

BIOLOGIA

Homenagem visual à área de Biologia, com a composição das anotações do caderno B de Charles Darwin, incluindo o primeiro esboço de uma árvore evolutiva e as comparações adaptativas dos tentilhões de Galápagos.

B. 01

A Terceira Conferência das Nações Unidas sobre os Oceanos, realizada em Nice (França) em junho de 2025, discutiu temas relevantes para a conservação dos Oceanos, sendo a elevação da temperatura um dos temas centrais abordados. O aumento da temperatura da água do mar pode afetar os processos fisiológicos de diferentes animais, como invertebrados marinhos, baleias, tartarugas e peixes, dentre outros.

- Dentre os animais mencionados, cite aqueles que são ectotérmicos.
- O aumento da temperatura dos oceanos tem maior influência na fisiologia de animais ectotérmicos ou endotérmicos? Justifique a sua resposta.
- Cite e explique uma consequência do aumento da temperatura dos oceanos para o ecossistema marinho.

Resolução

- São ectotérmicos os invertebrados, tartarugas e peixes.
- O aumento de temperatura exerce maior influência sobre os animais ectotérmicos uma vez que estes tem variação da temperatura corpórea de acordo

com a variação do mesmo fator ambiental.

- c) Dentre as consequências do aumento da temperatura do ambiente marinho podemos citar a redução do oxigênio dissolvido na água, e a morte de organismos como os corais (branqueamento dos corais) levando à perda de biodiversidade.

B. 02

O petróleo é formado por uma mistura de compostos orgânicos, principalmente os hidrocarbonetos, que são compostos lipofílicos, que podem causar problemas de saúde em vários animais, incluindo os seres humanos. A exploração de petróleo na Foz da Bacia Amazônica (Margem Equatorial) está entre um dos planos da Petrobrás, mas questões ligadas aos impactos ao meio ambiente e à saúde humana são preocupantes, pois a exposição aos hidrocarbonetos pode causar, por exemplo, doenças respiratórias, cardiovasculares e dérmicas na população.

- Quais são os elementos químicos que compõem os hidrocarbonetos?
- Por que a natureza lipofílica dos hidrocarbonetos pode potencializar os seus danos nos seres humanos?
- Qual é a principal organela celular que participa do processo de detoxificação (“desintoxicação”) das células contaminadas pelos hidrocarbonetos e qual é o principal órgão nos seres humanos onde este processo ocorre?

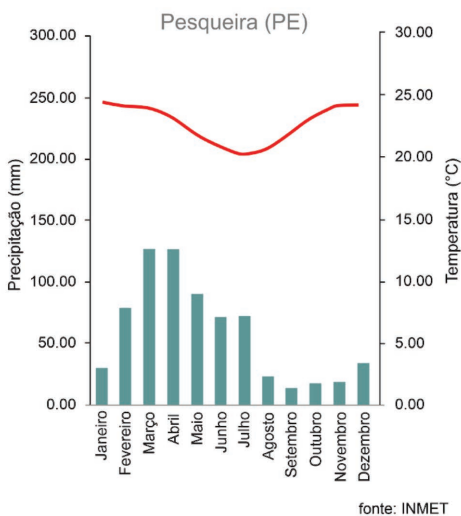
Resolução

- Os hidrocarbonetos são formados por hidrogênio (H) e carbono (C).**
- Pelo fato de serem compostos lipofílicos, os hidrocarbonetos podem atravessar com mais facilidade as membranas celulares e se acumularem no citosol, em especial das células do tecido adiposo humano.**
- A detoxificação de compostos tóxicos, como os hidrocarbonetos, é realizada pelo fígado, o qual apresenta células com elevada quantidade de peroxissomo e retículo endoplasmático liso voltadas a essa função.**

B. 03

“O sertanejo festeja/ A grande festa do milho (...) /Em março queima o roçado/ A dezenove ele planta/ A terra já está molhada/ Ligeiro o milho levanta/ Dá uma limpa em abril/ Em maio solta o pendão/ Já todo embonecado/ Prontinho para São João”.

A festa do milho (Luiz Gonzaga)



Na música, é descrita uma tradição sertaneja de plantar o milho no dia de São José (19 de março) de forma que esteja pronto para ser colhido nas festas de São João (junho). A região onde se encontra Pesqueira é caracterizada por ter poucos dias de chuva por ano. O gráfico ao lado mostra o climograma de Pesqueira (PE), entre 1961-1990, época na qual a música foi escrita, em 1967.

- Compare as condições climáticas de Pesqueira com o ciclo do milho, descrito na letra da música, e determine se ambos se alinham.
- Cite duas adaptações que podem ser encontradas em plantas que vivam no bioma predominante encontrado em Pesqueira.
- Mudanças climáticas estão alterando os padrões globais de precipitação. Como estas mudanças podem afetar essa tradição agrícola?

Resolução

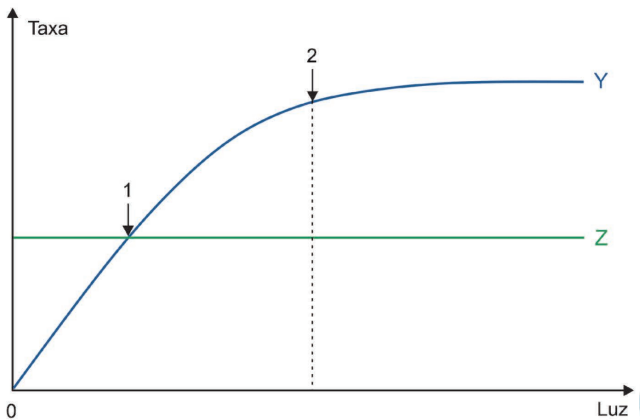
- Na região de Pesqueira (PE) no período citado na música de Luiz Gonzaga, as condições climáticas são adequadas ao plantio do milho pois a temperatura é mais amena e o índice pluviométrico é mais elevado favorecendo o crescimento do vegetal na caatinga.
- No bioma caatinga encontramos plantas xerófitas que apresentam folhas transformadas em

espinhos para diminuir a transpiração vegetal e a presença de parênquima aquífero bem desenvolvido para armazenamento de água, uma vez que este é um fator limitante no bioma.

- c) As mudanças climáticas tem causado elevação da temperatura e menor precipitação no ambiente impactando diretamente na época de plantio e no crescimento do vegetal, assim diminuindo a produtividade agrícola na região.

B. 04

As curvas Y e Z, no gráfico a seguir, representam, respectivamente, dois processos ligados à obtenção de energia pelas plantas clorofiladas.



- Cite os processos correspondentes a Y e Z, respectivamente.
- Explique por que Z apresenta o padrão de uma reta.
- A que fenômenos correspondem os pontos indicados pelas setas 1 e 2? Explique o que ocorre em 2.

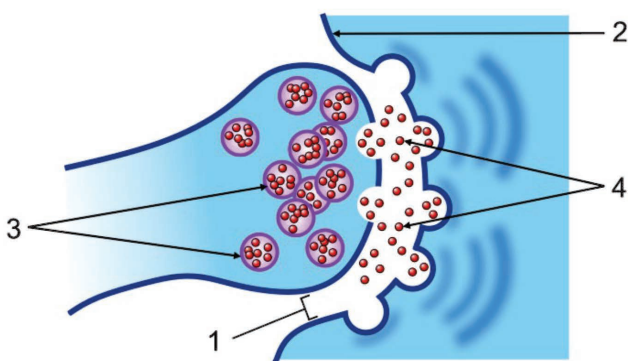
Resolução

- Os processos correspondentes a Y e Z respectivamente são fotossíntese e respiração.
- Z apresenta o padrão de uma reta pois caracteriza a respiração que independe da luz.
- A seta 1 indica que a taxa da fotossíntese é igual a taxa da respiração indicando na abscissa o ponto de compensação fótico ou luminoso. A seta 2 indica o ponto de saturação luminosa onde a planta tem sua taxa fotossintética superando a taxa respiratória e portanto a planta acumula reserva.

B. 05

Em 2020, o líder da banda Black Sabbath revelou ao público que havia sido diagnosticado com a Doença de Parkinson, que afeta o sistema nervoso central, mais especificamente as células que produzem dopamina, um mediador químico (neurotransmissor).

- No esquema a seguir, qual tipo celular representa a produção de dopamina?
- Qual é a função de um neurotransmissor?
- O que está representado no esquema pelos números 1, 2, 3 e 4?

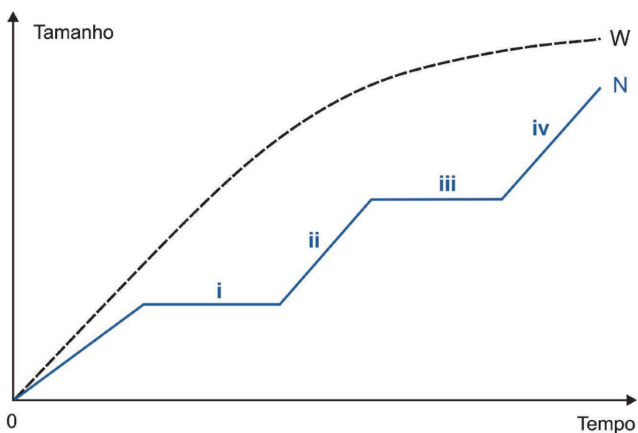


Resolução

- A célula representada é um neurônio.
- O neurotransmissor tem como função transmitir o impulso nervoso (potencial de ação) entre dois neurônios, o que é chamado também de sinapse. Especificamente, o neurotransmissor inicia a despolarização do neurônio pós-sináptico, garantindo, portanto, a continuidade da transmissão nervosa.
- 1 – fenda sináptica.
 - 2 – membrana celular do dendrito do neurônio pós-sináptico.
 - 3 – vesículas pré-sinápticas contendo neurotransmissores.
 - 4 – neurotransmissores na fenda sináptica.

B. 06

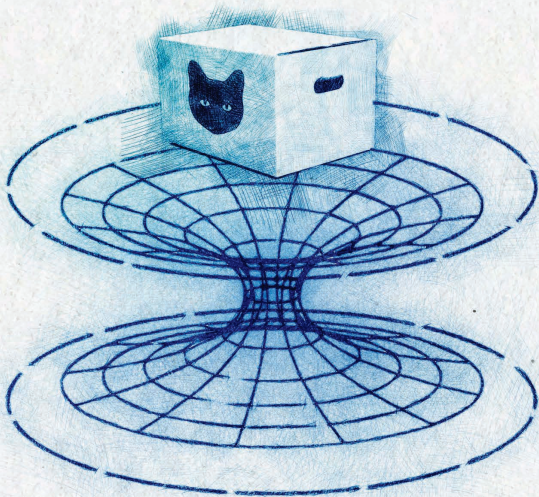
No gráfico a seguir, W e N representam o crescimento, ao longo do tempo, de dois grupos de animais, respectivamente.



- Que animais são representados pela curva W?
- Existe um hormônio presente nos animais representados pela curva N que é responsável por esse padrão de crescimento. Em que fase(s) tal hormônio atua com maior intensidade? (Considere as fases i, ii, iii, e iv).
- O grupo de animais representado pela curva N e o reino dos fungos compartilham uma característica estrutural. Cite a característica e explique onde ela ocorre em cada grupo.

Resolução

- Qualquer animal não artrópode, vertebrados ou invertebrados.
- O hormônio presente nos animais da curva N é o ecdisona que é responsável pelo crescimento, controle e muda dos artrópodes, atuando com maior intensidade nas fases i e iii.
- A característica estrutural presente em fungos e artrópodes é o carboidrato quitina, presente no exoesqueleto de artrópodes (insetos, crustáceos, aracnídeos e miriápodes) e na parede celular de fungos.

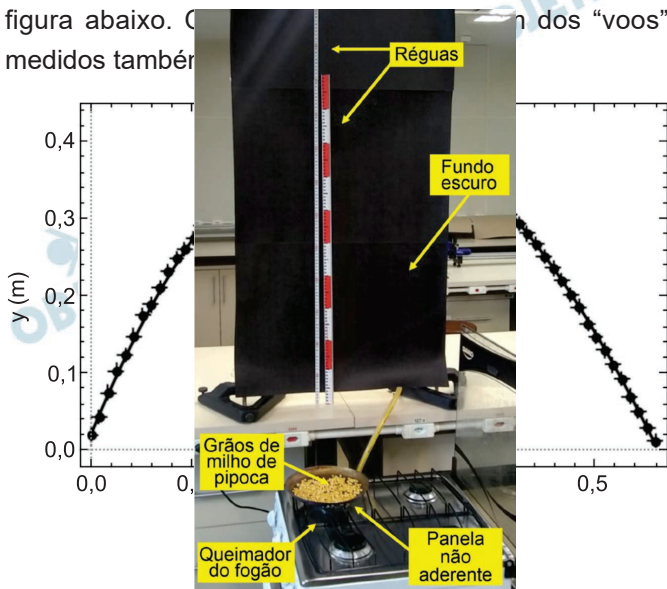


FÍSICA

Homenagem visual à área de Física, com o esboço de um buraco de minhoca e uma representação do gato de Schrödinger.

F. 01

Um artigo publicado na *Revista Brasileira de Ensino de Física*, em 2024, propõe um curioso experimento para medir a força de arrasto do ar em pipocas em movimento vertical. Para isso, os autores prepararam um sistema automatizado que mede a posição vertical y (m) em função do tempo t (s) de pipocas em voo após serem “estouradas” em uma panela aberta, como mostra a figura abaixo. Com base nos dados dos “voos” medidos também



a) Com base no gráfico y versus t , determine o deslocamento vertical máximo da pipoca nesse “voo”.

- b) Se a velocidade inicial da pipoca medida pelo experimento é de 3 m/s na vertical, qual seria o deslocamento vertical máximo na ausência de forças de arrasto e outras forças dissipativas?

Uma das conclusões do artigo é que a força de arrasto em uma pipoca típica pode ser modelada pela expressão $F_{\text{arr}} = -bv^2$, onde v é o módulo da velocidade da pipoca, o sinal “-” indica que a força é sempre contrária ao movimento e a constante b pode ser estimada pelas medidas do experimento como $b \cong 0,4 \text{ g/m}$ para velocidades acima de 2 m/s.

- c) Com base nessa expressão, qual é a velocidade máxima que uma pipoca de massa 0,2 g atinge após começar o seu movimento de queda vertical com velocidade inicial nula?

Note e adote:

Aceleração da gravidade: $g = 10\text{m/s}^2$

Resolução

- a) Leitura do gráfico $H_{\text{máx}} \cong 0,42 - 0,02 \text{ (m)} = 0,40 \text{ m}$

- b) Usando-se a Equação de Torricelli para o movimento vertical, temos:

$$V_y^2 = V_{0y}^2 + 2 \gamma \Delta s_y$$

$$0 = 9,0 + 2 (-10) H$$

$$20H = 9,0 \Rightarrow H = 0,45\text{m}$$

- c) A velocidade escalar máxima é atingida quando a força resultante se anular, isto é, a força aplicada pelo ar está equilibrando o peso:

$$|\vec{F}_{\text{arr}}| = |\vec{P}|$$

$$b V_{\text{máx}}^2 = mg \Rightarrow V_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{mg}{b}}$$

$$V_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{0,2\text{g} \cdot 10\text{m/s}^2}{0,4\text{g/m}}} \Rightarrow V_{\text{máx}} = \sqrt{5} \text{ m/s}$$

Observação: $V_{\text{máx}}$ é maior que 2,0m/s, justificando o uso da fórmula dada.

Respostas: a) $H_{\text{máx}} \cong 0,40\text{m}$ (leitura do gráfico)

b) $H = 0,45\text{m}$

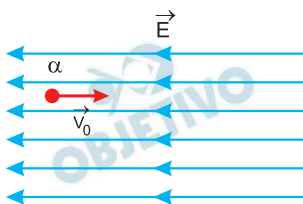
c) $V_{\text{máx}} = \sqrt{5} \text{ m/s}$

F. 02

Um dos decaimentos radioativos mais relevantes é o decaimento alfa (α), em que um núcleo pesado, como Polônio 210 ou Urânio 235, decai emitindo uma partícula α , que é essencialmente um núcleo de Hélio formado por 2 prótons e 2 nêutrons. Como são partículas eletricamente carregadas, as partículas α podem ser aceleradas/desaceleradas por campos elétricos e/ou magnéticos. Por conta disso, embora sejam emitidas com energias da ordem de MeV, as partículas α perdem (transferem) grande parte dessa energia ao interagir com moléculas e átomos, seja no ar ou em tecidos biológicos. Nos itens a seguir, considere uma partícula α que foi emitida com energia cinética inicial de 5,30 MeV.

- a) Se a partícula α perde energia a uma taxa de 100 keV/ μm ao penetrar um tecido biológico como a pele, ela conseguiria atravessar a epiderme, que tem espessura de 0,1 mm? Justifique a sua resposta.

Considere uma situação em que a partícula α está se movendo sob a ação de um campo elétrico uniforme na mesma direção e em sentido oposto à sua velocidade, conforme mostra a figura:



- b) Se o campo elétrico tem módulo de 2×10^5 V/m, determine a magnitude da força elétrica que atua sobre a partícula α .
- c) Qual a magnitude do campo elétrico necessária para que a partícula α perca 1% de sua energia cinética inicial após percorrer 10 cm sob a ação desse campo?

Note e adote:

Carga do próton: $q_p = +1,6 \times 10^{-19}$ C

1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J

Resolução

- a) Com os dados fornecidos, podemos determinar a energia necessária para a travessia da epiderme de espessura 0,1mm.

$$100 \cdot 10^3 \text{ eV} \dots\dots\dots 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$E \dots\dots\dots 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$E = \frac{0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^{-6}} \text{ (eV)}$$

$$E = 10 \cdot 10^6 \text{ eV}$$

$$E = 10 \text{ MeV}$$

Como a energia cinética inicial é de apenas 5,30 MeV, a travessia não será possível ($5,30 \text{ MeV} < 10 \text{ MeV}$).

b) A carga da partícula α é de:

$$q_\alpha = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Assim,

$$F_e = |q| \cdot E$$

$$F_e = q_\alpha \cdot E$$

$$F_e = 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 2,0 \cdot 10^5 \text{ (N)}$$

$$F_e = 6,4 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

c) Nessa situação, temos:

$$|\tau_{Fe}| = |\Delta E_c|$$

$$q_\alpha \cdot U = \frac{1}{100} \cdot 5,30 \cdot 10^6 \text{ eV}$$

$$q_\alpha \cdot E \cdot d = 5,30 \cdot 10^4 \text{ eV}$$

$$3,2 \cdot 10^{-19} \cdot E \cdot 0,1 = 5,30 \cdot 10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$E = 2,65 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

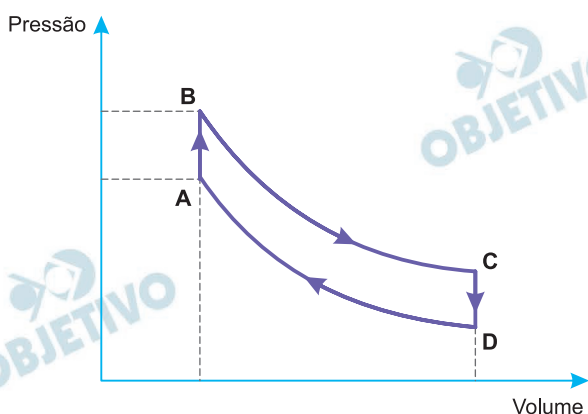
Respostas: a) Não, a epiderme não será atravessada.

b) $F_e = 6,4 \cdot 10^{-14} \text{ N}$

c) $E = 2,65 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$

F. 03

Proposto por Robert Stirling em 1816, o motor de Stirling, aplicado em conjunto com coletores solares de disco parabólico, tem sido utilizado na geração de energia elétrica a partir da energia solar. Dessa forma, ele oferece não apenas uma solução eficiente e sustentável à demanda energética, mas também reduzindo perdas na transmissão e impactos ambientais em relação a grandes usinas convencionais. O funcionamento desse motor compreende quatro etapas: aquecimento isovolumétrico, expansão isotérmica, resfriamento isovolumétrico e compressão isotérmica de um gás (assumido como ideal), conforme a figura a seguir.



Considerando os processos termodinâmicos mostrados na figura (A-B, B-C, C-D, D-A), responda:

- Qual dos processos descreve a compressão isotérmica do ciclo de Stirling? Justifique a sua resposta.
- Em qual(is) dos processos, o sistema recebeu calor da fonte quente? Justifique a sua resposta.
- Coletores solares parabólicos apresentam taxa de conversão de energia solar em energia elétrica de, aproximadamente, 30%, com geração de potência elétrica em torno de 15 kW. Nessas condições, estime o valor da energia solar média (em joules) transferida ao coletor durante 1 hora.

Resolução

- Do gráfico, as transformações B-C e D-A são isotérmicas. Porém, somente na transformação D-A ocorre diminuição de volume com o aumento de pressão.
- A transformação A-B é uma compressão isovolumétrica, com aumento da energia interna do sistema, sem realização de trabalho. Para isso o sistema recebe calor do meio externo.
A transformação B-C é uma expansão isotérmica, com realização de trabalho sem variação de energia interna. Para isso o sistema também recebe calor do meio externo.

Nas transformações C-D e D-A o sistema perde calor para o meio externo.

$$c) \text{Pot}_{\text{útil}} = 0,30 \text{Pot}_{\text{total}}$$

$$15\text{kW} = 0,30 \cdot \text{Pot}_{\text{total}}$$

$$\text{Pot}_{\text{total}} = 50\text{kW} = 50 \cdot 10^3\text{W}$$

$$E = \text{Pot} \Delta t$$

$$E = 50 \cdot 10^3 \cdot 3600 \text{ (J)}$$

$$E = 1,8 \cdot 10^8\text{J}$$

Respostas: a) Transformação D-A

b) Transformações A-B e B-C

c) $E = 1,8 \cdot 10^8\text{J}$

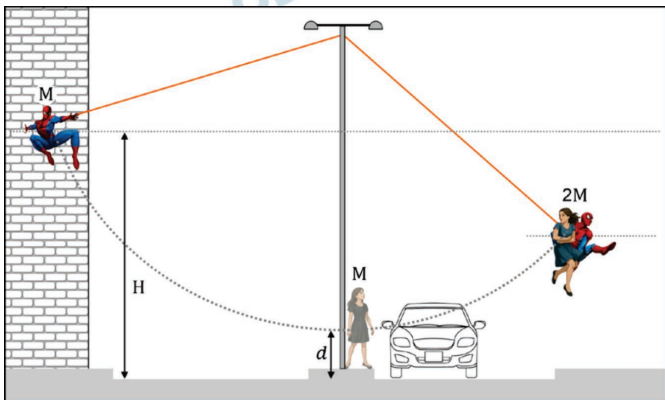
F. 04

O Homem-Aranha está na parede do 7º andar de um prédio olhando a vizinhança. Ele observa uma pessoa que está parada no canteiro central e corre risco de ser atropelada. Imediatamente, o super-herói lança uma teia em um poste e segue na direção dela para salvá-la. Ele pega a pessoa no ponto mais baixo da sua trajetória. Os dois continuam juntos até uma altura máxima e voltam.

Uma professora de Física, ao observar a cena, tenta estimar algumas informações do movimento. Ela assume que:

- o movimento pendular é bidimensional;
- a altura inicial do Homem-Aranha é de $H = 21$ m do chão, pois cada andar tem cerca de 3 m de altura;
- a velocidade inicial do Homem-Aranha, ao deixar o prédio, é zero, pois ele simplesmente se deixou cair, sem dar nenhum impulso na parede do prédio;
- ele pegou a pessoa quando estava a $d = 1$ m do chão;
- houve perda de energia quando ele pegou a pessoa, devido à colisão perfeitamente inelástica; e
- a pessoa e ele têm aproximadamente a mesma massa, $M = 60$ kg.

A figura abaixo ilustra esquematicamente o movimento descrito.



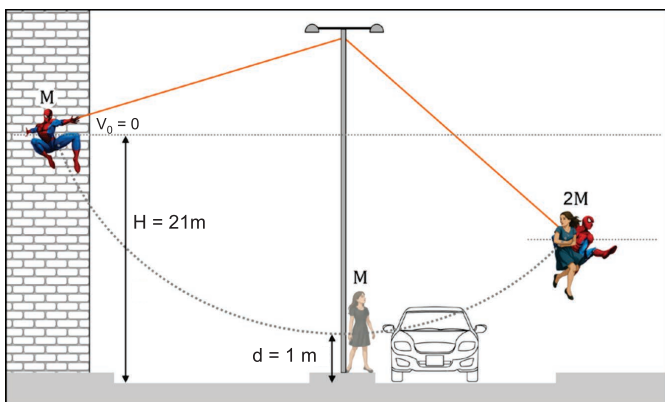
Utilizando as informações assumidas pela professora, responda:

- Qual a velocidade do Homem-Aranha quando ele pega a pessoa?
- Qual a razão entre as velocidades imediatamente *depois* (v_{depois}) e *antes* (v_{antes}) de o Homem-Aranha pegar a pessoa ($v_{\text{depois}} / v_{\text{antes}}$)?
- Qual o valor da máxima altura do movimento do Homem-Aranha e da pessoa, juntos, em relação ao chão?

Note e adote:

Aceleração da gravidade: $g = 10\text{m/s}^2$

Resolução



a) Conservação da energia mecânica:

$$E_B = E_A \text{ (referência em B)}$$

$$\frac{m V_{\text{antes}}^2}{2} = mg (H - d)$$

$$V_{\text{antes}} = \sqrt{2g (H - d)}$$

$$V_{\text{antes}} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} \text{ (m/s)}$$

$$V_{\text{antes}} = 20\text{m/s}$$

b) Conservação da quantidade de movimento no ato da colisão:

$$Q_{\text{depois}} = Q_{\text{antes}}$$

$$(M + M) V_{\text{depois}} = M V_{\text{antes}}$$

$$2 M V_{\text{depois}} = M V_{\text{antes}} \Rightarrow \frac{V_{\text{depois}}}{V_{\text{antes}}} = \frac{1}{2}$$

c) Conservação da energia mecânica após a colisão:

$$E_f = E_i \text{ (referência em B)}$$

$$(M + M) g h = \left(\frac{M + M}{2} \right) V_{\text{depois}}^2$$

$$h = \frac{V_{\text{depois}}^2}{2g} = \frac{(10)^2}{20} \text{ (m)} \Rightarrow h = 5\text{m}$$

Em relação ao solo:

$$h_{\text{solo}} = h + d \Rightarrow h_{\text{solo}} = 6\text{m}$$

Respostas: a) $V_{\text{antes}} = 20\text{m/s}$

b) $\frac{V_{\text{depois}}}{V_{\text{antes}}} = \frac{1}{2}$

c) $h_{\text{solo}} = 6\text{ m}$

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

 OBJETIVO

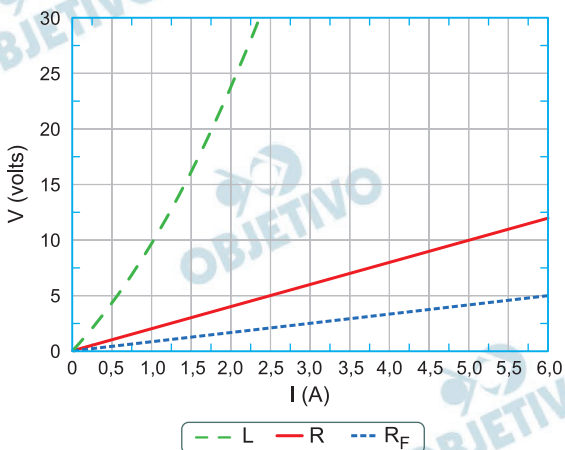
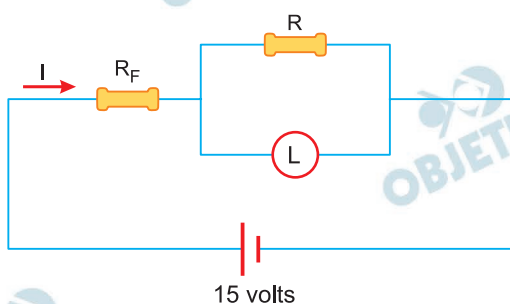
 OBJETIVO

 OBJETIVO

F. 05

Resistores e fusíveis desempenham papéis fundamentais em circuitos eletrônicos. Enquanto os resistores controlam a passagem da corrente elétrica ou são utilizados para conversão de energia elétrica em térmica, os fusíveis cortam a corrente quando ela ultrapassa certo limite, evitando assim danos e acidentes.

Um estudante montou o circuito eletrônico formado por um resistor, uma lâmpada e um fusível, com resistência R , L e R_F , respectivamente, e curvas características mostradas a seguir.



- Determine the value of the electrical resistance (in Ω) of the resistor R .
- Sabendo que o fusível suporta uma corrente máxima de $I = 6$ A para que não queime, calcule o valor da ddp mínima sobre os componentes associados em paralelo.
- Obtenha a resistência equivalente do circuito para uma corrente $I = 6$ A.

Note e adote:

Considere que a lâmpada se comporta como elemento ôhmico para correntes de até 1,25 A.

Resolução

a) Para o resistor R, do gráfico, temos:

$$U = 5,0V$$

$$I = 2,5A$$

Assim, da 1.^a Lei de Ohm, vem:

$$U = R \cdot I$$

$$5,0 = R \cdot 2,5$$

$$R = 2,0\Omega$$

b) Do gráfico, para R_F , temos:

$$I = 6,0A \Rightarrow U_F = 5,0V$$

Assim, para os elementos R e L, temos:

$$U_R = U_L = U_{\text{total}} - U_F$$

$$U_R = U_L = 15V - 5,0V$$

$$U_R = U_L = 10V$$

c) Da 1.^a Lei de Ohm, para a situação proposta, temos:

$$U_{\text{total}} = R_{\text{eq}} \cdot i_{\text{total}}$$

$$15 = R_{\text{eq}} \cdot 6,0$$

$$R_{\text{eq}} = 2,5\Omega$$

Respostas: a) $2,0\Omega$

b) 10V

c) $2,5\Omega$

F. 06

A Terra recebe energia do Sol principalmente na forma de luz visível, que abrange comprimentos de onda na faixa de 400 nm (cor violeta) até 800 nm (cor vermelha), os quais são percebidos como as cores do arco-íris.

Sabendo que, na região da luz visível, a irradiância espectral da luz do Sol, no nível do mar, é aproximadamente constante, com o valor de $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ nm})$, e que cerca de $5/6$ dessa luz solar é absorvida pela água do mar, responda:

- Qual a cor da luz solar do espectro visível que terá maior potência por área no nível do mar? Justifique a sua resposta.
- Qual a variação de temperatura que a luz vermelha de 800 nm provoca quando incide durante 1 h na área de 1 m^2 em uma faixa de 20 cm de profundidade de água do mar?

Considerando o caráter corpuscular da luz, sabe-se que cada fóton tem energia relacionada à constante de Planck (h), à velocidade da luz (c) e ao comprimento de onda da luz (λ), ou seja, $E = hc/\lambda$. Com base nessas informações, responda:

- Quantos fótons da luz vermelha de 800 nm atingirão essa área de 1 m^2 da água do mar em 1 s?

Note e adote:

Irradiância espectral da luz é uma grandeza física definida pela potência da luz por área, dividida pelo comprimento de onda da luz (λ), ou seja, $I_r = P/(A \cdot \lambda)$.

Considere que o produto da constante de Planck pela velocidade da luz (hc) é igual a $2 \times 10^{-16} \text{ J} \cdot \text{nm}$, a densidade da água do mar é $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ e o calor específico da água do mar é $4 \text{ J}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$.

Assuma também que toda a energia absorvida pela água do mar é convertida em calor.

Resolução

$$\text{a) } I_r = \frac{P}{A\lambda} \Rightarrow \frac{P}{A} = I_r \lambda$$

Com I_r constante, $\frac{P}{A}$ é diretamente proporcional a λ . Isso significa que o valor máximo de $\frac{P}{A}$ estará associado ao valor máximo de λ , que corresponde à cor vermelha.

b) (I) A energia total E_{total} recebida na superfície da água é obtida por:

$$I_r = \frac{P}{A\lambda} \Rightarrow I_r = \frac{E_{\text{total}}}{\Delta t \cdot A \cdot \lambda}$$

$$1,2 = \frac{E_{\text{total}}}{3600 \cdot 1 \cdot 800} \Rightarrow E_{\text{total}} = 3\,456\,000\text{J}$$

(II) A quantidade de calor sensível absorvida pela água é Q , tal que:

$$Q = \frac{5}{6} E_{\text{total}} \Rightarrow Q = \frac{5}{6} \cdot 3\,456\,000 \text{ (J)}$$

Da qual: $Q = 2\,880\,000\text{J}$

(III) Cálculo de $\Delta\theta$:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \Rightarrow Q = d_{\text{água}} \cdot V \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$Q = d_{\text{água}} \cdot A \cdot h \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Com $Q = 2\,880\,000$, $d_{\text{água}} = 1000\text{kg/m}^3$,

$A = 1\text{m}^2$, $h = 20\text{cm} = 0,20\text{m}$ e

$c = 4 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, determina-se a

variação de temperatura $\Delta\theta$.

$$2\,880\,000 = 1000 \cdot 1 \cdot 0,20 \cdot 4 \cdot 10^3 \Delta\theta$$

Da qual: $\Delta\theta = 3,6^\circ\text{C}$

c) (I) Cálculo da energia de um fóton (quantum de energia).

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Sendo $hc = 2 \cdot 10^{-16} \text{J}\cdot\text{nm}$ e $\lambda_{\text{vermelha}} = 800\text{nm}$, vem:

$$E = \frac{2 \cdot 10^{-16}}{800} \text{ (J)} \Rightarrow E = 2,5 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

(II) Em $1\text{h} = 3600\text{s}$ ——— $3\,456\,000 \text{ J}$

Em 1s ——— e

$$e = 960\text{J}$$

(III) O número de fótons N associado à energia e fica determinado por:

$$N = \frac{e}{E} \Rightarrow N = \frac{960}{2,5 \cdot 10^{-19}} \text{ (fótons)}$$

$$N = 3,84 \cdot 10^{21} \text{ fótons}$$

Respostas: a) Cor vermelha (a de maior comprimento de onda).

b) $3,6^\circ\text{C}$

c) $3,84 \cdot 10^{21}$ fótons



GEOGRAFIA

Homenagem visual à área de Geografia, com a rosa dos ventos e uma representação das estações do ano, simbolizando os recursos naturais do planeta e a sazonalidade.

G. 01

Na nação insular de Tuvalu, na Polinésia, mais de 3 mil pessoas – quase um terço da população local – estão se candidatando para deixar a ilha. Sua terra natal, uma cadeia de nove atóis no Oceano Pacífico situados a apenas 4,5 metros acima do nível médio do mar, está sendo gradualmente submersa pela água. As imagens indicam a situação das áreas da capital do país em 2024 e projeções para 2050 e 20100.

FUNAFUTI, CAPITAL DE TUVALU



Em 2021, o então ministro das Relações Exteriores de Tuvalu, Simon Kofe, colocou-se de pé, com água até os joelhos e gravou seu discurso para a 26ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP-UNFCCC), realizada em Glasgow, Escócia, de 31 de outubro a 12 de novembro de 2021.

Fonte: Tuvalu Foreign Ministry/Reuters. Adaptado.



Com base nas informações apresentadas e em seus conhecimentos sobre a dinâmica climática global, responda:

- Que fenômeno é possível identificar nas imagens?
- Explique dois impactos negativos que esse fenômeno pode representar para os países com baixas altitudes.
- Indique uma ação ambiental, a ser adotada pela população, e uma ação política, a ser adotada pelos governantes, para mitigar o impacto desse fenômeno.

Resolução

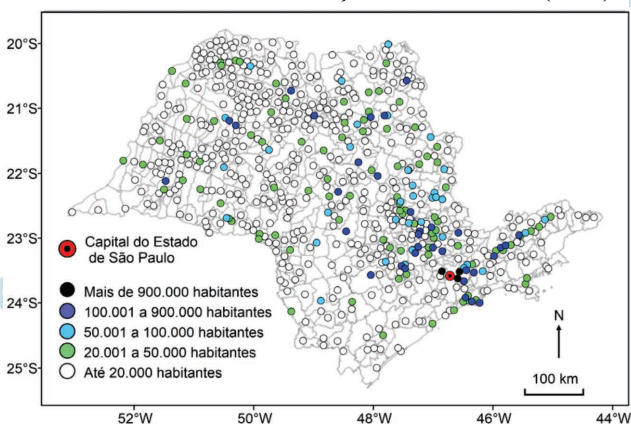
- O fenômeno é a transgressão marinha, decorrente da elevação do nível dos mares e oceanos.**
- Redução da extensão territorial, com perda de áreas litorâneas, perda de áreas agricultáveis, redução do turismo, aumento da erosão costeira e o deslocamento das populações diretamente afetadas pelo evento.**
- Uma importante ação ambiental a ser tomada pela população seria o reflorestamento das áreas mais degradadas, ampliando a barreira natural criada pelas formações vegetais litorâneas. Já, como ação política, o estímulo à redução do uso de combustíveis fósseis, bem como a pressão junto aos organismos internacionais responsáveis, além da adoção de políticas públicas que garantam acesso à água potável e saneamento.**

G. 02

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) consiste no instrumento de planejamento integrado do saneamento básico, considerando quatro componentes: abastecimento de água potável, (II) esgotamento sanitário, (III) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e (IV) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. O PLANSAB foi elaborado em 2013 com horizonte de 20 anos e deve ser avaliado e revisado a cada quatro anos.

Disponível em: <https://www.gov.br>. Adaptado.

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) E DIMENSÃO DA POPULAÇÃO ATENDIDA (2020)



Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126440>. Adaptado.

Considerando o texto e o mapa referente ao estado de São Paulo, responda:

- Qual a principal função de uma estação de tratamento de efluentes?
- Indique e explique dois problemas decorrentes da destinação de resíduos líquidos sem tratamento diretamente em corpos d'água.
- Indique e explique, de acordo com o mapa apresentado, a situação da distribuição das estações de tratamento de esgoto relacionado à população atendida.

Resolução

- A principal função de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é realizar o tratamento físico, químico e biológico dos efluentes domésticos e industriais, com o objetivo de reduzir a carga poluentes antes de seu lançamento nos corpos d'água.**



- b) O lançamento de resíduos líquidos sem tratamento provoca, entre outros impactos, a poluição hídrica, com a contaminação dos rios, o que provoca a diminuição do oxigênio e prejuízos à vida aquática, e a eutrofização, causada pelo excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, o que favorece a proliferação de algas, compromete o abastecimento humano e eleva os custos com tratamento da água.
- c) Conforme o mapa, ocorre ampla distribuição das ETEs no estado de São Paulo que se dá de acordo com a densidade populacional, com maior concentração de estações em áreas onde há maior número de habitantes.

G. 03

Localizado entre o continente e o oceano, e presente nas regiões tropicais de 123 nações e territórios, este ambiente abriga animais das mais variadas espécies e é essencial para o equilíbrio do planeta Terra. Suas raízes características e galhos emaranhados superficiais reduzem a altura e a energia das ondas, diminuindo assim a capacidade de erodir os sedimentos e danificar as construções costeiras. Isso reduz o risco de grandes inundações nas áreas baixas a jusante da faixa desse ambiente.

Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com>.

Adaptado.

A partir do texto e de seus conhecimentos sobre o tema, responda:

- Qual é o ambiente descrito no texto?
- Aponte e explique uma fragilidade que esses ambientes vêm sofrendo nas últimas décadas em função das atividades antrópicas.
- Cite dois serviços ecossistêmicos que esses ambientes podem apresentar.

Resolução

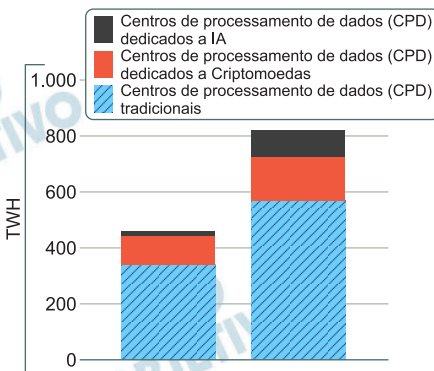
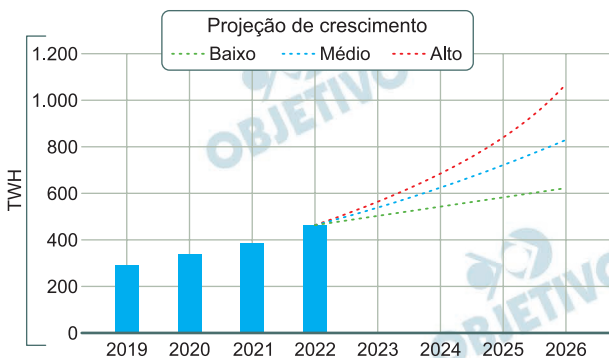
- O ambiente descrito no texto é o mangue/manguezal.**
- Uma das principais fragilidades enfrentadas pelos manguezais nas últimas décadas é a supressão da fauna e flora provocada pela pressão antrópica devido a expansão urbana desordenada, a ocupação irregular, a poluição hídrica e o aterramento para obras portuárias, industriais ou imobiliárias.**
- Entre os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos manguezais destacam-se: a proteção costeira na contenção da erosão, a manutenção da biodiversidade natural para diversas espécies marinhas, o sumidouro de carbono e o equilíbrio ecológico.**

G. 04

A tecnologia digital não para de crescer. Segundo a Agência Internacional de Energia, há necessidade de maior produção de fontes de energia, preferencialmente renováveis. Observe e analise os gráficos:

Consumo de eletricidade em alta

CONSUMO DE ELETRICIDADE EM ALTA



Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/os-impactos-ambientais-da-computacao/>. Adaptado.

Sobre o contexto apresentado nos gráficos, responda:

- Qual é o motivo principal da projeção crescente do uso de energia?
- Cite dois impactos ambientais envolvidos no crescimento observado e no uso dos centros de processamento de dados.
- Explique duas medidas sustentáveis para reduzir a demanda por energia nos centros de processamento de dados.

Note e adote:

Terawatt-hora, abreviado como TWh, é uma unidade de energia que representa um trilhão de watts-hora.

Resolução

- a) O principal motivo que indica a projeção crescente do uso de energia relaciona-se ao consumo energético principalmente no uso da Inteligência Artificial (IA) e nos centros de processamento de dados.
- b) Dois impactos ambientais que podem ser observados no crescimento e no uso dos centros de processamento referem-se a: 1) forte emissão de calor no processamento de dados que fazem subir as temperaturas das áreas de entorno das edificações dos processadores; 2) necessidade de constante refrigeração dos centros processadores, o que implica no uso frequente de fluidos de arrefecimento, principalmente a água, que muitas vezes é devolvida aos cursos com temperaturas elevadas, implicando em alterações na flora e na fauna presente.
- c) Pode-se citar, entre as medidas sustentáveis para reduzir a demanda de energia nos centros de processamento, por exemplo: 1) procurar instalar os centros de processamento em locais de clima frio para reduzir naturalmente o excesso de calor; 2) eficiência técnica no processamento de dados e evolução da Inteligência Artificial (IA). Também podem ser citados: 3) gerenciamento do ambiente no gasto supérfluo de energia (como uso de luz), ou seja, eficiência energética, procurando o conforto térmico.

G. 05

Uma representação espacial muito comum em nosso cotidiano são as imagens aéreas, geradas por meio de satélites artificiais, fotografias aéreas ou drones. Com sua utilização, é possível responder várias questões espaciais para entender determinados fenômenos (naturais ou sociais). Em geral, capturam-se imagens em diferentes temporalidades para que seja possível compará-las, utilizando para isso atributos espaciais que ajudam a identificar a realidade. Observe as imagens para analisar, por meio das paisagens, as informações geográficas.

IMAGENS DE SATÉLITE QUE REPRESENTAM A TRANSIÇÃO ENTRE A FAIXA DE GAZA E ISRAEL

2021



2024



Com base no texto e comparando as imagens, responda:

- Quais variáveis visuais permitem perceber a modificação da área verificada nas imagens?
- A partir das imagens apresentadas, indique e explique um atributo espacial que permite a análise espaço-temporal das paisagens urbana e rural.
- Aponte e explique uma característica da evolução da paisagem que indica um fenômeno atual e possível de ser percebido por meio das imagens.

Resolução

- A análise comparativa de aspectos visuais da imagem, cor, tonalidade, textura, forma dos elementos representados permite perceber alterações no espaço geográfico.



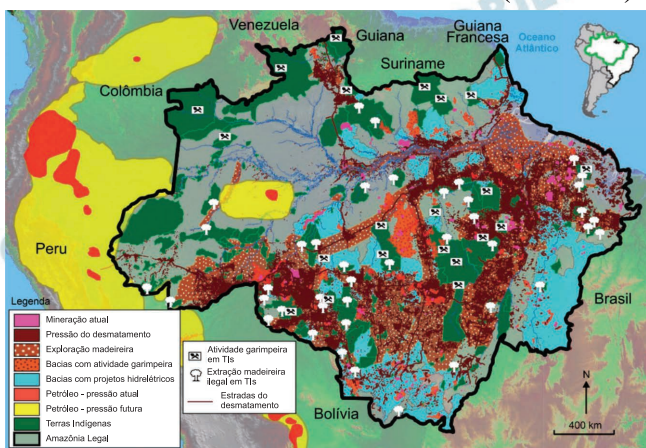
- b) Um atributo espacial que permite a análise espaço-temporal das paisagens urbana e rural é o uso e cobertura do solo, por diferentes elementos, como a disposição edificações e a densidade das áreas edificadas, a distribuição do sistema viário e das áreas agrícolas.
- c) A análise das imagens entre 2021 e 2024, da Faixa de Gaza, constata-se as alterações decorrentes do conflito em Israel e o Hamas. A transformação da paisagem, é perceptível no aspecto de “terra arrasada”, destruição das edificações, da infraestrutura viária e das áreas agrícolas, que diferente da imagem de 2021 não estão presentes na imagem de 2024.

G. 06

A Amazônia Legal constitui um dos principais espaços de disputa territorial no Brasil. Diferentes interesses se sobrepõem nesse território: populações indígenas que lutam pela preservação de seus modos de vida e pela integridade de suas terras; grandes grupos econômicos vinculados ao agronegócio e à mineração; além de redes ilegais que exploram madeira, ouro e outros recursos naturais.

Terras indígenas, áreas de mineração e zonas de maior desmatamento (2023/2024)

TERRAS INDÍGENAS, ÁREAS DE MINERAÇÃO E ZONAS DE MAIOR DESMATAMENTO (2023/2024)



Com base no texto e na análise do mapa,

- identifique uma área da Amazônia Legal que apresenta conflitos de interesse sobre o território.
- explique uma interferência nas terras indígenas da região.
- indique e explique um impacto das atividades econômicas ilegais em um dos territórios existentes na Amazônia Legal.

Resolução

- Uma das áreas da Amazônia legal que apresenta conflitos de interesse são as terras indígenas.
- As terras indígenas sofrem com a ação do garimpo ilegal, uma vez que sua prática acarreta em desmatamento e contaminação dos cursos d'água principalmente com mercúrio, utilizado em larga escala na extração do ouro. Além da contaminação parte dos óbitos também são reflexo do conflito direto entre garimpeiros e indígenas.

c) O desmatamento da floresta amazônica impulsionado por práticas como a expansão da grilagem de terras, extração ilegal da madeira, extração mineral e garimpo, promovem a perda da biodiversidade e o aumento da emissão de gases de efeito estufa. Isso ocorre devido a retirada da cobertura vegetal mediante queimadas ou pela decomposição de matéria orgânica.



HISTÓRIA

Homenagem visual à área de História, composta pela arte rupestre de Cerro Azul, na Amazônia colombiana, cujas pinturas possuem aproximadamente 20 mil anos.

H. 01

“Durante muito tempo, o descobrimento da América foi visto apenas como o grande feito do homem europeu que se tornava irreversivelmente moderno e crescentemente racionalista. Aprisionando e controlando pela primeira vez o espaço do globo, esse homem passava a ser senhor dos mares e subjugador das culturas estranhas, impondo por toda a parte seu credo, seus hábitos, sua visão de mundo. A descoberta da América apressaria inclusive a consolidação da moderna ciência, assentada no que hoje chamamos de paradigma galileico; garantiria a vitória do cálculo matemático e de uma percepção ordenada do universo, onde fenômenos até então incompreensíveis ou explicados em chave maravilhosa passavam a ter explicação racional.

Se considerarmos o caso português, veremos que, enquanto as caravelas cruzavam os mares obedecendo a cálculos precisos, multidões se deliciavam, na Corte, com os espetáculos de Gil Vicente, onde se abria espaço às práticas cotidianas do povo comum, eivadas de magismo e de maravilhoso.”

Laura de Mello e Souza. *Inferno atlântico: demonologia e colonização*. São Paulo: Companhia das Letras, 1993.

- a) Dê um exemplo que justifique a afirmação de que a “descoberta da América (...) garantiria a vitória do cálculo matemático e de uma percepção ordenada do universo”.

- b) Cite duas realizações desse “homem [que] passava a ser senhor dos mares e subjugador das culturas estranhas, impondo por toda a parte seu credo, seus hábitos, sua visão de mundo”.
- c) Analise a afirmação presente na primeira frase do excerto a partir do que é dito no segundo parágrafo do excerto.

Resolução

- a) **As Grandes Navegações e a descoberta da América impulsionaram o uso da matemática e da cartografia, pois a navegação exigia cálculos precisos para a realização das novas rotas, uso de instrumentos como a bússola, o astrolábio e as caravelas, além de conhecimentos técnicos sobre a esfericidade da Terra. Os mapas começaram a ser mais precisos, contribuindo para uma percepção racional e ordenada de mundo.**
- b) **Podemos citar: a realização de rotas oceânicas regulares para as Índias e do comércio transatlântico com América e África, integrando continentes sob domínio europeu; e a colonização da América, impondo o cristianismo e a língua, além de subjugar as culturas dos povos originários.**
- c) **Apesar de o início do texto ressaltar os valores modernos, como a experiência e o racionalismo enquanto fatores determinantes do processo de expansão ultramarina, o segundo parágrafo relativiza essa ideia, uma vez que traz elementos de continuidade e coexistência de mentalidades, a exemplo de referências mágicas e religiosas no cotidiano da população, marca da produção teatral de Gil Vicente.**

H. 02

No dia 15 de agosto de 1876, a *Revista Illustrada* (RJ), periódico semanal de perfil satírico, político, abolicionista e republicano, dirigido por Angelo Agostini, divulgou uma crônica redigida por Machado de Assis em que afirmava:

“(...) publicou-se há dias o recenseamento do Império, do qual se colige que 70% da nossa população não sabem ler. Gosto dos algarismos, porque não são de meias medidas, nem de metáforas. Eles dizem as coisas pelo seu nome, às vezes um nome feio, mas não havendo outro, não o escolhem. São sinceros, francos, ingênuos. As letras fizeram-se para frases; o algarismo não tem frases, nem retórica. (...) A Nação não sabe ler. Há só 30% dos indivíduos residentes neste país que podem ler; desses uns 9% não leem letra de mão. 70% jazem na mais profunda ignorância. (...) 70% dos cidadãos votam do mesmo modo que respiram: sem saber porque nem o quê. Votam como vão à festa da Penha – por divertimento. A Constituição é para eles uma coisa inteiramente desconhecida. Estão prontos para tudo: uma revolução ou um golpe de Estado.”

Machado de Assis. “História de Quinze Dias”. In:
Obra Completa. Volume III.

Rio de Janeiro: Nova Aguillar, 1986.

Com base na leitura do excerto, responda às questões:

- Qual é o fato social denunciado pelo cronista?
- Cite dois efeitos sociais decorrentes da observação de que “70% dos cidadãos votam do mesmo modo que respiram: sem saber porque nem o quê.”
- Relacione a frase “A Constituição é para eles uma coisa inteiramente desconhecida” com exigências formais para o exercício do direito ao voto no período.

Resolução

- O analfabetismo, que incapacitava as pessoas para a leitura e compreensão de textos escritos.
- O processo eleitoral, apesar de sua extrema importância, era profundamente excludente e muitas vezes sem a necessária reflexão ou compreensão das implicações na vida cotidiana. O primeiro efeito seria a permanência do controle exercido pelas elites políticas, perpetuando o sistema de dominação tradicional com práticas de clientelismo, favoritismo, dependência do patrão e prevalência do mandonismo local. O segundo seria a baixa rotatividade na representatividade



política, na qual os cargos eram quase sempre exercidos pelos mesmos indivíduos. Pode-se destacar ainda o descontentamento da classe média – ainda incipiente – desejosa por maior participação no processo político.

- c) No texto, Machado de Assis ressalta que até mesmo os cidadãos que participavam do processo eleitoral desconheciam o sistema jurídico e político em sua totalidade. A ausência de educação política, além de mecanismos como o voto censitário e o alistamento de eleitores nos municípios, favoreciam a alienação da população e seu controle pelas elites locais.

Obs.: O letramento não era pré-requisito para participação política, pois apenas com a lei Saraiva, de 1881, ocorreu a reforma eleitoral exigindo alfabetização para participação eleitoral.

H. 03

“As agitações de 1989 na China superaram em escala e intensidade quaisquer outras ocorridas na Europa Oriental, para não falar na Rússia, naquele ano ou nos seguintes. A energia rebelde e o idealismo dos estudantes chineses, bem como a solidariedade ativa da população urbana, não tiveram paralelo em outros lugares: um testemunho, a seu modo, da vitalidade política de uma sociedade ainda próxima das suas origens revolucionárias. Na China, porém, energias de dois tipos se chocaram. Quando veio a crise, a liderança pós-revolucionária responsável pela administração diária do Estado e do Partido hesitou e ficou dividida. Mas os Anciãos, veteranos de décadas de luta armada para a conquista do poder, não iriam perdê-lo por indecisão. Eles ainda eram os combatentes de sempre, não hesitando em neutralizar uma ameaça ao poder do Partido, tal como a viam, tão logo se mobilizou a força necessária para tanto. Em junho, o Exército de Libertação Popular recebeu ordens de evacuar a praça, e o movimento foi esmagado numa noite de violência.”

ANDERSON, Perry. *Duas revoluções: Rússia e China*.

São Paulo: Boitempo, 2018,

tradução: Hugo Mader e Pedro Davoglio.

A partir do excerto e considerando a história da China, responda:

- O que foram as “agitações de 1989” citadas no excerto?
- Quem são os Anciãos mencionados no excerto?
- Após 1989, como se desenvolveu o modelo do socialismo com características chinesas?

Resolução

- Série de manifestações populares intensificadas a partir de abril de 1989, em Pequim, quando estudantes protestaram buscando maiores espaços de participação política e liberdades individuais, questionando o autoritarismo do Estado. A repressão governamental às “agitações” ficou conhecida, no Ocidente, como “Massacre da Praça da Paz Celestial”**
- Lideranças históricas do Partido Comunista Chinês que participaram ativamente na Revolução e na tomada do poder em 1949, atuando também na Revolução Cultural (1966-1976) promovida por Mao Tse-Tung (conhecido na China como Mao Zedong).**

c) Após 1989, o socialismo com características chinesas consolidou-se como um modelo misto e pragmático, que combinou expansão do mercado e abertura econômica sob orientação do Partido Comunista Chinês, aprofundando as reformas implementadas por Deng Xiaoping (1978-1992). A partir de então, a China integrou-se à economia global mantendo um forte planejamento estatal e o controle de setores estratégicos. A manutenção do socialismo no modelo chinês solucionou o problema agrário, transferindo milhões de pessoas para as cidades, que cresceram aceleradamente. Isso visava intensificar a transformação industrial do país por meio de empresas estatais em setores estratégicos, da existência de empresas privadas, de cooperativas e da modernização e aceleração das relações de produção no campo.

“O meu ensino recebeu tanta força e autoridade que aqueles que anteriormente aderiam com mais veemência àquele nosso mestre, e que molestavam ao máximo o meu ensino, acorreram em revoada às minhas aulas, e aquele mesmo que havia sucedido ao meu mestre na escola-catedral de Paris me ofereceu o seu lugar, a fim de que aí mesmo, junto com os outros, ele se inscrevesse entre os meus alunos, onde antes florescera aquele que fora o seu e o meu mestre. No entanto, não é fácil exprimir como, poucos dias depois de eu aí reger a cadeira de dialética, meu mestre começou a consumir-se de inveja, e com que sofrimento se atormentava, de tal modo que, não sustentando por muito tempo o ardor da miséria que o dominara, empreendeu astutamente conseguir a minha remoção. Mas como não tinha motivo para agir contra mim abertamente, resolveu privar da escola, sob a acusação de crimes detestáveis, aquele que me cedera o seu lugar de professor e que foi substituído na sua função por um outro que fora outrora meu rival. Então voltei a Melun e aí estabeleci a minha escola como antes, e quanto mais claramente a sua inveja me perseguia tanto mais autoridade ele me proporcionava.”

ABELARDO, Pedro. “A história das minhas calamidades: carta autobiográfica”. In: *Os pensadores*. 2.^a ed. São Paulo: Abril, 1979, tradução: Ruy Afonso da Costa Nunes.

Abelardo (1079-1142) foi um dos iniciadores do movimento que deu origem à Universidade de Paris. Como demonstra o excerto apresentado, ocorreu um desenvolvimento espontâneo de escolas, que foi determinante para a consolidação das primeiras universidades europeias na Baixa Idade Média. Considerando o excerto,

- apresente uma característica das formas de transmissão de conhecimento na Baixa Idade Média, período no qual esse texto foi escrito.
- explique o grau de autonomia das universidades medievais, frente às demais instâncias de poder na Baixa Idade Média.
- é possível afirmar que as universidades se estruturavam em torno da autoridade intelectual de um mestre? Justifique sua resposta.

Resolução

- A sociedade medieval, majoritariamente iletrada, transmitia seus saberes através da oralidade, dentro das famílias ou comunidades a exemplo**

das corporações de ofício. Outra maneira de transmissão de conhecimento ocorria entre membros do clero – no qual letramento era mais comum –, sendo estes responsáveis pela produção, comentários e cópias de textos (religiosos ou não), da Antiguidade e da Alta Idade Média. Havia, também, a troca de cartas, fomentando debates entre eruditos de localidades distantes e reforçando as relações entre mestres e discípulos, em um contexto precursor da escolástica e da dialética na origem das universidades cristãs europeias.

- b) As universidades europeias, nascidas à sombra das catedrais, eram subordinadas aos interesses das instituições eclesiásticas no ambiente do renascimento urbano. Paulatinamente, essas instituições de ensino passaram de uma relativa autonomia jurídico educacional frente aos incipientes Estados monárquicos para se tornarem cada vez mais controladas e dependentes do poder real.
- c) Sim, de acordo com o texto, o prestígio de mestres, exemplos de erudição e moralidade, servia de atrativo para alunos interessados na formação universitária, organizada em torno de cátedras, que reforçavam e legitimavam estruturas de autoridade de intelectuais reconhecidos pela comunidade acadêmica e religiosa

H. 05

— Mas esta terra é a nossa terra. A gente cultivou, fez ela produzir. Nascermos aqui, demos a nossa vida a ela e queremos morrer aqui. Mesmo que não preste, ela é nossa. É isso que faz que a terra seja nossa: a gente nasce nela, trabalha nela, morre nela. É isto o que dá direito de propriedade, e não um monte de papéis, cheio de números. [...]

— Oh, sentimos muito – disseram os representantes. – O banco, dono de todas essas terras, vinte mil hectares de terra, não pode ser responsável. Vocês estão numa terra que não é de vocês, não lhes pertence. Talvez vocês consigam trabalho lá na fronteira, no outono, na colheita de algodão. Talvez consigam ajuda como indigentes. Por que não vão para oeste, para a Califórnia. Lá há muito trabalho e nunca faz frio. Lá, basta estender a mão para colher uma laranja. Lá sempre há safras para colher. Por que não vão pra lá? [...]

E o homem do trator dizia:

— O que é que eu vou fazer? Tenho que pensar na minha família. São três dólares, que vêm todo dia. Os tempos mudaram, não sabe disso? Não se pode mais viver da terra, a não ser que se tenha dois, cinco, dez mil hectares e um trator. A lavoura já não é mais para pobretões como a gente. Você não começa a reclamar porque não pode fabricar Fords ou porque não é a companhia telefônica. Bem, as safras são agora assim. Não há nada a fazer contra isso.”

STEINBECK, John. *As vinhas da ira*. Rio de Janeiro: Record, 2022, tradução: Herbert Caro e Ernesto Vinhaes. (Originalmente publicado em 1939).

Os excertos apresentam diálogos travados entre personagens do romance e abordam as transformações econômicas no setor agrícola dos Estados Unidos nas décadas de 1920 e 1930. Responda às questões:

- Como é denominado o processo histórico retratado no romance?
- A partir do excerto, aponte dois fenômenos na história social dos Estados Unidos, decorrentes da concentração de terras e mecanização da agricultura.
- Indique as modalidades de propriedade fundiária e as respectivas relações de trabalho mencionadas no texto.

Resolução

- A “Grande Depressão” nos Estados Unidos, efeito da Crise de 1929.



- b) O excerto apresenta o desenvolvimento do capitalismo monopolista, num momento de crise de superprodução e da consequente concentração de renda nos Estados Unidos. Como efeitos, temos: o empobrecimento e a marginalização dos pequenos proprietários norte-americanos, que não conseguiam concorrer com os custos da produção e se endividavam, eventualmente perdendo suas terras; e o surgimento de ondas migratórias para cidades industriais ou para o oeste do país.
- c) As modalidades eram: os minifúndios, geralmente familiares e de trabalho coletivo tradicionais, estando nas mãos dos pequenos proprietários desde os tempos coloniais; e os latifúndios, cultivados por trabalhadores assalariados mal remunerados, frequentemente imigrantes latinos ou asiáticos e descendentes de escravizados. Durante a Grande Depressão, muitos proprietários perderam suas terras, o que desorganizou relações tradicionais por causa das hipotecas, levando a um processo de transição rumo à construção de relações capitalistas de produção.

“Pisei o chão frio da noite. A lua pintava de prata as paredes do céu, as copas das árvores, os cones das palhotas, as estrelas brincavam ao pisca-pisca com os seus olhos amarelo-prateados, o meu marido estava bêbado de morrer, vai torturarme, este búfalo louco, por Deus!

— Sarnau, estás zangada?

— Não, não estou.

— Mas choraste. A bofetada que te dei foi só uma disciplina para aprenderes a não fazer ciúmes. Gosto muito de ti, Sarnau. És a minha primeira mulher. É tua toda a honra deste território. Tu és a mãe de todas as mães da nossa terra. Tu és o meu mundo, minha flor, rebuçado do meu coração.

Deixei cair duas gotas de fel bem amargas e salgadinhas. Meu marido acariciava-me à moda dos búfalos; dizia-me coisas no ouvido e o seu hálito fedia a álcool, enjoava-me, arrepiava-me, maltratando o meu corpinho frágil. Explodi furiosa e chorei de amargura.”

Paulina Chiziane. *Balada de amor ao vento*.

São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

“As vozes cantam, o canavial balança, a máquina gira. De repente ouve-se um grito e o trabalho para. Um homem deixou o braço ser arrastado pelas roldanas, puxando-o para a máquina, e... crás! A cabeça esmigalhou-se como um coco.

— Parem! – gritou o colono. – Dois de vocês encarregam-se do homem. Outros limpam a máquina, rápido, tempo é dinheiro!

A lua já brincava no céu sem nuvens, quando os homens rudes de chapéu de palha e calcanhares de matope regressaram ao dormitório. Veio a refeição de fubá que comeram com apetite mesmo ao lado do morto. Depois veio a cachaça. Era todos os dias assim. Em cada noite eram presenteados com um cadáver vitimado por uma cobra, uma máquina, febre, ou pelo calor excessivo das torradeiras de café.

— Depressa, Damião, vai chamar o padre Moçambique e o curandeiro Januário.

A cachaça rodava enquanto aguardavam a chegada dos dirigentes espirituais, velando pelo morto sem uma lágrima nos olhos, contando histórias da terra, da travessia dos mares e das lutas de resistência.

Mwando, o padre Moçambique, chegou trajando a sua batina de pano cru, chapéu de palha e pés descalços, levando a Bíblia na mão esquerda. Logo a seguir chegou também o angolano Januário. Todos se ergueram, tiraram os chapéus curvando-se numa vênia, em saudação aos seus dirigentes.”

Paulina Chiziane. *Balada de amor ao vento*.

São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

Cada um dos excertos menciona um dos protagonistas do romance: Sarnau, em Moçambique e Mwando, em Angola. A partir do contexto apresentado,

- a) indique qual é a situação política de Angola e Moçambique no período em que ocorrem os episódios relatados nos excertos.
- b) aponte dois traços das relações entre gêneros na sociedade em que se passa o excerto que enfoca Sarnau.
- c) caracterize as relações religiosas e de trabalho presentes no excerto que menciona Mwando.

Resolução

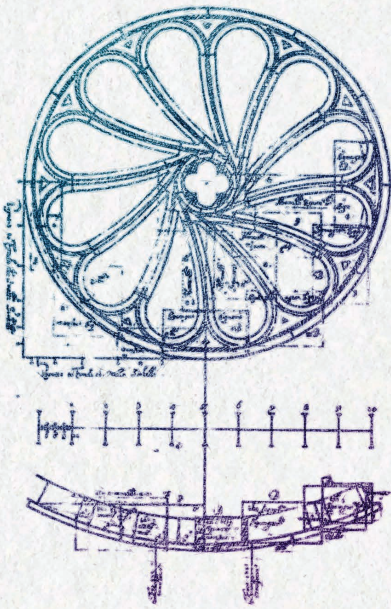
a) Os episódios ocorrem no período colonial português no século XX, tanto em Moçambique quanto em Angola.

b) **Patriarcado e submissão feminina:** a mulher é tratada como propriedade do marido, sujeita à violência física e simbólica.

Poligamia e hierarquia entre mulheres: a condição de “primeira mulher” confere *status*, mas não elimina a opressão.

c) **Trabalho:** relações de trabalho exploratórias e desumanizadas, típicas do sistema colonial, em que a vida do trabalhador é controlada e descartável.

Religião: coexistência e sincretismo entre o cristianismo (padre) e as crenças tradicionais africanas (curandeiro), ambas reconhecidas como autoridades espirituais.



MATEMÁTICA

Homenagem visual à área de Matemática, representada por cálculos de vitrais utilizados na arquitetura.

M. 01

A palavra ARARA, para além da beleza da ave e de ser um palíndromo, é comumente utilizada em exercícios de análise combinatória e probabilidade, pois é formada por cinco letras, com apenas duas letras distintas. Supondo que as letras dessa palavra estão numa urna em que a retirada de cada uma das letras é equiprovável, responda:

- Qual a probabilidade de sortear duas letras, sem reposição, formando a palavra AR, isto é, sortear a primeira letra A e, sem a reposição, sortear a segunda letra R?
- Qual a probabilidade de sortear 5 letras, sem reposição, e formar novamente a palavra ARARA?
- Supondo agora que as letras colocadas na urna são coloridas, isto é, ARARA, qual a probabilidade de sortear novamente, sem reposição, 5 letras que formem a palavra ARARA com a mesma coloração inicial?

Resolução

1) a) A probabilidade P_1 pedida é:

$$P_1 = \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{4} = \frac{3}{10} = \frac{30}{100} = 30\%$$

b) A probabilidade P_2 pedida é:

$$P_2 = \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1} =$$
$$= \frac{1}{10} = \frac{10}{100} = 10\%$$

c) A probabilidade P_3 pedida é:

$$P_3 = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1} =$$
$$= \frac{1}{120} \cong 0,83333\%$$

Respostas: a) 30%

b) 10%

c) $\frac{1}{120} \cong 0,83333\%$

M. 02

Uma rede de supermercados vende dois tipos de frascos de um determinado álcool, um com capacidade de 1 litro e outro de 2 litros. Em um certo dia do mês, um dos supermercados da rede vendeu um total de 50 frascos e, nesse dia, o valor arrecadado com as vendas desses frascos foi de R\$ 320,00.

- a) Se o preço do frasco de álcool de 1 litro é de R\$ 6,00 e de 2 litros é de R\$ 10,00, quantos frascos de cada tipo foram vendidos nesse dia?
- b) Agora suponha que nesse dia o supermercado vendeu 25 frascos de 1 litro pelo valor total de R\$ 125,00. Qual era o valor do frasco de 2 litros?
- c) Agora imagine que a validade do frasco de 2 litros está próxima do vencimento e que o supermercado anunciou uma promoção em que o valor do frasco de 2 litros será o mesmo do frasco de 1 litro, ou seja, R\$ 6,00. É possível que, ao final da promoção, o gerente venda a mesma quantidade de frascos (50 frascos) arrecadando o mesmo valor (R\$ 320,00)? Se for possível, quantos frascos de cada tipo foram vendidos?

Resolução

Seja x o número de frascos de 1 litro e y o número de frascos de 2 litros.

a) Do texto, temos:

$$\begin{cases} 6x + 10y = 320 \\ x + y = 50 \end{cases} \cdot (-6) \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} 6x + 10y = 320 \\ -6x - 6y = -300 \end{cases} \oplus$$

$$4y = 20 \Rightarrow y = 5$$

$$x + y = 50 \Rightarrow x + 5 = 50$$

$$x = 45$$

- b) Se R\$ 125,00 correspondem aos 25 frascos de 1ℓ temos que os 25 frascos de 2ℓ correspondem a, em reais, $320 - 125 = 195$, então cada frasco de 2ℓ custa $\frac{195 \text{ reais}}{25} = 7,8$ reais.
- c) Não é possível, pois se todos os frascos custam 6 reais, temos $6 \text{ reais} \cdot 50 = 300$ reais no total.

Respostas: a) 45 de 1 litro e 5 de 2 litros

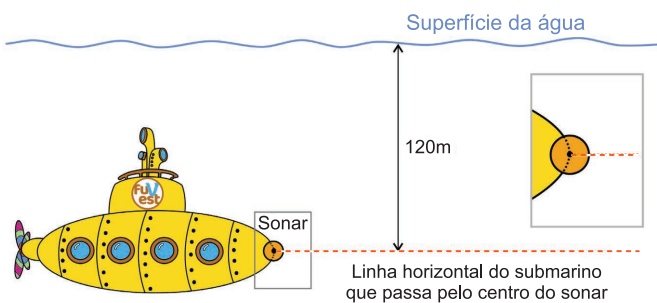
b) 7,8 reais

c) impossível



M. 03

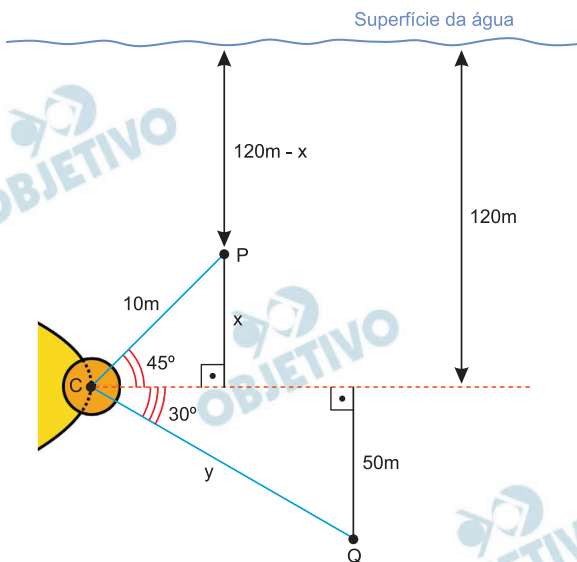
Na parte frontal do casco de um submarino está localizado um sonar esférico de raio 3 m para detectar objetos ao seu redor. O sonar emite ondas que se propagam em todas as direções, formando esferas de raio igual à distância entre o centro do sonar até a superfície do objeto detectado. O centro do sonar está a uma profundidade de 120 m em relação à superfície da água.



- Qual a distância mínima do centro do sonar até a superfície do objeto para que ele seja detectado?
- Se o sonar detecta um objeto a uma distância de 10 m do seu centro, em um ponto localizado a 45° acima da linha horizontal que passa pelo centro do sonar, qual é a profundidade do objeto em relação à superfície da água?
- Se o sonar detecta um objeto a uma profundidade de 170 m abaixo da superfície da água e a 30° abaixo da linha horizontal, que passa pelo centro do sonar, qual é a distância do objeto até o centro do sonar?

Resolução

- A distância mínima do centro do sonar até a superfície do objeto para que ele seja detectado é o raio do sonar, igual a 3m.



- b) Sendo P o objeto detectado pelo sonar a 10m do seu C, e localizado a 45° acima da linha horizontal que passa pelo centro do sonar, temos:

$$\text{sen } 45^\circ = \frac{x}{10} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Leftrightarrow x = 5\sqrt{2}\text{m}$$

Logo, a profundidade, em metros, do objeto em relação à superfície da água será $120 - 5\sqrt{2}$, aproximadamente 112,93

- c) Sendo Q o objeto detectado pelo sonar a uma profundidade de 170m abaixo da superfície de água e a 30° abaixo da linha horizontal que passa pelo centro do sonar, temos:

$$\text{sen } 30^\circ = \frac{50}{y} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow y = 100\text{m}$$

Logo, a distância, em metros, do objeto até o centro do sonar será 100m.

Respostas: a) 3m b) $(120 - 5\sqrt{2})\text{m}$ c) 100m

M. 04

“Tudo por 50% do dobro” é uma frase bem conhecida sobre ofertas enganosas, que virou meme. Isso basicamente porque um produto, após sofrer um aumento de 100%, passando a custar o dobro, precisa de um desconto de 50% para voltar ao seu valor inicial, ou seja, permanecer com o valor inalterado após o reajuste seguido do desconto. Com base nessa ideia, responda:

- a) Qual seria o percentual de desconto necessário para que um produto que foi reajustado em 50% volte ao valor original?
- b) Admita que um produto que custa P seja reajustado em $x\%$ e, posteriormente, com um desconto de $y\%$, volte a custar o mesmo valor P . Explícite y em função de x no modelo apresentado, isto é, exiba o desconto y em função do reajuste x .
- c) Suponha que um produto tem um reajuste de $m\%$ e depois um desconto de $n\%$, voltando a custar o valor inicial. Considere que m e n são inteiros maiores que zero. Qual seria o menor valor de m para que n seja também um inteiro?

Resolução

- a) Sendo V_0 o valor inicial e $x\%$ o percentual de desconto, então:

$$(1 - x\%) \cdot 1,50 \cdot V_0 = V_0 \Rightarrow 1 - x\% = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow x\% = \frac{1}{3} \Rightarrow x\% = 33,33\%$$

- b) $\left(1 - \frac{y}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{x}{100}\right) \cdot V_0 = V_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{100 - y}{100} \cdot \frac{100 + x}{100} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10000 + 100x - 100y - xy = 10000 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow xy + 100y = 100x \Rightarrow y = \frac{100x}{x + 100}$$

- c) $\left(1 - \frac{n}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{m}{100}\right) \cdot V_0 = V_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow (100 - n) \cdot (100 + m) = 10000 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (100 - n) \cdot (100 + m) = 2^4 \cdot 5^4$$

O menor valor de m ocorre no caso de $100 + m$ ser o menor divisor de 10000 maior que 100 .

Assim,

$$\begin{cases} 100 - n = 2^4 \cdot 5 \Rightarrow n = 20 \\ 100 + m = 5^3 \Rightarrow m = 25 \end{cases}$$

Portanto, o menor valor de m é 25 .

M. 05

Deseja-se instalar uma luminária a uma certa altura do teto. A luminária está posicionada no vértice P de uma pirâmide regular de base quadrada que, por sua vez, está inscrita em um cubo de lado 4 m, conforme a imagem a seguir. As projeções da luminária no plano do teto e chão são representadas, respectivamente, pelos pontos R e Q , que coincidem com a intersecção das diagonais dos quadrados $DCGH$ e $ABFE$.

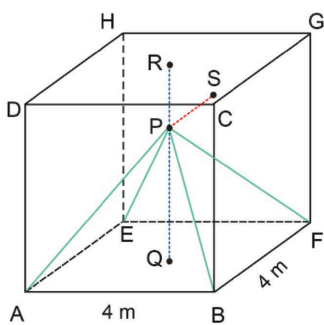
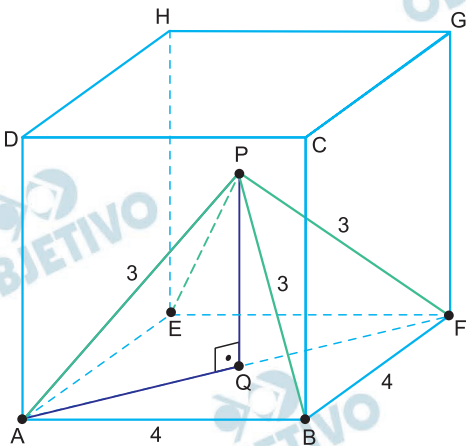


Imagem sem escala

- Admitindo que as arestas laterais da pirâmide medem 3 m, a qual distância a luminária está do chão?
- Supondo que as arestas laterais da pirâmide formam um ângulo de 45° com o chão, qual é o comprimento, em metros, da aresta lateral da pirâmide?
- Considerando a projeção ortogonal do ponto P no plano do fundo do cubo, representada pelo ponto S , qual será o comprimento da projeção da aresta PF no plano $EFGH$, se a altura PQ for de $2\sqrt{2}$ m?

Resolução

a)



a) A distância que a luminária está do chão é a medida da altura \overline{PQ} da pirâmide, em metros. Assim,

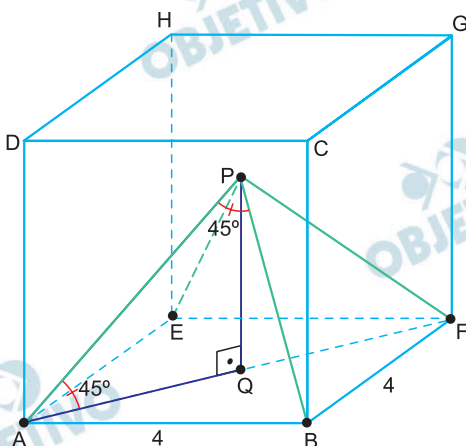
$$I) AF = 4\sqrt{2}\text{m e } AQ = \frac{4\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}\text{m}$$

II) Aplicando o Teorema de Pitágoras no triângulo retângulo AQP, temos:

$$(PQ)^2 + (AQ)^2 = (PA)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (PQ)^2 + (2\sqrt{2})^2 = 3^2 \Rightarrow PQ = 1\text{m}$$

b)



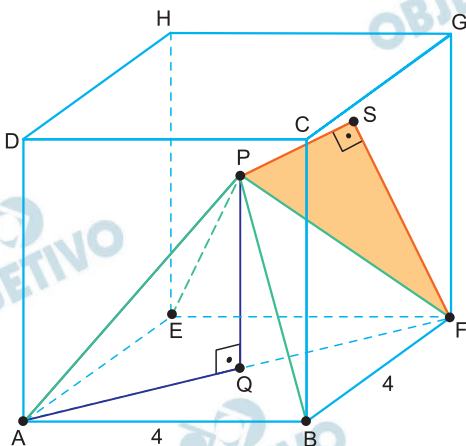
Como $AQ = 2\sqrt{2}\text{m}$ e o triângulo AQP é retângulo e isósceles, temos:

$$PQ = AQ = 2\sqrt{2}\text{m}$$

Assim, a medida da aresta lateral em metros é dada por

$$(PA)^2 = (2\sqrt{2})^2 + (2\sqrt{2})^2 \Rightarrow PA = 4\text{m}$$

c)



Como $AQ = PQ = 2\sqrt{2}$, a medida da aresta lateral da pirâmide é 4m.

A medida de \overline{PS} é 2m (distância do ponto P à face EFGH).

A projeção ortogonal da aresta PF no plano EFGH é o cateto \overline{SF} do triângulo retângulo PSF.

Assim, a medida da projeção ortogonal é dada por:

$$(SF)^2 + (PS)^2 = (PF)^2 \Rightarrow (SF)^2 + 2^2 = 4^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow SF = \sqrt{12} \Rightarrow SF = 2\sqrt{3}\text{m}$$

Respostas: a) 1m b) 4m c) $2\sqrt{3}\text{m}$

M. 06

Considere a função real modular $f(x) = \frac{|x|}{d}$, onde $d > 0$.

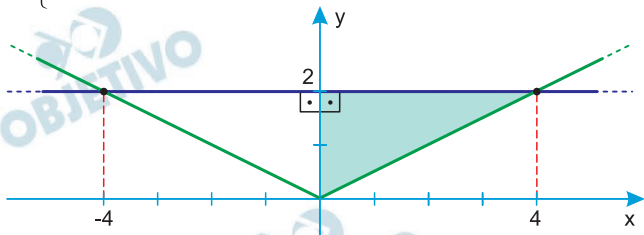
- a) Quais são os pontos de interseção entre a reta $y = 1$ e o gráfico de $f(x)$ para $d = 1$?
- b) Qual a área da região obtida à direita do eixo Oy , abaixo da reta $y = 2$ e acima do gráfico de $f(x)$ para $d = 2$?
- c) Qual é a área da região formada abaixo da reta $y = d$ e acima do gráfico de $f(x)$?

Resolução

$$\text{a) } \begin{cases} y = 1 \\ f(x) = \frac{|x|}{1} \end{cases} \Rightarrow |x| = 1 \Leftrightarrow x = -1 \text{ ou } x = 1$$

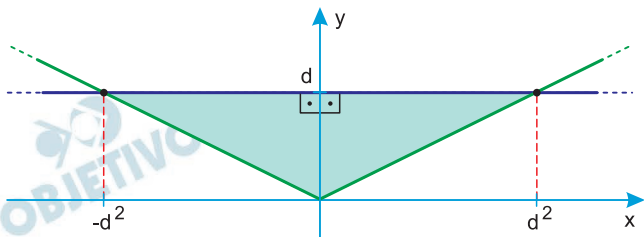
Os pontos de interseção são $(-1;1)$ e $(1;1)$.

$$\text{b) } \begin{cases} y = 2 \\ f(x) = \frac{|x|}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{|x|}{2} = 2 \Leftrightarrow |x| = 4 \Leftrightarrow x = -4 \text{ ou } x = 4$$



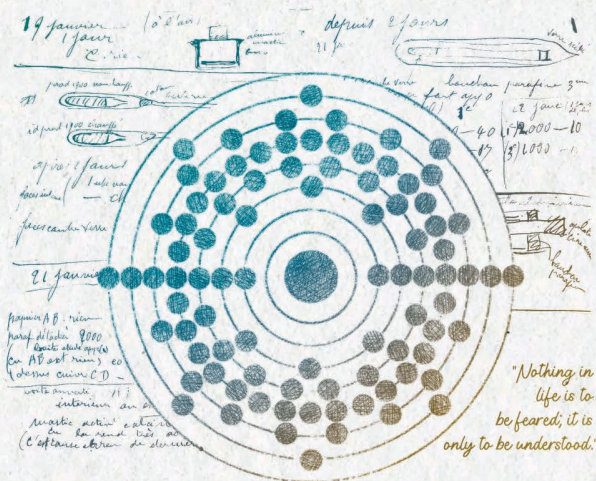
A área da região obtida à direita do eixo Oy e abaixo da reta $y = 2$ é $\frac{4 \cdot 2}{2} = 4$

$$\text{c) } \begin{cases} y = d \\ f(x) = \frac{|x|}{d} \end{cases} \Rightarrow \frac{|x|}{d} = d \Leftrightarrow |x| = d^2 \Leftrightarrow x = -d^2 \text{ ou } x = d^2$$



A área da região formada abaixo da reta $y = d$ e acima do gráfico $f(x)$ é $\frac{2d^2 \cdot d}{2} = d^3$

- Respostas: a) $(-1;1)$ e $(1;1)$
- b) 4
- c) d^3



QUÍMICA

Homenagem visual à área de Química, com ilustrações representando o elemento rádio e anotações do caderno preservado de Marie Skłodowska-Curie.

Q. 01

O óxido de cálcio, também conhecido como cal, tem diversas aplicações, sendo muito importante do ponto de vista econômico. Além de ser uma das principais matérias primas na produção de aço e cimento, é também utilizado na agricultura para correção das condições do solo, diminuindo a sua acidez. Esse óxido é produzido pela decomposição do calcário (CaCO_3) que tem como subproduto o CO_2 .

- Escreva a reação entre cal e água que explica seu uso na alcalinização do solo.
- A produção do óxido de cálcio pode gerar impacto ambiental devido à liberação de CO_2 durante a sua produção, contribuindo para o aumento do efeito estufa. Considerando que a produção anual de óxido de cálcio a partir de CaCO_3 é de $1,12 \times 10^{10}$ kg, qual a quantidade de CO_2 , em quilograma, liberada anualmente para a atmosfera?
- Existe um centro na USP (RCGI – *Research Centre for Greenhouse Gas Innovation*), cuja pesquisa visa encontrar formas de minimizar o impacto ambiental da liberação de CO_2 . Uma das maneiras de realizar essa minimização é utilizar o CO_2 para gerar materiais

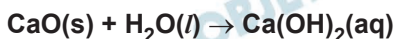
de maior valor agregado. Do ponto de vista químico, para que isso ocorra, são necessárias estratégias para aumentar a reatividade do CO_2 . Cite dois fatores experimentais que tornem mais efetivos os processos envolvendo moléculas pouco reativas, como o CO_2 . Justifique sua resposta.

Note e adote:

Massas molares (g/mol): H = 1, C = 12, O = 16, Ca = 40

Resolução

a) **CaO: óxido básico**



Devido à formação de Ca(OH)_2 (base), o meio fica alcalino (básico).

b) **CaO: M = 56g/mol, CO_2 : M = 44g/mol**



$$1 \text{ mol} \qquad \qquad 1 \text{ mol}$$

$$56\text{g} \qquad \qquad \qquad 44\text{g}$$

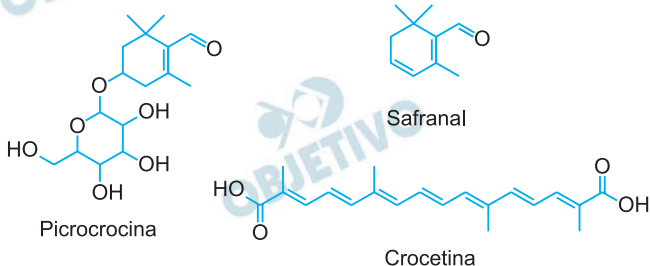
$$1,12 \cdot 10^{10}\text{kg} \qquad \qquad \qquad x$$

$$x = 0,88 \cdot 10^{10} \text{ kg} \text{ ou } 8,8 \cdot 10^9 \text{ kg}$$

c) **Uso de catalisador para diminuir a energia de ativação. Aumento da temperatura do sistema para aumentar a velocidade de reação.**

Q. 02

O açafrão é uma especiaria com sabor, aroma e coloração muito marcantes. Nessa especiaria estão presentes moléculas como a picrocrocina, responsável pelo sabor, o safranal, responsável pelo aroma, e a crocetina, responsável pela coloração.



O safranal pode ser obtido por extração a partir do açafrão. Para realizar esse procedimento, uma certa quantidade de açafrão seco é triturada e adicionada em um frasco e, sobre ela, é adicionada uma solução aquosa diluída de carbonato de sódio de pH levemente elevado. Em seguida, um volume de n-hexano é adicionado ao mesmo frasco que, após tampado, é agitado e deixado em repouso até que duas fases, uma aquosa e outra orgânica, se separem.

a) Preencha a tabela da folha de respostas indicando qual das fases, aquosa ou orgânica, contém maior quantidade dos compostos responsáveis pelo aroma e sabor. Justifique sua resposta.

	Compostos relativos ao aroma	Compostos relativos ao sabor
Fase com maior quantidade		

b) Caso o procedimento de extração descrito anteriormente seja realizado utilizando apenas água ao invés de solução aquosa de carbonato de sódio, qual das espécies descritas no enunciado terá sua eficiência de extração na fase aquosa mais prejudicada? Justifique sua resposta.

c) Para determinar o teor de safranal no açafrão, foi realizada uma extração a partir de 500 mg de açafrão seco gerando 10 mL de uma solução contendo safranal em uma concentração de $7,0 \times 10^{-4}$ mol/L. Considerando uma eficiência de 70% nesse procedimento, calcule o teor de safranal, em porcentagem de massa, no açafrão seco.

Note e adote:

Massa molar do safranal = 150 g/mol

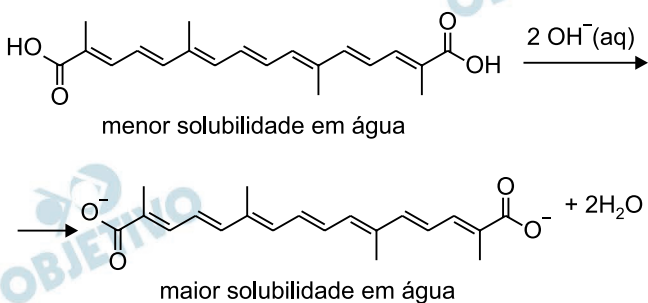
Resolução

a)

	Compostos relativos ao aroma	Compostos relativos ao sabor
Fase com maior quantidade	fase orgânica	fase aquosa

A substância picrocrocina possui grande quantidade de grupos polares, que estabelecem ligações de hidrogênio com a água (polar) enquanto na substância safranal predomina cadeia apolar. Assim, a picrocrocina ficará dissolvida preferencialmente na água e o safranal ficará dissolvido preferencialmente no n-hexano (fase orgânica, apolar).

b) Caso seja usada apenas água, ao invés de solução de carbonato de sódio, a crocetina teria sua eficiência de extração na fase aquosa mais prejudicada. O carbonato de sódio (Na_2CO_3) é um sal de caráter básico, que promove o aumento na concentração da forma ionizada da carboxila da crocetina, solúvel em água. Assim, na ausência do Na_2CO_3 , a solubilidade em água da crocetina diminui, reduzindo assim a eficiência de extração na fase aquosa.



c) I) Cálculo da quantidade de matéria (mol) de safranal em 10 mL de solução:

$$\begin{aligned} 7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} & \text{---} 1000 \text{ mL (ou 1L)} \\ x & \text{---} 10 \text{ mL} \\ x & = 7 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \end{aligned}$$

II) Cálculo da massa de safranal, considerando rendimento de 70% ($M = 150 \text{ g/mol}$):

$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 150\text{g}$$

$$7 \cdot 10^{-6} \text{ ————— } y \text{ (. 0,7)}$$

$$y = 1500 \cdot 10^{-6}\text{g} = 1,5 \text{ mg}$$

III) Cálculo da porcentagem em massa de safranal no açafão:

$$500 \text{ mg} \text{ ————— } 100\%$$

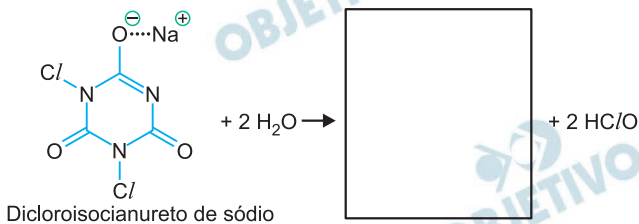
$$1,5 \text{ mg} \text{ ————— } z$$

$$z = 0,3\%$$

Q. 03

Produtos que contêm íons hipoclorito (ClO^-) e ácido hipocloroso (HClO) podem ser utilizados para desinfetar ambientes. Para o tratamento de piscinas também pode ser utilizado o dicloroisocianurato de sódio (estrutura representada na folha de respostas), um sal que, ao ser solubilizado em água, produz ácido hipocloroso e um outro produto.

- a) Escreva a estrutura do outro produto formado nessa reação no quadro da folha de respostas.



Água sanitária é uma solução diluída de íons hipoclorito, gerada a partir da reação de gás cloro com íons hidróxido, formando também íons cloreto e água. Apesar de o gás cloro ser tóxico, usar a água sanitária para limpeza é seguro, porém deve-se tomar cuidado para não a misturar com outros agentes de limpeza, como desinfetantes a base de amoníaco ou vinagre. A mistura com desinfetantes a base de amônia pode gerar cloroaminas tóxicas solúveis em água, como NCI_3 .

- b) Escreva o equilíbrio de formação do íon hipoclorito a partir do gás cloro em meio básico e explique, a partir desse equilíbrio, por que a adição de vinagre à água sanitária pode ser nociva à saúde.
- c) Desenhe a estrutura de Lewis da molécula de NCI_3 e justifique sua solubilidade em água com base na sua geometria.

Note e adote:

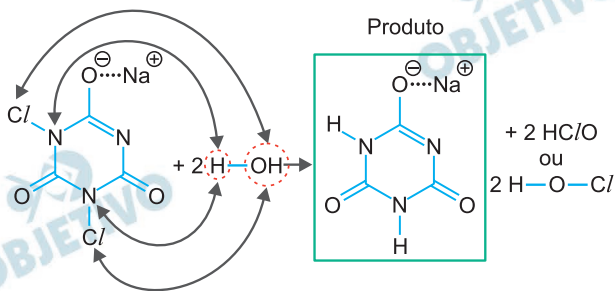
Distribuição eletrônica para

N: $1s^2 2s^2 2p^3$

Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

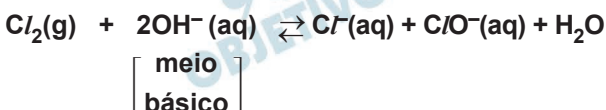
Resolução

a)



Dicloroisocianureto de sódio

b) • Equação de formação do íon hipoclorito (ClO^-):



- O vinagre, por apresentar caráter ácido, libera íons H^+ que reagem com os íons OH^- . Pelo Princípio de Le Châtelier, o equilíbrio se desloca no sentido dos reagentes, aumentando a concentração de gás cloro ($\text{Cl}_2(\text{g})$) que, por ser tóxico, pode causar danos à saúde.

c) Estrutura de Lewis:

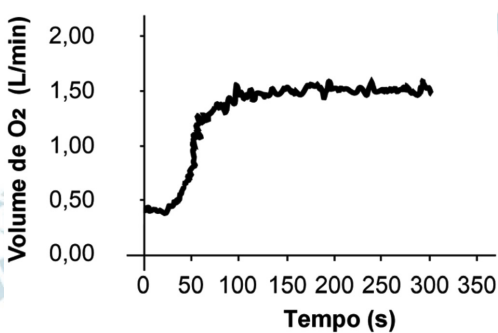


Por apresentar geometria piramidal e par de elétrons isolado, a substância NCl_3 é polar, o que justifica sua solubilidade em água. Além disso, o par de elétrons não ligante do nitrogênio permite estabelecer interação – ligação de hidrogênio – com a água, justificando sua solubilidade.

Q. 04

Atletas podem acompanhar o andamento de atividades físicas por meio do monitoramento da quantidade de calorias gastas. A medida do número de calorias gastas é feita com base na quantidade de oxigênio consumido durante a atividade física. Além disso, considera-se que toda a energia é proveniente da combustão de moléculas de glicose, de acordo com a reação

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$. Em termos práticos, é dito que, para obter a quantidade de calorias gastas em kcal/min, o volume de oxigênio consumido em litros por minuto, em determinada temperatura e pressão, deve ser multiplicado por um valor Q.



- O gráfico mostra o volume de oxigênio consumido por um atleta ao longo da atividade física. Considerando que o consumo máximo de oxigênio se mantém aproximadamente constante durante a atividade, calcule quantos mols de oxigênio esse atleta consome ao completar a corrida de rua “Volta da USP” em 50 min.
- Calcule a energia liberada na combustão da glicose em kcal por mol de O_2 e obtenha o valor de Q em kcal/L.
- Em treinos muito intensos, pode ocorrer produção de ácido láctico, cujo acúmulo leva a dores musculares. Sua produção ocorre a partir da glicose segundo a reação $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_6O_3$. Com base nas entalpias de formação das espécies envolvidas, calcule a variação de entalpia da reação de produção de ácido láctico a partir da glicose, em kcal/mol, e quantas vezes mais glicose deve ser consumida para que essa reação gere a mesma quantidade de energia obtida na reação de combustão da glicose.

$$x = 7,5 \text{ kcal/min}$$

Pelo enunciado, tem-se:

Volume de O_2 (L/min) . valor Q = quantidade de

calorias $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{min}} \right)$

$$1,5 \cdot Q = 7,5$$

$$Q = 5$$

c) Cálculo da variação de entalpia (ΔH) da reação:



$$\Delta H_F = -300 \text{ kcal/mol} \quad \Delta H_F = -160 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta H = \Sigma \Delta H_F (\text{produtos}) - \Sigma \Delta H_F (\text{reagentes})$$

$$\Delta H = 2(-160) - (-300) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta H = -20 \text{ kcal/mol de } C_6H_{12}O_6$$

A combustão da glicose apresenta

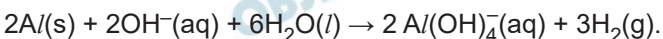
$$\Delta H = -675 \text{ kcal/mol}$$

Portanto, para que a reação de produção de ácido láctico gere a mesma energia obtida na combustão da glicose, tem-se:

$$\frac{675}{20} = 33,75 \text{ vezes mais glicose}$$

Q. 05

Em um momento da trilogia de filmes “De volta para o futuro”, a máquina do tempo, que é um automóvel, é abastecida com restos de alimentos e uma latinha de alumínio. A possibilidade de usar alumínio como combustível em automóveis foi proposta por pesquisadores da Universidade Politécnica da Catalunha. Neste caso, o automóvel seria movido pela combustão do hidrogênio gerado na reação das latas de alumínio com hidróxido de sódio, de acordo com a seguinte reação balanceada:



a) Escreva, no quadro da folha de respostas, o número de oxidação dos átomos de Al e H nas espécies indicadas.

Alumínio		Hidrogênio	
Al(s)	Al(OH) ₄ ⁻ (aq)	OH ⁻ (aq)	H ₂ (g)

b) Considerando um automóvel movido a hidrogênio gerado pela reação anterior, qual massa de Al, em quilogramas, é necessária para produzir a mesma quantidade de energia liberada pela combustão de 57 L de etanol contidos no tanque de um carro convencional.

c) Grande parte do custo de produção das latas de alumínio, tanto a partir de seu óxido (Al₂O₃), quanto por meio da reciclagem do Al metálico, advém dos processos de fusão desses materiais. No caso do óxido, a fusão é necessária para a realização da eletrólise ígnea, enquanto no caso do Al reciclado, a fusão é necessária para a remoldagem. Responda quais tipos de ligação química existem no alumínio e no óxido de alumínio sólidos e explique por que é necessário realizar a fusão do óxido de alumínio para sua eletrólise.

Note e adote:

Entalpia de combustão do etanol hidratado =

$$= -2,5 \times 10^4 \text{ kJ/L}$$

Entalpia de combustão do gás hidrogênio =

$$= -285 \text{ kJ/mol}$$

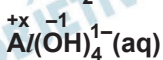
Massa molar do Al = 27 g/mol

Resolução

a)

Alumínio		Hidrogênio	
Al(s)	Al(OH) ₄ ⁻ (aq)	OH ⁻ (aq)	H ₂ (g)
0	+3	+1	0

Al e H₂: substâncias simples o Nox é zero e



$$+x - 4 = -1; x = +3$$

b) Calor produzido pelo etanol:

$$1\text{L de etanol} \text{ ————— } 2,5 \cdot 10^4 \text{kJ}$$

$$57\text{L de etanol} \text{ ————— } x$$

$$x = 142,5 \cdot 10^4 \text{kJ}$$

• Quantidade em mol de H₂ equivalente:

$$1 \text{ mol de H}_2 \text{ ————— } 285 \text{kJ}$$

$$x \text{ ————— } 142,5 \cdot 10^4 \text{kJ}$$

$$x = 5000 \text{ mol de H}_2$$

• Massa de alumínio equivalente:



$$2 \text{ mol de Al} \text{ ————— } 3 \text{ mol de H}_2$$

$$2 \cdot 27\text{g} \text{ ————— } 3 \text{ mol de H}_2$$

$$x \text{ ————— } 5000 \text{ mol}$$

$$x = 90000\text{g de Al} = 90 \text{ kg de Al}$$

c) Alumínio (Al): ligação metálica

Óxido de alumínio (Al₂O₃): ligação iônica

A fusão do Al₂O₃ na eletrólise ígnea é necessária para promover a separação dos íons Al³⁺ e O²⁻ possibilitando a mobilidade iônica e a consequente eletrólise.

Q. 06

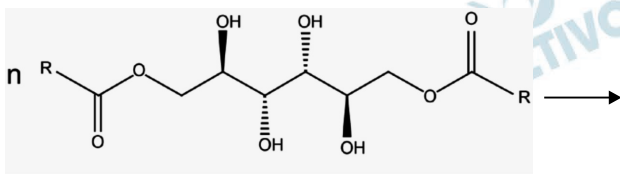
O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos predominantemente apolares e seu derramamento no oceano traz grandes prejuízos do ponto de vista ambiental e econômico. Quando há derramamento, deve ser feita a contenção do material seguida pela limpeza, que pode ocorrer por meio da queima controlada, autorizada no Brasil em 2017.



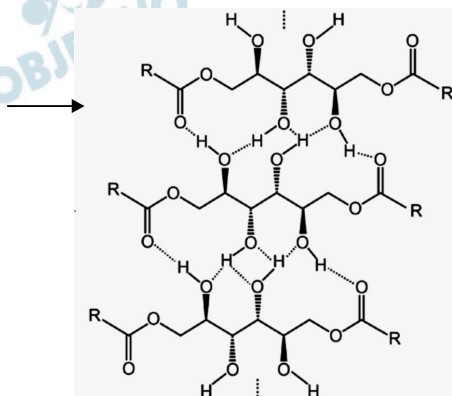
Fonte: FINGAS, 2012

a) A figura mostra a queima controlada de um derramamento de petróleo. Explique o que pode ocorrer em uma combustão para gerar uma grande quantidade de fuligem como a exibida na foto.

Outra possibilidade para a limpeza do derramamento é a remediação química, como a realizada por gelificantes, que não poluem a atmosfera. Por exemplo, um derivado do manitol com cadeias carbônicas laterais (R) pode atuar como gelificante. Quando uma solução aquosa dessa espécie é adicionada a um meio não-aquoso, como o petróleo, ligações de hidrogênio entre as cadeias do gelificante são estabelecidas, promovendo a formação do gel, conforme a representação a seguir. O gel formado pode interagir com o petróleo, resultando em um gel impregnado de óleo que pode ser facilmente separado e fisicamente removido do oceano.

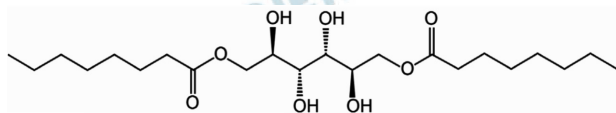


Derivado do Manitol antes da gelificação



Estrutura do gel formado

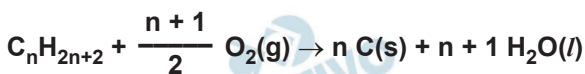
- b) Dada a molécula de gelificante desenhada na folha de respostas, circule em sua estrutura quais partes interagem predominantemente com os compostos que constituem o petróleo. Quando se diminui a quantidade de carbonos da cadeia lateral da molécula desenhada, na folha de respostas, de C_7H_{15} para C_3H_7 , a eficiência de remoção de petróleo é maior, menor ou igual? Justifique sua resposta com base nas interações intermoleculares.



- c) Explique, com base em interações intermoleculares, por que a molécula de gelificante em água não está na forma gelatinosa, que é formada apenas quando o gelificante entra em contato com o óleo.

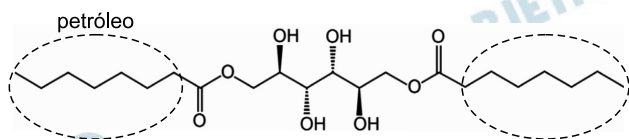
Resolução

- a) A combustão que produz uma grande quantidade de fuligem ($C(s)$) é denominada de incompleta. Considerando a predominância dos alcanos (C_nH_{2n+2}) no petróleo, tem-se a combustão incompleta a seguir:



A temperatura baixa e quantidade de oxigênio menor em relação à combustão completa, são dois fatores que favorecem essa combustão.

- b) Observe a estrutura abaixo, na qual foi circulada a parte da molécula que interage com o petróleo.



A cadeia hidrocarbônica circulada é hidrofóbica (apolar) que interage com o petróleo, uma mistura de hidrocarbonetos com baixa polaridade em água.

Se essa cadeia de fórmula molecular C_7H_{15} for substituída pela cadeia C_3H_7 , irá diminuir a eficiência da remoção do petróleo, pois haverá uma diminuição das interações do tipo dipolo instantâneo – dipolo induzido ou forças de dispersão de London.

- c) Quando o gelificante entra em contato com um meio não aquoso, são estabelecidas ligações de hidrogênio entre as cadeias do gelificante, formando o gel, que é capaz de interagir com moléculas apolares, com os hidrocarbonetos presentes no petróleo.

A não formação do gel na água é devido às interações do tipo ligação de hidrogênio das hidroxilas do manitol com a água.

