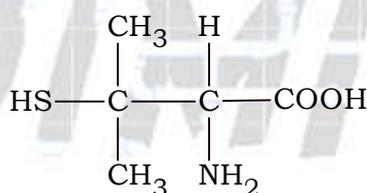


Primeira aplicação - Prova resolvida

01. A penicilamina é um medicamento de uso oral utilizado no tratamento de várias doenças. Esse composto é excretado na urina, cujo pH se situa entre 5 e 7. A penicilamina, cuja fórmula estrutural plana está apresentada, possui três grupos funcionais que podem ser ionizados:

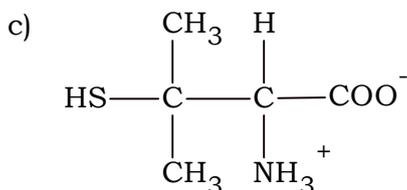
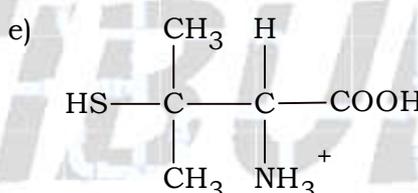
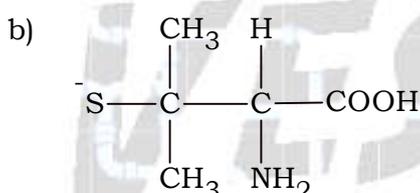
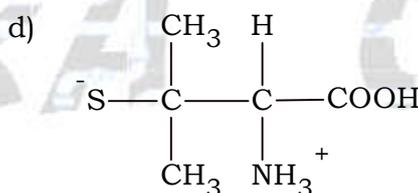
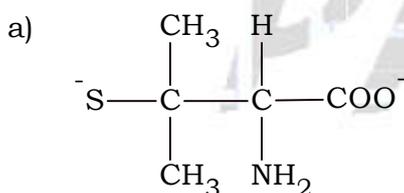
- carboxila: — COOH, cujo pKa é igual a 1,8;
- amino: —NH₂, que pode ser convertido em amônio (—NH₃⁺, cujo pKa é igual a 7,9);
- tiol: —SH, cujo pKa é igual a 10,5.

Sabe-se que pKa = -log Ka.



Penicilamina

Qual estrutura derivada da penicilamina é predominantemente encontrada na urina?



Resolução:

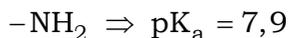
Alternativa C

O pH da urina se encontra entre 5 e 7 ($5 < \text{pH} < 7$), ou seja, apresenta caráter ácido ($\text{pH} < 7$).



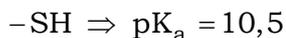
$$\text{pK}_a = -\log K_a$$

$$K_a = 10^{-\text{pK}_a} \Rightarrow K_a = 10^{-1,8}$$



$$\text{pK}_a = -\log K_a$$

$$K_a = 10^{-\text{pK}_a} \Rightarrow K_a = 10^{-7,9}$$



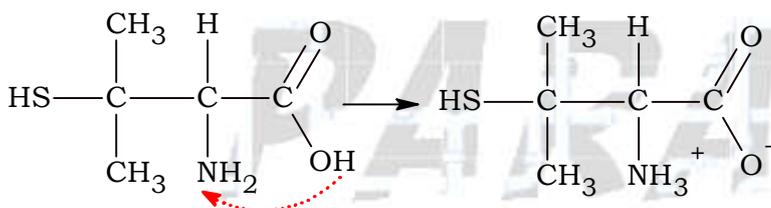
$$\text{pK}_a = -\log K_a$$

$$K_a = 10^{-\text{pK}_a} \Rightarrow K_a = 10^{-10,5}$$

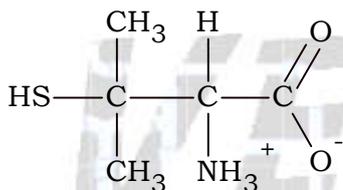
Quanto menor for o valor do pK_a , maior será o valor de K_a e, conseqüentemente, maior a força ácida. Ou seja, maior a capacidade de liberação de cátions H^+ .

$$\underbrace{10^{-1,8}}_{-\text{COOH}} > \underbrace{10^{-7,9}}_{-\text{NH}_2} > \underbrace{10^{-10,5}}_{-\text{SH} \text{ não é alterado}}$$

Então:



Estrutura derivada da penicilamina predominantemente encontrada na urina:



02. A água bruta coletada de mananciais apresenta alto índice de sólidos suspensos, o que a deixa com um aspecto turvo. Para se obter uma água límpida e potável, ela deve passar por um processo de purificação numa estação de tratamento de água. Nesse processo, as principais etapas são, nesta ordem: coagulação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

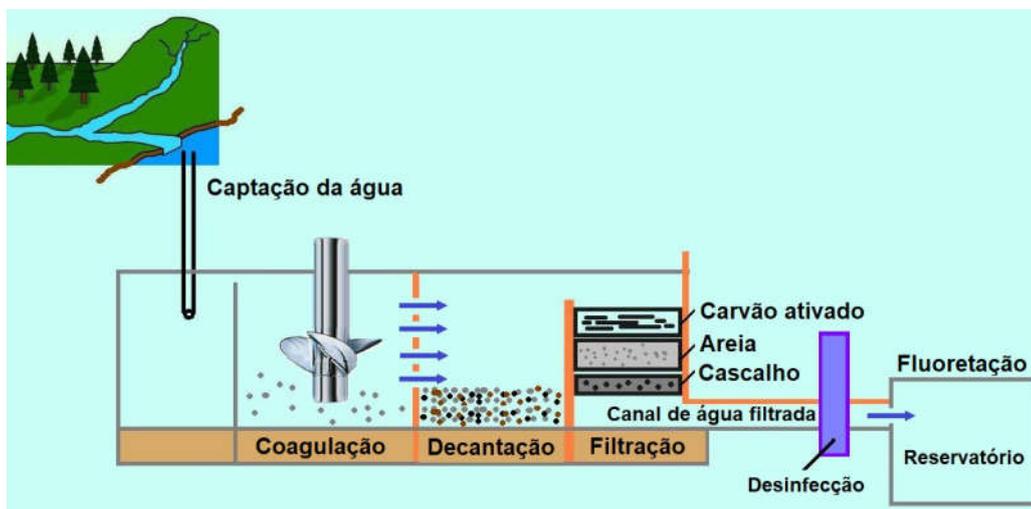
Qual é a etapa de retirada de grande parte desses sólidos?

- Coagulação.
- Decantação.
- Filtração.
- Desinfecção.
- Fluoretação.

Resolução:

Alternativa B

Esquema de tratamento da água captada de mananciais:



A decantação (separação de material sólido pela ação da gravidade) é a etapa que retira grande parte do material sólido da água bruta coletada.

03. Os ursos, por não apresentarem uma hibernação verdadeira, acordam por causa da presença de termogenina, uma proteína mitocondrial que impede a chegada dos prótons até a ATP sintetase, gerando calor. Esse calor é importante para aquecer o organismo, permitindo seu despertar.

SADAMA, D. et ai. **Vida: a ciência da biologia.** Porto Alegre: Artmed, 2000 (adaptado).

Em qual etapa do metabolismo energético celular a termogenina interfere?

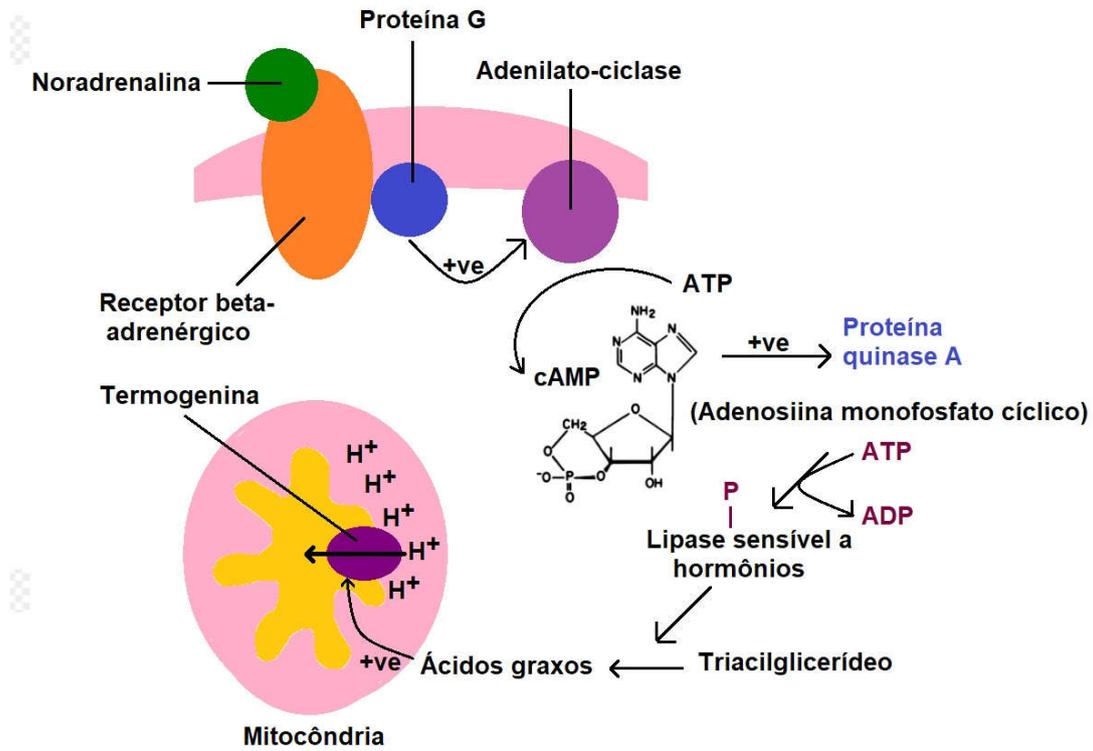
- a) Glicólise.
- b) Fermentação láctica.
- c) Ciclo do ácido cítrico.
- d) Oxidação do piruvato.
- e) Fosforilação oxidativa.

Resolução:

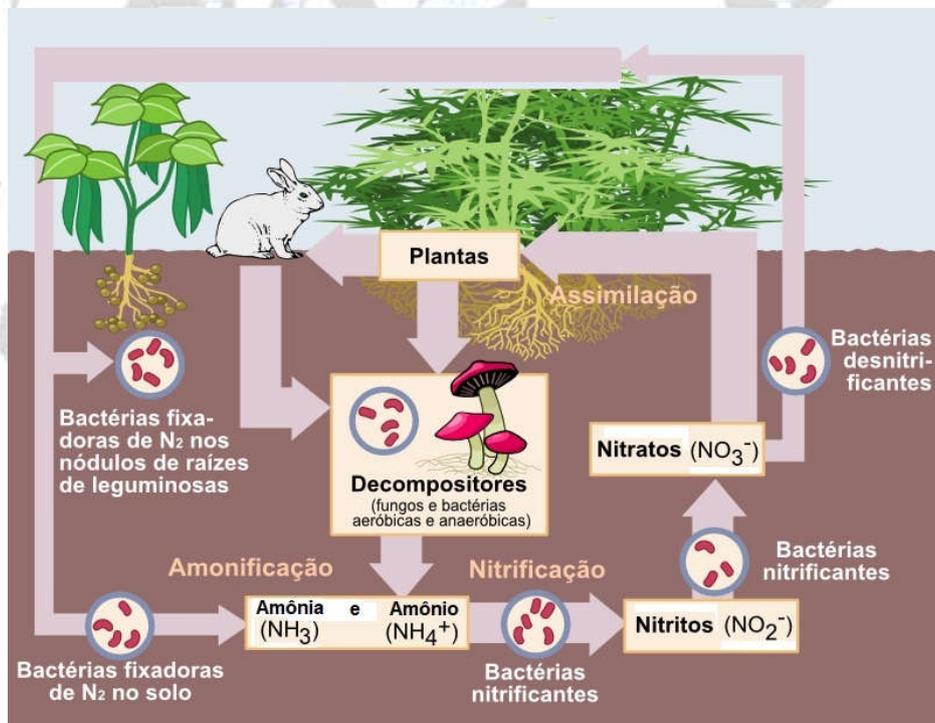
Alternativa E

De acordo com a teoria quimiosmótica da fosforilação oxidativa, a “passagem” de elétrons da cadeia respiratória induz a formação de um fluxo de cátions H^+ (prótons) entre as membranas interna e externa da mitocôndria, o que desequilibra a concentração de cátions H^+ .

A termogenina é uma proteína presente na membrana mitocondrial interna que desvia cátions H^+ (“prótons”) gerando calor no lugar de ATP (Adenosina trifosfato) sem atividade muscular. Este calor gerado permite a hibernação.



04. O esquema representa o ciclo do nitrogênio:



A chuva ácida interfere no ciclo do nitrogênio, principalmente, por proporcionar uma diminuição do pH do solo e da atmosfera, alterando a concentração dos compostos presentes nesse ciclo.

Disponível em: <http://scienceprojectideasforkids.com>. Acesso em: 6 ago. 2012 (adaptado).

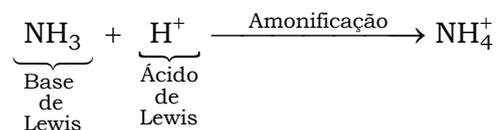
Em um solo de menor pH, será favorecida a formação de:

- a) N_2 b) NH_3 c) NH_4^+ d) NO_2^- e) NO_3^-

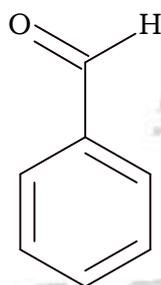
Resolução:

Alternativa C

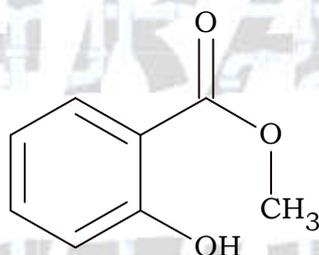
Devido à chuva ácida, em um solo de menor pH (mais ácido), na etapa de amonificação, será favorecida a formação de cátions amônio (NH_4^+) devido à reação da amônia (NH_3) com cátions H^+ .



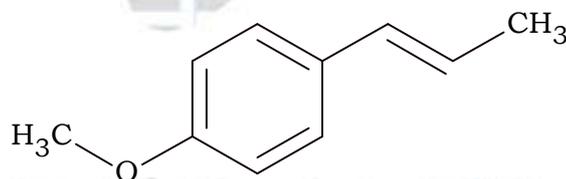
05. De modo geral, a palavra “aromático” invoca associações agradáveis, como cheiro de café fresco ou de um pão doce de canela. Associações similares ocorriam no passado da história da química orgânica, quando os compostos ditos “aromáticos” apresentavam um odor agradável e foram isolados de óleos naturais. À medida que as estruturas desses compostos eram elucidadas, foi se descobrindo que vários deles continham uma unidade estrutural específica. Os compostos aromáticos que continham essa unidade estrutural tornaram-se parte de uma grande família, muito mais com base em suas estruturas eletrônicas do que nos seus cheiros, como as substâncias a seguir, encontradas em óleos vegetais.



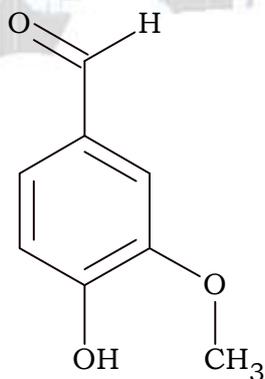
Benzaldeído
(no óleo de amêndoas)



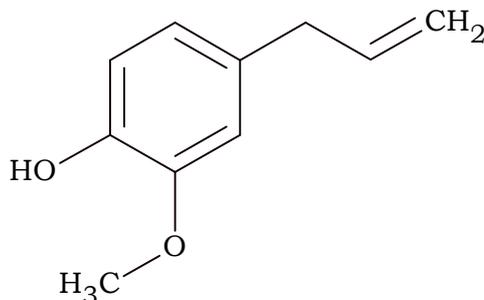
Salicilato de metila
(no óleo de gaultéria)



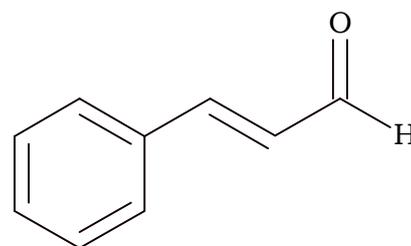
Anetol
(no óleo de anis)



Vanilina
(no óleo de baunilha)



Eugenol
(no óleo de cravos)



Cinamalaldeído
(no óleo de canela)

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química orgânica**. Rio do Janeiro: LTC, 2009 (adaptado).

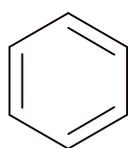
A característica estrutural dessa família de compostos é a presença de

- a) ramificações.
- b) insaturações.
- c) anel benzênico.
- d) átomos de oxigênio.
- e) carbonos assimétricos.

Resolução:

Alternativa C

A característica estrutural dessa família de compostos é a presença de núcleo benzênico ou anel benzênico (estrutura que apresenta ressonância).



06. O etanol é um combustível produzido a partir da fermentação da sacarose presente no caldo de cana-de-açúcar. Um dos fatores que afeta a produção desse álcool é o grau de deterioração da sacarose, que se inicia após o corte, por causa da ação de microrganismos. Foram analisadas cinco amostras de diferentes tipos de cana-de-açúcar e cada uma recebeu um código de identificação.

No quadro são apresentados os dados de concentração de sacarose e de microrganismos presentes nessas amostras.

	Amostra de cana-de-açúcar				
	RB72	RB84	RB92	SP79	SP80
Concentração inicial de sacarose (g L ⁻¹)	13,0	18,8	16,0	14,0	17,0
Concentração de microrganismos (g L ⁻¹)	0,7	0,8	0,6	0,5	0,9

Pretende-se escolher o tipo de cana-de-açúcar que conterà o maior teor de sacarose 10 horas após o corte e que, conseqüentemente, produzirá a maior quantidade de etanol por fermentação. Considere que existe uma redução de aproximadamente 50 % da concentração de sacarose nesse tempo, para cada 1,0 mg L⁻¹ de microrganismos presentes na cana-de-açúcar.

Disponível em: www.inovacao.unicamp.br. Acesso em: 11 ago. 2012 (adaptado).

Qual tipo de cana-de-açúcar deve ser escolhido?

- a) RB72
- b) RB84
- c) RB92
- d) SP79
- e) SP80

Resolução:

Alternativa C

De acordo com o texto, em 10 horas, existe uma redução de aproximadamente 50 % da concentração de sacarose para cada $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ de microrganismos presentes na cana-de-açúcar.

$$50 \% = \frac{50}{100} = 0,50$$

$$\text{Redução} = 0,50 \times C_{\text{inicial}}$$

$$C_{\text{RB72 (inicial)}} = 13,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$0,50 \times 13,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ——— } 1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB72}} \text{ ——— } 0,7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB72 (redução)}} = \frac{0,50 \times 13,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,7 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}} = 4,55 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB72 (final)}} = C_{\text{RB72 (inicial)}} - C_{\text{RB72 (redução)}}$$

$$C_{\text{RB72 (final)}} = 13,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 4,55 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 8,45 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB84 (inicial)}} = 18,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$0,50 \times 18,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ——— } 1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB84}} \text{ ——— } 0,8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB84 (redução)}} = \frac{0,50 \times 18,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,8 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}} = 7,20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB84 (final)}} = C_{\text{RB84 (inicial)}} - C_{\text{RB84 (redução)}}$$

$$C_{\text{RB84 (final)}} = 18,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 7,20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 10,8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB92 (inicial)}} = 16,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$0,50 \times 16,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ——— } 1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB92}} \text{ ——— } 0,6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB92 (redução)}} = \frac{0,50 \times 16,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}} = 4,80 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB92 (final)}} = C_{\text{RB92 (inicial)}} - C_{\text{RB92 (redução)}}$$

$$C_{\text{RB92 (final)}} = 16,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 4,80 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 11,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB79 (inicial)}} = 14,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$0,50 \times 14,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ——— } 1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB79}} \text{ ——— } 0,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB79 (redução)}} = \frac{0,50 \times 14,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}} = 3,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB79 (final)}} = C_{\text{RB79 (inicial)}} - C_{\text{RB79 (redução)}}$$

$$C_{\text{RB79 (final)}} = 14,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 3,50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 10,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB80 (inicial)}} = 17,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$0,50 \times 17,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ——— } 1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

$$C_{\text{RB80}} \text{ ——— } 0,9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (microrganismos)}$$

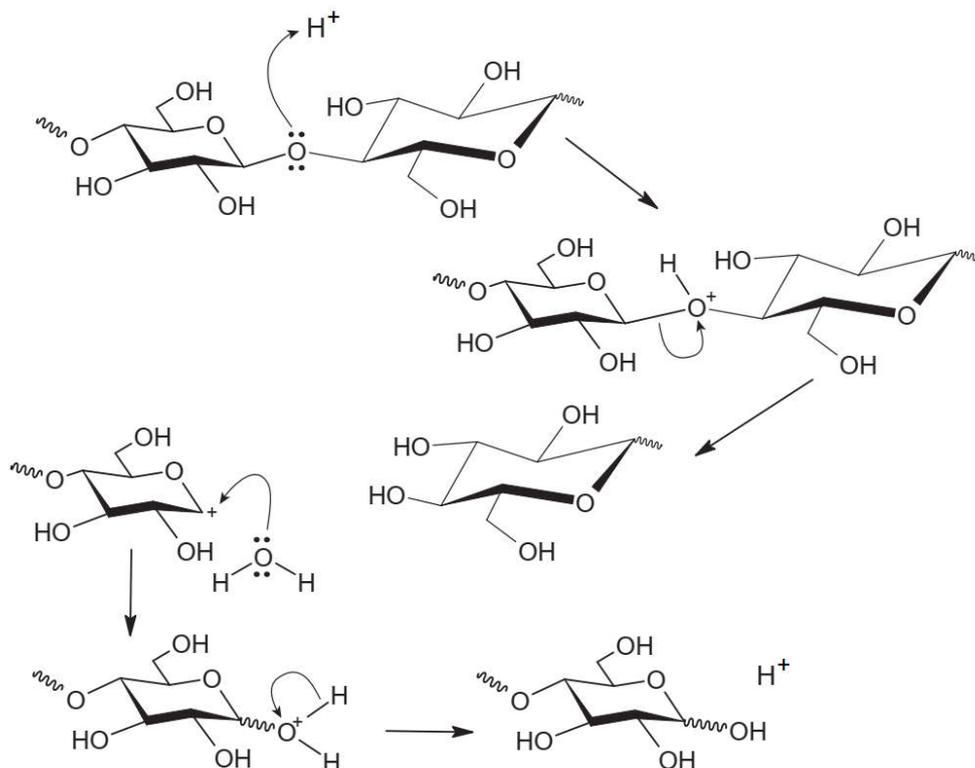
$$C_{\text{RB80 (redução)}} = \frac{0,50 \times 17,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,9 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}}{1,0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}} = 7,65 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C_{\text{RB80 (final)}} = C_{\text{RB80 (inicial)}} - C_{\text{RB80 (redução)}}$$

$$C_{\text{RB80 (final)}} = 17,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} - 7,65 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} = 9,35 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

O tipo de cana-de-açúcar que deve ser escolhido é o RB92, pois apresenta maior teor de sacarose ($11,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) após 10 horas.

07. A biomassa celulósica pode ser utilizada para a produção de etanol de segunda geração. Entretanto, é necessário que os polissacarídeos sejam convertidos em mono e dissacarídeos, processo que pode ser conduzido em meio ácido, conforme mostra o esquema:



OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. [...] *Química Nova*, n. 7, 2010 (adaptado).

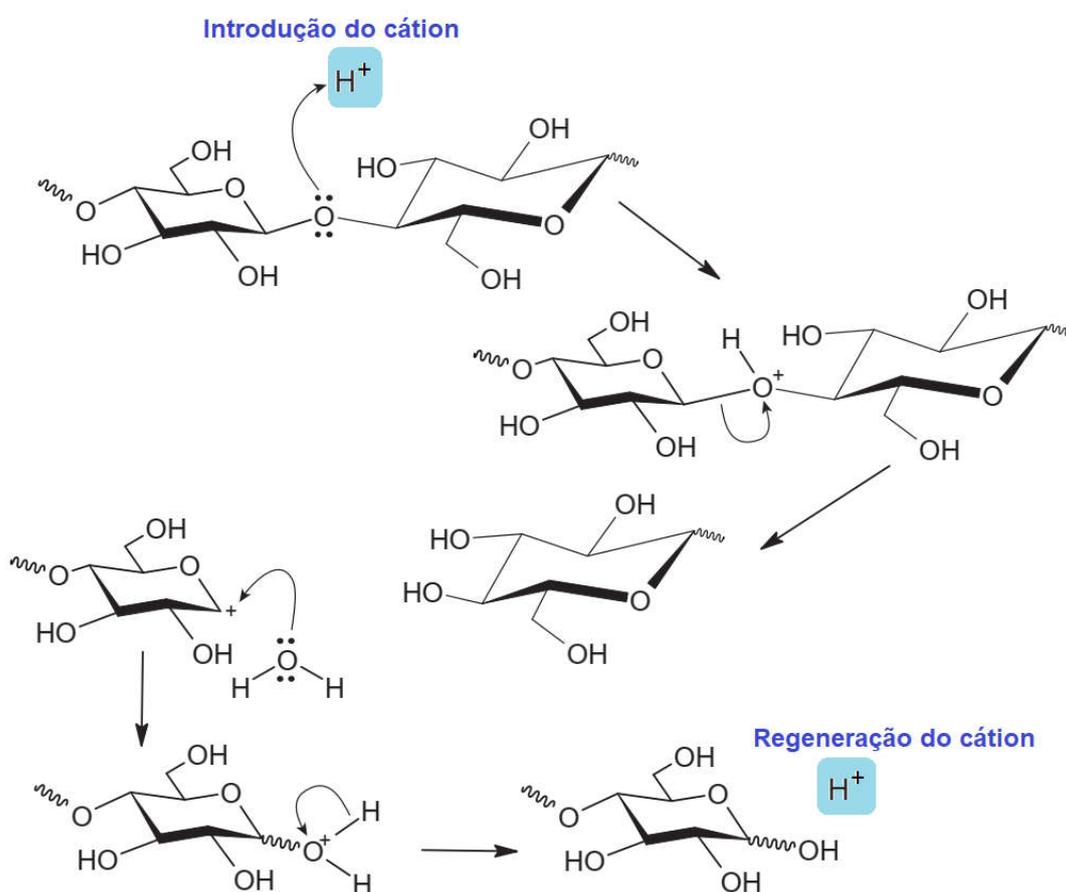
Nessa conversão de polissacarídeos, a função do íon H^+ é

- a) dissolver os reagentes.
- b) deslocar o equilíbrio químico.
- c) aumentar a velocidade da reação.
- d) mudar a constante de equilíbrio da reação.
- e) formar ligações de hidrogênio com o polissacarídeo.

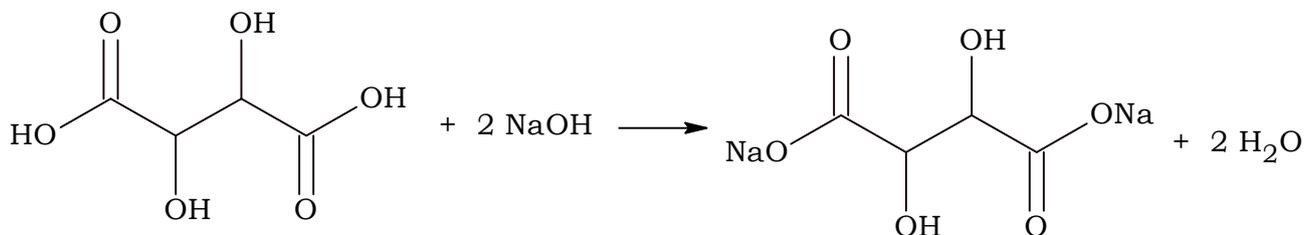
Resolução:

Alternativa C

A partir da análise da sequência reacional fornecida no enunciado da questão, verifica-se que o cátion H^+ é introduzido na primeira etapa do processo e recuperado no final. Isto significa que ele atua como catalisador diminuindo a energia de ativação da reação e aumentando sua velocidade.



08. O ácido tartárico é o principal ácido do vinho e está diretamente relacionado com sua qualidade. Na avaliação de um vinho branco em produção, uma analista neutralizou uma alíquota de 25,0 mL do vinho com NaOH a 0,10 mol L⁻¹, consumindo um volume igual a 8,0 mL dessa base. A reação para esse processo de titulação representada pela equação química:



A concentração de ácido tartárico no vinho analisado é mais próxima de:

- a) 1,8 g L⁻¹
- b) 2,4 g L⁻¹
- c) 3,6 g L⁻¹
- d) 4,8 g L⁻¹
- e) 9,6 g L⁻¹

Resolução:

Alternativa B

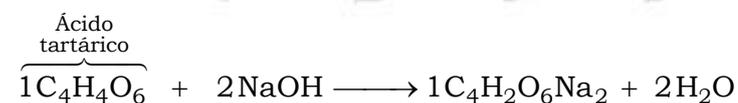
$$[\text{NaOH}] = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{NaOH}} = 8,0 \text{ mL} = 8,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,008 \text{ L}$$

$$[\text{NaOH}] = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V_{\text{NaOH}}} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = [\text{NaOH}] \times V_{\text{NaOH}}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,008 \text{ L} = 0,0008 \text{ mol}$$

$$M_{\text{Ácido tartárico}} = 150 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$150 \text{ g} \text{ — } 2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} \text{ — } 0,0008 \text{ mol}$$

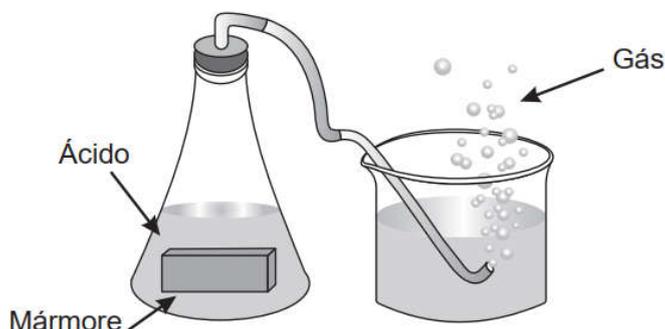
$$m_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = \frac{150 \text{ g} \times 0,0008 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} = 0,06 \text{ g}$$

$$V_{\text{vinho}} = 25,0 \text{ mL} = 25,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0,025 \text{ L}$$

$$C_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = \frac{m_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6}}{V_{\text{vinho}}}$$

$$C_{\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6} = \frac{0,06 \text{ g}}{0,025 \text{ L}} = 2,4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

09. Um grupo de alunos realizou um experimento para observar algumas propriedades dos ácidos, adicionando um pedaço de mármore (CaCO_3) a uma solução aquosa de ácido clorídrico (HCl), observando a liberação de um gás e o aumento da temperatura.

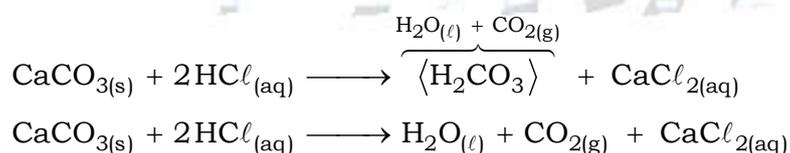


O gás obtido no experimento é o:

- a) H_2
- b) O_2
- c) CO_2
- d) CO
- e) Cl_2

Resolução:

Alternativa C



No experimento descrito, o gás carbônico (CO_2) é obtido a partir da decomposição do ácido carbônico ($\langle \text{H}_2\text{CO}_3 \rangle$) formado durante o experimento.

10. Durante o ano de 2020, impulsionado pela necessidade de respostas rápidas e eficientes para desinfetar ambientes de possíveis contaminações com o SARS-CoV-2, causador da covid-19, diversas alternativas foram busca - das para os procedimentos de descontaminação de materiais e ambientes. Entre elas, o uso de ozônio em meio aquoso como agente sanitizante para pulverização em humanos e equipamentos de proteção em câmaras ou túneis, higienização de automóveis e de ambientes fechados e descontaminação de trajes. No entanto, pouca atenção foi dada à toxicidade do ozônio, à formação de subprodutos, ao nível de concentração segura e às precauções necessárias.

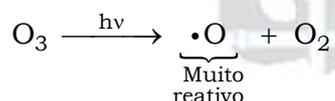
O grande risco envolvido no emprego indiscriminado dessa substância deve-se à sua ação química como

- a) catalisador.
- b) oxidante.
- c) redutor.
- d) ácido.
- e) base.

Resolução:

Alternativa B

O grande risco envolvido no emprego indiscriminado do Ozônio (O₃) deve-se à sua ação química como oxidante, ou seja, pode ocorrer a formação de radicais livres altamente reativos, que são potenciais causadores de danos colaterais aos tecidos e às mucosas existentes no aparelho respiratório e digestivo.



11. O urânio é empregado como fonte de energia em reatores nucleares. Para tanto, o seu mineral deve ser refinado, convertido a hexafluoreto de urânio e posteriormente enriquecido, para aumentar de 0,7% a 3% a abundância de um isótopo específico — o urânio-235. Uma das formas de enriquecimento utiliza a pequena diferença de massa entre os hexafluoretos de urânio-235 e de urânio-238 para separá-los por efusão, precedida pela vaporização. Esses vapores devem efundir repetidamente milhares de vezes através de barreiras porosas formadas por telas com grande número de pequenos orifícios. No entanto, devido à complexidade e à grande quantidade de energia envolvida, cientistas e engenheiros continuam a pesquisar procedimentos alternativos de enriquecimento.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2006 (adaptado).

Considerando a diferença de massa mencionada entre os dois isótopos, que tipo de procedimento alternativo ao da efusão pode ser empregado para tal finalidade?

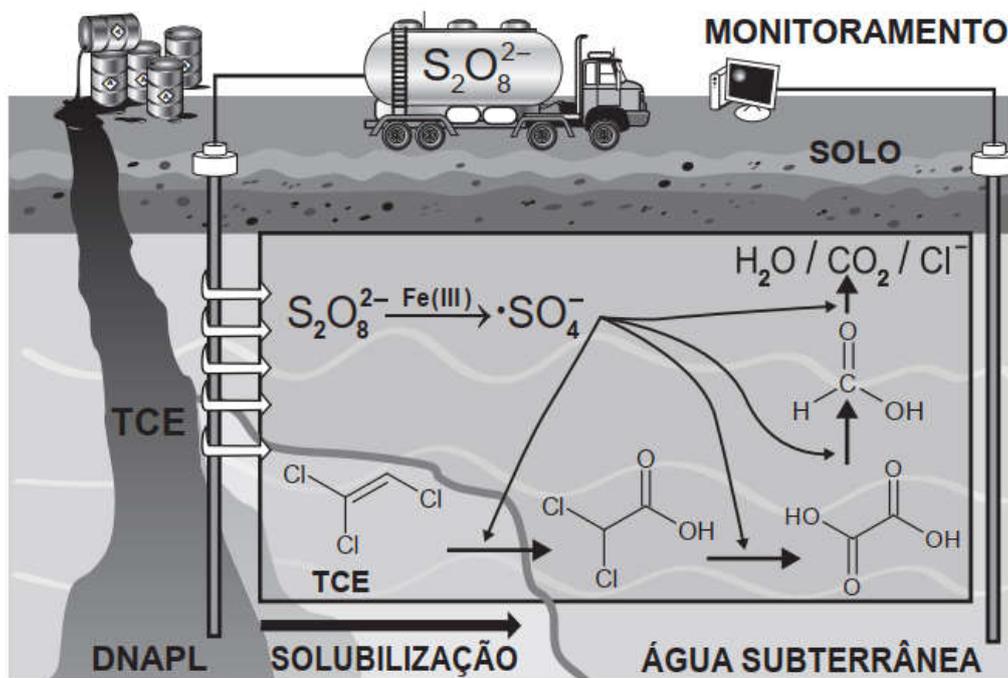
- a) Peneiração.
- b) Centrifugação.
- c) Extração por solvente.
- d) Destilação fracionada.
- e) Separação magnética.

Resolução:

Alternativa B

O procedimento alternativo ao da efusão seria a centrifugação dos hexafluoretos de urânio (UF_6) gasosos formados pelos isótopos citados, pois suas massas são diferentes e, conseqüentemente, suas acelerações centrípetas.

12. A figura ilustra esquematicamente um processo de remediação de solos contaminados com tricloroeteno (TCE), um agente desengraxante. Em razão de vazamentos de tanques de estocagem ou de manejo inapropriado de resíduos industriais, ele se encontra presente em águas subterrâneas, nas quais forma uma fase líquida densa não aquosa (DNAPL) que se deposita no fundo do aquífero. Essa tecnologia de descontaminação emprega o íon persulfato ($S_2O_8^{2-}$), que é convertido no radical $\cdot SO_4^-$ por minerais que contêm Fe (III). O esquema representa de forma simplificada o mecanismo de ação química sobre o TCE e a formação dos produtos de degradação.



BERTAGI, L.; BASÍLIO, A. O.; PERALTAZAMORA., P. Aplicações ambientais de persulfato: remediação de águas subterrâneas e solos contaminados. *Química Nova*. n. 9. 2021 (adaptado).

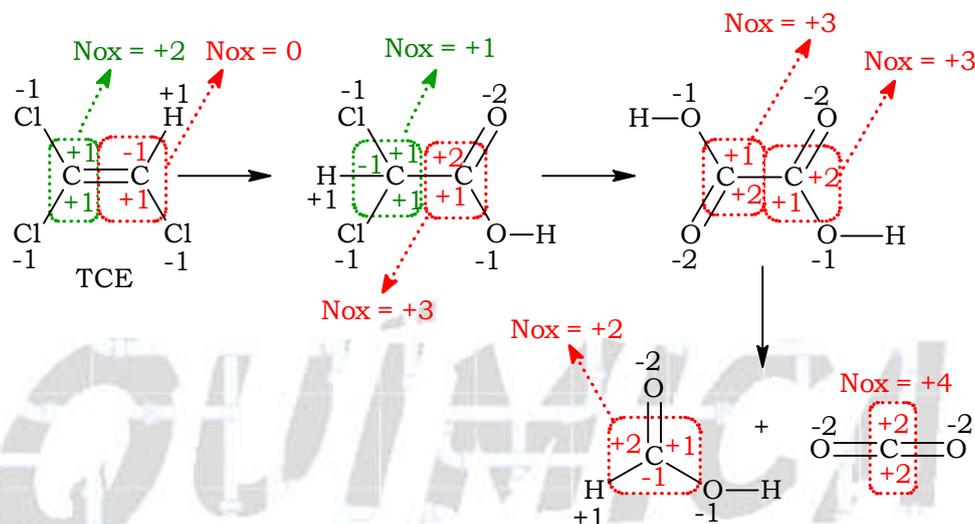
Esse procedimento de remediação de águas subterrâneas baseia-se em reações de

- a) oxirredução.
- b) substituição.
- c) precipitação.
- d) desidratação.
- e) neutralização.

Resolução:

Alternativa A

O procedimento de remediação de águas subterrâneas baseia-se em reações de oxirredução, pois a partir da análise reacional com origem no TCE, percebe-se a variação dos números de oxidação (Nox) dos átomos de carbono.



13. Os riscos apresentados pelos produtos dependem de suas propriedades e da reatividade quando em contato com outras substâncias. Para prevenir os riscos devido à natureza química dos produtos, devemos conhecer a lista de substâncias incompatíveis e de uso cotidiano em fábricas, hospitais e laboratórios, a fim de observar cuidados na estocagem, manipulação e descarte.

O quadro elenca algumas dessas incompatibilidades, que podem levar à ocorrência de acidentes.

Substância	Incompatibilidade	Riscos associados
Ácidos minerais fortes concentrados	Bases fortes Cianetos Hipoclorito de sódio	Reação enérgica, explosão, produção de oxidante forte e produto tóxico
Ácido nítrico concentrado	Matéria orgânica	Reação enérgica, explosão e produto tóxico

Considere que houve o descarte indevido de dois conjuntos de substâncias:

(1) ácido clorídrico concentrado com cianeto de potássio;

(2) ácido nítrico concentrado com sacarose.

Disponível em: www.fiocruz.br. Acesso em: 6 dez. 2017 (adaptado).

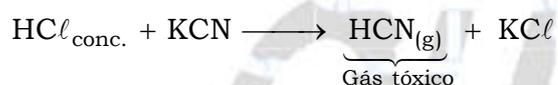
O descarte dos conjuntos (1) e (2) resultará, respectivamente, em

- a) liberação de gás tóxico e reação oxidativa forte.
- b) reação oxidativa forte e liberação de gás tóxico.
- c) formação de sais tóxicos e reação oxidativa forte.
- d) liberação de gás tóxico e liberação de gás oxidante.
- e) formação de sais tóxicos e liberação de gás oxidante.

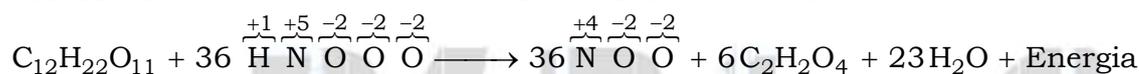
Resolução:

Alternativa A

(1) Ácido clorídrico concentrado (HCl) com cianeto de potássio (KCN): liberação de gás cianídrico (HCN), que é tóxico.



(2) Ácido nítrico (HNO₃) concentrado com sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁): reação com variação de Nox e grande quantidade de energia liberada (reação oxidativa forte).



14. A nanotecnologia é responsável pelo aprimoramento de diversos materiais, incluindo os que são impactados com a presença de poluentes e da umidade na atmosfera, causadores de corrosão. O processo de corrosão é espontâneo e provoca a deterioração de metais como o ferro, que, em presença de oxigênio e água, sofre oxidação, conforme ilustra a equação química:



Uma forma de garantir a durabilidade da estrutura metálica e a sua resistência à umidade consiste na deposição de filmes finos nanocerâmicos à base de zircônia (ZrO₂) e alumina (Al₂O₃) sobre a superfície do objeto que se deseja proteger.

CLEMENTE, G. A. B. F. et al. O uso de materiais híbridos ou nanocompósitos como revestimentos anticorrosivos do aço. *Química Nova*, n. 9, 2021 (adaptado).

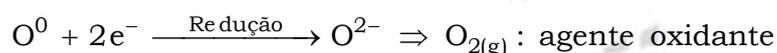
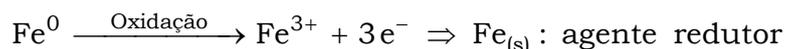
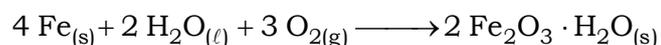
Essa nanotecnologia aplicada na proteção contra a corrosão se baseia no(a)

- a) proteção catódica, que utiliza um metal fortemente redutor.
- b) uso de metais de sacrifício, que se oxidam no lugar do ferro.
- c) passivação do ferro, que fica revestido pelo seu próprio óxido.
- d) efeito de barreira, que impede o contato com o agente oxidante.
- e) galvanização, que usa outros metais de menor potencial de redução.

Resolução:

Alternativa D

A deposição de filmes finos nanocerâmicos à base de zircônia (ZrO_2) e alumina (Al_2O_3) sobre a superfície do objeto que se deseja proteger cria uma camada apassivadora (protetora), ou seja, uma espécie de barreira formada por óxidos, que impede o contato da estrutura metálica com o agente oxidante.



15. A variação da incidência de radiação solar sobre a superfície da Terra resulta em uma variação de temperatura ao longo de um dia denominada amplitude térmica. Edificações e pavimentações realizadas nas áreas urbanas contribuem para alterar as amplitudes térmicas dessas regiões, em comparação com regiões que mantêm suas características naturais, com presença de vegetação e água, já que o calor específico do concreto é inferior ao da água. Assim, parte da avaliação do impacto ambiental que a presença de concreto proporciona às áreas urbanas consiste em considerar a substituição da área concretada por um mesmo volume de água e comparar as variações de temperatura devido à absorção da radiação solar nas duas situações (concretada e alagada). Desprezando os efeitos da evaporação e considerando que toda a radiação é absorvida, essa avaliação pode ser realizada com os seguintes dados:

	Densidade (kg/m ³)	Calor específico (J/g°C)
Água	1000	4,2
Concreto	2500	0,8

ROMERO, M. A. B. et al. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: UnB; ETB, 2019 (adaptado).

A razão entre as variações de temperatura nas áreas concretada e alagada é mais próxima de

- a) 1,0
- b) 2,1
- c) 2,5
- d) 5,3
- e) 13,1

Resolução:

Alternativa B

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

$$Q_{\text{Água}} = m \times c_{\text{Água}} \times \Delta T_{\text{Área alagada}}$$

$$Q_{\text{Água}} = d_{\text{Água}} \times V \times c_{\text{Água}} \times \Delta T_{\text{Área alagada}}$$

$$Q_{\text{Água}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times V \times 4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \Delta T_{\text{Área alagada}}$$

$$Q_{\text{Concreto}} = m \times c_{\text{Concreto}} \times \Delta T_{\text{Área concretada}}$$

$$Q_{\text{Concreto}} = d_{\text{Concreto}} \times V \times c_{\text{Concreto}} \times \Delta T_{\text{Área concretada}}$$

$$Q_{\text{Concreto}} = 2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times V \times 0,8 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \Delta T_{\text{Área concretada}}$$

$$Q_{\text{Concreto}} = Q_{\text{Água}}$$

$$2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times V \times 0,8 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \Delta T_{\text{Área concretada}} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times V \times 4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times \Delta T_{\text{Área alagada}}$$

$$R = \frac{\Delta T_{\text{Área concretada}}}{\Delta T_{\text{Área alagada}}} = \frac{1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times V \times 4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}}{2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \times V \times 0,8 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}}$$

$$R = 2,1$$

16. O elemento iodo (I) tem função biológica e é acumulado na tireoide. Nos acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima ocorreu a liberação para a atmosfera do radioisótopo ^{131}I , responsável por enfermidades nas pessoas que foram expostas a ele. O decaimento de uma massa de 12 microgramas do isótopo ^{131}I foi monitorado por 14 dias, conforme o quadro.

Tempo (dia)	Massa de ^{131}I (μg)
0	12,0
2	10,1
4	8,5
5	7,8
6	7,2
8	6,0
14	3,6

Após o período de 40 dias, a massa residual desse isótopo é mais próxima de

- a) 2,4 μg . b) 1,5 μg . c) 0,8 μg . d) 0,4 μg . e) 0,2 μg .

Resolução:

Alternativa D

A partir da análise da tabela verifica-se que ocorre o decaimento de metade da massa do isótopo ^{131}I monitorado (de 12 μg para 6 μg) em 8 dias, ou seja, este é o período de semidesintegração ou meia-vida. Então:

$$m_{\text{inicial}} = 12,0 \mu\text{g}$$

$$t = 40 \text{ dias}$$

$$p = 8 \text{ dias}$$

$$t = n \times p$$

$$40 \text{ dias} = n \times 8 \text{ dias} \Rightarrow n = \frac{40 \text{ dias}}{8 \text{ dias}} = 5$$

$$m_{\text{final}} = \frac{m_{\text{inicial}}}{2^n}$$

$$m_{\text{final}} = \frac{12,0 \mu\text{g}}{2^5} = \frac{12,0 \mu\text{g}}{32}$$

$$m_{\text{final}} = 0,375 \mu\text{g}$$

$$m_{\text{final}} = 0,4 \mu\text{g}$$

17. Em uma aula prática de bioquímica, para medir a atividade catalítica da enzima catalase, foram realizados seis ensaios independentes, nas mesmas condições, variando-se apenas a temperatura. A catalase decompõe o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), produzindo água e oxigênio. Os resultados dos ensaios estão apresentados no quadro.

Ensaio	Temperatura (°C)	Resultado
		Decomposição de H_2O_2 $\left(\frac{10^{-12} \text{ mol}}{\text{min}}\right)$
1	10	8,0
2	15	10,5
3	20	9,5
4	25	5,0
5	30	3,6
6	35	3,1

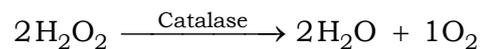
Os diferentes resultados dos ensaios justificam-se pelo(a)

- a) variação do pH do meio.
- b) aumento da energia de ativação.
- c) consumo da enzima durante o ensaio.
- d) diminuição da concentração do substrato.
- e) modificação da estrutura tridimensional da enzima.

Resolução:

Alternativa E

Decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2):



A temperatura interfere diretamente na desnaturação e modificação tridimensional das enzimas. No caso da catalase, percebe-se pela tabela fornecida no texto, que os ensaios 1, 2 e 3 ocorreram em temperaturas mais baixas e que as velocidades de decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) apresentaram valores maiores.

QUÍMICA

PARA O

VESTIBULAR