

Em 1571, a fundação de Manila pelos espanhóis mudou o ritmo do comércio global. O assentamento logo se tornou uma metrópole e um importante ponto de conexão entre a Ásia e as Américas. Os bens, como especiarias e seda, começaram a se mover pelo Pacífico sem passar primeiro pela Europa. A prata era um dos bens que não pagava tributos nessa rota. A mina de Potosí, nos Andes, na atual Bolívia, mostrou ser a maior descoberta de jazida de prata da história, respondendo por mais da metade da produção global durante mais de um século. Mas não foi só na Europa que a fase áurea despontou. Grandes programas de construções foram empreendidos pelo mundo otomano, dos Bálcãs ao Norte da África. Na Índia, construíram o Taj Mahal, o monumento mais romântico do mundo. A glória da Europa e da Índia ocorreu às custas das Américas.

(Adaptado de FRANKOPAN, P. *O coração do mundo: uma nova história universal a partir da rota da seda*, o encontro do Oriente com o Ocidente. São Paulo: Planeta, 2019, p. 261-268.)

- a) As marcações A, B, C, D e E, no mapa ao lado, remetem a localidades mencionadas no texto, que são importantes para a compreensão do contexto descrito no século XVI. Identifique, para cada letra, no espaço de resposta, as seguintes localidades: Calicute, Istambul, Manila, Madri e Potosí. Em seguida, responda: por que Manila tornou-se estratégica para o comércio da prata pelos espanhóis? Exemplifique como o ritmo do comércio global se alterou depois de sua fundação.



- b) Explique a afirmação de Frankopan de que a “glória da Europa e da Índia ocorreu às custas das Américas”, relacionando-a com o início da globalização dos mercados.

A B C D E

Resolução

- a) A – Potosí
- B – Madri
- C – Istambul
- D – Calcutá
- E – Manila

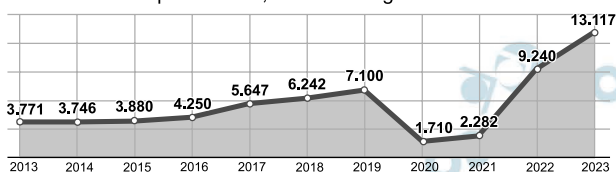
A importância de Manila deve-se a sua baía estar localizada em um lugar estratégico e privilegiado para a circulação comercial de navios de grande porte, sendo considerado um porto natural. Mesmo antes da chegada dos espanhóis, Manila já era um movimentado porto por garantir fácil acesso ao Sudeste e Leste asiático, especialmente a China, interligando rotas do Pacífico no comércio da seda e a partir da chegada dos espanhóis, essas redes são reorientadas em direção a costa oeste da América.

- b) No início da época moderna, a exploração mercantilista da colonização, em particular o extrativismo metalista em Potosí (“às custas da América”), drenou vultosos recursos para a Europa, gastos parcialmente na formação de armadas, exércitos nacionais e na compra de mercadorias orientais, contribuindo também para o enriquecimento de sociedades asiáticas, consubstanciado no caso do Taj Mahal (“a glória(...)da Índia”).

O Brasil enfrenta novo cenário de violência em instituições de ensino, marcado por uma escalada nos casos de agressões na comunidade escolar e pelos ataques a essas instituições. Dados da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo mostram que, entre 2019 e 2023, o número de ocorrências relacionadas ao sofrimento psíquico de alunos da rede estadual pulou de 117 para 3,1 mil. Outros dados referentes a essa violência são apresentados nos gráficos ao lado:

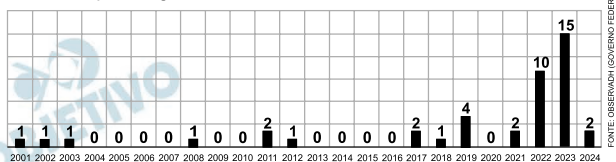
VIOLÊNCIAS NO AMBIENTE ESCOLAR

Pessoas atendidas em serviços públicos e privados de saúde com lesões autoprovocadas, vítimas de agressões físicas e verbais



Ataques em escolas do Brasil

O país registrou recorde de casos entre 2022 e 2023



(Adaptado de QUEIROZ, C. “Violência escolar aumenta nos últimos dez anos no Brasil”. In: *Revista Fapesp*. n. 350, S. Paulo: abril de 2025. Disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/violencia-escolar-aumenta-nos-ultimos-10-anos-no-brasil/>. Acesso em 15/10/2025.)

- O crescimento de 117 para 3,1 mil casos de sofrimento psíquico nas escolas paulistas, entre 2019 e 2023, aponta para a existência de um problema a ser discutido pela sociedade. Cite e explique dois exemplos de sofrimento psíquico entre estudantes no ambiente escolar.
- Descreva o que os gráficos informam sobre a violência escolar em três períodos (até 2019, 2020–2021 e depois de 2022). O que aconteceu no Brasil nos mesmos períodos? Em seguida, relacione os processos sociais e políticos à evolução dos números apresentados.

Resolução

- Entre os sofrimentos psíquicos no ambiente escolar podemos citar:
 - **ansiedade**: resultado de pressões por desempenho.
 - **depressão**: dificuldade de estabelecer socialização e vínculos afetivos.

- esgotamento e burnout: sensação de incapacidade de seguir a rotina escolar e frustração.
- insegurança: perseguição e violência física no ambiente escolar; distorções de auto imagem;
- bullying e cyberbullying: perseguições no ambiente escolar, na internet e redes sociais, inclusive utilizando ferramentas de 'inteligência artificial' para atacar colegas com manipulação de imagens.

b) A partir de 2018 até 2019, os índices apresentaram pequeno crescimento no início o novo governo. Entre 2020-2021, os números apresentam queda devido ao isolamento social provocado pela pandemia de COVID-19.

Após 2022, crescimento acentuado dos casos notificados de violência nas escolas em contexto de radicalização no processo político; corte de orçamento em educação, desestruturando iniciativas de combate à violência. Do ponto de vista social destacam-se o maior acesso sem mediação dos jovens a grupos que propagam violência e intolerância nas redes sociais e a exposição do aumento de ataques violentos em escala global estimulando casos similares.

Por que você quase sempre vai perder dinheiro com bets, segundo a matemática.

“Eu conheço uma pessoa que vive só de *bets*”, “eu vejo muito futebol e quase sempre acerto o vencedor”, “é só estudar bastante, que você vai conseguir ganhar”. Essas são frases comuns ditas hoje em dia em conversas de bar, redes sociais ou até mesmo em canais de internet dedicados a apostas esportivas. Mas a realidade do mundo das apostas é muito diferente, segundo matemáticos e especialistas que estudam o fenômeno. A grande maioria inevitavelmente vai perder dinheiro se continuar apostando. É só uma questão de tempo.

(Adaptado de GALLAS, D. BBC News. 30/11/2024.)

Para entender as *bets*, primeiro é preciso entender o que são as *odds*. As *odds* expressam quanto cada apostador ganhará caso sua aposta seja vencedora e podem ser expressas no formato decimal ou no formato britânico.

Uma *odd* britânica de 7|4 indica que, para cada 4 reais apostados, o apostador terá um retorno de 7 reais, além dos 4 reais apostados, em caso de acerto. Ou seja, o retorno total será de 11 reais.

Uma *odd* decimal de 2,75 indica que o retorno total será 2,75 vezes o valor apostado. Ou seja: uma aposta de 4 reais que é vencedora com essa *odd* dá um retorno total de 11 reais.

Caso a aposta seja perdedora, o jogador perde todo o valor apostado.

- O *site* ComBet apresenta suas *odds* na forma britânica e o *site* BetCamp apresenta suas *odds* como decimais. Para um mesmo jogo, a *odd* correspondente à vitória de um time é de 5|3 na ComBet e de 1,5 na BetCamp. Qual dos *sites* está pagando mais pela vitória do time? Justifique.
- Uma pessoa fez 10 apostas de 100 reais cada em eventos cujas *odds* decimais são todas iguais a 1,1. Das dez apostas, ganhou em 9. Ela teve lucro ou prejuízo? De quanto? Justifique.

Resolução

- Vamos considerar para as duas um jogo de R\$ 3,00. O valor pago pelo combet será, em reais, $3 + 5 = 8$. Já o valor pago pela Beccamp, em reais, será $3 \cdot 1,5 = 4,5$.

b) O valor total gasto, em reais, nas apostas é $10 \cdot 100 = 1000$.

Já o valor ganho, em reais, será de

$$9 \cdot 100 \cdot 1,1 = 990.$$

Portanto, ela teve prejuízo, em reais, de

$$1000 - 990 = 10.$$

Respostas: a) Combet

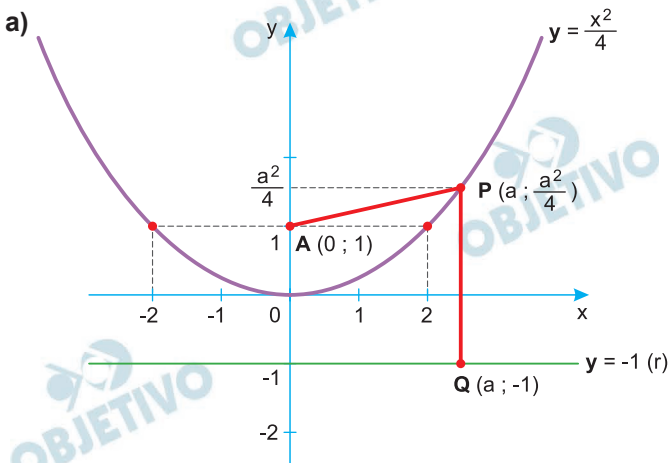
b) Prejuízo de R\$ 10,00

Considere o gráfico da parábola $y = x^2 / 4$, a reta r dada por $y = -1$ e o ponto $A = (0, 1)$. Seja P um ponto qualquer da parábola e Q o ponto de interseção da reta r com uma reta perpendicular à reta r que passa pelo ponto P .

a) Mostre que a distância entre P e A é igual à distância entre P e Q .

b) Encontre o(s) ponto(s) P tais que o triângulo APQ é equilátero.

Resolução



$$\begin{aligned}
 d_{P,A} &= \sqrt{(a-0)^2 + \left(\frac{a^2}{4} - 1\right)^2} = \\
 &= \sqrt{a^2 + \frac{a^4 - 8a^2 + 16}{16}} = \sqrt{\frac{a^4 + 8a^2 + 16}{16}} = \\
 &= \sqrt{\frac{(a^2 + 4)^2}{16}} = \frac{a^2 + 4}{4} = \frac{a^2}{4} + 1 = d_{P,Q}
 \end{aligned}$$

Portanto, a distância entre P e A é igual a distância entre P e Q , sendo essa distância igual a $\frac{a^2}{4} + 1$, onde a é a abscissa do ponto P .

b) Para que o triângulo APQ seja equilátero, a distância entre Q e A deve ser igual a distância entre P e Q . Assim

$$\begin{aligned}
 d_{P,Q} &= d_{Q,A} \\
 \frac{a^2}{4} + 1 &= \sqrt{a^2 + 2^2} \Rightarrow \\
 \Rightarrow \frac{a^2 + 4}{4} &= \sqrt{a^2 + 4} \Rightarrow \\
 \Rightarrow \frac{a^4 + 8a^2 + 16}{16} &= a^2 + 4 \Rightarrow
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow a^4 - 8a^2 - 48 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a^2 = 12 \text{ ou } a^2 = -4 \text{ (não convém)}$$

$$\Rightarrow a = \pm 2\sqrt{3}$$

Portanto, temos dois pontos, sendo

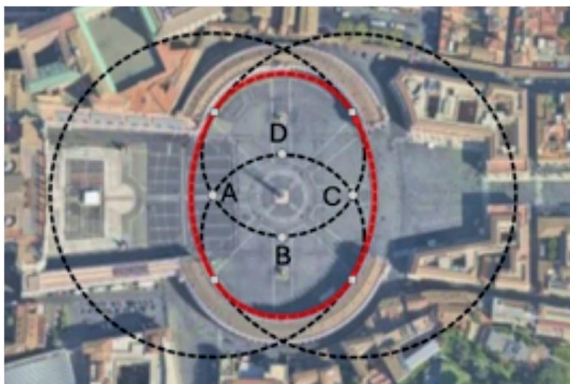
$$P_1(-2\sqrt{3}; 3) \text{ e } P_2(2\sqrt{3}; 3)$$

Respostas: a) demonstração

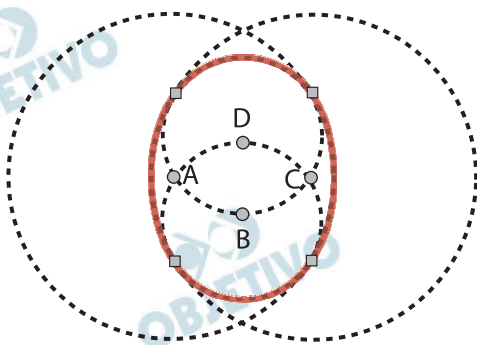
$$\text{b) } (-2\sqrt{3}; 3) \text{ e } (2\sqrt{3}; 3)$$

Na arquitetura, uma “oval” é uma figura formada por dois pares de arcos de circunferência com raios distintos. Esses arcos se conectam nos pontos de tangência entre as circunferências.

(Adaptado de Oval. Wikipedia)



(Imagem adaptada de Google Maps. Acesso em 08/09/2025.)



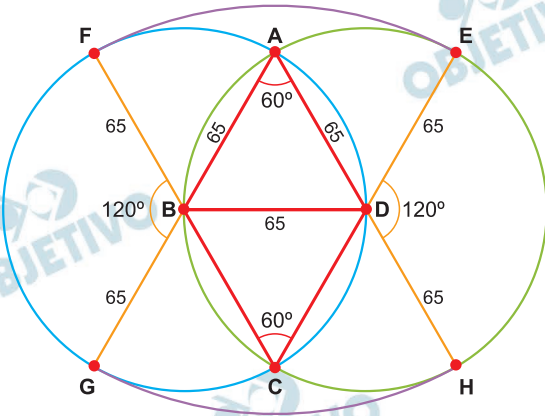
(Imagem adaptada de Google Maps. Acesso em 08/09/2025.)

A Praça de São Pedro, no Vaticano, concebida pelo renomado artista italiano Gian Lorenzo Bernini, é um exemplo notável do uso desse formato na arquitetura. As duas circunferências menores têm o mesmo raio, e o mesmo acontece com as duas circunferências maiores. Os centros das duas circunferências menores (pontos B e D) estão situados nos chamados “centro del colonnato”, distam 65 metros um do outro e o centro de uma circunferência está contido na outra circunferência, e vice-versa. Os centros das circunferências maiores (pontos A e C), por sua vez, estão posicionados nas interseções das circunferências menores, conforme ilustrado na imagem. Os centros das quatro circunferências formam um losango ABCD.

a) Calcule a área do losango ABCD.

b) Calcule o perímetro da oval (curva em vermelho na imagem).

Resolução



- a) A área do losango é igual ao dobro da área do triângulo ABD.

Assim, a área A do losango ABCD, em metros quadrados é dada por:

$$A = 2 \cdot \frac{\ell^2 \sqrt{3}}{4} = 2 \cdot \frac{65^2 \sqrt{3}}{4} = 2112,5 \sqrt{3}$$

- b) O perímetro da oval, é igual à soma dos comprimentos dos arcos \widehat{FG} , \widehat{EH} , \widehat{FE} e \widehat{GH} .

Assim, o perímetro P da oval, em metros, é dado por:

$$P = \widehat{FG} + \widehat{EH} + \widehat{FE} + \widehat{GH} =$$

$$= \frac{120^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 65 + \frac{120^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 65 +$$

$$+ \frac{60^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 130 + \frac{60^\circ}{360^\circ} \cdot 2\pi \cdot 130 =$$

$$= \frac{130\pi}{3} + \frac{130\pi}{3} + \frac{130\pi}{3} + \frac{130\pi}{3} = \frac{520\pi}{3}$$

Respostas: a) A área de ABCD é $2112,5\sqrt{3} \text{ m}^2$

b) O perímetro da oval é $\frac{520\pi}{3} \text{ m}$

Sejam b e d números positivos distintos de 1 e considere o sistema linear nas variáveis x e y :

$$(\log_b 2)x + (\log_4 b)y = k$$

$$(\log_d 4)x + (\log_2 d)y = 0$$

a) Para $k = 1$, $b = 2$ e $d = 4$, determine x e y .

b) Para $k = 0$, determine para quais valores de b e d o sistema admite infinitas soluções.

Resolução

a) Para $k = 1$, $b = 2$, $d = 4$, temos:

$$\begin{cases} (\log_2 2) \cdot x + (\log_4 2) \cdot y = 1 \\ (\log_4 4) \cdot x + (\log_2 4) \cdot y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x + \frac{1}{2}y = 1 \\ x + 2y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow x = \frac{4}{3} \text{ e } y = -\frac{2}{3}$$

b) Para $k = 0$, temos:

$$\begin{cases} (\log_b 2) \cdot x + \log_4 b \cdot y = 0 \\ (\log_d 4) \cdot x + (\log_2 d) \cdot y = 0 \end{cases}$$

Este sistema admite infinitas soluções se, e somente se,

$$\begin{vmatrix} \log_b 2 & \log_4 b \\ \log_d 4 & \log_2 d \end{vmatrix} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_b 2 \cdot \log_2 d - \log_d 4 \cdot \log_4 b = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_b d - \log_d b = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \log_b d = \frac{1}{\log_b d} \Leftrightarrow \log_b d = \pm 1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow d = b^{\pm 1} \Leftrightarrow d = b \text{ ou } d = \frac{1}{b}$$

Respostas: a) $x = \frac{4}{3}$ e $y = -\frac{2}{3}$

b) $d = b$ ou $d = \frac{1}{b}$

Dizemos que uma função não-constante $f(x)$ é periódica se existe $T > 0$ tal que $f(x) = f(x + T)$ para todo número x real.

a) A função $h(x) = \cos(5x) + \sin(x/7)$ é periódica? Justifique.

b) A função $p(x) = x^2 - 1$ é periódica? Justifique.

Resolução

a) Sendo $h(x) = \cos(5x) + \sin\left(\frac{x}{7}\right)$,

$$\begin{aligned} h(x + T) &= \cos[5 \cdot (x + T)] + \sin\left(\frac{x + T}{7}\right) = \\ &= \cos(5x) \cdot \cos(5T) - \sin(5x) \cdot \sin(5T) + \\ &+ \sin\left(\frac{x}{7}\right) \cdot \cos\left(\frac{T}{7}\right) + \sin\left(\frac{T}{7}\right) \cdot \cos\left(\frac{x}{7}\right) \end{aligned}$$

Para que $h(x + T) = h(x)$, $\forall x \in \mathbb{R}$, devemos ter:

$$\begin{cases} \cos(5T) = 1 \\ \sin(5T) = 0 \\ \cos\left(\frac{T}{7}\right) = 1 \\ \sin\left(\frac{T}{7}\right) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (5T) = m \cdot 2\pi, m \in \mathbb{Z} \\ \left(\frac{T}{7}\right) = n \cdot 2\pi, n \in \mathbb{Z} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T = m \cdot \frac{2\pi}{5} \\ T = n \cdot 14\pi \end{cases}$$

Portanto, para $T = 14\pi$ a função $h(x)$ é periódica.

b) não é periódica, pois

$$P(x + T) = (x + T)^2 - 1 = x^2 + 2xT + T^2 - 1 \text{ e}$$

$$P(x) = x^2 - 1$$

$$P(x + T) = P(x) \Leftrightarrow x^2 + 2xT + T^2 - 1 = x^2 - 1$$

Pelo princípio da identidade de polinômios, temos:

$$x^2 + 2Tx + T^2 - 1 - x^2 = 0x - 1$$

$$\begin{cases} 2T = 0 \\ T^2 - 1 = -1 \end{cases} \Leftrightarrow T = 0 \text{ (não convém)}$$

Respostas: a) $h(x)$ é periódica

b) $p(x)$ não é periódica

Considere A uma matriz 2×2 com entradas reais e denote por Id a matriz identidade 2×2 , isto é:

$$Id = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

a) Supondo que todas as entradas de A sejam **números inteiros não negativos**, encontre todas as possibilidades de A de modo que $A^2 = Id$. Justifique.

b) Seja B uma matriz 2×2 tal que

$$B \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ e } B \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}. \text{ Calcule } B^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \end{pmatrix}.$$

Notação: B^{-1} denota a matriz inversa de B .

Resolução

Supondo que todas as entradas de A sejam inteiros não negativos

a) Seja $A = \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix}$

$$\begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x^2 + yz = 1 \\ xy + yw = 0 \\ xz + wz = 0 \\ yz + w^2 = 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x^2 + yz = 1 \\ y(x + w) = 0 \\ z(x + w) = 0 \\ w^2 + yz = 1 \end{cases}$$

1) Se $x + w \neq 0 \Rightarrow y = z = 0$

2) $x^2 + yz = 1 \Rightarrow x^2 = 1 \Rightarrow x = 1$

3) $w^2 + yz = 1 \Rightarrow w^2 = 1 \Rightarrow w = 1$

4) Assim $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

4) Se $x + w = 0$, temos $x = w = 0$

5) $x^2 + yz = 1 \Rightarrow yz = 1 \Rightarrow y = z = 1$

e assim $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$

b) Seja a matriz $B_{2 \times 2} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$

1) $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} a + 2b = 0 \\ c + 2d = 1 \end{cases}$

2) $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} 3a + b = 1 \\ 3c + d = 0 \end{cases}$

$$3) \begin{cases} a + 2b = 0 \\ 3a + b = 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = \frac{2}{5} \\ b = -\frac{1}{5} \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} c + 2d = 1 \\ 3c + d = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} c = -\frac{1}{5} \\ d = \frac{3}{5} \end{cases}$$

$$5) \text{ Em } B = \begin{pmatrix} \frac{2}{5} & -\frac{1}{5} \\ -\frac{1}{5} & \frac{3}{5} \end{pmatrix} = \frac{1}{5} \cdot \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 3 \end{pmatrix} \text{ e}$$

$$\det B = \left(\frac{1}{5}\right)^2 \cdot 5 = \frac{1}{5}$$

$$6) \text{ Assim } B^{-1} = \frac{\begin{pmatrix} \frac{3}{5} & \frac{1}{5} \\ \frac{1}{5} & \frac{2}{5} \end{pmatrix}}{\frac{1}{5}} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$7) B^{-1} \cdot \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \\ 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 14 \end{pmatrix}$$

Respostas: a) $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ e $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$

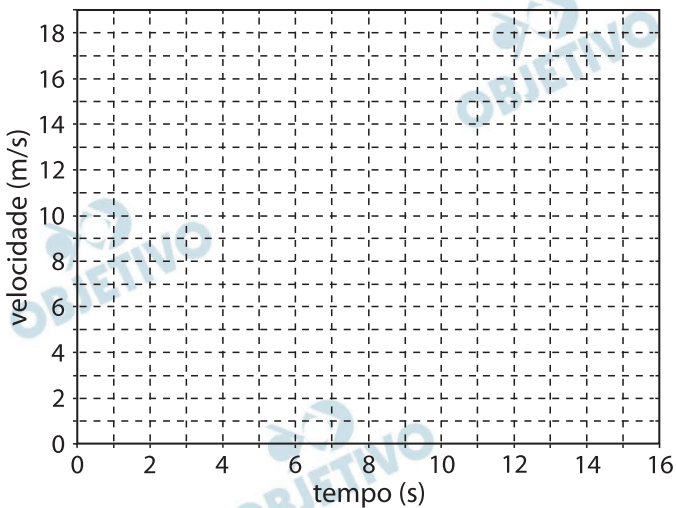
b) $\begin{pmatrix} 12 \\ 14 \end{pmatrix}$

Os carros elétricos são veículos movidos por motores elétricos e baterias recarregáveis, eliminando a necessidade de combustíveis fósseis e reduzindo emissões poluentes. Esses veículos têm baixo custo de manutenção e tecnologia avançada. Apesar de desafios como tempo de recarga e infraestrutura limitada, sua popularidade cresce graças a benefícios ambientais e eficiência energética.

a) A tabela A apresenta a velocidade de um carro nos instantes iniciais de um percurso, em linha reta, em que ele parte do repouso de uma posição $s_0 = 0$.

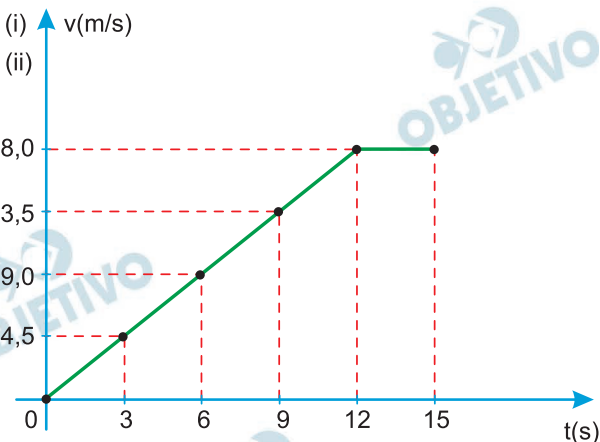
tempo t (s)	velocidade v (m/s)
0	0,0
3	4,5
6	9,0
9	13,5
12	18,0
15	18,0

- (i) No gráfico do espaço de respostas, represente todos os dados da tabela;
- (ii) Ainda nesse gráfico, trace uma linha passando pelos pontos que represente a velocidade do carro em função do tempo considerando que a aceleração do carro é constante entre cada par de pontos da tabela;
- (iii) Qual era a posição $s(t)$ do carro em $t = 10$ s?
- b) Em um teste de segurança para avaliar a resistência da bateria em colisões, um carro elétrico, com velocidade inicial $v_0 = 90$ km/h, colide com um obstáculo, atingindo a parada total ao final do impacto, que tem duração $\Delta t = 0,2$ s. Considerando esses dados:
- (i) Estime um valor razoável para a massa total m_T do carro;
- (ii) Calcule o módulo I do impulso recebido pelo carro até parar;
- (iii) Encontre o módulo F_m da força média que atua sobre o carro durante o impacto.



Resolução

a) Gráfico velocidade escalar x tempo



iii) Cálculo da aceleração escalar:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{4,5}{3} \text{ (m/s}^2\text{)} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Cálculo da posição para $t = 10\text{s}$:

$$s = s_0 + V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2$$

$$s_{10} = 0 + 0 + \frac{1,5}{2} (10^2) \text{ (m)} \Rightarrow s_{10} = 75,0 \text{ m}$$

b) i) A massa do carro pode ser estimada em $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$

ii) Cálculo do módulo do Impulso resultante:

Teorema do Impulso:

$$I = \Delta Q = mV_f - mV_0$$

$$|\vec{I}| = mV_0 = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 25 \text{ (SI)}$$

$$|\vec{I}| = 2,5 \cdot 10^4 \text{ N.s}$$

iii) A força média F_m tem intensidade dada por:

$$|\vec{I}| = F_m \cdot \Delta t$$

$$2,5 \cdot 10^4 = F_m \cdot 0,2$$

$$F_m = 12,5 \cdot 10^4 \text{ N} \Rightarrow F_m = 1,25 \cdot 10^5 \text{ N}$$

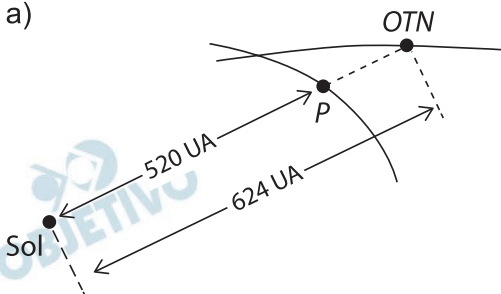
Uma pesquisa recente revelou um novo objeto astronômico que pode ser o Planeta 9. A hipótese da existência desse planeta foi concebida para explicar características comuns a vários objetos trans-netunianos, isto é, astros com órbitas que alcançam distâncias ao Sol muito maiores do que o planeta Netuno.

a) No espaço de respostas, a figura A ilustra uma situação imaginária na qual o Sol, um planeta hipotético P, e um objeto trans-netuniano OTN são representados ao longo de uma linha reta. As distâncias de P e OTN ao Sol são apresentadas na figura A em unidades astronômicas, UA (1 UA = distância da Terra ao Sol). Supondo que a razão entre a massa m_P do planeta P e a massa m_{Sol} do Sol seja dada por $\frac{m_P}{m_{\text{Sol}}} \approx 2 \times 10^{-5}$, para a situação da figura A, calcule:

- a distância d entre o objeto OTN e o planeta P;
- a razão $q = |\vec{F}_P| / |\vec{F}_{\text{Sol}}|$ entre os módulos das forças gravitacionais que o planeta P (\vec{F}_P) e o Sol (\vec{F}_{Sol}) exercem sobre OTN.

b) De acordo com a terceira lei de Kepler, a razão entre o quadrado do período orbital (T) e o cubo do semieixo maior (a) da órbita elíptica é a mesma para todos os planetas que orbitam o Sol. Se o semieixo maior da órbita elíptica de outro planeta desconhecido D for dado por $a_D \approx 400$ UA, qual será o período T_D , em anos terrestres, do movimento orbital do planeta D em torno do Sol? Considere os seguintes dados para o planeta Terra: $a_{\text{Terra}} = 1$ UA, $T_{\text{Terra}} = 1$ ano.

a)



Resolução

a) i) $d = 624\text{ua} - 520\text{ua}$

$$d = 104\text{ua}$$

ii) Força que o planeta P exerce em OTN:

$$|\vec{F}_P| = \frac{G m_P m}{(104)^2} \quad (1)$$

Força que o Sol exerce em OTN:

$$|\vec{F}_{\text{Sol}}| = \frac{G m_{\text{Sol}} m}{(624)^2} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} : q = \frac{|\vec{F}_P|}{|\vec{F}_{\text{Sol}}|} = \frac{m_P}{m_{\text{Sol}}} \cdot \left(\frac{624}{104}\right)^2$$

$$q = \frac{|\vec{F}_P|}{|\vec{F}_{\text{Sol}}|} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 36$$

$$q = \frac{|\vec{F}_P|}{|\vec{F}_{\text{Sol}}|} = 7,2 \cdot 10^{-4}$$

b) 3ª lei de Kepler:

$$\left(\frac{a_D}{a_{\text{Terra}}}\right)^3 = \left(\frac{T_D}{T_{\text{Terra}}}\right)^2$$

$$\left(\frac{400 \text{ ua}}{1 \text{ ua}}\right)^3 = \left(\frac{T_D}{1 \text{ a}}\right)^2$$

$$T_D^2 = (400)^3 \text{ a}^2$$

$$T_D = 8,0 \cdot 10^3 \text{ a}$$

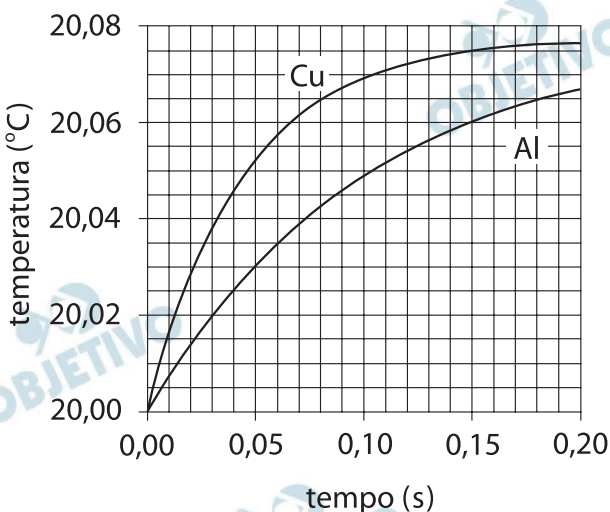
Respostas: a) (i) $d = 104 \text{ ua}$
(ii) $q = 7,2 \cdot 10^{-4}$
b) $T_D = 8,0 \cdot 10^3 \text{ a}$

A caracterização das propriedades térmicas dos materiais é de suma importância para o seu emprego em múltiplas aplicações, bem como para a busca de novos materiais. Uma classe particular desses materiais é chamada de Materiais de Mudança de Fase (PCM, do inglês *Phase Change Materials*) por apresentarem valores elevados do calor latente de fusão, vaporização, etc.

a) A parafina é um componente encontrado em alguns PCMs. Uma amostra de parafina, inicialmente na sua temperatura de fusão, recebe calor a uma potência líquida, já excluindo-se as perdas, dada por $P = 30\text{W}$. Sendo $L = 60\text{ cal/g}$ o calor latente de fusão dessa amostra, quanto tempo será necessário para fundir uma massa $m_{\text{parafina}} = 20\text{ g}$ da parafina?

Dado: $1\text{ cal} \approx 4\text{ J}$.

b) No espaço de respostas, o gráfico representa a temperatura em função do tempo de duas amostras metálicas, Al e Cu, durante o aquecimento de cada uma delas produzido pela absorção de energia de um laser. As amostras, tendo massas idênticas e estando sujeitas a condições de troca de calor similares, apresentam tempos de aquecimento diferentes, uma vez que têm calores específicos bem distintos: $c_{\text{Al}} \approx 900\text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ e $c_{\text{Cu}} \approx 400\text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$. Se a massa da amostra de Al for dada por $m_{\text{Al}} = 1,5 \times 10^{-5}\text{ kg}$, qual é o calor Q nela armazenado desde o instante $t = 0$ até $t = 0,15\text{ s}$?



Resolução

- a) 1) Cálculo da quantidade de calor latente Q_L recebida pela parafina:

$$Q_L = m_{\text{parafina}} \cdot L$$

$$Q_L = 20 \cdot 60 \text{ (cal)} \Rightarrow Q_L = 1200 \text{ cal}$$

Como $1 \text{ cal} \cong 4 \text{ J}$, temos:

$$Q_L \cong 1200 \cdot 4 \text{ (J)}$$

$$Q_L \cong 4800 \text{ J} \Rightarrow Q_L \cong 4,8 \cdot 10^3 \text{ J}$$

- 2) Cálculo do intervalo de tempo Δt necessário para fundir a parafina:

$$P = \frac{Q_L}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{Q_L}{P}$$

$$\Delta t \cong \frac{4,8 \cdot 10^3}{30} \text{ (s)} \Rightarrow \Delta t \cong 1,6 \cdot 10^2 \text{ s}$$

- b) Do gráfico, temos que entre os instantes 0 e 0,15s, a temperatura da amostra de alumínio sofre uma variação de temperatura:

$$\Delta\theta = 20,06^\circ\text{C} - 20,00^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta = 0,06^\circ\text{C}$$

A quantidade de calor sensível Q_S recebida pelo alumínio é dada por:

$$Q_S = m_{\text{Al}} c_{\text{Al}} \Delta\theta$$

$$Q_S \cong 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 900 \cdot 0,06 \text{ (J)}$$

$$Q_S \cong 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

Obs.: A frase “calor armazenado” não é a mais apropriada. Seria melhor usar “calor recebido” ou “calor trocado” pela amostra de alumínio.

Respostas: a) $\cong 1,6 \cdot 10^2 \text{ s}$

b) $\cong 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

Bend é uma técnica usada na guitarra para alterar a frequência sonora de uma nota musical. Essa técnica consiste em deslocar, na direção perpendicular ao braço da guitarra, o dedo que prende a corda, aumentando-se a tensão aplicada na corda e a frequência sonora emitida.

a) A frequência f_0 do harmônico fundamental de uma

corda é dada por $f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, sendo L o comprimento,

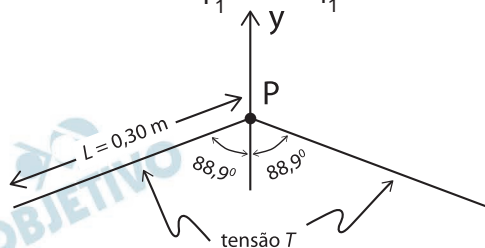
T a tensão e μ a densidade linear da corda. No espaço de respostas, a figura A ilustra o *bend* (com o ângulo fora de escala) sendo aplicado no meio de uma corda (ponto P) de densidade linear $\mu = 8,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}$. Na situação da figura A, com o *bend* aplicado, tem-se $L = 0,30 \text{ m}$ e $f_0 = 500 \text{ Hz}$. Qual é o módulo da força que deve ser aplicada sobre a corda no ponto P, ao longo da direção y , para manter o equilíbrio?

Dados: $\cos 88,9^\circ \approx 0,02$; $\sin 88,9^\circ \approx 0,99$;

$\text{tg } 88,9^\circ \approx 52$.

b) No espaço de respostas, a figura B mostra o braço de uma guitarra com uma corda diferente daquela do item anterior. Em cada casa do braço, estão indicadas a nota e a frequência do harmônico fundamental correspondente com a corda presa **sem o bend**. Nesses casos, a tensão na corda é a mesma para todas as notas, dada por $T_1 = 196 \text{ N}$. Se um bend é feito para elevar a frequência f_1 da nota **Sol** para a frequência f_2 da nota **Sol sustenido** (Sol#), qual é o aumento ΔT na tensão da corda?

Use a relação: $\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{2(f_2 - f_1)}{f_1}$



(A)



(B)

Resolução

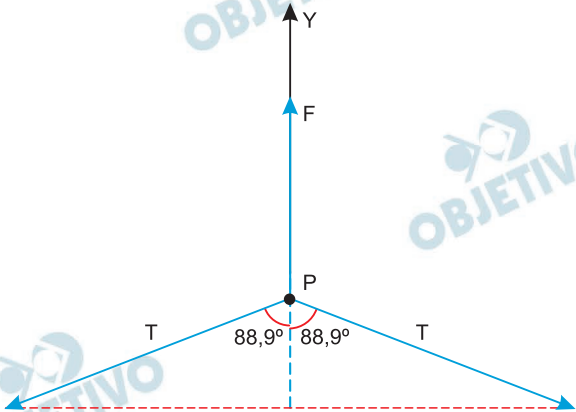
1) Cálculo do módulo T da tração na corda.

$$f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$500 = \frac{1}{2 \cdot 0,30} \sqrt{\frac{T}{8,0 \cdot 10^{-4}}}$$

$$T = 72\text{N}$$

2) Cálculo do módulo da força F aplicada pelo dedo na corda:



Da figura, temos para o equilíbrio da corda:

$$F = 2 \cdot T \cdot \cos(88,9^\circ)$$

$$F \cong 2 \cdot 72 \cdot 0,02 \text{ (N)}$$

$$F \cong 2,88\text{N}$$

b) Da figura B, temos:

$$f_1 = 392\text{Hz}$$

$$f_2 = 415\text{Hz}$$

Usando-se a relação fornecida no enunciado, temos:

$$\frac{\Delta T}{T_1} = \frac{2(f_2 - f_1)}{f_1}$$

$$\frac{\Delta T}{196} = \frac{2 \cdot (415 - 392)}{392}$$

$$\Delta T = 23\text{N}$$

Respostas: a) $F \cong 2,88\text{N}$

b) $\Delta T = 23\text{N}$

Um LED (do inglês *Light-Emitting Diode*) é um componente eletrônico que emite luz quando sujeito a uma diferença de potencial U_D e percorrido por uma corrente elétrica.

a) A cor de um LED monocromático depende da frequência f da luz emitida, que, de forma simplificada, é determinada pela expressão $eU_D = hf$, em que $e \approx 1,6 \times 10^{-19}$ C é a carga do elétron e h é a constante de Planck. Calcule o valor de h considerando um LED que emite luz de comprimento de onda $\lambda = 600$ nm e que opere com $U_D \approx 2,0$ V.

Dado: velocidade da luz $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

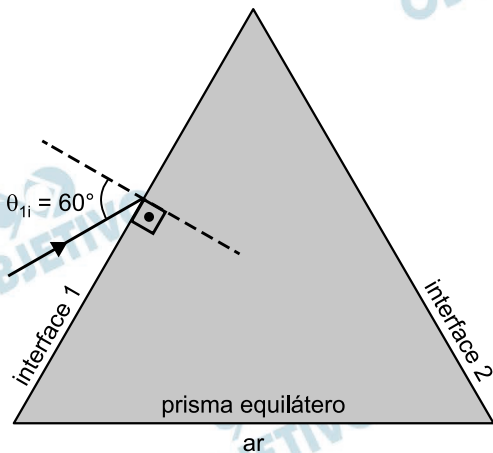
b) O índice de refração n de um meio depende do comprimento de onda da luz que o atravessa. Isso permite analisar a composição espectral da luz, como a emitida por um LED. O prisma equilátero (secção reta) do espaço de respostas, imerso em ar ($n_{\text{ar}} = 1$), foi usado para estudar um raio de luz monocromática para o qual o índice de refração do prisma é $n_{\text{prisma}} = \sqrt{2}$. O raio incide na interface 1 (ar-prisma), com ângulo θ_{1i} , sendo parcialmente refletido e parcialmente refratado.

(i) Calcule o ângulo de refração θ_{1r} na interface 1;

No prisma no espaço de respostas,

(ii) desenhe o caminho do raio dentro do prisma e depois de emergir do mesmo, na interface 2 (prisma-ar), explicitando os valores dos ângulos envolvidos;

(iii) desenhe o raio da primeira reflexão na interface 1, indicando o valor ângulo de reflexão α_1 .



Resolução

a) Da expressão fornecida, temos:

$$e \cdot U_D = h \cdot f$$

$$e \cdot U_D = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

Substituindo-se os dados fornecidos:

$$1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,0 \cong h \cdot \frac{3,0 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}}$$

$$h \cong 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

b) (i) Aplicando-se a Lei de Snell na interface 1, vem:

$$n_{\text{ar}} \text{ sen } \theta_{1i} = n_{\text{prisma}} \text{ sen } \theta_{1r}$$

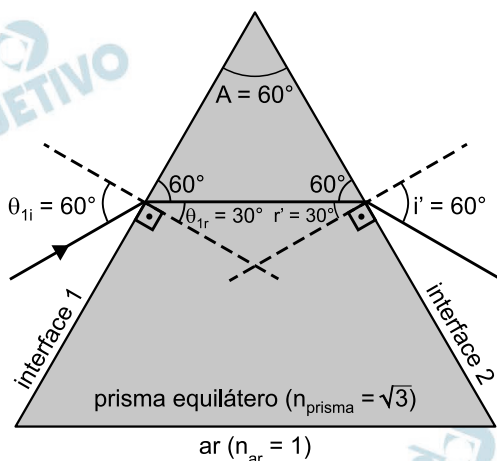
$$1 \cdot \text{sen } 60^\circ = \sqrt{3} \text{ sen } \theta_{1r}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \text{ sen } \theta_{1r}$$

$$\text{sen } \theta_{1r} = \frac{1}{2}$$

$$\theta_{1r} = 30^\circ$$

(ii) Da geometria da figura, podemos determinar os ângulos envolvidos.



Aplicando-se a Lei de Snell na interface 2, vem:

$$n_{\text{prisma}} \text{ sen } r' = n_{\text{ar}} \text{ sen } i'$$

$$\sqrt{3} \cdot \text{sen } 30^\circ = 1 \text{ sen } i'$$

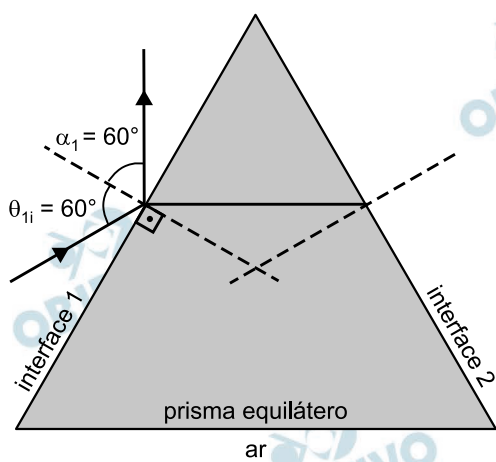
$$\sqrt{3} \cdot 1/2 = \text{sen } i'$$

$$\text{sen } i' = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$i' = 60^\circ$$

(iii) Aplicando-se a 2ª Lei da reflexão na interface 1, temos:

$$\theta_{1i} = \alpha_1 = 60^\circ$$



Respostas: a) $\cong 6,4 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

b) (i) $\theta_{1r} = 30^\circ$

(ii) ver esquema

(iii) $\alpha_1 = 60^\circ$

O mundo está explosivo. Quando uma reação química ocorre, geralmente vem acompanhada de evidências macroscópicas perceptíveis, algumas dessas somente para quem está muito próximo da reação. No entanto, se o calor liberado (Q) for muito grande, assim como o volume de gases (V), como acontece numa explosão em uma guerra convencional, o poder de detonação ($Q \times V$) pode “ser sentido” à longa distância e por muito tempo. Em uma eventual guerra nuclear, as consequências podem ser muito mais devastadoras, ocorrendo antes mesmo da detonação das ogivas. Adicionalmente, as consequências próximas do local da detonação são a contaminação primária do solo e água e o extermínio da vida, mas há os efeitos de longa distância e tempo, geralmente não levados em conta.

A partir dessas informações, responda aos itens (a) e (b).

a) Calcule o volume (V) de gases liberados na explosão de uma ogiva de 1200 kg do explosivo RDX ($C_3H_6N_6O_6$), em uma guerra convencional. Considere que todos os produtos são gasosos e estão nas CNTP. A explosão do RDX, único reagente, produz água, monóxido de carbono e nitrogênio molecular.

Dados: Mol RDX = 222 g mol⁻¹; P = 100 kPa; T = 273 K; R = 8,3 Pa·m³·K⁻¹·mol⁻¹.

b) Uma guerra nuclear pode levar a consequências muito graves em médio e longo prazo. Em uma situação extrema, pode gerar até $150 \cdot 10^9$ kg de fuligem. Há muitas verdades tristes sobre uma guerra nuclear, elencamos apenas duas delas:

- (i) as armas nucleares prejudicam o meio ambiente, muito antes de serem utilizadas numa guerra;
- (ii) após uma guerra nuclear, podemos esperar uma insegurança alimentar mundial gigantesca.

Aponte duas justificativas para cada afirmação, no quadro no campo de resposta.

Afirmação i	Afirmação ii
Razão 1	Razão 1
Razão 2	Razão 2

Resolução

a) Equação balanceada da explosão do RDX



1 mol

9 mol de gases

Cálculo da quantidade de matéria (gasosa) produzida, considerando a massa de RDX:

1 mol de $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ ————— 9 mol de gases

222g

9 mol

$1200 \cdot 10^3\text{g}$

n

$$n = \frac{1200 \cdot 10^3\text{g} \cdot 9 \text{ mol}}{222\text{g}}$$

Cálculo do volume de gases liberado:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$100 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot V =$$

$$= \frac{1200 \cdot 10^3 \cdot 9 \text{ mol}}{222} \cdot 8,3 \cdot \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 273 \text{ K}$$

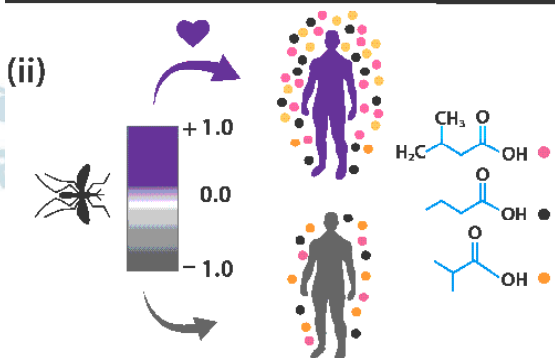
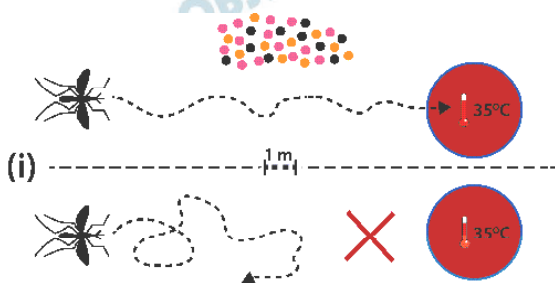
$$V = 1102,3 \text{ m}^3 \text{ de gases}$$

b)

Afirmação i	Afirmação ii
Razão 1 – desmatamento, relacionado à mineração – ocasiona a perda da biodiversidade pela modificação / destruição de habitats naturais	Razão 1 – inverno nuclear – a grande quantidade de fuligem interfere na temperatura média global e na fotossíntese, portanto, na produção de alimentos
Razão 2 – produção de rejeitos. Testes nucleares provocam a contaminação de solo e dos recursos hídricos nos locais de armazenamento e nas redondezas	Razão 2 – contaminação por material radioativo – produtos da fissão nuclear contaminam solo, água e ar e serão incorporados aos alimentos

As informações quimiosensoriais transmitidas pelos odores corporais (OCs) podem influenciar as relações sociais entre amigos, parceiros e familiares. De modo especial, os OCs contribuem de forma distinta para a comunicação entre pais e filhos em diferentes fases do desenvolvimento. Além disso, os odores podem desempenhar papel importante nas relações entre espécies animais.

- a) Um estudo científico que compara OCs presentes na cabeça de bebês recém-nascidos revela que o nonanal é o aldeído mais abundante no OC tanto nos bebês recém-nascidos (1 hora) quanto nos bebês de 2 ou 3 dias. Nesse período, o nonanal é produzido constantemente, porém sua quantidade permanece praticamente inalterada enquanto a quantidade do ácido nonanóico aumenta cinco vezes no mesmo período. Descreva por que as quantidades das substâncias OCs descritas, comportam-se dessa forma no período de três dias, incluindo a equação química que justifica esse comportamento.
- b) As pessoas costumam se perguntar “Por que os mosquitos são mais atraídos por mim do que pelos meus amigos?”. Para responder a essa pergunta, foram realizados dois experimentos identificados como (i) e (ii), na figura abaixo, que investigaram o comportamento do mosquito da malária *Anopheles gambiae*.

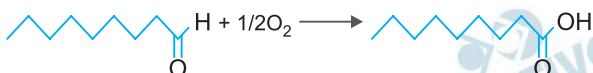


No campo de resposta, indique o objetivo e a conclusão de cada um dos dois experimentos, que respondem à pergunta mencionada anteriormente.

Objetivo(s) do experimento	Conclusão(ões)
(i)	(i)
(ii)	(ii)

Resolução

- a) O nonanal é produzido continuamente pelo recém-nascido e parte desse composto é oxidado pelo O_2 atmosférico a ácido nonanoico segundo a equação abaixo:



Essa reação explica o aumento expressivo de ácido nonanoico. Em relação ao nonanal, a taxa com o qual esse aldeído é produzido pelo recém-nascido é igual à taxa com a qual ele é oxidado, mantendo sua concentração constante.

b)

Objetivo(s) do experimento	Conclusão(ões)
(i) Pesquisar se a presença dos odores corporais (OCs) no ambiente próximo direciona o inseto a um alvo a uma mesma temperatura.	(i) Sim. Os (OCs) direcionam os insetos até o alvo.
(ii) Pesquisar se a concentração dos OCs de cada indivíduo interfere na intensidade de atração do mosquito.	(ii) Quanto maior a concentração de OCs, maior a atração dos mosquitos

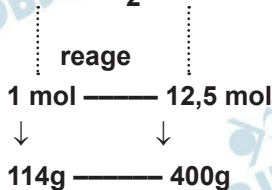
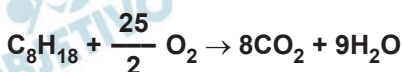
Os carros *flex* desempenham um papel crucial na mobilidade sustentável no Brasil. Seus motores a combustão permitem o uso de etanol ou gasolina ou mesmo as suas misturas, dando ao consumidor liberdade de escolha conforme o preço e a disponibilidade dos combustíveis. Além disso, o etanol é uma fonte renovável com menor emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para a redução do impacto ambiental.

- a) No carro *flex*, há um dispositivo chamado sensor lambda, que ajuda a controlar a relação entre a quantidade de ar e a quantidade de combustível. Essa relação é dada pela estequiometria da reação de combustão. Considere duas situações extremas: um carro usando apenas octano (representando a gasolina) como combustível e outro usando apenas etanol. Em qual situação a relação (quantidade de ar/quantidade de combustível) será maior? Justifique sua resposta matematicamente.
- b) Em 2025, o percentual em volume de etanol na gasolina mudou de 27% para 30%. Imagine que se deseje manter o teor de 27% de etanol utilizando a nova gasolina. Para isso, deve-se extrair o etanol da nova gasolina por meio da adição de água, de modo a separar o etanol da mistura (deixando a gasolina com 0% de etanol). Em seguida, deve-se juntar essa gasolina sem álcool a um volume da nova gasolina, para encher completamente o tanque de 60 litros. Calcule o volume mínimo da nova gasolina a ser usado para alcançar êxito. Apresente os cálculos, mostrando claramente cada uma das variáveis.

Dados: Fórmula Molecular: Octano (gasolina): C_8H_{18} ; etanol: C_2H_6O

Resolução

- a) Combustão da gasolina (octano) ($M_{C_8H_{18}} = 114g/mol$; $M_{O_2} = 32g/mol$)

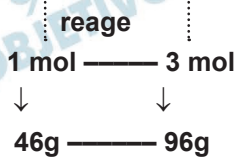
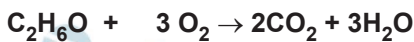


Cálculo da relação quantidade de ar/quantidade de combustível:

Quanto maior a quantidade de O_2 , maior a quantidade de ar.

$$\text{Relação} = \frac{12,5 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = \frac{400\text{g}}{114\text{g}} \approx 3,5$$

Combustão do etanol ($M_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} = 46\text{g/mol}$)



Cálculo da relação quantidade de ar/quantidade de combustível:

$$\text{Relação} = \frac{3 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} = \frac{96\text{g}}{46\text{g}} \approx 2,1$$

b) 1) O tanque de volume = 60L, cheio de gasolina 27%, contém $0,27 \times 60\text{L} = 16,2\text{L}$ de etanol.

2) Volume da nova gasolina (30% de etanol) que contém 16,2L de etanol:

$$\begin{array}{l} 100\text{L} \text{ ————— } 30\text{L} \\ x \text{ ————— } 16,2\text{L} \end{array}$$

$$x = 54\text{L}$$

3) É necessário adicionar 6L de gasolina pura (0% de etanol) para atingir a porcentagem de 27%.

1L da nova gasolina tem 0,7L de gasolina pura.

xL da nova gasolina tem 6L de gasolina pura.

$$x = 8,57\text{L}$$

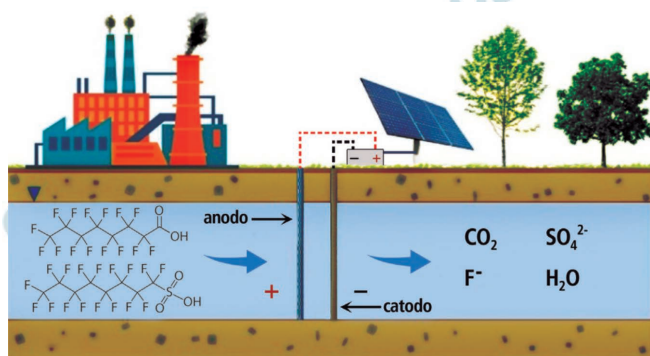
4) Volume mínimo da nova gasolina que deve ser usado.

54L adicionados diretamente no tanque.

8,57L para extração do etanol que rende 6L de gasolina pura.

Resposta: 62,57L de gasolina nova (30% de etanol)

O filme *Dark Waters*, ou *O Preço da Verdade*, de 2019, retrata um processo judicial motivado por uma intensa contaminação ambiental pelo descarte inapropriado do C8, única identificação do composto químico que o advogado sabia no início da acusação formal. Essa contaminação havia sido promovida por uma indústria, a partir de um lago de decantação. Hoje, essa substância, assim como alguns de seus “parentes” próximos estão presentes na maioria dos ambientes aquáticos mundo afora. Devido à sua alta estabilidade, essas substâncias apresentam alta persistência ambiental e ausência de vias naturais eficazes de degradação. Além disso, são altamente maléficas à saúde humana e de outros animais, como mostra o filme. Para responder aos itens (a) e (b), considere essas informações e a figura abaixo.

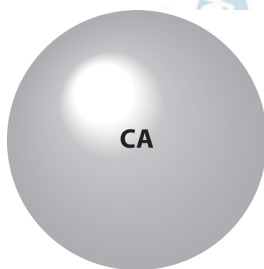


- a) Interprete a figura acima e indique: (i) objetivo e resultados esperados no processo representado e (ii) método químico utilizado. Além disso, **nomeie** as substâncias do lado esquerdo da figura. Use a nomenclatura usual, não necessariamente a nomenclatura IUPAC.
- b) Estudos mostram que carvão ativo (CA), com ou sem carga, é capaz de adsorver quantidades semelhantes, em meio aquoso e pH 7, das substâncias orgânicas apresentadas à esquerda, na figura acima. Levando em consideração esses fatos e as interações entre essas substâncias e a superfície do CA, complete as figuras no campo de resposta, desenhando a orientação da molécula da substância orgânica em relação à superfície de cada partícula de CA. Escolha uma das substâncias orgânicas de modo a representar corretamente o relatado e nomeie, em cada caso, o tipo de interação química dominante.

Dado: pK_a das substâncias orgânicas menor que 4.



Tipo de Interação:



Tipo de Interação:

Resolução

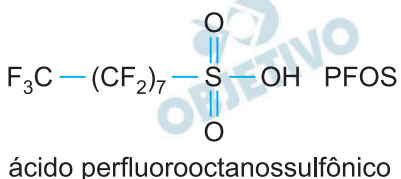
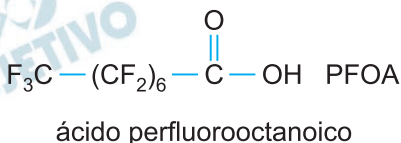
a) i) **Objetivo:**

A decomposição dos poluentes PFOA e PFOS (compostos organofluorados altamente tóxicos presentes na água) pelo método eletroquímico, empregando energia renovável.

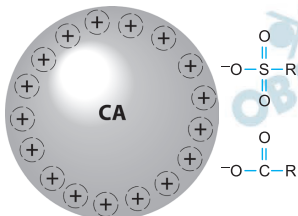
Resultado:

Os poluentes sofrem oxidação e redução, através do uso de corrente contínua numa solução eletrolítica, formando produtos menos tóxicos ao meio ambiente.

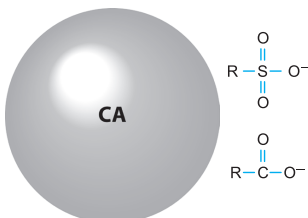
ii) **Método químico utilizado: decomposição eletroquímica empregando energia renovável.**



b)



Tipo de Interação: eletrostática entre as cargas negativas dos compostos e o CA carregado positivamente
R = cadeia perfluorada



Tipo de Interação: van der Waals (forças de dispersão de London)

O cálcio é o elemento metálico mais abundante em nosso corpo. Esse elemento está presente na constituição de nossos ossos, sendo vital em inúmeros processos fisiológicos, atuando, por exemplo, como cofator enzimático e na contração muscular. Dessa forma, conhecer corretamente as diferentes formas em que o cálcio se encontra no sangue torna-se uma ferramenta fundamental na avaliação da saúde humana e animal. Nesse contexto, responda aos itens (a) e (b).

a) Quando o cálcio iônico (livre) extracelular não está no nível normal, alguns mecanismos internos são disparados para corrigir o problema. Em um dos casos, há um aumento rápido da secreção de PTH (hormônio da paratireoide) e um consequente aumento no nível de mRNA para a síntese de PTH. O PTH mobiliza o cálcio ósseo, aumentando o fluxo de cálcio do osso para a circulação sanguínea; reduz a excreção renal de cálcio, e aumenta a produção do metabólito $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ a nível renal. Esse metabólito ativo da vitamina D, por sua vez, age no intestino, aumentando a absorção do cálcio proveniente da dieta. Os mecanismos regulatórios internos citados são utilizados para o caso de uma pessoa com problema de hipocalcemia ou hipercalcemia? Justifique.

b) No cálcio sanguíneo total (Ca^{2+} total), há três frações em equilíbrio: o Ca^{2+} livre, o Ca^{2+} ligado a proteínas e o Ca^{2+} ligado a ânions como lactato, fosfato, entre outros. No entanto, apenas o Ca^{2+} livre (cerca de 50% do Ca^{2+} total em condições normais) é fisiologicamente ativo, sendo um importante fator na avaliação da saúde de uma pessoa. Assim, a concentração de Ca^{2+} livre, quando não é medida diretamente, é calculada como sendo 50% da concentração de Ca^{2+} total. No entanto, há duas situações clínicas em que esse cálculo não pode ser usado com exatidão: (i) quando a concentração de proteína sérica é anormal e (ii) quando a pessoa apresenta uma perturbação no equilíbrio ácido-base sanguíneo. Justifique, no campo de resposta, por que o Ca^{2+} livre não pode ser calculado a partir do Ca^{2+} total em cada uma das situações levando em conta o conceito de equilíbrio químico.

Dado: Ca^{2+} total = Ca^{2+} livre + Ca^{2+} ligado a proteínas +
+ Ca^{2+} ligado a ânions.

Resolução

a) Quando ocorre aumento da secreção de PTH e consequente aumento do mRNA para a síntese de PTH, ocorre o aumento do fluxo de cálcio do osso para a circulação sanguínea. Além disso, o metabólito $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ age aumentando a absorção de cálcio proveniente da dieta. Tais mecanismos ocorrem no caso de uma pessoa que apresenta baixo teor de cálcio no sangue, ou seja hipocalcemia.

b) (i) Quando a concentração de proteína sérica é anormal, o equilíbrio entre íons Ca^{2+} livre e Ca^{2+} ligado a proteína sofre uma perturbação:
 $\text{Ca}^{2+} + \text{proteína} \rightleftharpoons [\text{Ca proteína}]^{2+}$

Quando a concentração de proteína sérica está acima da normal, o equilíbrio é deslocado para a direita, diminuindo a concentração de íons Ca^{2+} livre resultando em uma concentração de Ca^{2+} total menor que a esperada.

\downarrow Ca^{2+} total = \downarrow Ca^{2+} livre + \uparrow Ca^{2+} ligado a proteínas + Ca^{2+} ligado a ânions

(ii) Quando ocorre uma perturbação no equilíbrio ácido-base sanguíneo (por exemplo, aumento da acidez), a concentração de ânions livres no sangue (lactato, fosfato, carbonato, representados por A^-) diminui, pois o equilíbrio abaixo é deslocado para a direita:
 $\text{A}^-(\text{aq}) + \uparrow \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HA}(\text{aq})$

A diminuição da concentração de ânions no sangue desloca o equilíbrio abaixo para a esquerda aumentando a concentração do Ca^{2+} livre

\leftarrow
 $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \downarrow 2 \text{A}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaA}_2$

\uparrow Ca^{2+} total = \uparrow Ca^{2+} livre + Ca^{2+} ligado a proteínas + \downarrow Ca^{2+} ligado a ânions