realização de trabalho, uma vez que o ar não cedeu calor para o meio e não sofreu variação de energia interna.

**Resolução**

*Na transformação adiabática não há trocas de calor com o meio externo.*

*Na expansão o ar expelido realiza trabalho. A energia utilizada na realização desse trabalho é retirada da energia interna do sistema, diminuindo seu valor.*

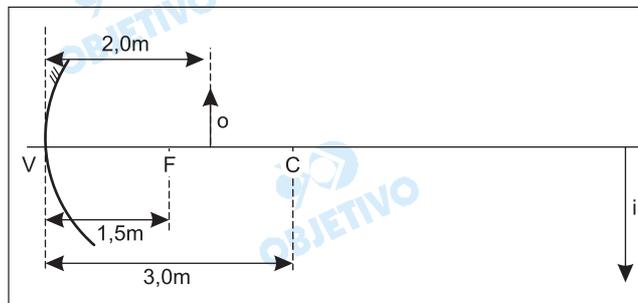
**15 b**

Uma mocinha possuía um grande espelho esférico côncavo que obedecia às condições de estigmatismo de Gauss. Com seu espelho, de raio de curvatura 3,0 m, estava acostumada a observar recentes cravos e espinhas. Certo dia, sem que nada se interpusesse entre ela e seu espelho, observando-o diretamente, a uma distância de 2,0 m da superfície refletora e sobre o eixo principal,

- não pôde observar a imagem de seu rosto, que é de tamanho menor e em posição invertida.
- não pôde observar a imagem de seu rosto, que é de tamanho maior e em posição invertida.
- pôde observar a imagem de seu rosto em tamanho reduzido e disposta em posição direita.
- pôde observar a imagem de seu rosto em tamanho ampliado e disposta em posição direita.
- pôde observar a imagem de seu rosto em tamanho ampliado e disposta em posição invertida.

**Resolução**

Estando a 2,0m do espelho, o rosto da mocinha encontra-se entre o foco (F) e o centro de curvatura (C) do espelho esférico côncavo.



Aplicando-se a Equação de Gauss, temos:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{2,0} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{1,5}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{1,5} - \frac{1}{2,0} = \frac{2 - 1,5}{3,0} = \frac{0,5}{3,0} = \frac{1}{6,0}$$

$$p' = +6,0m$$

A imagem do rosto da mocinha (que está a 2,0m da superfície do espelho) encontra-se a 6,0m do espelho, na frente deste, não podendo ser vista por ela.

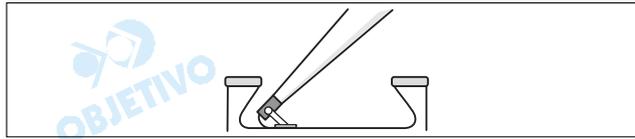
Essa imagem é real, invertida em relação ao objeto (rosto da mocinha) e ampliada.

A moça olhando para trás poderia ver parte da imagem de seu rosto se esta imagem fosse projetada em um anteparo colocado onde estaria formando-se a imagem.

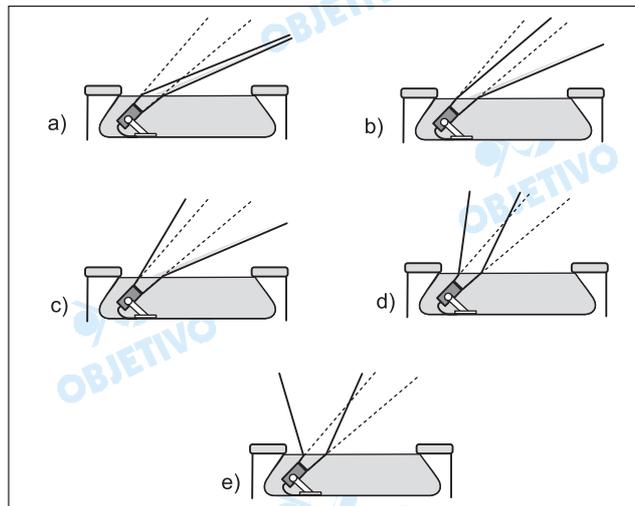
Esse anteparo não foi nem sequer mencionado no enunciado, o que nos levou a optar pela alternativa (b) ao invés da alternativa (e) dada como resposta.

## 16 b (gabarito oficial: e)

Um canhão de luz foi montado no fundo de um lago artificial. Quando o lago se encontra vazio, o feixe produzido corresponde ao representado na figura.



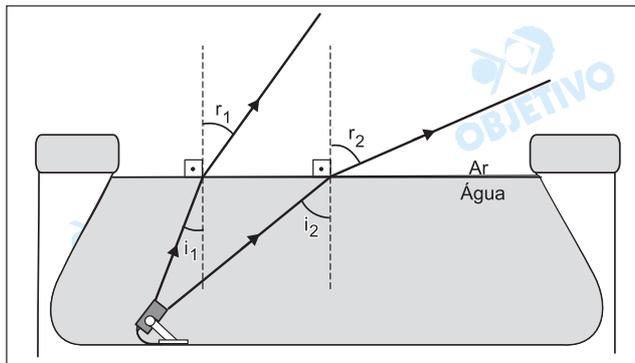
Quando cheio de água, uma vez que o índice de refração da luz na água é maior que no ar, o esquema que melhor representa o caminho a ser seguido pelo feixe de luz é



### Resolução

A refração da luz obedece à Lei de Snell-Descartes:

$$n_{ar} \operatorname{sen} r = n_{\text{água}} \operatorname{sen} i$$



(I) Sendo  $n_{\text{água}} > n_{ar}$ , então,  $\operatorname{sen} r > \operatorname{sen} i$  e  $r > i$ , isto é, ao refratar-se obliquamente da água para o ar, o raio luminoso afasta-se da normal.

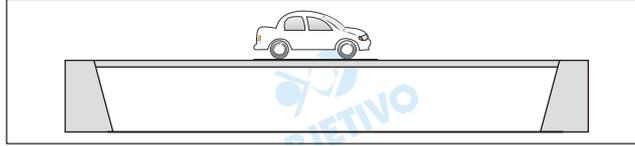
$$(II) \frac{\operatorname{sen} i}{\operatorname{sen} r} = \frac{n_{ar}}{n_{\text{água}}} = \text{constante}$$

$$\text{Como } i_2 > i_1 \Rightarrow \operatorname{sen} i_2 > \operatorname{sen} i_1$$

$$\text{Logo: } \operatorname{sen} r_2 > \operatorname{sen} r_1 \text{ e } \boxed{r_2 > r_1}.$$

**17 d**

Com o carro parado no congestionamento sobre o centro de um viaduto, um motorista pôde constatar que a estrutura deste estava oscilando intensa e uniformemente. Curioso, pôs-se a contar o número de oscilações que estavam ocorrendo. Conseguiu contar 75 sobes e desces da estrutura no tempo de meio minuto, quando teve que abandonar a contagem devido ao reinício lento do fluxo de carros.

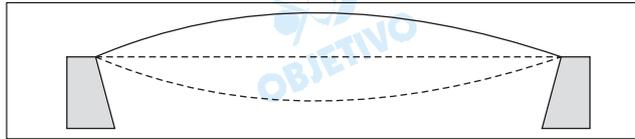


Mesmo em movimento, observou que conforme percorria lentamente a outra metade a ser transposta do viaduto, a amplitude das oscilações que havia inicialmente percebido gradativamente diminuía, embora mantida a mesma relação com o tempo, até finalmente cessar na chegada em solo firme. Levando em conta essa medição, pode-se concluir que a próxima forma estacionária de oscilação desse viaduto deve ocorrer para a frequência, em Hz, de

- a) 15,0.    b) 9,0.    c) 7,5.    d) 5,0.    e) 2,5.

**Resolução**

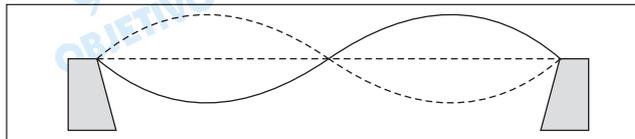
A onda estacionária associada às oscilações do viaduto corresponde ao 1º harmônico, representado na figura abaixo.



A frequência da onda estacionária fica determinada por:

$$f_1 = \frac{n}{\Delta t} = \frac{75 \text{ oscilações}}{30\text{s}} \Rightarrow f_1 = 2,5\text{Hz}$$

A próxima forma de onda estacionária possível de surgir no viaduto é o 2º harmônico, esquematizado a seguir:



A frequência correspondente a esta onda é o dobro de  $f_1$ .

$$f_2 = 2 f_1 = 2 \cdot 2,5\text{Hz} \Rightarrow f_2 = 5,0\text{Hz}$$

**18 d**

Considere dois corpos sólidos envolvidos em processos de eletrização. Um dos fatores que pode ser observado tanto na eletrização por contato quanto na por indução é o fato de que, em ambas,

- a) torna-se necessário manter um contato direto entre os corpos.
- b) deve-se ter um dos corpos ligado temporariamente a um aterramento.
- c) ao fim do processo de eletrização, os corpos adquirem cargas elétricas de sinais opostos.
- d) um dos corpos deve, inicialmente, estar carregado eletricamente.
- e) para ocorrer, os corpos devem ser bons condutores elétricos.

**Resolução**

*Na eletrização por contato, devemos ter um dos corpos inicialmente carregado e ao final do processo ambos eletrizados com cargas de sinais iguais.*

*Na eletrização por indução, um corpo inicialmente carregado (indutor) deve ser aproximado de outro (induzido) que, ao final do processo, estará carregado com carga elétrica de sinal oposto.*

*Assim, nos dois casos, um dos corpos deve, inicialmente, estar carregado eletricamente.*

Com respeito aos geradores de corrente contínua e suas curvas características  $U \times i$ , analise as afirmações seguintes:

- I. Matematicamente, a curva característica de um gerador é decrescente e limitada à região contida no primeiro quadrante do gráfico.
- II. Quando o gerador é uma pilha em que a resistência interna varia com o uso, a partir do momento em que o produto dessa resistência pela corrente elétrica se iguala à força eletromotriz, a pilha deixa de alimentar o circuito.
- III. Em um gerador real conectado a um circuito elétrico, a diferença de potencial entre seus terminais é menor que a força eletromotriz.

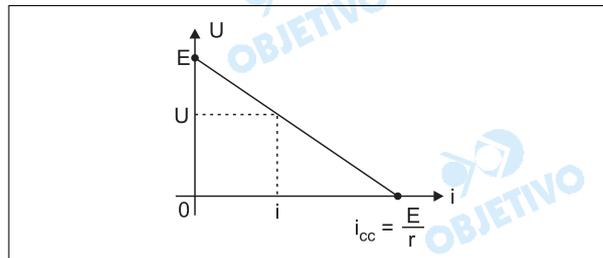
Está correto o contido em

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

### Resolução

#### I) Correta

A equação característica de um gerador é dada por  $U = E - ri$ , em que  $U$  é a tensão entre os seus terminais,  $E$  sua força eletromotriz,  $r$  sua resistência interna e  $i$  a intensidade da corrente que o atravessa. A função  $U = f(i)$  é do 1º grau e decrescente. A curva característica do gerador ( $U \times i$ ), do ponto de vista da Física, limita-se à região contida no primeiro quadrante:



#### II) Correta

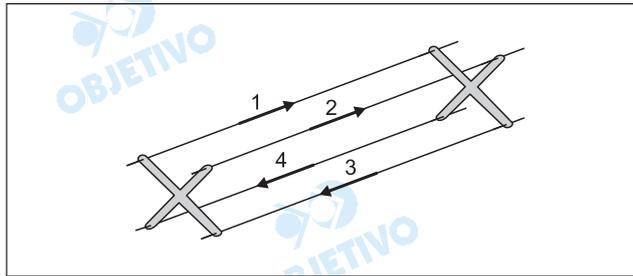
Se  $ri = E$ , vem  $U = 0$ , isto é, o gerador deixa de "alimentar" o circuito externo.

#### III) Correta

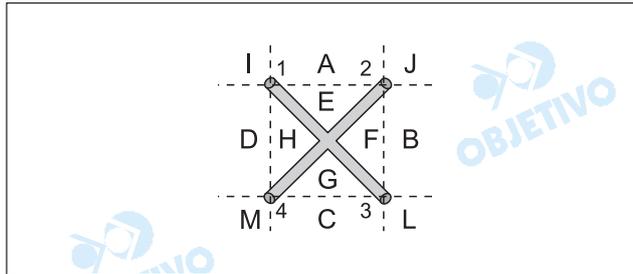
De  $U = E - ri$ , vem:  $U < E$

**20 a**

Quatro fios, submetidos a correntes contínuas de mesma intensidade e sentidos indicados na figura, são mantidos separados por meio de suportes isolantes em forma de X, conforme figura.



Observe as regiões indicadas:



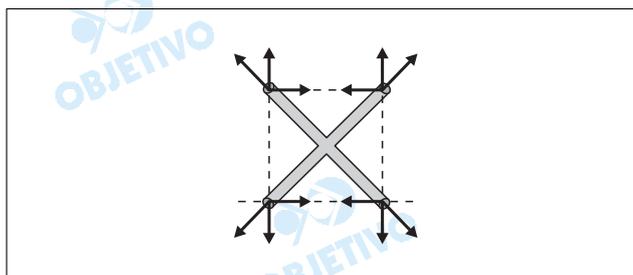
Entre dois suportes, os fios 1, 2, 3 e 4 tendem a se movimentar, respectivamente, para as seguintes regiões do espaço:

- a) A; A; C; C.
- b) E; E; G; G.
- c) D; B; B; D.
- d) A; B; C; E.
- e) I; J; L; M.

**Resolução**

Devido aos campos magnéticos gerados mutuamente entre dois fios paralelos, sabemos que entre eles podemos ter forças magnéticas de atração ou de repulsão.

Quando os fios são percorridos por corrente elétrica de mesmo sentido, os fios atraem-se e quando as correntes elétricas têm sentidos opostos, eles repelem-se. Assim:

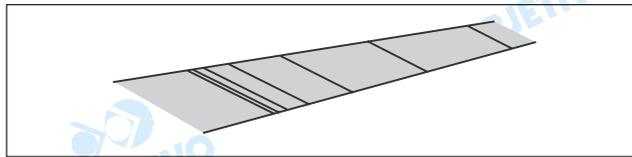


A resultante de forças neste sistema provocará a tendência nos fios 1 e 2 de movimentação para a região A e dos fios 3 e 4 de movimentação para a região C.

## 2ª Parte – Questões Discursivas

36

Em algumas rodovias, em trechos retilíneos que antecedem cruzamentos ou curvas perigosas, a fim de induzir o motorista à diminuição de sua velocidade até um valor mais seguro, é aplicada em relevo sobre o asfalto uma seqüência de estreitas faixas perpendiculares ao traçado da pista, conhecidas por sonorizadores. Ao serem transpostos, os sonorizadores produzem o peculiar som "TRUNTRUM". Quando o motorista está consciente de que deve diminuir sua velocidade e o faz com a devida desaceleração, o intervalo de tempo entre um "TRUNTRUM" e o próximo é igual, quaisquer que sejam as duas faixas consecutivas transpostas. Se, contudo, o motorista não diminuir a velocidade, os intervalos de tempo entre um som e o próximo começam a ficar progressivamente menores, comunicando sonoramente a iminência do perigo.



Uma seqüência de sete sonorizadores foi aplicada sobre uma rodovia, em um trecho no qual a velocidade deveria ser reduzida de 34 m/s para 22 m/s (aproximadamente, 120 km/h para 80 km/h). No projeto, a expectativa de tempo e velocidade em todo o trecho foi tabelada relativamente ao primeiro sonorizador.

t(s)	0	1	2	3	4	5	6
v(m/s)	34	32	30	28	26	24	22

Uma vez que foram distribuídas sete faixas sonorizadoras, de forma que a cada segundo, para um motorista que esteja obedecendo à sinalização, o veículo passa sobre uma delas, responda.

- Em termos das expressões usadas para classificar a velocidade e a aceleração em movimentos retilíneos uniformemente variados, escreva as duas possíveis classificações para o movimento de um veículo que inicia a passagem dessa seqüência de sonorizadores.
- Deixando exposto seu raciocínio, calcule a distância em metros, do primeiro ao sétimo sonorizador.

### Resolução

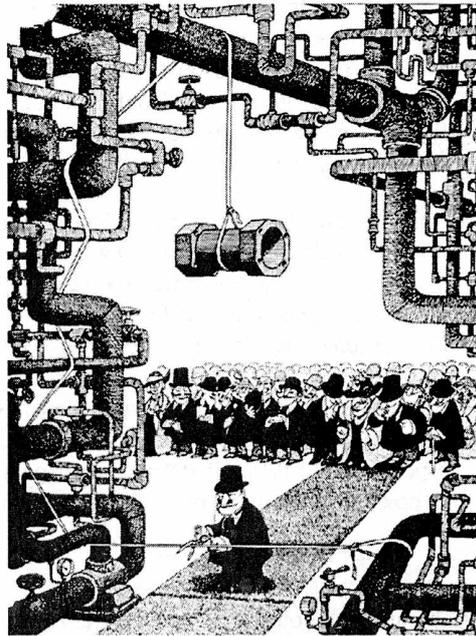
- Como a velocidade escalar foi considerada positiva, o movimento é classificado como **progressivo**.
  - Como o módulo da velocidade está diminuindo, o movimento é classificado como **retardado**.
- Sendo o movimento suposto uniformemente variado, vem:

$$V_m = \frac{V_0 + V_f}{2} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$\frac{34 + 22}{2} = \frac{\Delta s}{6,0}$$

$$\Delta s = 168m$$

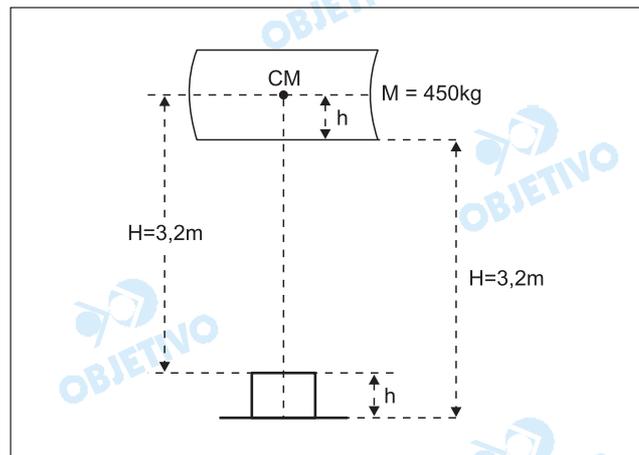
Quino, criador da personagem Mafalda, é também conhecido por seus quadrinhos repletos de humor chocante. Aqui, o executivo do alto escalão está prestes a cair em uma armadilha fatal.



Considere que:

- o centro de massa do tubo suspenso, relativamente à parte inferior do tubo, está localizado a uma distância igual à altura da cartola do executivo;
  - a distância do centro de massa do tubo até o topo da cartola é 3,2 m;
  - a vertical que passa pelo centro de massa do tubo passa também pela cabeça do executivo;
  - o tubo tem massa de 450 kg e, durante uma queda, não sofreria ação significativa da resistência do ar, descendo com aceleração de  $10 \text{ m/s}^2$ ;
  - comparativamente à massa do tubo, a corda tem massa que se pode considerar desprezível.
- a) Após esmagar a cartola, sem resistência significativa, com que velocidade, em m/s, o tubo atingiria a cabeça do executivo?
- b) Para preparar a armadilha, o tubo foi içado a 5,5 m do chão pela própria corda que posteriormente o sustentou. Determine o trabalho, em J, realizado pela força peso na ascensão do tubo.

### Resolução



a) A distância percorrida pela base do tubo até atingir a

cabeça do executivo corresponde à altura  $H = 3,2\text{m}$ .

Usando-se a Equação de Torricelli:

$$V^2 = V_0^2 + 2\gamma\Delta s$$

$$V_f^2 = 0 + 2 \cdot 10 \cdot 3,2$$

$$V_f = 8,0\text{m/s}$$

b) O trabalho do peso é dado por:

$$\tau_p = - m g H$$

$$\tau_p = - 450 \cdot 10 \cdot 5,5 \text{ (J)}$$

$$\tau_p = - 24750 \text{ J}$$

Respondendo com notação científica e com dois algarismos significativos, temos:

$$\tau_p = - 2,5 \cdot 10^4 \text{ J}$$

**Respostas:** a)  $8,0\text{m/s}$

b)  $-2,5 \cdot 10^4\text{J}$  (aproximadamente)

Para completar a higienização, uma mãe ferve o bico da mamadeira e, depois de retirá-lo da água, aguarda que ela retome a fervura. Verte, então, 250 mL dessa água dentro do copo da mamadeira, que mantém enrolado em um pano a fim de "conservar o calor". Aguarda o equilíbrio térmico e então joga fora a água.

- a) No passado, o copo das mamadeiras era feito de vidro. Em uma seqüência de ações como a descrita para esquentar a mamadeira, ao preencher parcialmente recipientes de vidro com água quente, esses podem se partir em dois pedaços, nitidamente separados na altura em que estava o nível d'água: um pedaço contendo a água aquecida e o outro seco. Qual o nome do processo físico relacionado? Explique a razão da ruptura de frascos de vidro submetidos a essas condições.
- b) Em determinado dia quente a mãe inicia um dos seus "processos de esterilização". Dentro do copo da mamadeira, que já se encontrava a  $32^{\circ}\text{C}$  – temperatura ambiente – derrama a água fervente que, devido à localização geográfica de seu bairro, ferve a  $98^{\circ}\text{C}$ . Considerando que não houve perda de calor para o meio externo, se após o equilíbrio a água derramada estava a  $92^{\circ}\text{C}$  e sabendo que a densidade da água é  $1\text{ g/mL}$  e o calor específico é  $1\text{ cal/(g}\cdot^{\circ}\text{C)}$ , determine a capacidade térmica do copo da mamadeira.

#### Resolução

- a) O processo físico relacionado ao fenômeno citado é a **dilatação térmica**.

A explicação do fenômeno é que a parte do copo de vidro da mamadeira que recebe a água quente é aquecida até o equilíbrio térmico. Essa parte dilata-se. O restante do copo é aquecido lentamente, já que o vidro é péssimo condutor de calor, dilatando-se menos.

Na região onde se encontra o nível superior da água, que separa as regiões aquecidas e não-aquecidas de vidro, ocorre uma ruptura, provocada pela força interna proveniente da diferença de dilatação.

- b) Usando-se a equação do balanço energético, temos:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$(m c \Delta\theta)_{\text{água}} + (C \Delta\theta)_{\text{mamadeira}} = 0$$

Como

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d V$$

$$\text{então, } (d V c \Delta\theta)_{\text{água}} + (C \Delta\theta)_{\text{mamadeira}} = 0$$

$$1 \cdot 250 \cdot 1 \cdot (92 - 98) + C \cdot (92 - 32) = 0$$

$$-1500 + 60C = 0$$

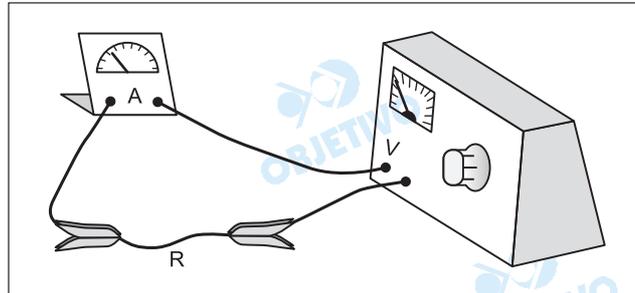
$$60C = 1500$$

$$C = 25\text{ cal/}^{\circ}\text{C}$$

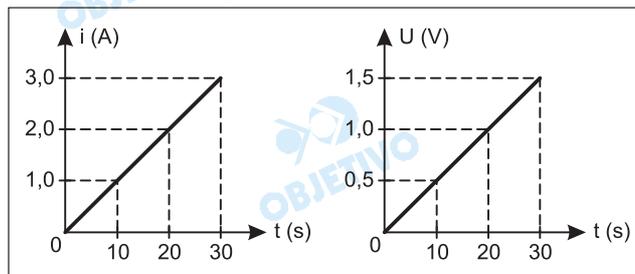
**Respostas:** a) Dilatação térmica

b)  $25\text{ cal/}^{\circ}\text{C}$

O laboratório de controle de qualidade em uma fábrica para aquecedores de água foi incumbido de analisar o comportamento resistivo de um novo material. Este material, já em forma de fio com secção transversal constante, foi conectado, por meio de fios de resistência desprezível, a um gerador de tensão contínua e a um amperímetro com resistência interna muito pequena, conforme o esquema.



Fazendo variar gradativa e uniformemente a diferença de potencial aplicada aos terminais do fio resistivo, foram anotados simultaneamente os valores da tensão elétrica e da correspondente corrente elétrica gerada no fio. Os resultados desse monitoramento permitiram a construção dos gráficos que seguem.



Com os dados obtidos, um novo gráfico foi construído com a mesma variação temporal. Neste gráfico, os valores representados pelo eixo vertical correspondiam aos resultados dos produtos de cada valor de corrente e tensão, lidos simultaneamente nos aparelhos do experimento.

- Uma vez que a variação de temperatura foi irrelevante, pôde-se constatar que, para os intervalos considerados no experimento, o fio teve um comportamento ôhmico. Justifique esta conclusão e determine o valor da resistência elétrica, em  $\Omega$ , do fio estudado.
- No terceiro gráfico, qual é a grandeza física que está representada no eixo vertical? Para o intervalo de tempo do experimento, qual o significado físico que se deve atribuir à área abaixo da curva obtida?

### Resolução

a) 1) De acordo com o 1º gráfico:

$$i = k_1 t \quad (1)$$

De acordo com o 2º gráfico:

$$U = k_2 t \quad (2)$$

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

$$\frac{U}{i} = \frac{k_2}{k_1} = \text{constante}$$

Como  $R = \frac{U}{i}$ , concluímos que  $R$  é constante

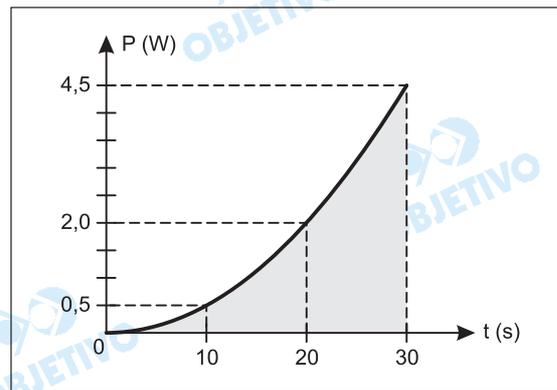
e o resistor é ôhmico.

$$2) \quad t = 10s \quad \begin{cases} U = 0,5V \\ i = 1,0A \end{cases}$$

$$R = \frac{U}{i} = \frac{0,5}{1,0} (\Omega) \Rightarrow \boxed{R = 0,5\Omega}$$

b) 1) O produto  $Ui$  representa a potência elétrica no resistor.

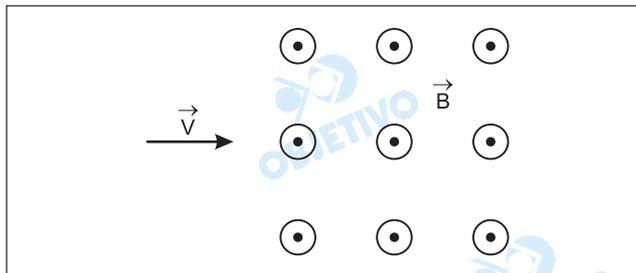
2)



A área sob o arco de parábola representa a energia elétrica dissipada no resistor sob a forma de energia térmica, para o intervalo de tempo considerado.

O professor de Física decidiu ditar um problema "para casa", faltando apenas um minuto para terminar a aula. Copiando apressadamente, um de seus alunos obteve a seguinte anotação incompleta:

Um elétron ejetado de um acelerador de partículas entra em uma câmara com velocidade de  $8 \times 10^5$  m/s, onde atua um campo magnético uniforme de intensidade de  $2,0 \times 10^{-3}$  .....



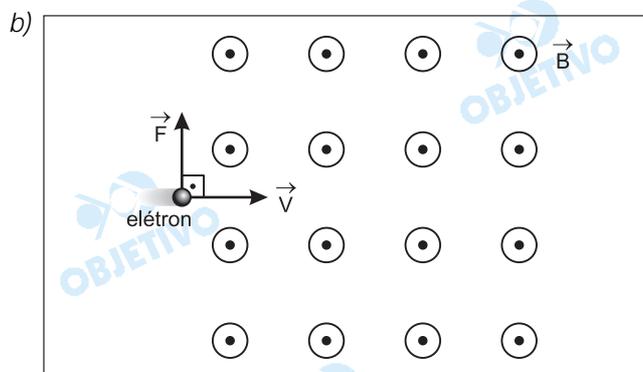
Determine a intensidade da força magnética que atua sobre o elétron ejetado, sendo a carga de um elétron  $-1,6 \times 10^{-19}$  .....

Sabendo que todas as unidades referidas no texto estavam no Sistema Internacional,

- quais as unidades que acompanham os valores  $2,0 \times 10^{-3}$  e  $-1,6 \times 10^{-19}$ , nesta ordem?
- resolva a "lição de casa" para o aluno, considerando que as direções da velocidade e do campo magnético são perpendiculares entre si.

#### Resolução

a) No **SI** (Sistema Internacional), o campo magnético ( $\vec{B}$ ) tem intensidade expressa em **tesla** (T), enquanto a carga elétrica é medida em **coulomb** (C).



A intensidade da força magnética aplicada ao elétron fica determinada por:

$$F = q v B \sin \theta \text{ (Equação de Lorentz)}$$

No caso,  $\theta = 90^\circ$  e  $\sin 90^\circ = 1$ , logo:

$$F = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 8,0 \cdot 10^5 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ (N)}$$

Da qual:  $F = 2,56 \cdot 10^{-16} \text{ (N)}$

**Respostas:** a)  $\vec{B}$ : tesla (T); q: coulomb (C)

b)  $2,56 \cdot 10^{-16} \text{ (N)}$

## Comentário de Física

As questões de Física da UFSCar 2005 foram adequadas à seleção dos melhores candidatos. Quase todos os assuntos importantes do programa do Ensino Médio foram abordados em formulações bem originais. O gabarito oficial da questão 15, sobre Óptica, apontou a alternativa **e**. Na nossa opinião, a resposta correta é **b**, já que da posição em que se encontra o observador, não é possível ver a imagem.

