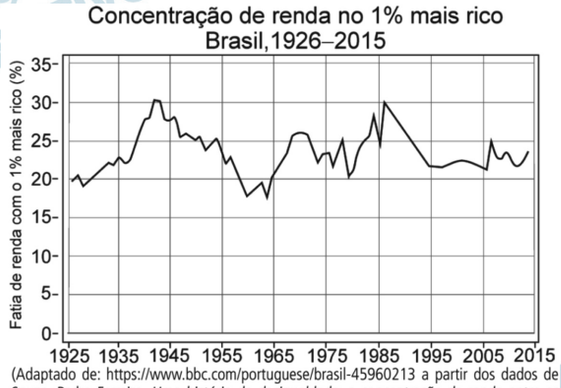
1

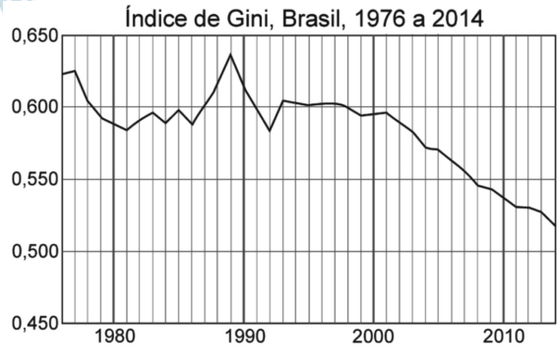
Texto 1



(Adaptado de: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45960213 a partir dos dados de Souza, Pedro Ferreira. *Uma história da desigualdade: a concentração de renda entre os ricos no Brasil (1926-2013)*. São Paulo: Hucitec, 2018. Acesso em: 01/11/2023.)

(Adaptado de: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45960213 a partir dos dados de Souza, Pedro Ferreira. *Uma história da desigualdade: a concentração de renda entre os ricos no Brasil (1926-2013)*. São Paulo: Hucitec, 2018. Acesso em: 01/11/2023.)

Texto 2



(Adaptado de: IPEADATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=37818&module=M. Acesso em: 01/11/2023.)

(Adaptado de: IPEADATA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=37818&module=M. Acesso em: 01/11/2023.)

Texto 3

O **índice de Gini** é um instrumento para medir o grau de concentração de renda. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e os rendimentos dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um. O valor zero representa a situação de igualdade, o que indica, na prática, que todos têm a mesma renda. O valor um está no extremo oposto, devendo ser entendido como representando a situação em que uma só pessoa detém toda a riqueza.

(Adaptado de: IPEA. Desafios do desenvolvimento. Ano1. Edição 4. 2004).

Tendo em vista seus conhecimentos sobre o fenômeno da desigualdade e considerando os textos 1, 2 e 3, responda:

a) Que relações podem ser identificadas entre a desigualdade e os respectivos períodos de democracia e de ruptura democrática no Brasil? Cite dois exemplos que justifiquem sua resposta.

b) Cite duas políticas de Estado no período que vai desde a promulgação da Constituição de 1988 até 2014, políticas essas que expliquem a tendência observada no índice de Gini. Justifique sua resposta.

Resolução

a) **Os gráficos mostram que há mudanças na distribuição de renda de acordo com o comportamento da democracia no Brasil. Em períodos de ruptura da democracia houve avanço da concentração de renda; já em períodos democráticos, a distribuição de renda apresentou melhores resultados. Como exemplos, podemos citar o período do Estado Novo (1937-1945) e da Ditadura Militar (1964-1985), quando houve rupturas de democracia acompanhado de elevado Índice de Gini e de concentração de renda no 1% mais rico. Já, a partir da década de 2000, período democrático, observa-se uma acentuada queda do Índice de Gini, indicando melhoria na distribuição de renda.**

b) **A partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, conhecida como a "Constituição Cidadã", houve redução no Índice de Gini devido à implantação de políticas de Estado que expandiram os direitos sociais no acesso à educação, como o Prouni; à saúde com a criação do SUS (Sistema Único de Saúde); distribuição de renda com o Bolsa Família; e o Plano Real que controlou a inflação e estabilizou a moeda brasileira.**

Texto 1

Em Sevilha, no século XVI, havia um conceito de ordem social calcada nas relações entre os sexos masculino e feminino que eram, ao mesmo tempo, paralelas e assimétricas. Um provérbio comum ("Nem espada quebrada, nem mulher errante") enfatizava tais relações na justaposição de dois símbolos de desordem: a espada quebrada – simbolizando homens desonrados – e as mulheres errantes – representando a vergonha feminina. A ordem social derivava justamente dessa justaposição que dependia, em primeiro lugar, da honra masculina que, por sua vez, dependia do controle imposto sobre a mulher.

(Adaptado de: PERRY, M. E. *Gender and Disorder in Early Modern Seville*. Princeton: Princeton University Press, p. 19, 1990.)

Texto 2

(MOÉS, G. Da reconfiguração dos papéis da mulher e da maternidade em narrativas gráficas presentes em Mafalda: feminino singular, de Quino. *Sociopoética*. jul.-dez./2021, n. 23, v. 2. p. 78.)

O texto 1 e o texto 2 analisam a interdependência dos papéis tradicionais de gênero: o primeiro, na Espanha do século XVI; o segundo, na Argentina dos anos 1960.

a) Identifique pelo menos dois símbolos de controle social presentes nos textos. Explique como eles se relacionam com os ideais de masculinidade e feminilidade de cada período.

b) Segundo os textos 1 e 2, qual é a relação entre os papéis de gênero e os espaços público e privado na Espanha do século XVI e na Argentina dos anos 1960? Justifique.

Resolução

a) **No primeiro texto, o controle social do homem sobre a mulher se estabelece pela manipulação do conceito de honra que, uma vez atingida, fere a moral masculina e provoca a quebra do ordenamento social. No segundo, esse controle se dá pelo casamento, visto que pode dificultar o acesso da mulher aos estudos e impossibilitar a sua emancipação na sociedade.**

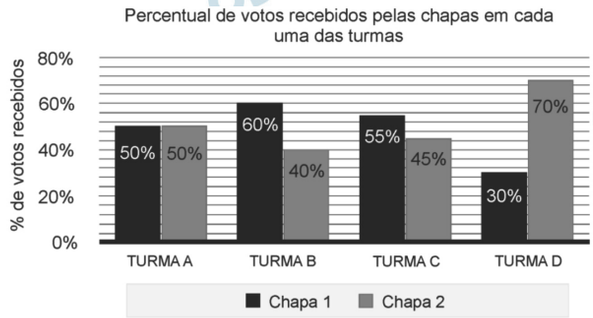
b) **No primeiro texto, remetendo à Espanha do século XVI, o controle do homem sobre a mulher se dá, primeiramente, no espaço privado e determina os papéis sociais que ambos devem desempenhar. Quando a mulher age de modo diferente do que dela se espera, como, por exemplo, "ferindo a honra do homem", tal fato extrapolado para o espaço público traz a vergonha perante a sociedade, visto que é abalada a ordem social estabelecida – ou seja, o controle do homem sobre a mulher.**

No segundo texto, na Argentina da década de 1960, a indignação da personagem Mafalda está relacionada ao fato de sua mãe, ao se casar, ter de cumprir um papel social esperado para mulheres nessa condição, impossibilitando-as de estudar e confinando-as ao espaço privado, dominado pelo masculino.

3

Uma escola tem 4 turmas: A, B, C e D. As turmas B e C têm, cada uma delas, uma quantidade x de alunos, e as turmas A e D têm, cada uma delas, uma quantidade 3x de alunos.

Em determinado momento do ano, foi realizada uma eleição para o Grêmio Estudantil, e havia duas candidaturas: a da Chapa 1 e a da Chapa 2. O gráfico abaixo mostra o resultado da votação, em percentual, em cada uma das turmas. Sabe-se que todos os alunos da escola votaram, e não houve nenhum voto branco ou nulo.



Há duas propostas sobre como definir a chapa vencedora da eleição:

- Proposta 1: vence a eleição a chapa que receber a maior quantidade de votos, considerando o total de votos da escola.
- Proposta 2: vence a eleição a chapa que ficar em primeiro lugar (isto é, a que receber mais votos) no maior número de salas.

a) Qual chapa seria a vencedora se fosse adotada a Proposta 1? Haverá alguma mudança se a Proposta 2 for adotada? Justifique suas respostas.

b) Sabendo que a escola tem 160 alunos, informe, na tabela disposta no campo de resolução, quantos alunos cada uma das turmas tem, e justifique sua resposta.

Turmas	**A**	**B**	**C**	**D**
Quantidade de alunos				

Resolução

Turmas	A	B	C	D
Quantidade de alunos	3x	x	x	3x

a) 1) A quantidade de alunos de cada chapa:

Chapa I = 50% . 3x + 60% . x +
+ 55% . x + 30% . 3x =
= 0,5 . 3x + 0,6 . x +
+ 0,55 . x + 0,30 . 3x =
= 1,5x + 0,6x + 0,55x + 0,9x = 3,55x

Chapa II = 50% . 3x + 40% . x +
+ 45% . x + 70% . 3x =
= 1,5x + 0,4x + 0,45x + 2,1x = 4,45x

Logo, pela proposta (1) a chapa vencedora é a chapa (II) pois 4,45x > 3,55x

2) Pela *2ª proposta* a vencedora será a *chapa I* que foi vencedora em duas salas e empatou em uma sala.

b) Se a escola tem 160 alunos então
3x + x + x + 3x = 160 ⇔ x = 20.
Pela tabela disposta, temos:

	Turma A	Turma B	Turma C	Turma D
Quantidade de alunos	3x = 60	x = 20	x = 20	3x = 60

4

Considere a função

$$f(x) = \frac{ax - 1}{2x + 3}.$$

a) Para a = 0, calcule f^{-1} (3/5).

b) Determine o(s) valor(es) de a para que f(f(1)) = 1.

Resolução

a) 1) Se $a = 0 \Rightarrow f(x) = \dfrac{0 \,.\, x - 1}{2x + 3} = -\dfrac{1}{2x + 3}$

2) Fazendo $f(x) = \dfrac{3}{5}$, temos:

$$-\frac{1}{2x + 3} = \frac{3}{5} \Leftrightarrow 6x + 9 = -5 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 6x = -14 \Leftrightarrow x = -\frac{7}{3} \text{ que}$$

significa que $f^{-1}\left(\dfrac{3}{5}\right) = -\dfrac{7}{3}$

b) 1) $f(1) = \dfrac{a \,.\, 1 - 1}{2 \,.\, 1 + 3} = \dfrac{a - 1}{5}$

2) $f(f(1)) = 1 \Rightarrow \dfrac{a \,.\left(\dfrac{a - 1}{5}\right) - 1}{2 \,.\left(\dfrac{a - 1}{5}\right) + 3} = 1 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow \frac{\dfrac{a^2 - a - 5}{5}}{\dfrac{2a - 2 + 15}{5}} = 1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow a^2 - a - 5 = 2a + 13 \Leftrightarrow a^2 - 3a - 18 = 0 \Leftrightarrow$$

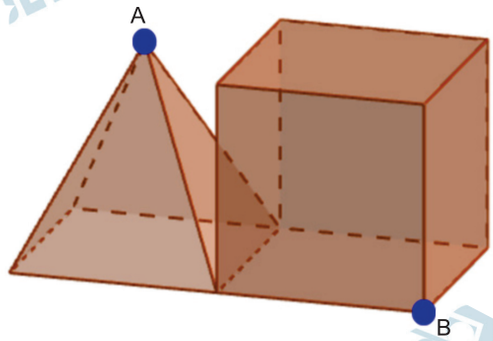
$$\Leftrightarrow a = -3 \text{ ou } a = 6$$

Respostas: a) $-\dfrac{7}{3}$

b) – 3 ou 6

5

A figura abaixo mostra uma pirâmide e um cubo, que compartilham uma aresta da base da pirâmide. A pirâmide tem altura medindo 1m; sua base, bem como os lados do cubo, são quadrados de lados medindo 1m.

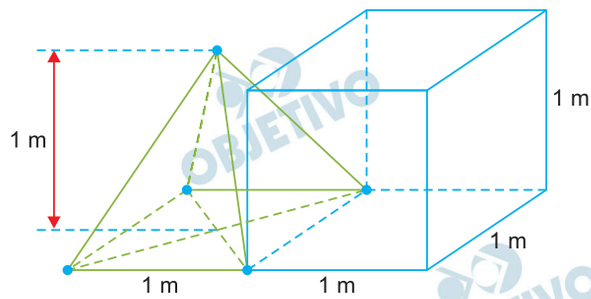


a) Um sólido é formado pela união desses dois objetos. Qual é o seu volume?

b) Determine a distância do ponto A (vértice superior da pirâmide) até o ponto B (vértice "frontal" da base do cubo que não está na aresta em comum com a pirâmide).

Resolução

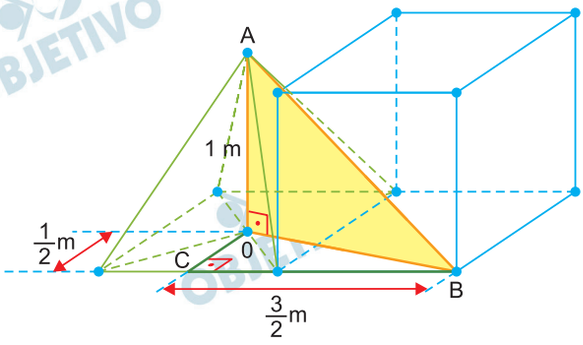
a)



O volume, em m^3, desse sólido formado pela união desses dois objetos é

$$\frac{1}{3} \cdot 1^2 \cdot 1 + 1^3 = \frac{4}{3}$$

b)



1) No triângulo retângulo CBO, temos:

$$OB^2 = \left(\frac{1}{2}\ m\right)^2 + \left(\frac{3}{2}\ m\right)^2 \Rightarrow OB^2 = \frac{10}{4}\ m^2$$

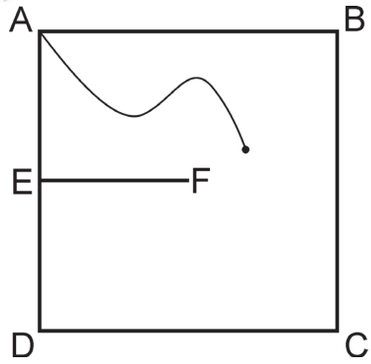
2) No triângulo retângulo OBA, temos:

$$AB^2 = AO^2 + OB^2 \Rightarrow AB^2 = (1m)^2 + \frac{10}{4}\ m^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow AB^2 = \frac{14}{4}\ m^2 \Rightarrow AB = \frac{\sqrt{14}}{2}\ m$$

6

Na figura abaixo, ABCD representa um terreno quadrado cujos lados medem 10m, coberto por grama alta. O ponto E é o ponto médio do lado AD; o segmento EF, paralelo ao lado DC, representa um muro de 5m de comprimento e bem alto, sendo, portanto, intransponível.

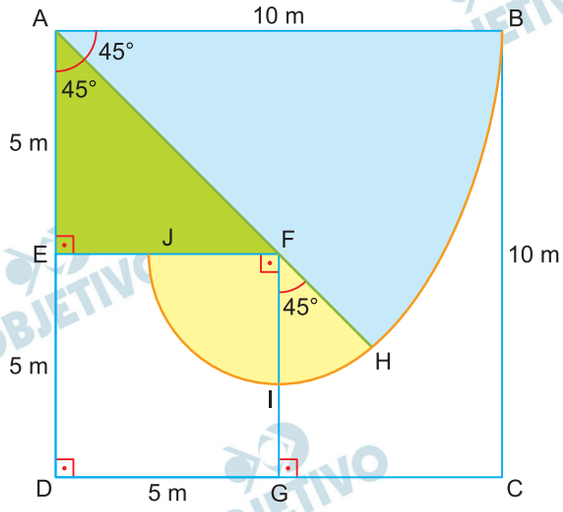


Um cortador de grama robótico será usado para cortar a grama do terreno. Ele será ligado na energia no ponto A e seu cabo de energia tem comprimento de 10m. Para funcionar, ele tem que estar ligado todo o tempo na tomada.

a) Ao usar o aparelho para cortar a grama do terreno, uma pessoa tenta se aproximar, ao máximo, do lado CD. Nessa situação, calcule a distância que falta para o cortador de grama alcançar o lado CD. Justifique.

b) O robô não conseguirá cortar a grama do terreno todo, já que seu fio é curto e o muro é um obstáculo. Qual a maior área do terreno que o robô conseguirá cortar a grama?

Resolução



a) **1)** $AF^2 = 5^2 + 5^2 \Rightarrow AF = 5\sqrt{2}$

2) $FI = FH = AH - AF \Rightarrow$

$\Rightarrow FI = 10 - 5\sqrt{2}$

3) A menor distância GI à parede CD é dada por

$GI = GF - FI \Rightarrow GI = 5 - (10 - 5\sqrt{2}) \Rightarrow$

$\Rightarrow GI = 5\sqrt{2} - 5 \Rightarrow GI = 5(\sqrt{2} - 1)m$

b) A maior área do terreno que o robô conseguirá cortar a grama é dada por:

$$\frac{45°}{360°} \cdot \pi \cdot 10^2 + \frac{135°}{360°} \cdot \pi \cdot (10 - 5\sqrt{2})^2 + \frac{5 \cdot 5}{2} =$$

$$= \frac{100\pi}{8} + \frac{450\pi}{8} - \frac{300\pi\sqrt{2}}{8} + \frac{25}{2} =$$

$$= \frac{550\pi - 300\pi \cdot \sqrt{2} + 100}{8} =$$

$$= \frac{275\pi - 150\pi \cdot \sqrt{2} + 50}{4} \ m^2$$

Para $\pi \approx 3$, temos:

$$\frac{25}{4}(35 - 18\sqrt{2})m^2$$

Considere os conjuntos

$A = \left\{(x,y) \in \mathbb{R}^2 \mid 2 \le y \le \frac{x}{2} + 1\right\}$,

$B = \left\{(x,y) \in \mathbb{R}^2 \mid y \le -\frac{x}{4} + \frac{13}{4}\right\}$.

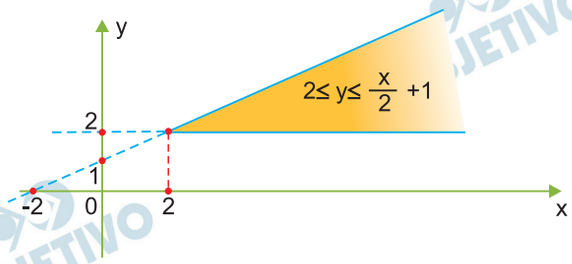
a) O ponto o $\left(\frac{3}{2}; 1\right)$ está em $A \cap B$?

E o ponto $\left(3; \frac{12}{5}\right)$? Justifique.

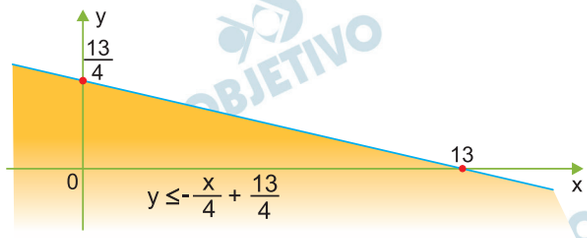
b) Calcule a área de $A \cap B$.

Resolução

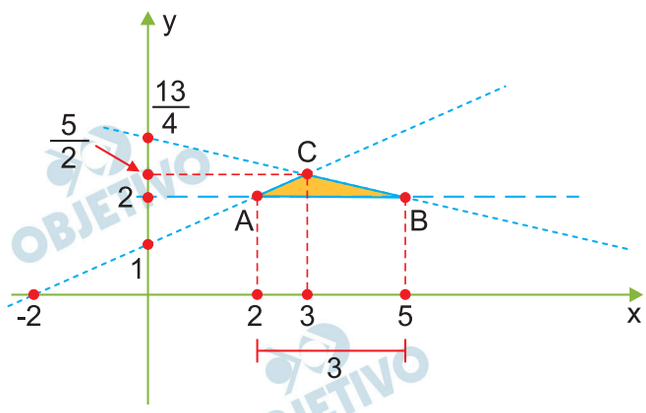
1) Representando o conjunto A graficamente, temos:



2) Representando o conjunto B graficamente, temos:



3) Representando $A \cap B$ graficamente, temos:



Sendo a intersecção entre as retas $y = \frac{x}{2} + 1$ e $y = -\frac{x}{4} + \frac{13}{4}$ dada por

$$\begin{cases} y = \dfrac{x}{2} + 1 \\ y = -\dfrac{x}{4} + \dfrac{13}{4} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 3 \\ y = \dfrac{15}{6} = \dfrac{5}{2} \end{cases}$$

a) O ponto $\left(\dfrac{3}{2}; 1\right)$ não está em $A \cap B$ pois todos os pontos de $A \cap B$ tem ordenada maior ou igual a 2.

O ponto $\left(3; \dfrac{12}{5}\right)$ está em $A \cap B$ pois substituindo nas expressões, temos:

$$y \le \frac{x}{2} + 1 \Rightarrow \frac{12}{5} \le \frac{3}{2} + 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{12}{5} \le \frac{5}{2} \Rightarrow 2{,}4 \le 2{,}5 \text{ (verdade)}$$

$$y \le -\frac{x}{4} + \frac{13}{4} \Rightarrow \frac{12}{5} \le -\frac{3}{4} + \frac{13}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{12}{5} \le \frac{10}{4} \Rightarrow 2{,}4 \le 2{,}5 \text{ (verdade)}$$

b) Sendo $A \cap B$ representado por uma região triangular, temos que a área é dada por o ponto

$$A = \frac{3 \cdot \left(\dfrac{5}{2} - 2\right)}{2} = \frac{3 \cdot \dfrac{1}{2}}{2} = \frac{3}{4}$$

Respostas: a) $\left(\dfrac{3}{2}; 1\right)$ não está em $A \cap B$

$\left(3; \dfrac{12}{5}\right)$ está em $A \cap B$

b) $\dfrac{3}{4}$

Considere o número racional c definido por

$$c = \frac{2a + b^2 - 1}{4a + 3b},$$

com a, b números inteiros positivos.

a) Se b é um número par, é possível que c seja inteiro? Justifique.

b) Determine todos os números inteiros positivos b, tais que $c \leq \frac{1}{2}$

Resolução

a) 1) Se b é par, então b = 2k, k ∈ ℕ*. Assim, temos:

$$c = \frac{2a + (2k)^2 - 1}{4a + 3 \,.\, (2k)} = \frac{2a + 4k^2 - 1}{4a + 6k} =$$

$$= \frac{2(a + 2k^2) - 1}{2(2a + 3k)}$$

2) Ou seja, o numerador é um número ímpar e o denominador é um número par. Sejam I e P esses valores. Assim, temos:

$$c = \frac{I}{P}$$

3) O número c não pode ser inteiro, pois se c fosse inteiro, teríamos:

$$\underbrace{c \,.\, P}_{\text{Par}} = \underbrace{I}_{\text{Ímpar}} \qquad \text{(absurdo!)}$$

Portanto, c não é inteiro.]

b) Para $c \leq \frac{1}{2}$, temos:

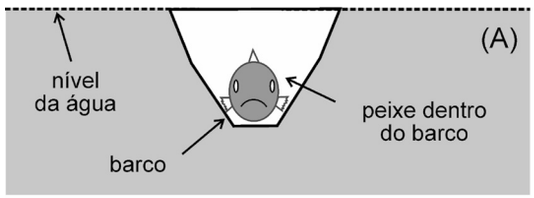
$$\frac{2a + b^2 - 1}{4a + 3b} \leq \frac{1}{2} \Leftrightarrow 4a + 2b^2 - 2 \leq 4a + 3b \Leftrightarrow$$

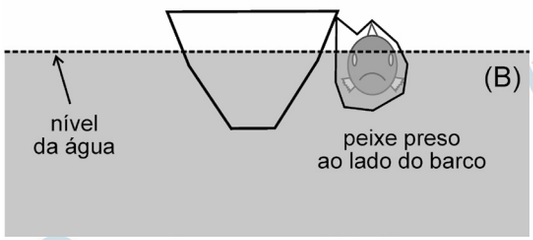
$$\Leftrightarrow 2b^2 - 3b - 2 \leq 0 \Leftrightarrow -\frac{1}{2} \leq b \leq 2$$

e como *b* é inteiro positivo, temos: b = 1 ou b = 2

9

O livro "O velho e o mar", de Ernest Hemingway, publicado em 1952, relata a pesca de um peixe de mais de meia tonelada pelo velho Santiago. Após abater o peixe, Santiago pensou: "Mesmo que fôssemos dois homens e o virássemos para pô-lo cá dentro, e esvaziássemos o barco, afundaríamos com o peso. Tenho que preparar tudo, encostá-lo ao barco, prendê-lo bem, fixar o mastro e tomar a direção para a costa".





a) Um barco de pesca tem massa total m_B , incluindo pescador e equipamentos, e consegue deslocar um volume máximo de água V_B na iminência de ser inundado. Um peixe de massa m_P e volume V_P pode ser transportado no interior do barco ou amarrado do lado de fora. Com o peixe dentro, o barco fica na iminência de ser inundado (figura A); nesse caso, o volume de água deslocada pelo barco é V_B. Já com o peixe amarrado fora do barco, o conjunto "barco + peixe" fica parcialmente submerso (figura B), com um volume de água deslocada igual a $\alpha.(V_B + V_P)$. Nesse último caso, qual é a fração submersa, α, se $V_P = 0{,}25\ V_B$?

b) A linha de pesca deve suportar, sem se romper, uma força de tração da ordem do peso do peixe fisgado. Antes da ruptura, a linha se deforma como uma mola sujeita à força de tração exercida pelo peixe. A constante de mola é dada por $k = E\ (A/L)$, sendo E o módulo de Young do material, A a área da seção circular reta e L o comprimento da linha. Se para certa linha de pesca $E = 3{,}0 \times 10^9\ N/m^2$, qual deve ser o seu diâmetro se desejarmos que a deformação relativa, $(\Delta L/L)$, sem que haja ruptura, seja de 10% para uma força de tração de módulo T = 900 N?

Resolução

a) **Nas duas situações o empuxo total tem intensidade igual à do peso total e, portanto, o volume total imerso é o mesmo.**

Portanto: $V_B = \alpha\ (V_B + V_P)$

Para $V_P = 0{,}25\ V_B$, vem:

$V_B = \alpha\,(V_B + 0{,}25V_B)$

$1 = \alpha\,(1 + 0{,}25)$

$1 = 1{,}25\alpha \Rightarrow \alpha = \dfrac{1}{1{,}25}$

$\boxed{\alpha = \dfrac{4}{5}}$

b) A força aplicada pela linha tem intensidade T dada por:

$T = k\Delta L = E\,\dfrac{A}{L}\,\Delta L = E\,.\,\dfrac{\pi d^2}{4}\,.\,\dfrac{\Delta L}{L}$

Portanto: $900 = 3{,}0\,.\,10^9\,.\,3\,.\,\dfrac{d^2}{4}\,.\,0{,}10$

$d^2 = 4{,}0\,.\,10^{-6}\ (m^2)$

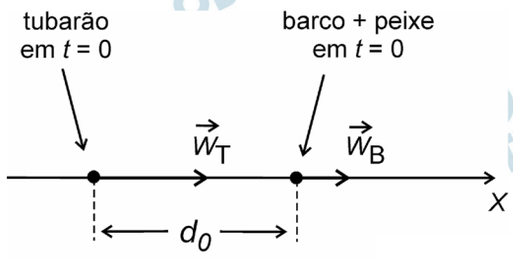
$d = 2{,}0\,.\,10^{-3}m \Rightarrow \boxed{d = 2{,}0mm}$

Respostas: a) $\alpha = \dfrac{4}{5}$

b) d = 2,0mm

a) Um barco de pesca, com um peixe enorme amarrado do lado de fora, viaja com velocidade constante de módulo $w_B = 3{,}0$ m/s. Um tubarão, inicialmente a uma distância $d_0 = 160$ m em relação ao barco (e posicionado atrás dele), desloca-se — com velocidade também constante e de módulo $w_T = 7{,}0$ m/s — em busca do peixe que se encontra preso ao barco, alcançando-os após um tempo Δt (ver figura A). Qual é o valor de Δt e quais são as distâncias percorridas pelo barco, d_B, e pelo tubarão, d_T, até que o tubarão alcance o barco?

(A)

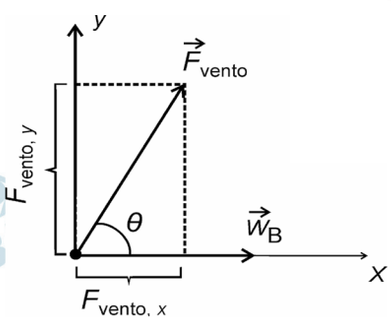


b) A figura B representa um barco a vela viajando com velocidade constante de módulo $w_B = 3{,}0$ m/s no sentido positivo do eixo x. Dentre as diferentes forças que atuam no barco, a força exercida pelo vento sobre a vela, $\vec{F}_{vento}$, está representada na figura B e forma um ângulo $\theta = 60°$ com a velocidade $\vec{w}_B$. Ao passar pela frente e por trás da vela de área $A = 7{,}0\ m^2$, o vento produz uma diferença de pressão média $\Delta p = p_{trás} - p_{frente} = 300\ N/m^2$ (ver figura C). Pede-se:

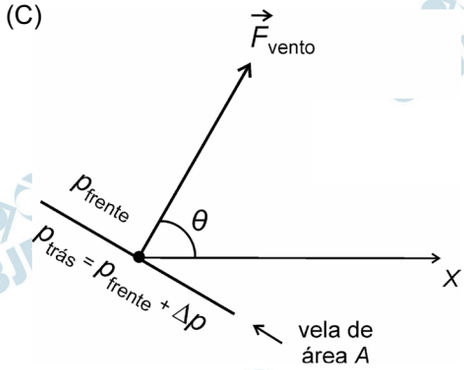
i) o módulo da força do vento, $|\vec{F}_{vento}|$, sobre a vela;

ii) o trabalho τ exercido por $\vec{F}_{vento}$ num deslocamento do barco de duração $\Delta t = 20$ s.

(B)



(C)



Resolução

a) 1) Usando o conceito de movimento relativo:

$\Delta s_{rel} = V_{rel} \cdot t$ (MU)

$d_0 = (w_T - w_B)\, t$

$160 = (7{,}0 - 3{,}0)\ \Delta t \Rightarrow \boxed{\Delta t = 40s}$

2) $\Delta s = Vt$ (MU)

$d_B = w_B \cdot t = 3{,}0 \cdot 40$ (m) $\Rightarrow \boxed{d_B = 1{,}2 \cdot 10^2 \text{ m}}$

$d_T = w_T \cdot t = 7{,}0 \cdot 40$ (m) $\Rightarrow \boxed{d_T = 2{,}8 \cdot 10^2 \text{ m}}$

b) 1) Cálculo do módulo da força do vento:

$|\vec{F}_{vento}| = \Delta p \cdot A$

$|\vec{F}_{vento}| = 300 \cdot 7{,}0$ (N)

$\boxed{|\vec{F}_{vento}| = 2{,}1 \cdot 10^3 N}$

2) Da definição de trabalho:

$\tau = |\vec{F}_{vento}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos\theta$

$|\vec{d}| = w_B \cdot \Delta t = 3{,}0 \cdot 20$ (m) $= 60m$

$\tau = 2{,}1 \cdot 10^3 \cdot 60 \cdot \dfrac{1}{2}$ (J)

$\boxed{\tau = 6{,}3 \cdot 10^4 J}$

Respostas: a) $\Delta t = 40s$;

$d_B = 1{,}2 \cdot 10^2$ m e $d_T = 2{,}8 \cdot 10^2$ m

b) $|\vec{F}_{vento}| = 2{,}1 \cdot 10^3 N$ e $\tau = 6{,}3 \cdot 10^4 J$

11

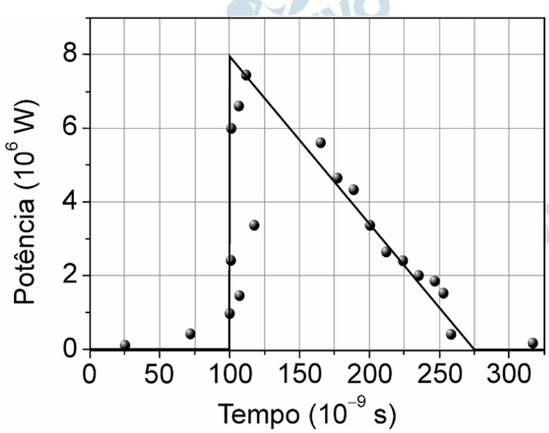
A fabricação da próxima geração de *chips*, previstos para entrada no mercado em 2024, com maior velocidade de processamento e menor consumo de energia, é baseada na tecnologia de litografia com luz na região do ultravioleta extremo. Nesse processo, gotas de estanho são bombardeadas com pulsos de laser, o que dá origem a um plasma que emite radiação com comprimento de onda na região do ultravioleta extremo.

a) Para a formação do plasma, inicialmente eleva-se a temperatura da gota de estanho através do bombardeamento com um primeiro pulso de laser. O estanho tem densidade $\rho \simeq 7{,}0 \times 10^3$ kg/m^3 e calor específico $c_{Sn} \simeq 200 \dfrac{J}{kg°C}$, e o volume da gota é $V = 2{,}0 \times 10^{-14}$ m^3.

Qual a energia que um pulso de laser deve conter para elevar a temperatura da gota de 25°C para 175°C?

b) Um pulso de laser de comprimento de onda $\lambda = 10{,}5$ µm é usado em um experimento de teste para a formação de plasma. A potência do laser, em função do tempo, tem o perfil de um triângulo retângulo, como representado na figura, de forma que a energia total do pulso é dada pela área sob a curva. Sabendo-se que a energia E de um fóton é dada por $E = hf$, sendo $h \simeq 7 \times 10^{-34}$ J·s e f a frequência da radiação, quantos fótons contém o pulso de laser?

Dado: Velocidade da luz no vácuo: $c = 3 \times 10^8$ m/s.



Resolução

a) **A energia fornecida pelo *laser* é a quantidade de calor sensível necessário para provocar o aquecimento da gota de estanho.**

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = \rho Vc\Delta\theta$$

$$Q = 7{,}0 \,.\, 10^3 \,.\, 2{,}0 \,.\, 10^{-14} \,.\, 200\ (175 - 25)\ (J)$$

Da qual: $\boxed{Q = 4{,}2 \,.\, 10^{-6} J}$

b) **(I) Cálculo da energia E de um fóton da radiação *laser*.**

$$E = h\,f \Rightarrow E = h\,\frac{c}{\lambda}$$

$$E = 7\,.\,10^{-34}\,\frac{3\,.\,10^{8}}{10{,}5\,.\,10^{-6}}\ (J)$$

Da qual: $\boxed{E = 2{,}0\,.\,10^{-20}\ J}$

(II) Cálculo da energia total emitida pelo *laser*:

$$E_{total} \overset{N}{=} (\text{área})_{P\,x\,T} = \frac{175\,.\,10^{-9}\,.\,8\,.\,10^{6}}{2}\ (J)$$

Da qual: $\boxed{E_{total} = 7{,}0\,.\,10^{-1} J}$

(III) Cálculo do número N de fótons contidos no pulso *laser*:

$$N = \frac{E_{total}}{E} \Rightarrow N = \frac{7{,}0\,.\,10^{-1}}{2{,}0\,.\,10^{-20}}\ (\text{fótons})$$

De onde decorre: $\boxed{N = 3{,}5\,.\,10^{19}\ \text{fótons}}$

Respostas: a) $4{,}2\,.\,10^{-6}$J

b) $3{,}5\,.\,10^{19}$ fótons

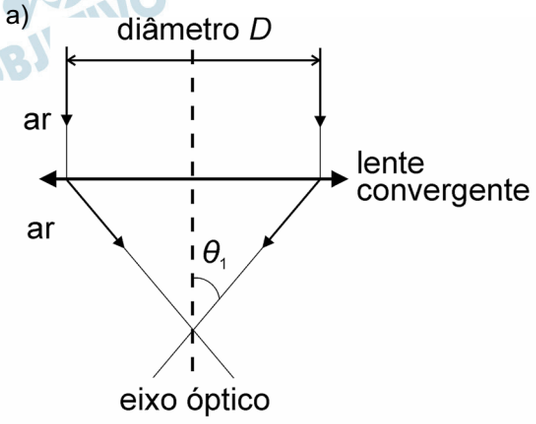
12

Num processo de produção de *chips*, usa-se luz gerada pelo plasma de uma gota de estanho. Essa luz é usada para gravar o desenho dos dispositivos em uma superfície.

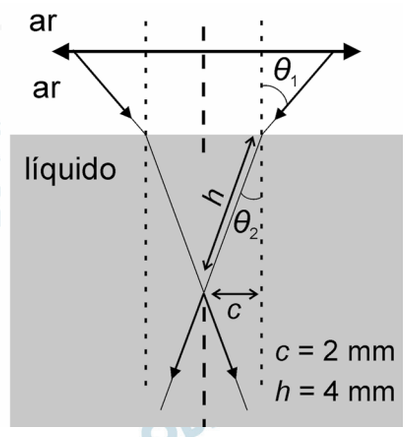
a) Para garantir que uma gota não interfira no plasma de outra, elas devem ser injetadas, em intervalos de tempo bem definidos, na máquina que faz a escrita dos chips. Sabendo que a velocidade das gotas é v = 80 m/s, e que elas são injetadas a uma frequência f = 50 kHz, qual a distância Δs entre duas gotas consecutivas?

b) Para a escrita dos *chips*, uma lente objetiva é utilizada na focalização de um feixe luminoso na superfície. A figura A ilustra dois raios luminosos incidindo paralelamente ao eixo óptico de uma lente convergente de diâmetro D = 6,0 mm e distância focal F = 4,0 mm, imersa no ar (n_{ar} = 1). Para mudar a trajetória do feixe luminoso e melhorar o processo de gravação, usa-se um líquido entre a lente e a superfície. A figura B representa uma situação similar à da figura A, com os raios que emergem da lente adentrando um meio líquido. Qual é o índice de refração n_2 do líquido?

a)



b)



Resolução

a) (I) **Cálculo do intervalo de tempo T que intercala duas gotas consecutivas:**

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow 50 \,.\, 10^3 = \frac{1}{T}$$

$$\boxed{T = 2{,}0 \,.\, 10^{-5}s}$$

(II) Cálculo da distância Δs que separa duas gotas consecutivas:

$$V = \frac{\Delta s}{T} \Rightarrow 80 = \frac{\Delta s}{2{,}0 \,.\, 10^{-5}}$$

$$\boxed{\Delta s = 1{,}6 \,.\, 10^{-3}m = 1{,}6mm}$$

b) (I) Determinação de sen θ_1:

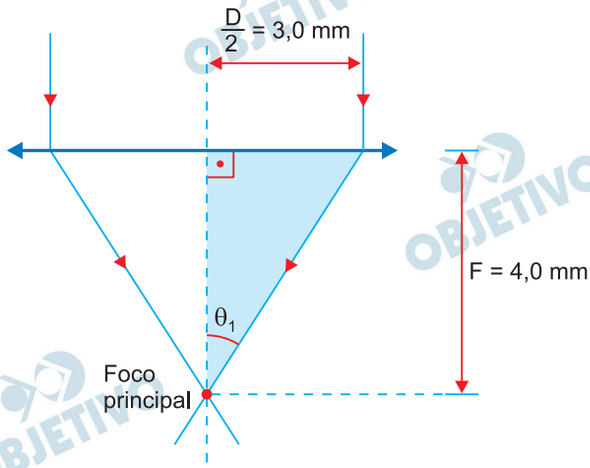


Fig. A

O triângulo retângulo hachurado na fig. A é pitagórico e sua hipotenusa fica determinada pelo Teorema de Pitágoras.

$$h^2 = (3{,}0)^2 + (4{,}0)^2 \,(mm)^2 \Rightarrow h = 5{,}0mm$$

Logo: $\text{sen}\ \theta_1 = \dfrac{3{,}0}{5{,}0}$

$$\boxed{\text{sen}\ \theta_1 = 0{,}60}$$

(II) Determinação do índice de refração absoluto n_2 do líquido:

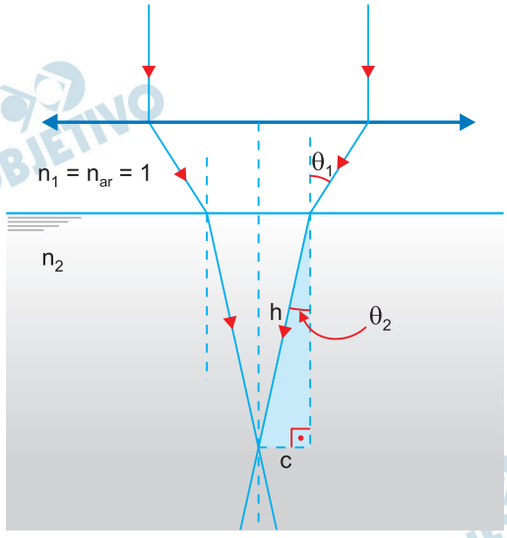


Fig. B

Temos: $c = 2mm$ e $h = 4mm$

Assim: $\text{sen}\ \theta_2 = \dfrac{c}{h} \Rightarrow \text{sen}\ \theta_2 = \dfrac{2}{4}$

$$\boxed{\text{sen}\ \theta_2 = \frac{1}{2}}$$

Aplicando-se a Lei de Snell, vem:

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

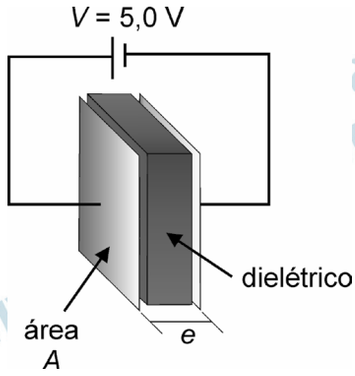
$n_2\ \dfrac{1}{2} = 1\ .\ 0{,}60 \Rightarrow \boxed{n_2 = 1{,}2}$

Respostas: a) $\Delta s = 1{,}6mm$
b) $n_2 = 1{,}2$

a) Parte de um dispositivo pertencente a um *chip* pode ser descrita como sendo formada por duas placas condutoras paralelas de área A = 2,0 μm^2, separadas por um material dielétrico de espessura e = 0,1 μm e constante dielétrica K ≃ 4. Esse conjunto forma um capacitor (ver figura), cuja capacitância C é diretamente proporcional à área das placas (A) e inversamente proporcional à espessura do dielétrico (e), sendo o fator de proporcionalidade dado por K ε_0, com $\varepsilon_0 \simeq 9 \times 10^{-12}$ F/m. Pede-se:

i) a capacitância C do referido capacitor;

ii) a carga armazenada nas placas quando o capacitor é submetido a uma diferença de potencial V = 5,0V.



b) Na gravação de *chips*, grades de difração são usadas para a seleção de comprimentos de onda de feixes luminosos. A grade é formada por reentrâncias que dispersam a luz em diferentes direções (ângulos θ no diagrama apresentado no espaço de resposta) em função do comprimento de onda. Quando a luz incide perpendicularmente à grade, a relação entre o comprimento de onda λ e o ângulo de difração θ é dada por d . senθ = mλ, sendo d o espaçamento entre as reentrâncias da grade e m = 1, 2, 3... No diagrama, são representados dois feixes de laser, um deles de comprimento de onda λ_1 = 192 nm, e outro de comprimento λ_2 a ser determinado. Fazendo uso do diagrama e da Tabela 1, complete corretamente a Tabela 2, apresentada no espaço de respostas, da seguinte maneira:

i) preencha a primeira linha e determine d ;

ii) preencha a segunda linha e determine o comprimento de onda λ_2.

Tabela 1

θ (graus)	tg θ	sen θ
17	0,31	0,29
19	0,34	0,33
21	0,38	0,36
23	0,42	0,39
25	0,47	0,42
27	0,51	0,45
29	0,56	0,48
31	0,60	0,52

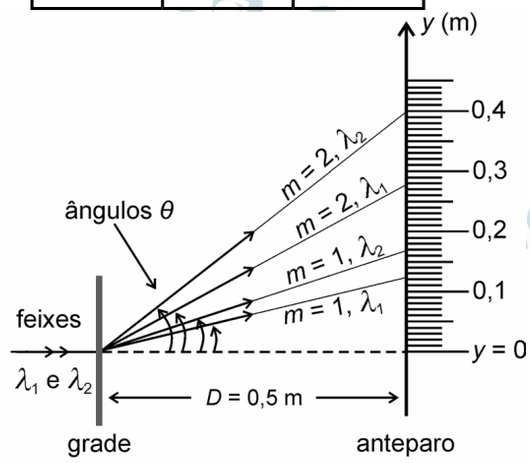


Tabela 2

λ (nm)	m	y (m)	tg θ	sen θ	d (nm)
λ_1 = 192	2	0,28			
λ_2 =	1				-----

Resolução

a) i) A capacitância, do capacitor plano, é dada por:

$$C = \frac{\varepsilon A}{d}$$

$$C = \frac{K\,\varepsilon_0 \,.\, A}{e}$$

Com os dados fornecidos, temos:

$$C = \frac{4 \,.\, 9 \,.\, 10^{-12} \,.\, 2{,}0 \,.\, 10^{-12}}{0{,}1 \,.\, 10^{-6}} \text{ (F)}$$

$$\boxed{C = 7{,}2 \,.\, 10^{-16} F}$$

ii) A carga elétrica armazenada no capacitor é dada por:

$Q = CU$

$Q = CV$

$Q = 7{,}2 \,.\, 10^{-16} \,.\, 5{,}0$ (C)

$$\boxed{Q = 3{,}6 \,.\, 10^{-15}\ C}$$

Observação:

Pelas regras do SI, devemos considerar:

$\mu m^2 = (\mu m)^2 = 10^{-12}\ m^2$

Caso seja considerado: $\mu m^2 = 10^{-6}\ m^2$, temos:

i) $C = \dfrac{K\,\varepsilon_0 \,.\, A}{e} = \dfrac{4 \,.\, 9 \,.\, 10^{-12} \,.\, 2{,}0 \,.\, 10^{-6}}{0{,}1 \,.\, 10^{-6}}$ (F)

$\boxed{C = 7{,}2 \,.\, 10^{-10} F}$

ii) $Q = CV = 7{,}2 \,.\, 10^{-10} \,.\, 5{,}0$ (V)

$\boxed{Q = 3{,}6 \,.\, 10^{-9}\ C}$

b)

λ (nm)	m	y (m)	tg θ	sen θ	d (nm)
$\lambda_1 = 192$	2	0,28			
$\lambda_2 =$	1				.....

i) Da figura, temos:

Para m = 2: $\text{tg}\ \theta = \dfrac{y}{D} = \dfrac{0{,}28m}{0{,}5m} = \boxed{0{,}56}$

Da tabela fornecida, vem: $\boxed{\text{sen}\ \theta = 0{,}48}$

Utilizando-se a expressão fornecida, vem:

$d \,.\, \text{sen}\ \theta = m \,.\, \lambda_1$

$d = \dfrac{m \,.\, \lambda_1}{\text{sen}\ \theta}$

$d = \dfrac{2 \,.\, 192}{0{,}48}$ (nm)

$\boxed{d = 800nm}$

ii) Para m = 1: $\text{tg}\ \theta = \dfrac{y}{D} = \dfrac{0{,}17m}{0{,}5m} = \boxed{0{,}34}$

Da tabela fornecida, vem: $\boxed{\text{sen}\ \theta = 0{,}33}$

Por tratar-se da mesma grade de difração:

d = 800nm

Assim, para o cálculo de λ_2, temos:

$d \,.\, \text{sen}\ \theta = m \,.\, \lambda_2$

$800 \,.\, 0{,}33 = 1 \,.\, \lambda_2$

$\boxed{\lambda_2 = 264nm}$

Podemos, agora, preencher a tabela por completo:

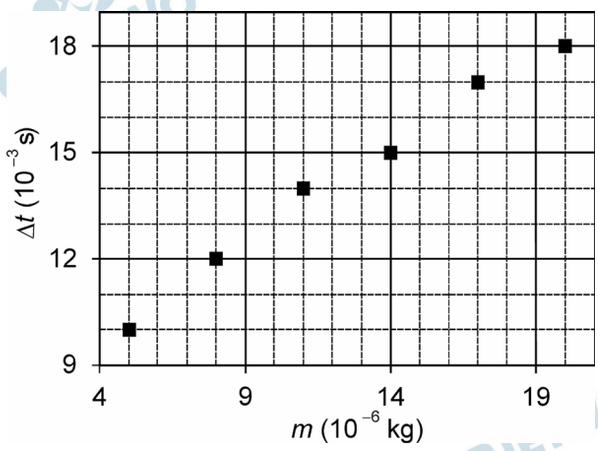
λ (nm)	m	y (m)	tg θ	sen θ	d (nm)
$\lambda_1 = 192$	2	0,28	0,56	0,48	800
$\lambda_2 = 264$	1	0,17	0,34	0,33	.....

14

1O controle da interação entre uma superfície (hidrofílica ou hidrofóbica) e a água é de suma importância em muitas aplicações, como o tratamento de impermeabilização de superfícies. Em um estudo recente, observou-se que gotas de água projetadas sobre superfícies extremamente hidrofóbicas são rebatidas como se fossem bolas de borracha.

a) Qual a altura h da qual uma gota deve se desprender, a partir do repouso, para chegar, com velocidade de módulov = 40 cm/s, ao ponto de impacto com a superfície hidrofóbica? Desconsidere o atrito da gota com o ar.

b) No estudo citado, gotas de água de diferentes diâmetros chegam à superfície hidrofóbica com velocidade de módulo $|\vec{v}_{inicial}| = 0{,}3$ m/s , e afastam-se logo após a colisão, com coeficiente de restituição e $\simeq 1$. O gráfico no espaço de respostas mostra o intervalo de tempo Δt durante o qual as gotas ficam em contato com a superfície em função da massa m da gota. Qual o módulo da força média, $|\vec{F}_{média}|$, exercida pela superfície sobre uma gota de massa $m = 8 \times 10^{-6}$ kg?



Resolução

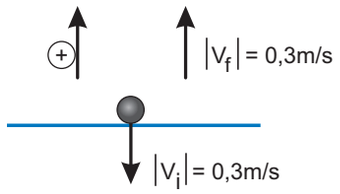
a) **Para a gota em queda livre, temos:**

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

$$(0{,}40)^2 = 0 + 2 \,.\, 10 \,.\, H$$

$$0{,}16 = 20H \Rightarrow H = 8{,}0 \,.\, 10^{-3}\text{m} \Rightarrow \boxed{H = 8{,}0\text{mm}}$$

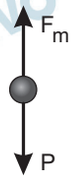
b)



$V_f = 0{,}3 m/s$

$V_i = -0{,}3 m/s$

$\Delta V = V_f - V_i = 0{,}6 m/s$



Teorema do Impulso:

$I_R = \Delta Q$

$(F_m - P)\ \Delta t = m\ \Delta V$

Do gráfico dado:

$m = 8{,}0 \cdot 10^{-6} kg \Leftrightarrow \Delta t = 12 \cdot 10^{-3} s$

$(F_m - 8{,}0 \cdot 10^{-5}) \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 8{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}6$

$(F_m - 8{,}0 \cdot 10^{-5}) \cdot 12 = 4{,}8 \cdot 10^{-3}$

$F_m - 8{,}0 \cdot 10^{-5} = 4{,}0 \cdot 10^{-4} = 40 \cdot 10^{-5}$

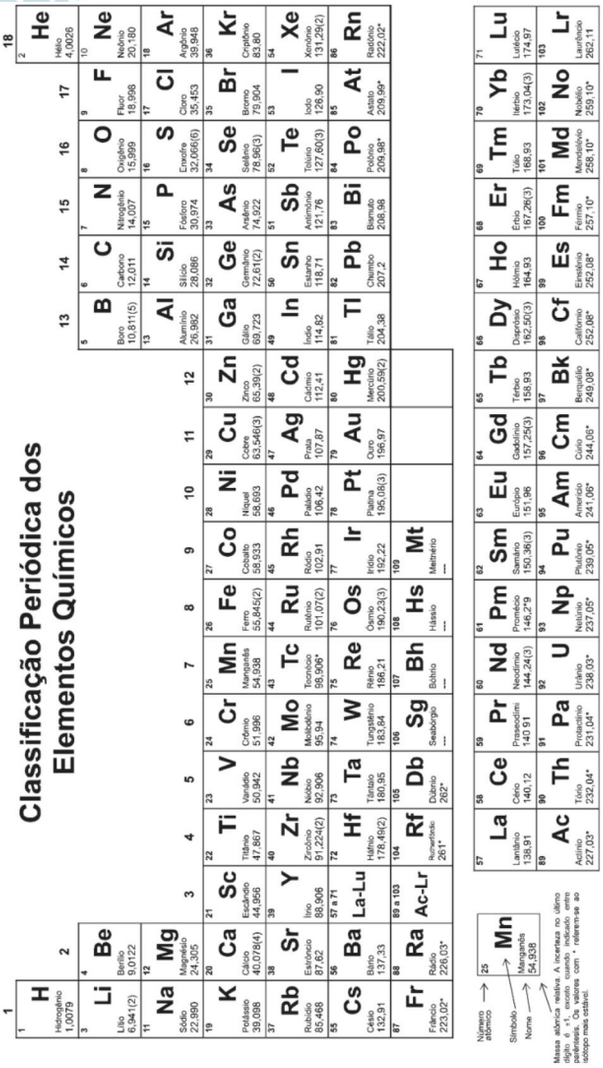
$\boxed{F_m = 48 \cdot 10^{-5}\ N = 4{,}8 \cdot 10^{-4} N}$

Respostas: a) H = 8,0mm
b) $4{,}8 \cdot 10^{-4} N$

As fórmulas para a resolução de algumas questões são fornecidas no próprio enunciado. Quando necessário, use as aproximações:

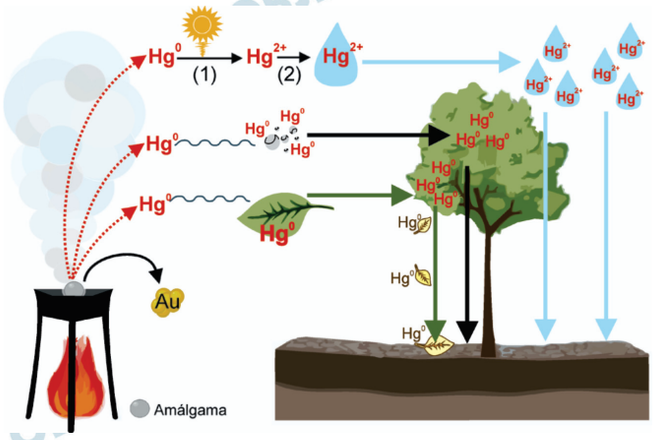
$g \approx 10\ m/s^2$

$\pi \approx 3$



15

O garimpo artesanal de ouro é responsável por 37% da emissão global antropogênica de mercúrio, mercúrio este proveniente do processo de recuperação do ouro a partir do aquecimento da amálgama (liga metálica entre o Hg e o Au) usada para separar o ouro do solo. Conforme representado na figura abaixo, em um dos processos de contaminação do meio ambiente, o mercúrio metálico reage com o gás ozônio, formando gás oxigênio e óxido de mercúrio (processo 1). Esse óxido formado reage com a água, gerando hidróxido de mercúrio (processo 2), o qual se deposita em ambientes aquáticos e no solo, atingindo o ser humano.



a) Nomeie o tipo de reação que ocorre nos processos 1 e 2 identificados na figura acima e escreva as respectivas equações químicas balanceadas.

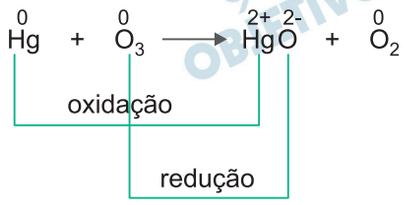
b) A política, a ciência e a sociedade civil têm seu papel na preservação ambiental. Oportunidades de pesquisa química para reduzir os impactos da mineração artesanal de ouro passam pelo desenvolvimento de: (1) filtros de ar e máscaras para prevenção de inalação de vapores de mercúrio; (2) ajustes do solo para evitar a absorção de mercúrio nas culturas; (3) processos químicos específicos para extrair ouro de rejeitos e (4) diagnósticos pontuais para exposição e envenenamento por mercúrio.

Preencha a tabela no campo de resposta, associando o número de cada desenvolvimento à correspondente oportunidade de pesquisa. Justifique sua escolha para o desenvolvimento atribuído somente à oportunidade **"Mitigação de riscos"**.

	Oportunidades de pesquisa química para reduzir os impactos da mineração artesanal de ouro			
	Detecção de mercúrio	Mitigação de riscos	Remediação	Mineração sem mercúrio
Desenvolvimento de:	( )	( )	( )	( )

Resolução

a) **Processo 1**



Reação de oxidorredução (variação nos números de oxidação dos elementos)

Processo 2

$HgO + H_2O \rightarrow Hg(OH)_2$

Reação de síntese (2 ou mais reagentes formando um único produto), ou hidrólise de óxido básico.

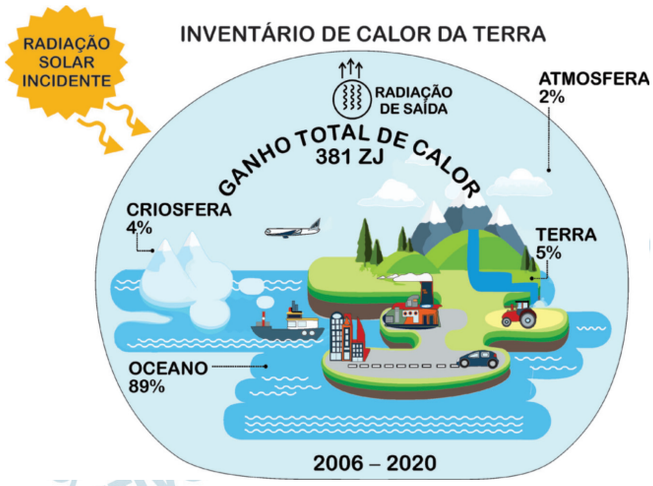
b)

Detecção de Hg	Mitigação de risco	Remediação	Mineração sem Hg
(4)	(1)	(2)	(3)

(1) Mitigação de risco: filtro de ar e máscara previnem inalação de vapores tóxicos de Hg diminuindo o risco de contaminação por Hg.

16

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial, a temperatura média global para julho de 2023 foi a mais alta já registrada, e este ano poderá ser o mais quente da história. Alguns cientistas afirmam que o sistema climático da Terra está fora do seu balanço energético, com um contínuo acúmulo de calor observado nas últimas décadas.



Com base no texto e nas informações apresentadas na figura, responda às questões a seguir:

a) Para o período de 2006-2020, calcule quantas toneladas de água foram acrescidas aos oceanos por conta do derretimento do gelo, considerando que este tenha sido o único evento térmico ocorrido na criosfera. Calcule o aumento da temperatura média dos oceanos, desconsiderando a água proveniente do derretimento do gelo e considerando a água do mar como sendo água pura.

b) Observando a figura, explique o mecanismo e as causas que levaram ao ganho total extra de energia (381 ZJ) da Terra no período considerado.

Dados: Massa de água dos oceanos: $1{,}4 \times 10^{21}$ kg; calor específico da água: 4180 J/kg·K; entalpia de fusão da água: $3{,}3 \times 10^{5}$ J/kg; ZJ = 1×10^{21} J.

Resolução

a) Cálculo da energia usada no derretimento do gelo:

$381 \cdot 10^{21}$J ——— 100%

x ——— 4%

$x = 15{,}24 \cdot 10^{21}$J

Cálculo da massa de água líquida formada:

1kg ——— $3{,}3 \cdot 10^{5}$J

y ——— $15{,}24 \cdot 10^{21}$J

$$y = \frac{15{,}24 \cdot 10^{21}}{3{,}3 \cdot 10^{5}} = 4{,}62 \cdot 10^{16}\text{kg}$$

$y \cong 4{,}62 \cdot 10^{13}$t de água líquida

Cálculo da energia absorvida pelo oceano:

$381 \cdot 10^{21}$J ——— 100%

z ——— 89%

$z = 339{,}1 \cdot 10^{21}$J

Cálculo da energia necessária para variar 1K na temperatura dos oceanos:

4180J —— 1kg de água

w —— $1{,}4 \cdot 10^{21}$kg (massa de água do oceano)

$w = 5852 \cdot 10^{21}$J

Cálculo do aumento da temperatura dos oceanos:

$5852 \cdot 10^{21}$J ———— 1K

$339.1 \cdot 10^{21}$J ———— t

$$t = \frac{339{,}1 \cdot 10^{21}}{5852 \cdot 10^{21}} = 0{,}058\text{K}$$ de aumento na temperatura dos oceanos.

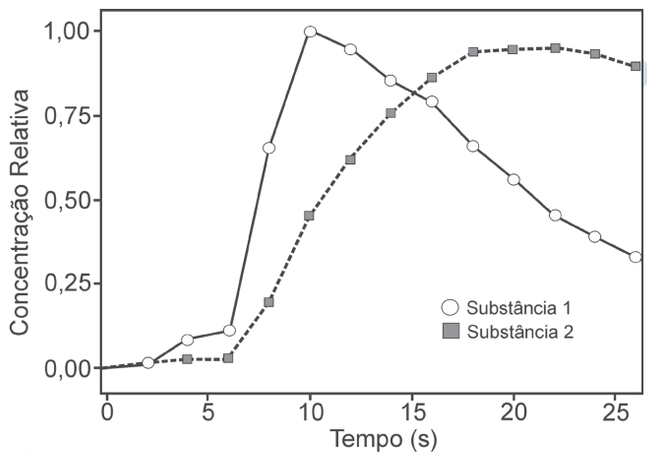
b) O ganho de energia se deve principalmente aos gases causadores do efeito estufa (que são emitidos pela atividade industrial e pela queima de combustíveis fósseis por automóveis) que retêm parte do calor irradiado pelo Sol que chega à Terra.

17

Uma reportagem afirma: "Se você der o mesmo grão de café a 10 baristas, você vai terminar com 10 diferentes sabores da bebida". Mesmo que a origem dos grãos seja única, são vários os aromas (substâncias voláteis) e sabores (substâncias pouco voláteis) distintos para esta bebida. Além da composição química da matéria-prima, há outras variáveis que influenciam o processo de extração sólido-líquido na preparação do café: a temperatura, a pressão de extração, a qualidade da água, a relação entre quantidades de pó e água, o tempo de contato e o tamanho dos grãos de pó (moagem) e a vazão de água.

a) Explique as alterações na intensidade do aroma e do sabor do café, quando da sua ingestão imediatamente após o preparo, em cada um dos casos a seguir: (1) utilizando água a 86 °C e 98 °C, e mantendo-se as demais variáveis constantes; e (2) variando o grau de moagem (fino e grosso). Considere que o grão de café torrado apresenta poros.

b) A figura abaixo mostra como, durante a extração para preparar um café espresso, a concentração de duas substâncias voláteis varia em função do tempo. O tempo de máxima extração se relaciona diretamente com a solubilidade em água e consequentemente com atributos da substância, como polaridade da molécula e coeficiente de partição, K_{ow}. A partir dessas informações, complete a tabela no campo de resposta, com as palavras **maior** ou **menor**, de modo a comparar, entre as substâncias, os atributos citados. Justifique sua escolha.



Dado: K_{ow} = [soluto em fase orgânica] / [soluto em água]

	Atributo da substância		
	Polaridade	**Solubilidade em água**	**K_{ow}**
Substância 1			
Substância 2			

Resolução

a) 1) Os aromas do café são constituídos por substâncias voláteis, portanto, com menor aquecimento, a 86°C, volatiliza essas substâncias com maior facilidade.

Os sabores do café são constituídos por substâncias pouco voláteis, portanto, com maior aquecimento, a 98°C, os sabores prevalecerão no café.

Temperatura	Intensidade
86°C	aroma
98°C	sabor

2) Quando os tamanhos das partículas do café são uniformes, extração ocorre de maneira consistente, o que dá mais aroma e sabor. É o caso do grão fino.

Quando fazemos a extração do café com grãos torrados com poros, alguns grãos sofrem extração mais rapidamente que os outros e o café pode ficar muito forte ou muito fraco.

b) Pela análise do gráfico, o tempo de máxima extração se relaciona diretamente com a solubilidade em água. As substâncias polares são mais solúveis em água e possuem menor K_{ow}.

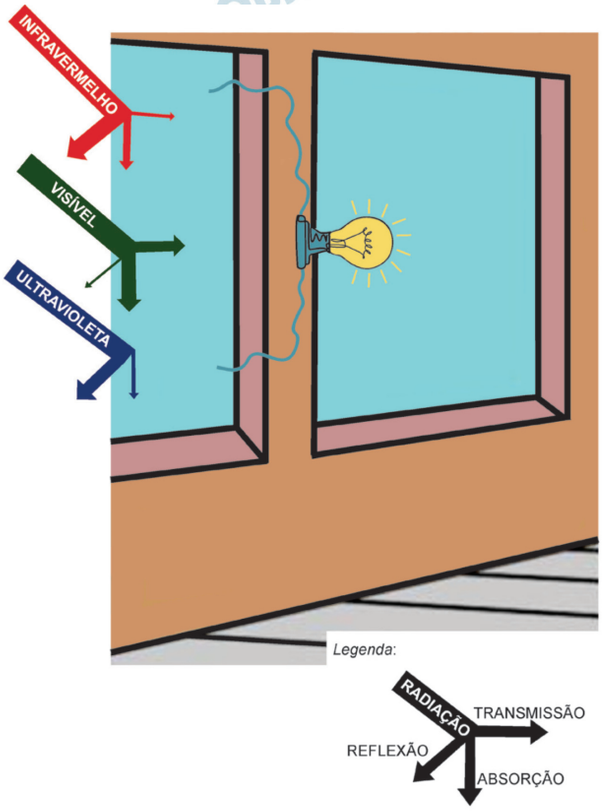
Considerando que $K_{ow} = \dfrac{[\text{soluto na fase orgânica}]}{[\text{soluto na água}]}$

mede a hidrofobicidade do composto, como as substâncias polares são solúveis em água, o K_{ow} diminui.

	Polar	Solubilidade em H_2O	K_{ow}
(1)	maior	maior	menor
(2)	menor	menor	maior

18

À medida que as evidências da origem antropogênica do aquecimento global ficam mais claras, o desenvolvimento de tecnologias capazes de produzir trabalho sem gerar CO_2, ou que diminuam essa emissão, torna-se cada vez mais urgente. Dentro deste contexto, em 2018, pesquisadores desenvolveram uma janela inteligente que interage com a radiação eletromagnética conforme figura ao lado. A figura evidencia, de forma simplificada, como essa janela interage com as radiações eletromagnéticas incidentes. As espessuras das setas são proporcionais às intensidades dos fenômenos que ocorrem com essas radiações.



a) Considerando que a figura represente quantitativamente o comportamento do material da janela diante das radiações incidentes, descreva esse comportamento.

b) Como desenvolvedor dessa janela inteligente, você precisa apresentá-la a potenciais compradores. Levando em conta as características da janela, apresente duas aplicações e os benefícios advindos dessas aplicações, que serviriam de argumento para justificar o investimento na compra da janela inteligente.

Resolução

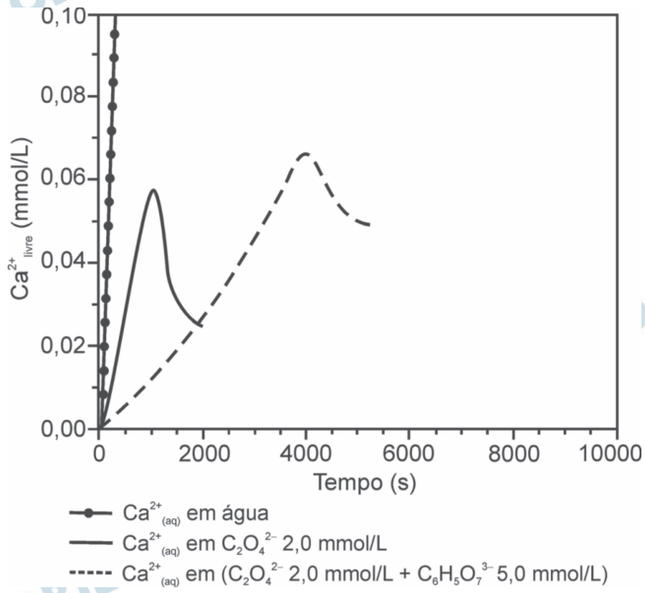
a) **Observando a figura, nota-se que dentre as radiações eletromagnéticas incidentes, a ultravioleta e a infravermelho são, em grande parte, refletidas pelo material constituinte da janela.**

A radiação eletromagnética visível é absorvida em grande parte pelo material constituinte da janela e boa parte é utilizada na transmissão que resulta na geração de energia elétrica (Efeito Fotoelétrico).

b) A janela pode ser utilizada para produzir energia elétrica utilizando-se da interação com a radiação eletromagnética. Nesse processo gera-se energia sem emissão de CO_2 (gás estufa). A janela inteligente pode ser usada também para bloquear raios ultravioleta, o que confere uma proteção contra o câncer de pele.

19

O oxalato de cálcio em humanos está associado a calcificações benignas do tecido mamário e a pedras nos rins. Em indivíduos saudáveis, a urina é tipicamente supersaturada em oxalato de cálcio. O desenvolvimento de pedras nos rins, por outro lado, é prevenido por proteínas e pequenas moléculas contendo grupos carboxilatos.



a) Considerando o que se informa no texto, escreva uma equação química e a expressão da constante de equilíbrio associada, que representam a formação da pedra no rim. O texto informa que a urina é supersaturada em oxalato de cálcio; o que isso significa conceitualmente, isto é, do ponto de vista do equilíbrio químico?

b) Pesquisadores avaliaram como a concentração de cálcio livre (Ca^{2+}) em solução varia quando se adiciona Ca^{2+}(aq) em soluções contendo oxalato de concentração 2 mmol/L e diferentes concentrações de citrato, conforme a figura. Os dados permitem inferir que o citrato pode ser um agente terapêutico na prevenção de pedra no rim. Faça uma descrição quantitativa de modo a justificar, do ponto de vista do equilíbrio químico, a afirmação sobre a função do citrato na prevenção de pedra no rim.

Dados: Oxalato: $C_2O_4^{2-}$; citrato: $C_6H_5O_7^{3-}$.

Resolução

a) Equação da reação:

$Ca^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq) \rightleftarrows CaC_2O_4(s)$

$$K = \frac{1}{[Ca^{2+}] \cdot [C_2O_4^{2-}]}$$

Quanto maior a concentração de íons $C_2O_4^{2-}$ (solução supersaturada em $C_2O_4^{2-}$) na solução, maior a quantidade de $CaC_2O_4(s)$ produzido (deslocamento de equilíbrio para a direita).

Escrevendo a equação inversa:

$CaC_2O_4(s) \rightleftarrows Ca^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$

A constante desse equilíbrio (K_{PS}) é expressa por:

$K_{PS} = [Ca^{2+}] \cdot [C_2O_4^{2-}]$

Uma solução supersaturada de CaC_2O_4 é aquela em que o produto das concentrações de íons Ca^{2+} e íons $C_2O_4^{2-}$ é maior que o valor de K_{PS}.

b) As três curvas indicam o efeito da adição de solução contendo íons Ca^{2+} e, portanto, nota-se o aumento da concentração de Ca^{2+}_{livre}.

Na curva —•— simplesmente adiciona-se Ca^{2+} em água.

Na curva —— onde se adicionaram íons Ca^{2+} em solução contendo oxalato ($C_2O_4^{2-}$), verifica-se um aumento da concentração de Ca^{2+}_{livre} até a sua saturação com formação de $CaC_2O_4(s)$ e, consequente formação de "pedras nos rins", conforme a equação do item a.

A curva ----- indica que a presença dos íons citrato ($C_6H_5O_7^{3-}$) associado ao oxalato permite maior concentração de íons Ca^{2+}_{livre} quando comparados ao comportamento da solução que contém apenas o oxalato (curva ——). Isso se deve à complexação dos íons Ca^{2+} pela ação do citrato, permitindo maior concentração de Ca^{2+}_{livre} e por mais tempo. Assim, a formação do precipitado ("pedras nos rins" composta por $CaC_2O_4(s)$ descrito no item a) ocorrerá após o consumo dos íons citrato ($C_6H_5O_7^{3-}$).

20

"Explosão em silo no Paraná acende alerta para prevenção de acidentes em armazéns" (notícia veiculada na mídia em julho de 2023). As estatísticas para esse tipo de desastre são alarmantes no mundo todo, e não se trata apenas de negligência. Há parâmetros intrínsecos da silagem que a tornam potencialmente perigosa; portanto, devem ser muito bem controlados. Segundo um profissional que atua no controle de incêndios em silos: "Este ano a silagem pode estar muito seca, havendo maior possibilidade de fogo no silo. A combustão interna do material da silagem pode ocorrer se ele for colocado muito seco no silo.

Para qualquer coisa pegar fogo são necessários três ingredientes: ..."

a) Por que a baixa umidade favorece o incêndio num silo? Quais os três ingredientes que completariam a fala do profissional ao final do texto e qual o papel de cada um deles no fenômeno em questão?

b) No silo, a fermentação dos grãos pode levar à ignição, combustão e explosão. Considerando a fermentação e a combustão, qual delas é a causa e qual delas é a consequência? Ainda considerando a fermentação e a combustão, no caso da silagem de grãos, por que é necessário usar sensores de umidade, de dióxido de carbono e de temperatura dentro do silo?

Resolução

a) **A baixa umidade (baixa concentração de vapor de água no ar) favorece o incêndio em um silo, pois a ausência de vapor de água diminui a absorção de calor o que promove aumento da temperatura facilitando a combustão.**
Os três ingredientes que completam a fala do profissional no texto são: <u>combustível</u>, <u>comburente</u> e <u>calor</u>.

b) **A <u>causa</u> é a <u>fermentação</u>, pois produz etanol, que funciona como combustível.**
A <u>consequência</u> é a <u>combustão</u> (queima do combustível gerado na fermentação).
Dentro do silo, o sensor de umidade é útil para alertar a baixa umidade do ar de dentro do silo que pode favorecer a combustão. O sensor de temperatura é útil para monitorar a alta temperatura que pode favorecer a combustão.
O sensor de CO_2 é útil, pois a alta concentração de CO_2 pode indicar alta taxa de fermentação (geradora de etanol, combustível para a combustão).