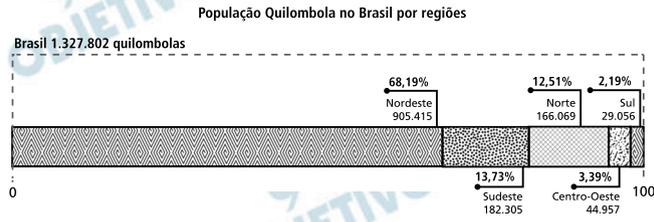


### População Quilombola no Brasil por regiões



(Fonte: Censo, IBGE, 2022)

(Disponível em <https://www.gov.br/pt-br/noticias/assistencia-social/2023/07/populacao-quilombola-e-de-1-3-milhao-indica-recorte-inedito-do-censo>. Acesso em 11/08/2024.)

A partir da leitura do gráfico e de sua legenda, faça o que se pede.

- Cite dois fatores históricos que ocasionaram a maior concentração de quilombolas em uma região brasileira. Explique por que esses fatores impactaram tal concentração.
- Identifique e explique – considerando o contexto a partir do século XXI – dois desafios relativos aos territórios quilombolas no país.

#### Resolução

- Durante os séculos XVI a XIX, o Nordeste foi o principal pólo econômico do Brasil devido à economia açucareira, o que levou à região um grande número de africanos escravizados trazidos para trabalhar nos engenhos, especialmente em estados como Bahia, Pernambuco e Maranhão. Soma-se a este contexto a dificuldade de se utilizar a mão de obra de indígena, uma vez que resistiam à escravidão por meio de fuga, ataques a colonos ou recusando-se a trabalhar nas condições impostas. Além disso, a organização comunitária, o conhecimento do território e as missões jesuíticas que buscavam a conversão dos indígenas ao cristianismo, facilitavam a formação de redes de resistência e dificultavam sua submissão ao trabalho compulsório.
- São desafios relativos aos territórios quilombolas no país a partir do século XXI:
  - Regularização fundiária e conflitos territoriais: apesar do direito à posse definitiva das terras quilombolas, garantido pela Constituição de

1988, a regularização desses territórios ocorre de forma lenta. Sem a titulação das terras, as comunidades ficam vulneráveis a conflitos fundiários, invasões de terras por grandes fazendeiros, mineradoras e grileiros.

2. **Desigualdade social e acesso precário aos serviços públicos:** as comunidades quilombolas freqüentemente enfrentam altos índices de pobreza e têm dificuldades no acesso a serviços básicos, como saúde, educação, saneamento e infraestrutura. Tais condições perpetuam as desigualdades históricas enfrentadas pelos quilombolas e agrava os impactos de problemas como desnutrição, mortalidade infantil e evasão escolar, comprometendo o futuro das novas gerações.

“O tipo de poder favorecido pela extensão do ciberespaço não é, evidentemente, o poder hierárquico, burocrático ou territorial à antiga. Cada vez mais, será um poder nascido da capacidade de aprender e de trabalhar de maneira cooperativa, relacionado com o grau de confiança e de reconhecimento recíprocos reinantes num contexto social.

(LEVY, P. A Revolução contemporânea em matéria de comunicação. *Revista FAMECOS*, 9, p. 43, dezembro de 1998.)

“Após se consolidar a abertura comercial da internet nas últimas décadas, constata-se que essa rede tem sido apropriada como um sistema global de monitoramento financeiro e civil por onde se desdobra a geopolítica do século XXI. Tanto o comércio global quanto as viagens aéreas são reorganizados para possibilitar a identificação, rastreamento e manutenção dos corpos e circulações sob controle. Telefones celulares e passaportes têm o potencial de transformar em dispositivos de rastreamento o objeto que os porta”.

(Adaptado de GRAHAM, S. *Cidades sitiadas: O novo urbanismo militar*. São Paulo: Boitempo, p. 129, 2016.)

A partir da leitura dos dois excertos acima,

- a) indique duas funções atribuídas à internet por cada um dos autores. Explique cada uma delas.
- b) relacione o contexto de publicação de cada um dos excertos acima à leitura que os autores fazem sobre a potencialidade da internet.

### **Resolução**

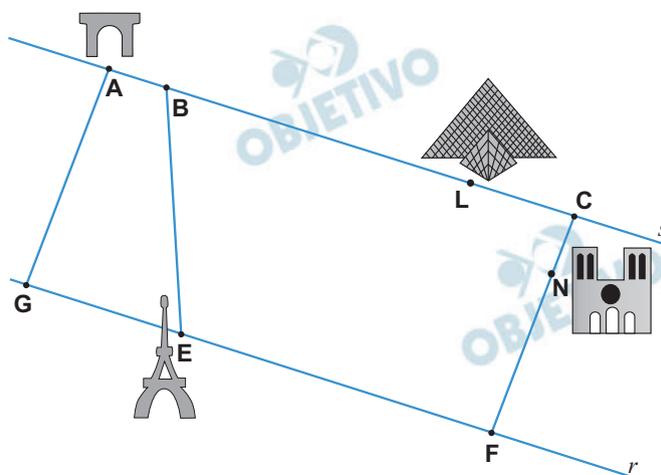
- a) Para LEVY, P., a Internet, chamada por ele de ciberespaço deve se caracterizar (1) pela colaboração, entendido como uma forma cooperativa de trabalhar, pois esse espaço é compartilhado pela comunidade global e (2) a confiabilidade necessária para o processo se desenvolva plenamente, portanto, a internet revela-se para esse primeiro autor como um instrumento capaz de promover a sociabilidade. Já para GRAHAM, S., a internet tornou-se (1) um sistema global de monitoramento do sistema financeiro e civil, com atuação na esfera geopolítica, haja vista a expansão das operações financeiras de criptomoedas ou transferências instantâneas de valores; e, além disso, a internet (2) tem se tornado um instrumento de vigilância, capaz,

por exemplo, de rastrear ou ainda promover, pelo uso da inteligência artificial, a leitura de perfil de consumidores.

- b) O primeiro texto foi elaborado em um contexto de expansão do número de usuários da internet, o que pode justificar o caráter mais otimista em relação a essa nova forma de comunicação virtual. Já o segundo, foi elaborado mais recentemente, quando já teria sido possível expressar um senso mais crítico sobre as consequências do uso da internet, emitindo, portanto, uma abordagem menos otimista.

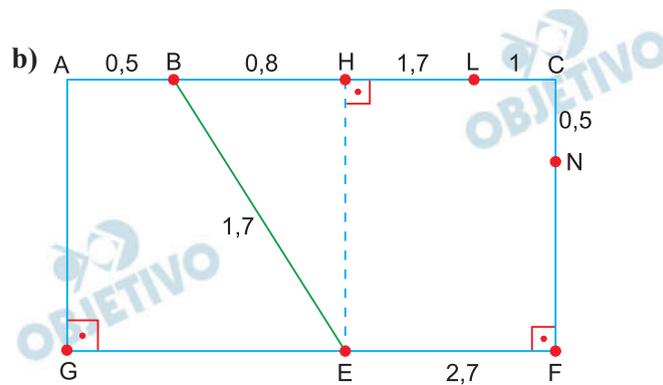
Rayssa participou dos Jogos Olímpicos de Paris. Ela visitou quatro pontos turísticos da cidade: o Arco do Triunfo, a Catedral de Notre-Dame, o Museu do Louvre e a Torre Eiffel.

- a) Rayssa escolheu a melhor foto que tirou de cada um desses pontos turísticos e publicará uma por dia em suas redes sociais, ao longo de quatro dias consecutivos, sem repetir nenhuma foto. De quantas maneiras ela pode fazer isso? Justifique.
- b) Na figura abaixo, o Arco do Triunfo, a Catedral de Notre-Dame, o Museu do Louvre e a Torre Eiffel estão indicados pelos pontos A, N, L e E, respectivamente. Os segmentos de reta na figura representam ruas de Paris. As retas  $r, s$  são paralelas e os segmentos de reta AG e CF são paralelos entre si e perpendiculares a  $r$  e  $s$ . Considere as distâncias  $AB = CN = 0,5$ ,  $BL = 2,5$ ,  $LC = 1$ ,  $EF = 2,7$  e  $BE = 1,7$ , dadas em quilômetros. Rayssa visitou os pontos turísticos na seguinte ordem: Arco do Triunfo, Torre Eiffel, Catedral de Notre-Dame e Museu do Louvre, percorrendo a menor distância possível, nas ruas indicadas na figura. Qual foi a distância que ela percorreu? Justifique.



### Resolução

- a) De acordo com o texto, há 4 fotos distintas para serem postadas durante os 4 dias. Assim, o número de formas de postar as fotos é  $4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$



No triângulo retângulo EBH, temos:

$$EB^2 = BH^2 + EH^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1,7^2 = 0,8^2 + EH^2 \Rightarrow EH = 1,5$$

e percorrendo sempre as menores distâncias, em quilômetros, tem-se

$$\text{De A para E: } 0,5 + 1,7 = 2,2$$

$$\text{De E para N: } 2,7 + (1,5 - 0,5) = 3,7$$

$$\text{De N para L: } 0,5 + 1 = 1,5$$

Logo, a distância percorrida por Rayssa foi

$$2,2 + 3,7 + 1,5 = 7,4$$

Respostas: a) 24      b) 7,4 quilômetros

Considere as funções  $f(x) = x^2 + x + c$  e  $g(x) = x + k$ , onde  $c, k$  são números reais.

- a) Determine os valores de  $k$  e  $c$  para que se tenha  $f(g(1)) - g(f(1)) < 0$ .
- b) Sabendo que a equação  $f(x) = 0$  tem uma única solução real, determine o(s) valor(es) de  $k$  para que a soma das soluções da equação  $f(g^{-1}(x)) = 1/4$  seja igual a 2025, onde  $g^{-1}(x)$  denota a função inversa de  $g(x)$ .

### Resolução

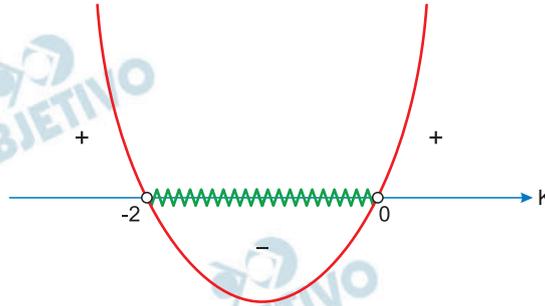
a)  $f(g(1)) - g(f(1)) < 0$

$$\Rightarrow f(1+k) - g(1^2 + 1 + c) < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (1+k)^2 + (1+k) + c - [(2+c) + k] < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 1 + 2k + k^2 + 1 + k + c - 2 - c - k < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow k^2 + 2k < 0, \text{ cujo gráfico}$$



Assim,  $k \in ]-2; 0[$  e  $c \in \mathbb{R}$

b) 
$$\begin{cases} f(x) = 0 \text{ tem uma única solução real.} \\ f(g^{-1}(x)) = \frac{1}{4} \end{cases}$$

1) Sendo  $g(x) = x + k$ , então  $g^{-1}(x) = x - k$

2)  $f(g^{-1}(x)) = \frac{1}{4} \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow f(x-k) = \frac{1}{4} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (x-k)^2 + (x-k) + c = \frac{1}{4} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 2k \cdot x + k^2 + x - k + c - \frac{1}{4} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x^2 + (-2k+1) \cdot x + k^2 + c - \frac{1}{4} = 0 \Leftrightarrow$$

3) Como a soma das soluções da equação

$f(g^{-1}(x)) = \frac{1}{4}$  é igual a 2025, temos:

$$2k - 1 = 2025 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow k = 1013$$

Respostas: a)  $k \in ]-2; 0[$  e  $c \in \mathbb{R}$

b) 1013

Helena tem um cadeado cuja abertura depende de uma senha composta por 3 dígitos que são números inteiros de 0 a 9. Após definir a senha do cadeado, ela cola um adesivo com certo código no cadeado. Este código, no entanto, não é a senha do cadeado: deixar a senha anotada no cadeado seria um equívoco. Para obter a senha correta,  $(x,y,z)$ , a partir do código  $(a,b,c)$ , Helena usa a seguinte relação entre os dígitos do código e os dígitos da senha:

$$\begin{cases} x + y + z = a, \\ x + z = b, \\ y + z = c. \end{cases}$$

- a) Se o código anotado por Helena fosse  $(9,6,3)$ , qual seria a senha do cadeado?
- b) Passados alguns meses, Helena se esqueceu da senha. Para seu azar, o adesivo com o código se apagou parcialmente e só sobraram visíveis os dois primeiros dígitos:  $(6,2,?)$ . Quais são todas as possíveis senhas? Justifique.

#### Resolução

$$\text{a) } \begin{cases} x + y + z = 9 \\ x + z = 6 \\ y + z = 3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x + y + z = 9 \\ y = 3 \\ x = 6 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x = 6; y = 3; z = 0$$

- b) Supondo que  $x$ ,  $y$  e  $z$  sejam números inteiros de 0 a 9, temos:

$$\begin{cases} x + y + z = 6 \\ x + z = 2 \\ y + z = c \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} y = 4 \\ x + z = 2 \\ y + z = c \end{cases}$$

Se  $x + z = 2$ , então:

$$\begin{cases} x = 0 \\ z = 2 \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} x = 1 \\ z = 1 \end{cases} \text{ ou } \begin{cases} x = 2 \\ z = 0 \end{cases}$$

As senhas são, portanto:

$(0; 4; 2)$  ou  $(1; 4; 1)$  ou  $(2; 4; 0)$

Resposta: a)  $(6; 3; 0)$

b)  $(0; 4; 2)$  ou  $(1; 4; 1)$  ou  $(2; 4; 0)$

A trave de equilíbrio é um aparelho de ginástica artística, no qual a atleta deve se equilibrar enquanto realiza movimentos coreográficos, saltos e giros. A Figura 1 representa a trave de equilíbrio. A trave é paralela ao solo e os pontos A, B, e C formam um triângulo equilátero. A Figura 2 representa um dos movimentos realizados pela atleta.

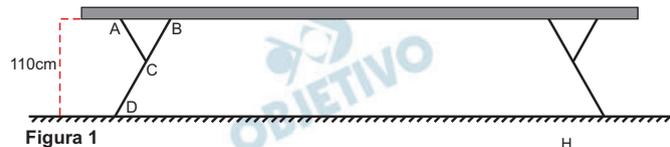


Figura 1

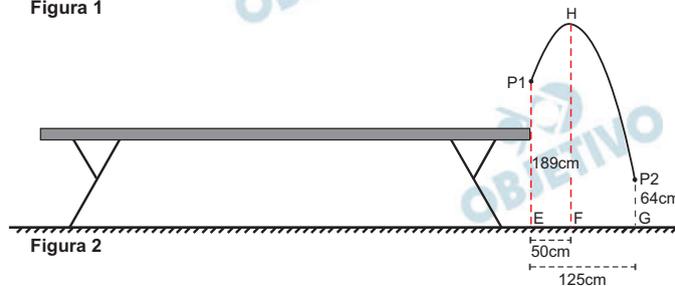
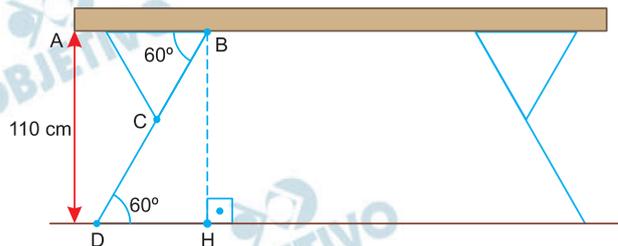


Figura 2

- a) Sabendo que a distância da trave ao solo é de 110 cm, calcule o comprimento do segmento DB.
- b) A atleta realiza um salto de saída da trave, representado na Figura 2. Sabe-se que a trajetória do centro de massa da atleta é uma parábola, conforme ilustrado na figura 2. A distância horizontal entre a saída da trave e o local da aterrissagem é 125 cm e o ponto mais alto da trajetória (ponto H) é alcançado a 50 cm da saída da trave (distância horizontal). Sabe-se que no momento da saída, o centro de massa está a 189 cm do chão (ponto P1) e que no momento da aterrissagem o centro de massa da atleta está situado a 64 cm do chão (ponto P2), como mostra a figura. Calcule a maior altura atingida pelo centro de massa da atleta durante esse movimento.

### Resolução

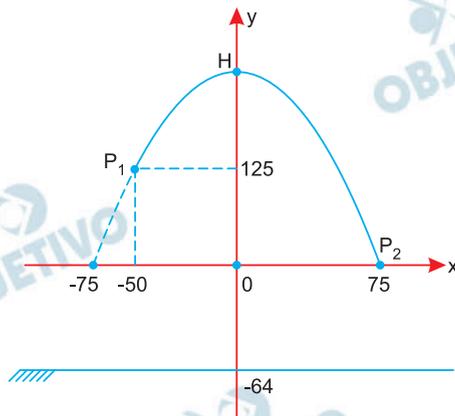
a)



No triângulo retângulo BDH, temos:

$$\operatorname{sen} 60^\circ = \frac{BH}{BD} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{110}{BD} \Leftrightarrow BD = \frac{220\sqrt{3}}{3}$$

b)



A parábola tem equação:

$$f(x) = a(x - 75) \cdot (x + 75)$$

$$1) f(-50) = a \cdot (-50 - 75)(-50 + 75) = 125 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = -\frac{1}{25}$$

$$2) f(0) = -\frac{1}{25} \cdot (0 + 75) \cdot (0 - 75) = 3 \cdot 75 = 225$$

3) Assim, a altura máxima, em centímetros, é

$$225 + 64 = 289$$

Resposta: a)  $\frac{220\sqrt{3}}{3}$  cm      b) 289 cm

Atualmente, em substituição à escala Richter, a escala de magnitude e momento, denotada por  $M_w$ , é a utilizada para estimar a magnitude de todos os grandes terremotos. Para calcular  $M_w$ , é necessário conhecer o valor do momento sísmico,  $M_0$ , o qual é estimado a partir de registros de sismógrafos. O valor de  $M_w$  se relaciona com o valor de  $M_0$  pela fórmula

$$M_w = -10,7 + \frac{2}{3} \log M_0.$$

- a) Qual é o menor valor de  $M_0$  para o qual  $M_w \geq 0$ ? Justifique.
- b) Em uma dada ocorrência sísmica, verificou-se que o valor de  $M_w$  correspondia a  $\frac{1}{6} \log M_0$ . Nesse caso, quais são os valores de  $M_0$  e  $M_w$ ? Justifique.

#### Resolução

a)  $M_w \geq 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow -10,7 + \frac{2}{3} \cdot \log M_0 \geq 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{2}{3} \cdot \log M_0 \geq 10,7 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log M_0 \geq 16,05 \Leftrightarrow M_0 \geq 10^{16,05}$$

Portanto, o menor valor de  $M_0$  para o qual  $M_w \geq 0$  é  $10^{16,05}$

b) 1) No caso de  $M_w = \frac{1}{6} \cdot \log M_0$ , temos:

$$-10,7 + \frac{2}{3} \cdot \log M_0 = \frac{1}{6} \cdot \log M_0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{2}{3} \cdot \log M_0 - \frac{1}{6} \cdot \log M_0 = 10,7 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} \cdot \log M_0 = 10,7 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log M_0 = 21,4 \Leftrightarrow M_0 = 10^{21,4}$$

2)  $M_w = \frac{1}{6} \cdot \log M_0 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow M_w = \frac{1}{6} \cdot \log 10^{21,4} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow M_w = \frac{21,4}{6} = \frac{107}{30}$$

Resposta: a)  $10^{16,05}$

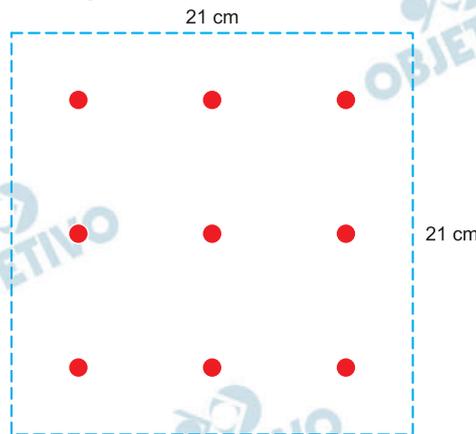
$$\text{b) } M_0 = 10^{21,4} \text{ e } M_w = \frac{107}{30}$$

Seja  $Q$  um quadrado de lado medindo 21 cm.

- a) Considere que  $Q$  foi subdividido em 9 quadrados  $Q_1, \dots, Q_9$ , cujos lados medem 7 cm. Quantos triângulos distintos podem ser formados de modo que seus vértices sejam os centros dos quadrados  $Q_1, \dots, Q_9$  dessa subdivisão? Lembre-se de que dois triângulos são distintos quando seus vértices não coincidem.
- b) É possível escolhermos 10 pontos em  $Q$  de modo que a distância entre quaisquer dois desses pontos seja maior do que 10 centímetros? Justifique.

### Resolução

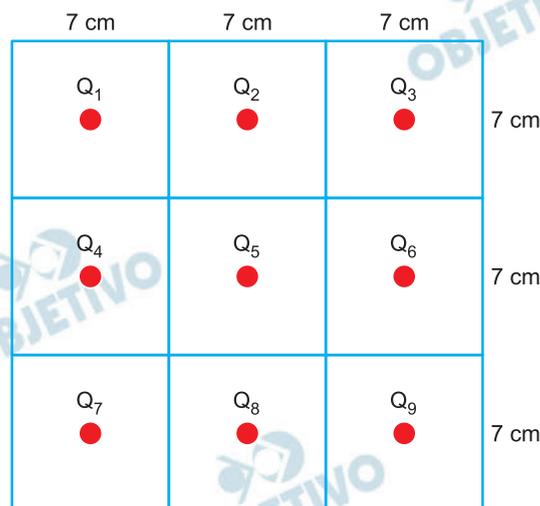
- a) Sejam os centros dos 9 quadrados, conforme a figura a seguir



O número de triângulos que podem ser formados a partir das condições do enunciado é

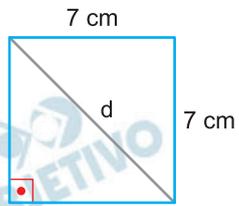
$$C_{9,3} - 3 - 3 - 2 = 84 - 8 = 76$$

- b)



A partir da figura, temos que se existem 10 pontos em 9 regiões quadrangulares, pelo menos 2 pontos estarão em uma mesma região quadrangular. A

distância entre dois pontos de uma mesma região quadrangular é menor que 10cm, pois:



$$d^2 = (7\text{cm})^2 + (7\text{cm})^2$$

$$d = \sqrt{98} \text{ cm} < \sqrt{100} \text{ cm}$$

$$d < 10 \text{ cm}$$

Portanto, não é possível escolher 10 pontos em Q, tais que a distância seja maior que 10 centímetros.

Respostas: a) 76 b) verificação

O vento Föhn, presente nas grandes cordilheiras (Alpes, Andes, Montanhas Rochosas), ocorre quando uma camada de vento é forçada a subir uma montanha, sofrendo expansão devido à redução da pressão atmosférica e resfriando-se a ponto de atingir a condensação (Figura A). Na sequência, o ar desprovido de umidade desce do outro lado a encosta, sofrendo compressão e aquecimento; isso resulta em um vento quente e seco. A Figura B, no espaço de respostas, mostra uma expansão de um gás ideal (linha contínua de i a f) num diagrama de pressão  $P$  versus volume  $V$ .

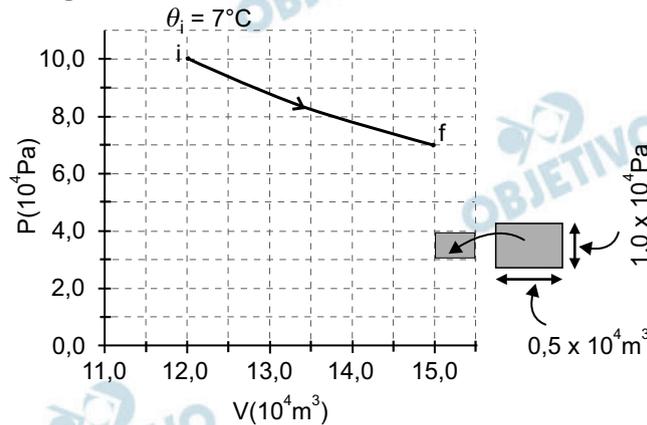


- a) Qual é a temperatura  $\theta_f$ , em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), do gás no ponto f do diagrama da Figura B?

Dado:  $T(\text{K}) - \theta (^{\circ}\text{C}) \approx 273$ .

- b) Qual é o trabalho realizado pelo gás na expansão (linha contínua) entre os pontos i e f do diagrama da Figura B?

**Figura B**



**Resolução**

- a) Cálculo da temperatura final  $\theta_f$ :

$$P_i = 10,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$V_i = 12,0 \cdot 10^4 \text{ m}^3$$

$$T_i = 7,00 + 273 \text{ (K)}$$

$$T_i = 280 \text{ K}$$

$$P_f = 7,00 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$V_f = 15,0 \cdot 10^4 \text{ m}^3$$

$$\theta_f = ?$$

Lei geral dos gases perfeitos:

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f}$$

$$\frac{10,0 \cdot 10^4 \cdot 12,0 \cdot 10^4}{280} = \frac{7,00 \cdot 10^4 \cdot 15,0 \cdot 10^4}{T_f}$$

$$T_f = \frac{7,00 \cdot 15,0 \cdot 280}{10,0 \cdot 12,0} \text{ (K)}$$

$$T_f = \frac{29400}{120} \text{ (K)}$$

$$T_f = 245 \text{ K}$$

$$\theta_f = T_f - 273$$

$$\theta_f = 245 - 273 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\theta_f = -28^\circ\text{C}$$

b) O trabalho  $\tau$  é numericamente igual à área sob o gráfico da transformação.

Aproximando-se a figura para um trapézio:

$$\tau \cong \text{área (J)}$$

$$\tau \cong \frac{(B + b) \cdot H}{2}$$

Do gráfico:

$$B = 10,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$b = 7,00 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$H = 15,0 \cdot 10^4 - 12,0 \cdot 10^4 \text{ (Pa)}$$

$$H = 3,00 \cdot 10^4 \text{ (Pa)}$$

$$\tau \cong \frac{(10,0 \cdot 10^4 + 7,00 \cdot 10^4) 3,00 \cdot 10^4}{2} \text{ (J)}$$

$$\tau \cong \frac{17,0 \cdot 10^4 \cdot 3,00 \cdot 10^4}{2} \text{ (J)}$$

$$\tau \cong \frac{51,0 \cdot 10^8}{2} \text{ (J)}$$

$$\tau \cong 25,5 \cdot 10^8 \text{ (J)}$$

$$\tau \cong 2,55 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Outra maneira de calcular a área é pela contagem de retângulos com as medidas fornecidas pelo gráfico.

Área do retângulo de referência:

$$A = b \cdot h = 0,5 \cdot 10^4 \cdot 1,0 \cdot 10^4 \text{ (J)} \Rightarrow A = 0,5 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Considerando-se que a figura contenha, aproximadamente, 50 retângulos completos, vem:

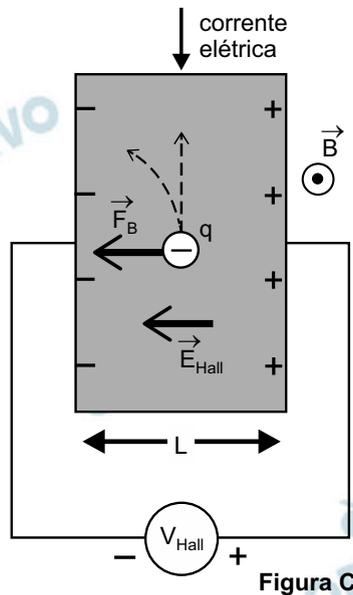
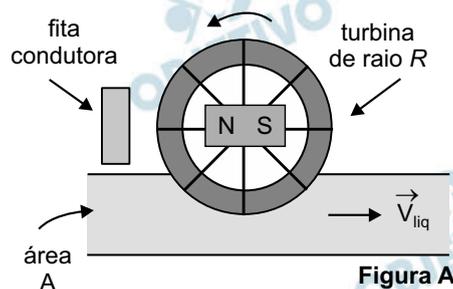
$$\tau \cong 50 \cdot 0,5 \cdot 10^8 \text{ J} \Rightarrow \tau \cong 2,50 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Respostas: a)  $-28^\circ\text{C}$

b)  $\tau \cong 2,55 \cdot 10^9 \text{ J}$  (pela área sob a curva)

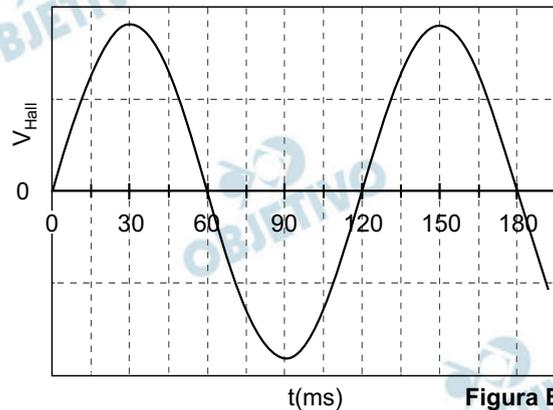
$\tau \cong 2,50 \cdot 10^9 \text{ J}$  (pela contagem das áreas dos retângulos)

Vários dispositivos eletrônicos (*mouses, joysticks* etc.) fazem uso do Efeito Hall. A Figura A mostra o esquema de um fluxômetro empregado para medir a vazão  $Z$  de um líquido (volume que atravessa a seção reta da tubulação por unidade de tempo) que usa esse princípio: o escoamento do líquido na tubulação gira uma turbina junto com um ímã, o que gera uma diferença de potencial ( $V_{\text{Hall}}$ ) numa fita condutora.



- a) Com a rotação do ímã do fluxômetro, a diferença de potencial  $V_{\text{Hall}}$  varia conforme ilustrado na Figura B no espaço de respostas, sendo máxima quando o polo norte do ímã aponta para a fita. Sendo  $A = 70 \text{ cm}^2$  a área da seção reta da tubulação e  $R = 3,0 \text{ cm}$  o raio externo da turbina, calcule a vazão  $Z$  do líquido. Assuma que a velocidade do líquido,  $\vec{V}_{\text{liq}}$ , seja constante e uniforme e de módulo igual ao da velocidade da extremidade da turbina.
- b) A Figura C mostra uma fita de largura  $L = 3,0 \text{ mm}$  conduzindo corrente elétrica na presença do campo magnético  $\vec{B}$  que sai do papel. A força magnética  $\vec{F}_B$  desvia as cargas elétricas ( $q = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) responsáveis pela corrente, acumulando-as nas bordas da fita. Isso dá origem à diferença de potencial  $V_{\text{Hall}}$ , ao

campo elétrico ( $\vec{E}_{\text{Hall}}$ ) e a uma força elétrica  $\vec{F}_{E, \text{Hall}}$  oposta a  $\vec{F}_B$ . Quase instantaneamente o equilíbrio de forças se estabelece e as cargas passam a seguir em linha reta, cessando o acúmulo nas bordas da fita. Para a condição de equilíbrio em que  $V_{\text{Hall}} = 1,5 \times 10^{-7} \text{ V}$ , quanto vale  $|\vec{F}_B|$ ?



### Resolução

a)  $T = 120 \text{ ms}$  (vide figura B)

No sensor, a velocidade escalar no movimento circular uniforme é dada por:

$$V = \frac{2\pi R}{T}$$

$$V = \frac{2 \cdot 3 \cdot 3,0}{120 \cdot 10^{-3}} \text{ (cm/s)}$$

$$V = 150 \text{ cm/s}$$

No tubo, como o escoamento é com velocidade escalar constante, temos:

$$Z = \frac{\text{Vol}}{\Delta t}$$

$$Z = \frac{A \cdot \Delta s}{\Delta t}$$

$$Z = A \cdot V_{\text{liq}}$$

Mas, de acordo com o enunciado:  $V_{\text{liq}} = V$ .

Assim, temos:

$$Z = 70 \cdot 150 \text{ (cm}^3/\text{s)}$$

$$Z = 1,05 \cdot 10^4 \text{ cm}^3/\text{s}$$

b) De acordo com a figura C, temos um campo elétrico uniforme, logo:

$$E \cdot d = U$$

$$|\vec{E}_{\text{Hall}}| \cdot L = V_{\text{Hall}}$$

$$|\vec{E}_{\text{Hall}}| \cdot 3,0 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-7}$$

$$|\vec{E}_{\text{Hall}}| = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ V/m}$$

Na condição de equilíbrio, temos:

$$|\vec{F}_B| = |\vec{F}_{E, \text{Hall}}|$$

$$|\vec{F}_B| = |q| \cdot |\vec{E}_{\text{Hall}}|$$

$$|\vec{F}_B| = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ (N)}$$

$$|\vec{F}_B| = 8,0 \cdot 10^{-24} \text{ N}$$

Respostas: a)  $Z = 1,05 \cdot 10^4 \text{ cm}^3/\text{s}$

b)  $|\vec{F}_B| = 8,0 \cdot 10^{-24} \text{ N}$

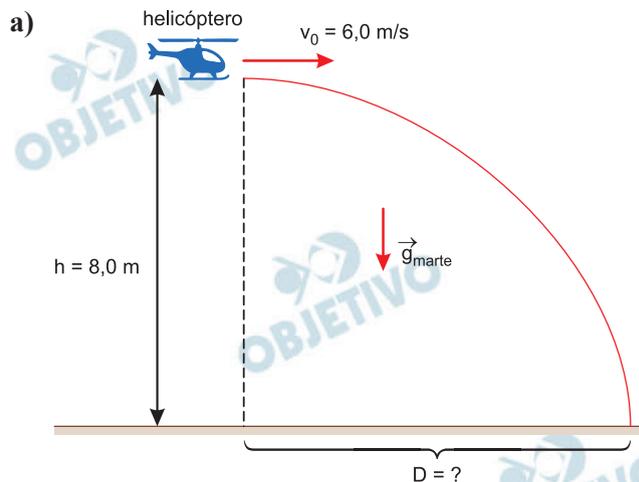
O *Ingenuity*, enviado ao planeta Marte pela NASA, foi o primeiro helicóptero, de pequenas dimensões, a operar fora da atmosfera terrestre. Na superfície de Marte, a aceleração gravitacional tem módulo dado por  $g_{\text{Marte}} \simeq 4 \text{ m/s}^2$ , e a pressão atmosférica é muito menor do que na superfície da Terra. Isso impõe desafios adicionais ao voo de pequenos helicópteros, hoje de uso corriqueiro na atmosfera terrestre (*drones*).

- a) Um pequeno helicóptero desloca-se em movimento horizontal, retilíneo e uniforme, com velocidade de módulo  $v_0 = 6,0 \text{ m/s}$  e a uma altura  $h = 8,0 \text{ m}$  a partir da superfície de Marte. Em dado momento, o helicóptero solta uma pequena massa que carregava, deixando-a cair livremente. Qual é o deslocamento horizontal dessa pequena massa desde que se desprende do helicóptero até atingir o solo marciano?
- b) A força de sustentação de um helicóptero é proporcional à diferença de pressão  $\Delta P$  entre as partes inferior e superior da hélice. Um pequeno helicóptero, em dada condição de operação, sustenta uma massa total  $m_{\text{Terra}} = 800 \text{ g}$ , incluindo seu próprio peso, permanecendo em movimento horizontal, retilíneo e uniforme, na atmosfera terrestre. Considere que esse helicóptero seja colocado para operar em Marte. Assuma, por simplicidade, que a diferença de pressão entre as partes inferior e superior da hélice, na mesma condição de operação, seja proporcional à própria pressão

atmosférica, ou seja:  $\frac{\Delta P_{\text{Marte}}}{\Delta P_{\text{Terra}}} = \frac{P_{\text{Marte}}}{P_{\text{Terra}}}$ . Sendo

$P_{\text{Terra}} = 160 P_{\text{Marte}}$ , calcule a massa  $m_{\text{Marte}}$  que o helicóptero sustentaria em movimento horizontal, retilíneo e uniforme, na atmosfera de Marte.

### Resolução



1) Cálculo do tempo de queda

$$\Delta s_y = v_{0y} t + \frac{\gamma_y}{2} t^2 \downarrow \oplus$$

$$8,0 = 0 + \frac{4,0}{2} T^2$$

$$T^2 = 4,0 \text{ (SI)} \Rightarrow T = 2,0\text{s}$$

2) Cálculo do alcance horizontal:

$$\Delta s_x = v_0 T$$

$$D = 6,0 \cdot 2,0 \text{ (m)} \Rightarrow D = 12,0\text{m}$$

b) Para o equilíbrio:

$$F_{\text{sustentação}} = P = m g$$

$$\Delta P_{\text{Marte}} \cdot A = m_{\text{Marte}} g_{\text{Marte}}$$

$$\Delta P_{\text{Terra}} \cdot A = m_{\text{Terra}} g_{\text{Terra}}$$

$$\frac{\Delta P_{\text{Marte}}}{\Delta P_{\text{Terra}}} = \frac{m_{\text{Marte}}}{m_{\text{Terra}}} \cdot \frac{g_{\text{Marte}}}{g_{\text{Terra}}}$$

$$\frac{1}{160} = \frac{m_{\text{Marte}}}{800} \cdot \frac{4}{10} \Rightarrow m_{\text{Marte}} = \frac{800}{160} \cdot 2,5 \text{ (g)}$$

$$m_{\text{Marte}} = 12,5\text{g}$$

Respostas: a) D = 12,0 m

b)  $m_{\text{Marte}} = 12,5\text{g}$

Cerca de cinquenta modalidades esportivas estiveram presentes nos Jogos Olímpicos de Paris em 2024, dentre elas o “tiro esportivo”. Outra dezena de modalidades, no gelo ou na neve, fez parte dos Jogos Olímpicos de Inverno de Pequim em 2022, dentre elas o “esqui alpino”, incluído nesses jogos em 1936.

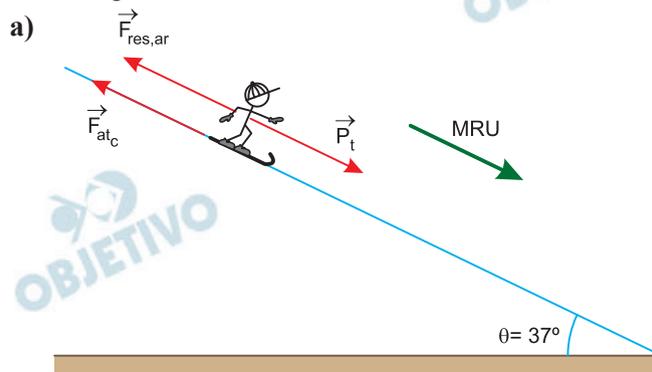
- a) Em uma competição de esqui alpino, um atleta de massa total  $m = 90 \text{ kg}$ , incluindo os esquis, desce, com velocidade constante, um plano inclinado que forma um ângulo  $\theta = 37^\circ$  com a horizontal. O coeficiente de atrito cinético entre o esqui e o gelo é  $\mu_c = 0,05$ . Qual é o módulo da força de resistência do ar,  $|\vec{F}_{\text{res, ar}}|$ , paralela ao plano inclinado, que age sobre o atleta na descida?

Dados:  $\sin 37^\circ = 0,6$ ;  $\cos 37^\circ = 0,8$ ;  $\text{tg } 37^\circ = 0,75$ .

- b) Em uma competição de tiro esportivo um atirador usa protetores auriculares que atenuam a intensidade sonora em  $\beta = 40 \text{ dB}$ . Um disparo ocorre, tomando como referência os ouvidos do atirador, a uma distância dada por  $r_0 = 0,6 \text{ m}$ . Considere que a intensidade sonora  $I(r)$  para um espectador situado a uma distância  $r$  ao ponto de disparo é dada por  $I(r) = \frac{\text{cte}}{r^2}$ . A que distância do disparo deve estar o espectador para que ele ouça o tiro com intensidade sonora equivalente àquela ouvida pelo atirador que usa protetores auriculares?

Dado: A atenuação em decibéis (dB) de uma onda sonora, cuja intensidade é reduzida de  $I(r_0)$  para  $I(r_1)$ , é dada por  $\beta = (10 \text{ dB}) \times \log_{10} \left( \frac{I(r_0)}{I(r_1)} \right)$ .

### Resolução



Velocidade constante:  $|\vec{F}_{\text{res, ar}}| + F_{\text{at}} = P_t$

$$|\vec{F}_{\text{res, ar}}| + \mu mg \cos \theta = mg \sin \theta$$

$$|\vec{F}_{\text{res, ar}}| + 0,05 \cdot 90 \cdot 10 \cdot \cos 37^\circ = 90 \cdot 10 \cdot \sin 37^\circ$$

$$|\vec{F}_{\text{res, ar}}| + 0,05 \cdot 90 \cdot 10 \cdot 0,8 = 90 \cdot 10 \cdot 0,6$$

$$|\vec{F}_{\text{res, ar}}| + 36 = 540 \Rightarrow |\vec{F}_{\text{res, ar}}| = 504 \text{ N}$$

$$b) \beta = (10 \text{ dB}) \log_{10} \left[ \frac{I(r_0)}{I(r_1)} \right]$$

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log_{10} \left[ \frac{\frac{cte}{(0,6)^2}}{\frac{cte}{r_1^2}} \right]$$

$$40 = (10 \text{ dB}) \log_{10} \left( \frac{r_1}{0,6} \right)^2$$

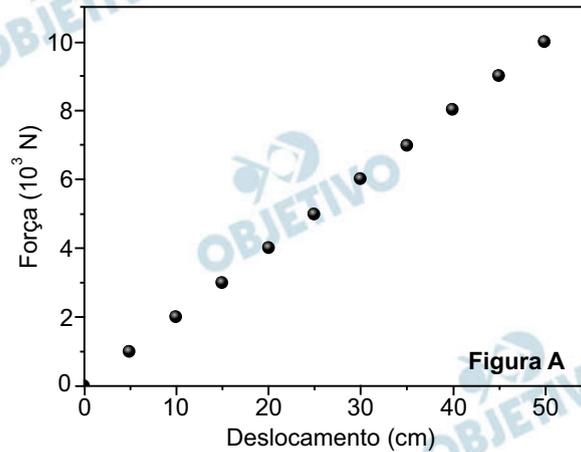
$$4 = \log_{10} \left( \frac{r_1}{0,6} \right)^2$$

$$\left( \frac{r_1}{0,6} \right)^2 = 10^4 \Rightarrow \frac{r_1}{0,6} = 10^2$$

Da qual:  $r_1 = 60\text{m}$

Respostas: a) 504N  
b) 60m

Nas Olimpíadas de 2024, os atletas foram avaliados – com o emprego de metodologias modernas e conceitos de Física – em diferentes modalidades esportivas, para análise dos movimentos e diagnose de desempenho.



- a) Nos saltos ornamentais, os atletas saltam da ponta da prancha, causando uma flexão que os impulsiona para cima. A Figura A ilustra a relação entre a força aplicada pelos atletas e o deslocamento gerado na prancha, a qual atua como uma mola sobre o atleta. Considere uma perda por atrito de 10% na energia potencial elástica. Qual a altura vertical máxima que um atleta de massa  $m = 72$  kg atinge ao flexionar a prancha de modo a deslocar sua ponta de uma distância  $\Delta x = 40$  cm em relação à sua posição de repouso?
- b) Câmeras em diferentes posições facilitam a análise dos movimentos e trajetórias nas diferentes modalidades esportivas. Algumas câmeras usam polarizadores para facilitar a visualização do objeto em movimento, com a redução de reflexões vindas das vizinhanças. A função dos polarizadores é otimizada quando essas reflexões indesejadas ocorrem na condição em que o raio refletido e o raio refratado formam um ângulo de  $90^\circ$ . Neste caso, o ângulo de incidência é conhecido como ângulo de Brewster ( $\theta_B$ ). A Figura B, no espaço de respostas, mostra um raio que incide na interface entre o ar e um meio de índice de refração  $n_2$ . O ângulo de incidência do raio é  $\theta_1 = \theta_B = 60^\circ$ . Calcule o índice de refração  $n_2$ .

Dados:  $\sin 60^\circ = 0,87$ ;  $\cos 60^\circ = 0,50$ ;  $\text{tg } 60^\circ = 1,73$ .

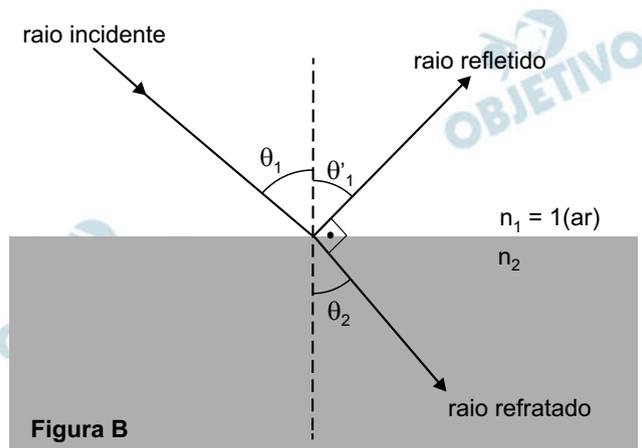
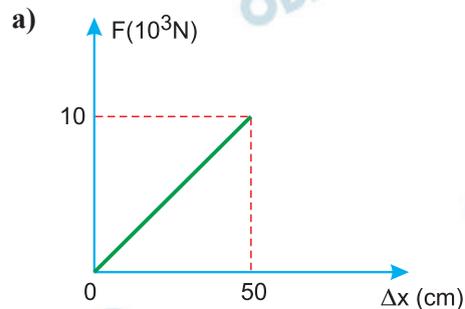


Figura B

### Resolução



#### 1) Cálculo da constante elástica

$$F = k \Delta x$$

$$10 \cdot 10^3 = k \cdot 50 \cdot 10^{-2}$$

$$k = 2,0 \cdot 10^4 \text{ N/m}$$

#### 2) Cálculo da energia elástica

$$E_e = \frac{k (\Delta x)^2}{2} = \frac{2,0 \cdot 10^4}{2} \cdot (0,40)^2 \text{ (J)}$$

$$E_e = 1,6 \cdot 10^3 \text{ J}$$

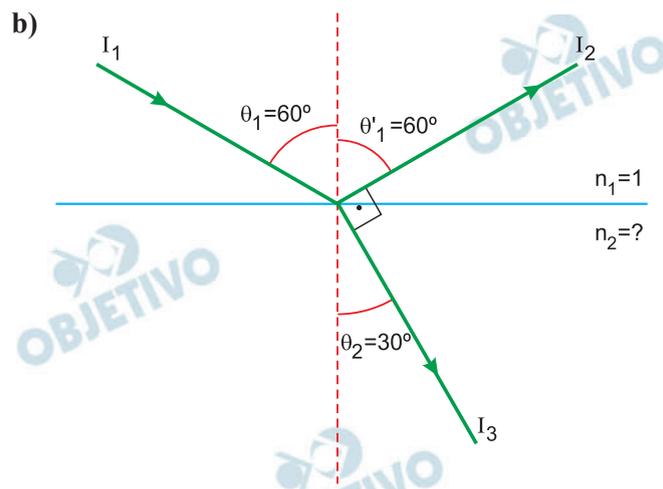
#### 3) Cálculo da altura máxima:

$$E_{\text{pot máx}} = 0,90 E_e$$

$$m g H = 0,90 E_e$$

$$72 \cdot 10 \cdot H = 0,90 \cdot 1,6 \cdot 10^3$$

$$H = 2,0 \text{ m}$$



1) De acordo com a lei de Brewster os raios  $I_2$  e  $I_3$  são perpendiculares. Portanto:

$$\theta'_1 + 90^\circ + \theta_2 = 180^\circ$$

$$\theta_2 = 30^\circ$$

2) Lei de Snell:

$$n_1 \cdot \text{sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$$

$$1 \cdot 0,87 = n_2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$n_2 = 1,74$$

Respostas: a)  $H = 2,0\text{m}$

b)  $n_2 = 1,74$

Quando colocamos água em um copo, ele passa a atuar como uma lente cilíndrica. Ao posicionarmos o objeto atrás do copo com água, as características da imagem dependem de sua posição, a exemplo do que acontece com uma lente delgada. Como observado na Figura A, a imagem produzida é real, invertida e maior que o objeto.

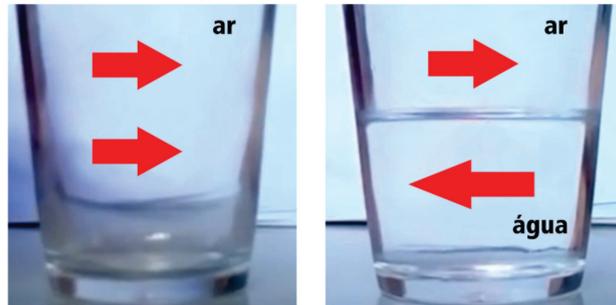
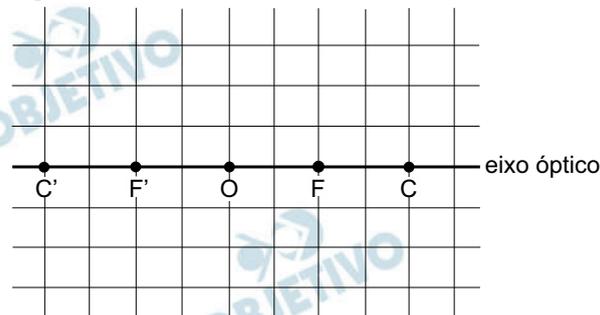


Figura A

- a) As posições do centro de curvatura e do foco de uma lente delgada estão representadas no eixo óptico ilustrado na Figura B no espaço de respostas. Para que a imagem produzida pela lente seja real, invertida e maior que o objeto, faça o que se pede:
- represente uma lente delgada no ponto O, explicitando se ela é divergente ou convergente.
  - posicione o objeto corretamente, representando-o como uma seta apontando para cima, com a base no eixo óptico.
  - usando o comportamento de dois raios notáveis, encontre a imagem com as características acima, representando-a como uma seta apontando para baixo e com a base no eixo óptico.
- b) Considere agora uma lente divergente delgada com distância focal  $f = -5$  cm. Um objeto está posicionado a uma distância  $p = 45$  cm dessa lente. Qual é o aumento linear transversal  $A$  da imagem gerada?

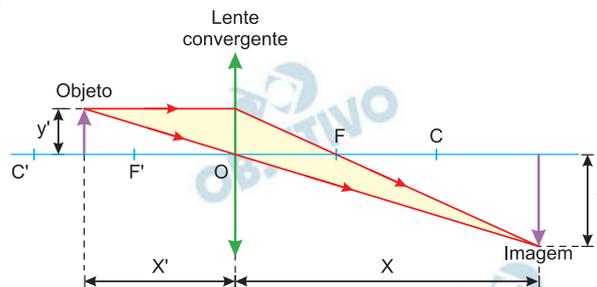
Figura B



### Resolução

- a) A água funciona como uma lente cilíndrica convergente, que conjuga à seta uma imagem real e invertida lateralmente.

Tendo-se em conta que a imagem é maior que o objeto, a lente esférica que replica a situação notada no copo com água envolve uma lente convergente com o objeto situado entre o ponto anti-principal e o foco, como está representado abaixo.



- b) Com  $f = -5\text{cm}$  (lente divergente) e  $p = 45\text{cm}$ , determina-se o aumento linear transversal fazendo-se:

$$A = \frac{f}{f - p} \Rightarrow A = \frac{-5}{-5 - 45}$$

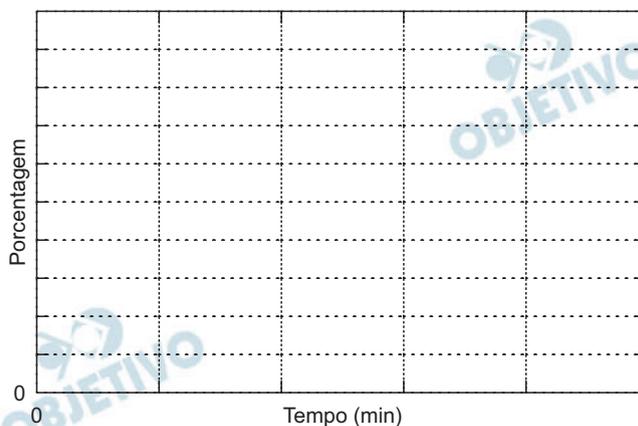
$$A = \frac{5}{50} \Rightarrow A = \frac{1}{10} = 0,10$$

Respostas: a) ver figura

b) 0,10

A exposição do ser humano à radioatividade é possível desde que feita de forma segura e em ambiente controlado. Os radiofármacos, que são medicamentos radioativos, são utilizados, em medicina, tanto no diagnóstico quanto no tratamento de doenças. Atualmente, o  $^{18}_9\text{F}$  é um dos principais radionuclídeos utilizados, sob a forma do fármaco 2-desoxi-2-( $^{18}\text{F}$ ) fluoro-D-glicose ( $^{18}\text{F}$ -FDG), em exames de diagnóstico de doenças no cérebro, como tumores. Uma vez aplicado, esse radiofármaco entra na célula e, com isso, torna lesões, como tumores, mais visíveis ao exame de tomografia por emissão de pósitrons (partículas  $\beta^+$ ), gerando o núcleo estável  $^{18}_8\text{O}$ . Nesse processo de decaimento, o tempo de meia-vida do  $^{18}_9\text{F}$  é de aproximadamente 110 minutos.

- a) A instrução para a realização desse exame informa que o paciente deve permanecer 1 hora em repouso depois da administração intravenosa do material radioativo  $^{18}\text{F}$ -FDG. Imediatamente após o período de repouso, o exame é realizado e finalizado em 30 minutos. Ao final do exame, o paciente é liberado sem restrições dietéticas ou de radioproteção. Considerando as informações dadas até então, construa, no espaço quadriculado em a) no campo de respostas, a curva de decaimento do radiofármaco. Determine a porcentagem restante de radiofármaco, em relação à quantidade inicial de 100%, 4 horas depois de o paciente ter finalizado o exame.



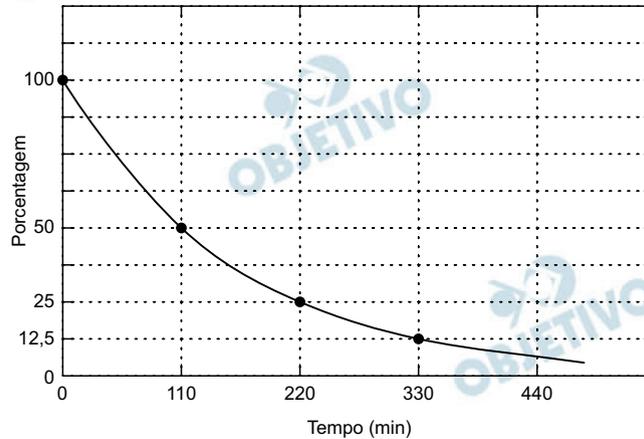
- b) Considerando o que está no texto principal e nas informações do item a), faz-se a seguinte afirmação: um radiofármaco para diagnóstico por imagem deve emitir uma radiação “incapaz de atravessar o corpo humano e, ao contrário de um radiofármaco terapêutico (para tratamento), deve promover o mínimo possível de interações lesivas aos tecidos vivos”. Assinale, no campo de resposta, se você concorda totalmente, se

concorda parcialmente ou se discorda totalmente dessa afirmação. Justifique sua escolha.

- concorda totalmente
- concorda parcialmente
- discorda totalmente

### Resolução

a) Curva de decaimento do radiofármaco:



**Cálculo do tempo total:**

**Repouso após administração intravenosa:**

**1 hora = 60 minutos**

**Duração do exame: 30 minutos**

**Tempo após o exame: 4 horas = 240 minutos**

**Tempo total = 330 minutos**

**Cálculo do número de meias-vidas:**

$$\frac{\text{tempo total}}{\text{tempo de meia-vida}} \Rightarrow \frac{330}{110} = 3 \text{ meias-vidas}$$

**Cálculo da porcentagem restante de radiofármaco:**

$$100\% \xrightarrow{t_{1/2}} 50\% \xrightarrow{t_{1/2}} 25\% \xrightarrow{t_{1/2}} 12,5\%$$

**A porcentagem restante é de 12,5%.**

b) **Concorda parcialmente.**

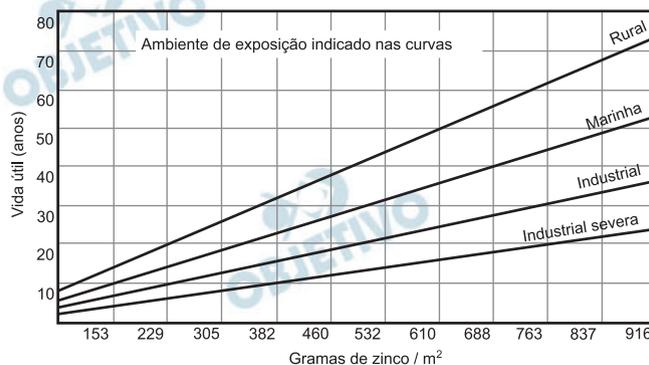
O átomo de flúor emite pósitron ( $_{+}\beta$ ) que ao colidir com um elétron ocorre a liberação de radiação  $\gamma$  que atravessa o corpo humano e será detectada por equipamentos externos.

Um radiofármaco terapêutico deve promover o mínimo possível de interações lesivas aos tecidos vivos.

Portanto, a primeira parte da afirmação está incorreta e a segunda parte está correta.

Ao construir uma moradia, uma pessoa leva em conta uma série de parâmetros para a escolha dos materiais: preço, conforto, durabilidade, beleza e harmonia na composição do projeto final. Se for mais além, ela também pode usar, ainda no que diz respeito à escolha dos materiais, critérios como as condições de produção e os potenciais impactos ambientais desses materiais ao longo de seu ciclo de vida. Com isso, as escolhas feitas podem contribuir para uma maior sustentabilidade do planeta.

- a) Considere 2 tipos de telhas: a de fibrocimento e a sanduíche (formada por alumínio e isopor). (i) Informe os recursos naturais utilizados para fabricação de cada tipo de telha. (ii) Comente os potenciais impactos da produção dessas telhas nas mudanças climáticas.
- b) A figura abaixo foi obtida de um estudo sobre telhas de aço revestidas com zinco (galvanizadas). Considerando as informações contidas na figura a seguir, (i) aponte os parâmetros de análise considerados nesse caso e (ii) cite duas conclusões que podem ser obtidas.



### Resolução

- a) (i) **Telha de fibrocimento: feita a partir do cimento (cujas matérias-primas naturais são calcário, argila, água e areia) e fibras naturais (origem vegetal ou mineral), por exemplo de celulose (cujas matéria prima natural é a madeira ou bagaço da cana-de-açúcar).**  
**Telha sanduíche: feita a partir do alumínio (cuja matéria-prima natural é a bauxita, principal minério de alumínio) e isopor (cuja matéria-prima é o estireno derivado do petróleo).**
- (ii) **A extração e utilização de recursos minerais e vegetais causam impacto associado a mudanças climáticas:**
- **degradação de paisagem**
  - **desmatamento**
  - **redução de biodiversidade**

- geração de resíduos
- poluição
- contaminação e compactação do solo

**Telha de fibrocimento:** demanda energética elevada, geração de CO<sub>2</sub>; extrativismo.

**Telha sanduíche:** demanda energética elevada, extração do petróleo, mineração da bauxita.

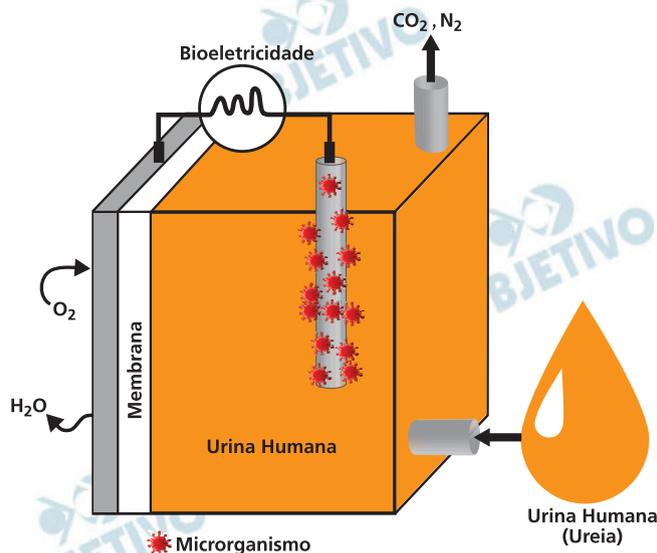
- b) (i) Os parâmetros de análise considerados são:
- I) Vida útil da telha (medida em anos) para diferentes ambientes.
  - II) Massa de zinco (medida em gramas por m<sup>2</sup>) medida nas telhas em diferentes ambientes.
- (ii) Quanto maior a massa de zinco presente nas telhas, maior a durabilidade da telha.

Em ambiente industrial severo (com alta emissão de compostos de caráter ácido) a vida útil das telhas é menor, já que os compostos presentes podem reagir com o zinco contido nas telhas, provocando corrosão, de acordo com a equação:



Células a combustível microbianas (CCMs) surgiram para contribuir como uma fonte alternativa para a geração de energia. As CCMs utilizam microrganismos eletroativos para transferir elétrons de moléculas orgânicas para um eletrodo. Dentre os substratos orgânicos utilizados para alimentar o compartimento anódico das CCMs e produzir eletricidade, destaca-se o uso da urina humana como fonte alternativa para geração de energia elétrica. Dos sólidos dissolvidos na urina, a ureia é o componente majoritário, podendo chegar a 23 gramas por litro. Como cada pessoa urina em média 2 litros por dia, a produção mundial média de urina chega aos  $1,6 \times 10^{10}$  litros/dia, tornando-se um recurso inestimável.

- a) A figura abaixo ilustra uma CCM. Em seu compartimento anódico, há um microrganismo agregado ao eletrodo, onde ocorre a transformação da ureia em alguns produtos, entre eles a água. Essa água produzida também sai do sistema, através de uma membrana semipermeável, juntamente com a água da própria urina. Observando a figura abaixo (i) escreva a equação química da reação global que ocorre na CCM e (ii) determine quantos mols de elétrons passam pelo circuito na transformação total de 1 mol de ureia.



- b) A ureia, presente na urina, pode ser convertida em fertilizante na forma de íons amônio, se adicionada ao solo. Considerando as informações do texto inicial, qual seria a massa de íons amônio obtida a partir da conversão de 100% da ureia da urina de uma pessoa em um dia?

Dados:

Fórmula da ureia  $(NH_2)_2CO$

Número de oxidação (NOX) do nitrogênio na ureia =  $-3$

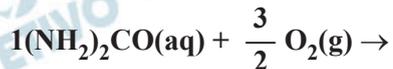
### Resolução

a) (i) Equação global que ocorre na célula a combustível microbiana (CCM):

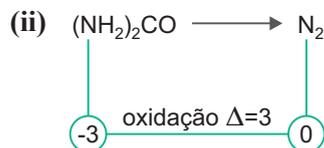
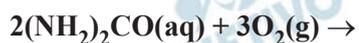
Considerando a figura, temos como reagentes:

anodo:  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  (ureia)

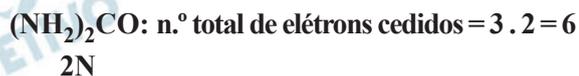
catodo:  $\text{O}_2$



ou



Cálculo da quantidade em mols de elétrons para 1 mol de ureia:

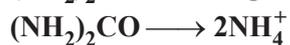


Conclusão: 6 mol de elétrons por mol de ureia

b) Concentração da ureia = 23g/L

Cálculo da massa da ureia em 2L:

$$C = \frac{m}{V} \quad \therefore 23\text{g/L} = \frac{m}{2\text{L}} \quad \therefore m = 46\text{g}$$



Recentemente, um grupo de pesquisadores da Embrapa investigou a associação entre a produtividade de carne bovina e o balanço de carbono gerado para quatro tipos diferentes de manejo, conforme tabela abaixo. Na determinação do balanço de carbono ( $\text{CO}_2$  total), os pesquisadores levaram em conta, além da própria emissão de  $\text{CO}_2$  e do seu sequestro pela plantação consorciada de árvores, as emissões de metano entérico ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). A tabela abaixo informa alguns resultados alcançados, sendo que o  $\text{CO}_2$  total foi obtido pela diferença entre a quantidade de gases de efeito estufa removidos da atmosfera e a quantidade de gases de efeito estufa emitidos.

	<b>Pastagem irrigada com alta lotação</b>	<b>Pastagem sem irrigação com alta lotação</b>	<b>Pastagem sem irrigação com lotação média</b>	<b>Pastagem degradada</b>
$\text{CO}_2$ total (t $\text{CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ )	- 13,40	0,14	1,30	- 6,23
Produtividade de carne ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	1386	867	656	221

a) Considere que você seja um pecuarista que visa a maximizar seu rendimento financeiro, mas que ao mesmo tempo se preocupa em não impactar, com sua atividade econômica, o meio ambiente. Levando em conta esses pressupostos, assinale, no campo de respostas, a condição que seria a mais adequada em seu caso. Justifique sua resposta, levando em conta os dados da tabela acima e as informações do texto inicial.

- Pastagem irrigada com alta lotação
- Pastagem sem irrigação com alta lotação
- Pastagem sem irrigação com lotação média
- Pastagem degradada

b) Cada gás do efeito estufa é capaz de reter calor em determinada intensidade. Tal capacidade pode ser comparada à capacidade do  $\text{CO}_2$  de realizar a mesma função, denominado  $\text{CO}_2\text{eq}$ . Para calcular o  $\text{CO}_2\text{eq}$ , basta multiplicar a quantidade de um gás de efeito estufa pelo seu potencial de aquecimento global (PAG).

Na pesquisa feita pela Embrapa, para um mesmo manejo, duas metodologias (com diferentes valores de PAG) foram usadas para fazer a conversão da quantidade de gases  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  em  $\text{CO}_2\text{eq}$ : **AR4** (PAG  $\text{CH}_4 = 21$ ,  $\text{N}_2\text{O} = 310$ ) e **AR5** (PAG  $\text{CH}_4 = 27,75$ ,  $\text{N}_2\text{O} = 265$ ). O valor do  $\text{CO}_2\text{eq}$  ( $\text{CH}_4 + \text{N}_2\text{O}$ ) calculado por **AR4** foi menor do que o valor encontrado aplicando **AR5**. Considerando todas essas informações, qual gás foi emitido em maior quantidade neste manejo:  $\text{CH}_4$  ou  $\text{N}_2\text{O}$ ? Explique.

### Resolução

a)  $\text{CO}_2$  total = gases estufa removidos – gases estufa emitidos

$\text{CO}_2$  total positivo: removidos > emitidos

$\text{CO}_2$  total negativo: emitidos > removidos

Conclusão:  $\text{CO}_2$  total positivo não causa impacto ambiental.

A pastagem sem irrigação com alta lotação é a melhor opção, pois o  $\text{CO}_2$  total é positivo (0,14) e a produtividade da carne ainda é relativamente elevada em relação às demais (867).

b) Seja  $x$  a quantidade de  $\text{CH}_4$  emitida e  $y$  a quantidade de  $\text{N}_2\text{O}$  em AR4 e AR5.

I) Cálculo do  $\text{CO}_2\text{eq}$  em AR4 e AR5:

AR4:  $21x + 310y$

AR5:  $27,75x + 265y$

Como o valor do  $\text{CO}_2\text{eq}$  em AR4 é menor que em AR5, temos:

$$21x + 310y < 27,75x + 265y$$

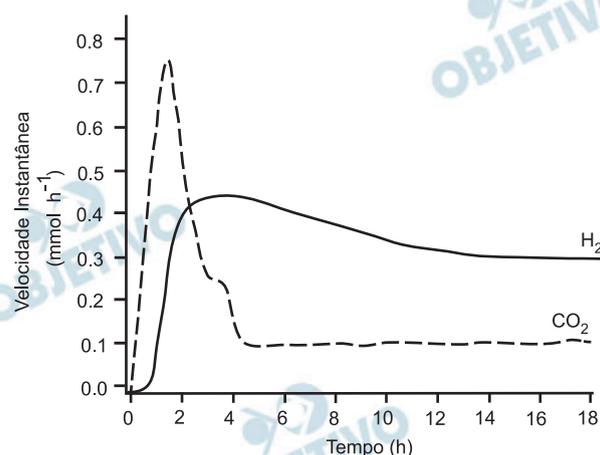
Resolvendo a inequação, temos:

$$\frac{x}{y} > 6,67$$

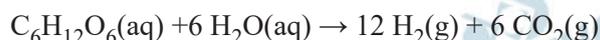
Logo, o  $\text{CH}_4$  é o gás emitido em maior quantidade.

A produção enzimática de hidrogênio a partir da glicose e água foi estudada do ponto de vista cinético e termodinâmico, revelando ser possível obter alto rendimento de  $H_2$  em condições suaves de reação: temperatura ambiente e pressão atmosférica. Com melhorias tecnológicas e integração com células de combustível, essa tecnologia também permitiria resolver alguns dos desafios associados ao armazenamento, à distribuição e à infraestrutura na economia baseada no  $H_2$ .

- a) A figura abaixo mostra a velocidade instantânea de formação de hidrogênio e dióxido de carbono em função do tempo do processo estudado.

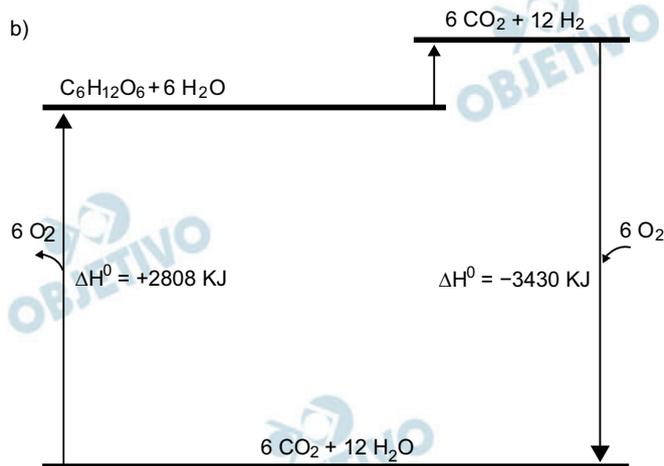


A equação química que representa quantitativamente o resultado desse processo é dada por:



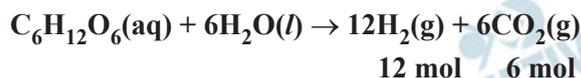
Levando em conta essas informações, em que tempo a razão entre as velocidades instantâneas de formação dos produtos se iguala à razão entre seus coeficientes estequiométricos? Justifique.

- b) Do ponto de vista termodinâmico, para a discussão dos resultados os autores utilizam o diagrama de energia (aqui incompleto) fornecido no campo de respostas. A partir desse diagrama, resolva: (i) no decorrer do processo sob estudo, o meio reacional tenderia a um aumento ou a uma diminuição da temperatura? Justifique. (ii) Calcule o valor da entalpia molar da reação de formação da água.



### Resolução

a) A produção enzimática de hidrogênio a partir da glicose e água é expressa pela equação balanceada:

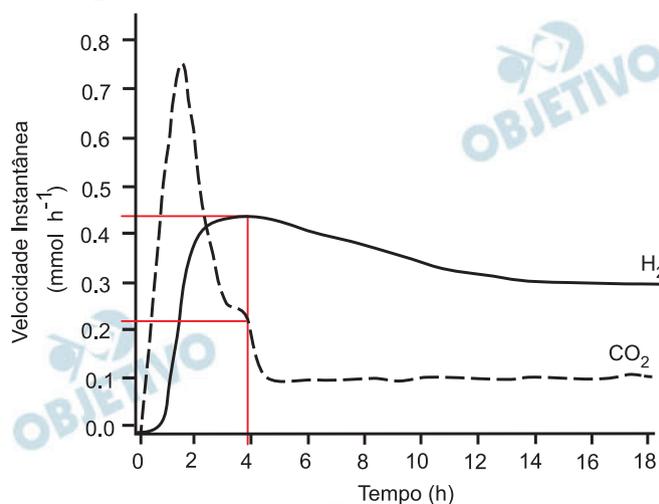


Os coeficientes estequiométricos nos fornecem a proporção em mols de cada substância que participa da reação.

Razão entre os coeficientes estequiométricos de  $\text{H}_2$  e  $\text{CO}_2$ :

$$r = \frac{12 \text{ mol de H}_2}{6 \text{ mol de CO}_2} = \frac{2}{1}$$

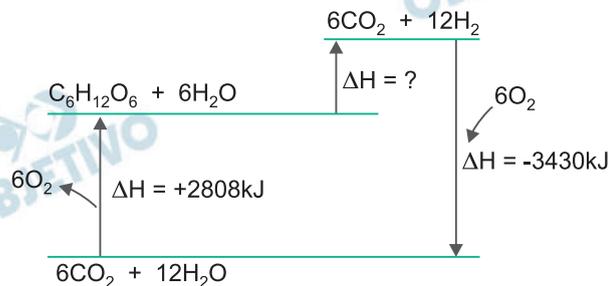
Portanto, a razão entre as velocidades instantâneas será igual à razão estequiométrica quando a velocidade instantânea do  $\text{H}_2$  for o dobro da do  $\text{CO}_2$  (2 : 1).



Observando o gráfico, isso ocorre no tempo aproximado de 4 horas (velocidade instantânea do  $\text{H}_2 \cong 0,44 \text{ mmol h}^{-1}$  e velocidade instantânea do  $\text{CO}_2 \cong 0,22 \text{ mmol h}^{-1}$ ).

b) (i) A análise do diagrama de energia nos permite concluir que a reação do processo sob estudo é endotérmica. Logo, o meio reacional tende

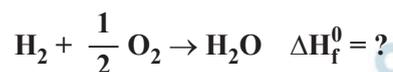
a uma diminuição da temperatura, pois o processo absorve calor. Para confirmar o exposto, vamos calcular o  $\Delta H$  do processo:



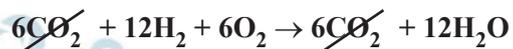
$$3430 = 2808 + \Delta H$$

$$\Delta H = +622\text{kJ}$$

(ii) Cálculo da entalpia molar de formação da água:



De acordo com o gráfico, temos:

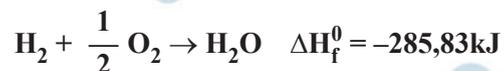


$$\Delta H = -3430\text{kJ}$$



$$\Delta H = -3430\text{kJ}$$

Dividindo a equação por 12, temos:

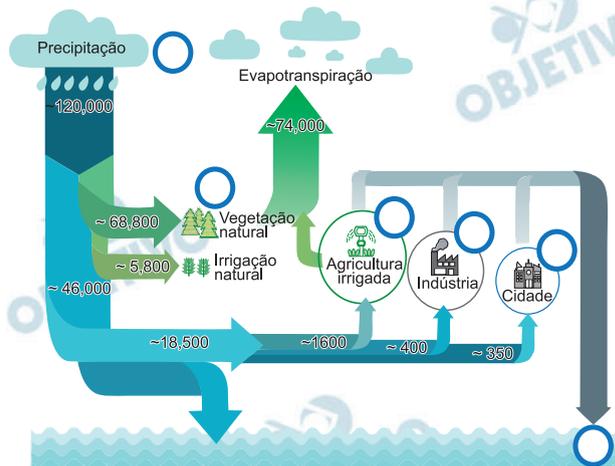


Nota:

- 1) Onde está  $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$  deve ser  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- 2) No gráfico onde está KJ deve ser kJ

De acordo com a ONU, i) um terço da população mundial não tem acesso a água potável, ii) as águas transfronteiriças são responsáveis por 60% dos fluxos de água doce do mundo e iii) nos últimos 50 anos os desastres relacionados à água representam 70% de todas as mortes relacionadas a desastres naturais.

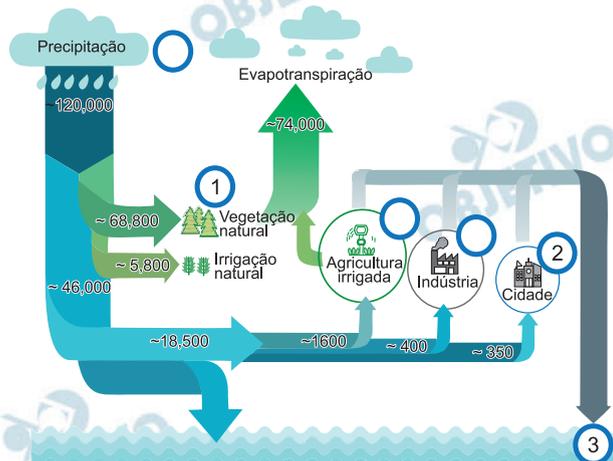
- a) “As sociedades humanas estão mudando onde e como a água flui através da atmosfera. No entanto, tais alterações no ciclo atmosférico da água não estão sendo gerenciadas, nem se tem uma ideia real do rumo que estas alterações poderão tomar no futuro.” Essas afirmações fazem parte do artigo intitulado (em tradução livre) “*Céu seco: cenários futuros para modificações humanas do ciclo da água atmosférica*”, publicado na revista **Global Sustainability** em 2024. Num contexto próximo a esse, em 2023, outro artigo, dessa vez intitulado (também em tradução livre) “*Captação de água atmosférica: uma revisão de técnicas, desempenho, soluções de energia renovável e viabilidade*”, foi publicado na revista **Energy**. Considerando essas informações, comente de que forma os objetivos do segundo artigo i) confirmariam as preocupações expressas no primeiro artigo e ii) contemporizariam a principal preocupação expressa no título do primeiro artigo.
- b) Num dado sentido, a crise mundial da água pode se manifestar por “1) escassez de água, 2) excesso de água ou 3) água muito poluída”, em escala local ou global. No campo de resposta, na figura que representa o ciclo da água, atribua os números 1, 2 e 3 a três dos seis círculos que julgar mais apropriados. Os números só podem ser usados uma única vez. Dentre as atribuições 1, 2 e 3, em qual delas e de que forma a Química pode melhor contribuir para a solução desse problema? Exemplifique e explique sua resposta, levando em conta a sua atribuição dos números na figura oferecida no campo de respostas.



### Resolução

- a) (i) O primeiro artigo aborda a ausência de gerenciamento sobre ações humanas que interferem no ciclo da água. O segundo artigo tem como objetivo relacionar técnicas de captação da água presente na atmosfera. Assim, a ação humana de remover água da atmosfera poderia interferir no ciclo da água, sem se conhecer suas consequências.
- (ii) O segundo artigo menciona “soluções de energia renovável e viabilidade”. A obtenção de energia através de fontes não renováveis pode gerar, por exemplo, poluição da água, reduzindo o acesso da população à água potável, além de outras formas de poluição.

b)



- ② excesso de água.
- ③ poluição (agricultura irrigada, indústria, cidades poluem a água).
- ① escassez da água (vegetação natural e irrigação natural necessitam de maior quantidade de água que agricultura irrigada, indústria e cidades).
- A contribuição da Química seria mais apropriada no item 3: prevenção e tratamento dos poluentes por processos mais limpos e eficientes (indústria, esgoto na cidade).