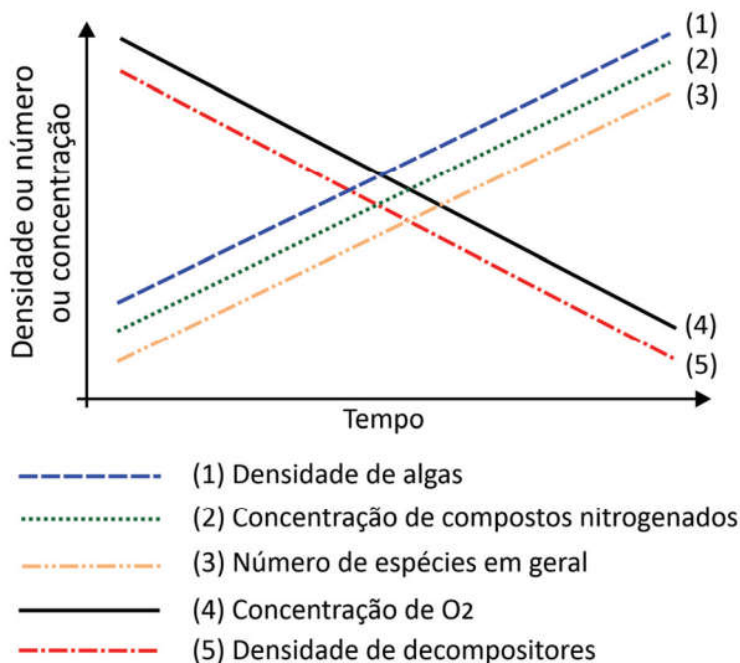


FUVEST 2022 – Primeira fase e Segunda fase

CONHECIMENTOS GERAIS

1. (Interdisciplinar) O gráfico mostra linhas de tendência de cinco parâmetros da água (eixo y), medidos por pesquisadores, durante os estágios iniciais do processo de eutrofização de uma lagoa, a partir do momento em que começou a haver aporte de esgoto não tratado e antes de haver a estabilização do sistema.

Entretanto, os técnicos da companhia de saneamento notaram que nem todas as tendências mostradas no gráfico estão corretas.



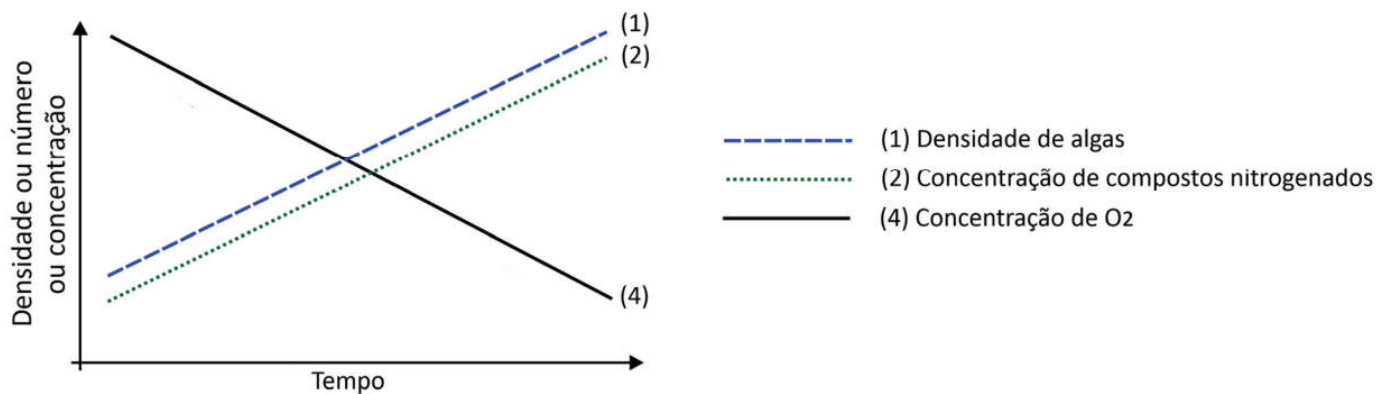
São corretas apenas as linhas de tendência representadas em

- (A) 1, 2 e 3.
- (B) 1, 2 e 4.
- (C) 2, 3 e 5.
- (D) 2, 4 e 5.
- (E) 3, 4 e 5.

Resolução: alternativa B.

Com o aporte de esgoto não tratado ocorre a eutrofização da lagoa, ou seja, ocorre intensa decomposição de matéria orgânica (aumento nos decompositores) e formação de gás carbônico, metano, nitratos (2 aumenta) e fosfatos. As algas passam a se multiplicar (1 aumenta) devido à formação de nutrientes e, conseqüentemente, a concentração de gás oxigênio começa a diminuir (4 diminui).

Então:



2. (Interdisciplinar) O quadrinho a seguir mostra uma paródia entre situações cotidianas e descobertas científicas.



Quais feitos científicos de Mendeleev, de Watson e Crick e de Thomson estão relacionados com o quadrinho?

- (A) Proposição de um modelo atômico, descoberta da estrutura dos polímeros, descoberta da radioatividade.
- (B) Organização dos elementos químicos em uma Tabela Periódica, descoberta da estrutura do DNA, proposição de um modelo atômico.
- (C) Compreensão da reatividade dos elementos químicos, representação simbólica dos elementos, descoberta das interações moleculares.
- (D) Definição de entalpia, representação simbólica dos elementos, caracterização e propriedades dos coloides.
- (E) Balanceamento de equações químicas, descoberta da pilha, organização dos elementos químicos em uma Tabela Periódica.

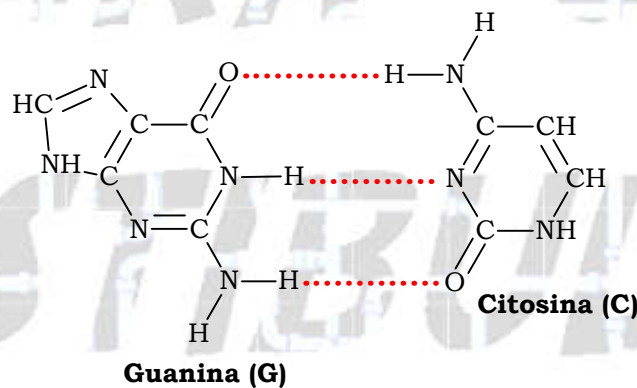
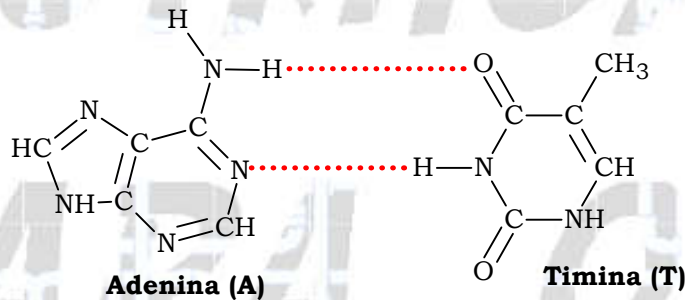
Resolução: alternativa B.

Organização dos elementos químicos em uma Tabela Periódica (linhas e colunas): Mendeleev.

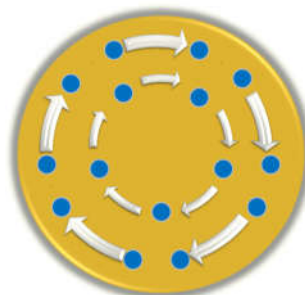


Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI	Grupo VII	Grupo VIII
H							
Li 1	Be 9,4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
Na 23	Mg 24	Al 27,3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35,5	
K 39	Ca 40	----	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56 Co 59 Ni 59
Cu 63	Zn 65	----	----	As 75	Se 78	Br 80	
Rb 85	Sr 87	Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	----	Ru 104 Rh 104 Pd 106
Ag 108	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 125	I 127	
Cs 133	Ba 137	Di 138?	Ce 140?				

Descoberta da estrutura do DNA (letras associadas às bases nitrogenadas Adenina, Timina, Citosina e Guanina): Watson e Crick.



Proposição do modelo atômico não nucleado (“pudim de passas”): Thomson.



3. (Interdisciplinar) Em fevereiro de 2021, um grupo de físicos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) publicou um artigo que foi capa da importante revista *Nature*. O texto a seguir foi retirado de uma reportagem do site da UFMG sobre o artigo:

O nanoscópio, prossegue Ado Jorio (professor da UFMG), ilumina a amostra com um microscópio óptico usual. O foco da luz tem o tamanho de um círculo de 1 micrômetro de diâmetro. “O que o nanoscópio faz é inserir uma nanoantena, que tem uma ponta com diâmetro de 10 nanômetros, dentro desse foco de 1 micrômetro e escanear essa ponta. A imagem com resolução nanométrica é formada por esse processo de escaneamento da nanoantena, que localiza o campo eletromagnético da luz em seu ápice”, afirma o professor.

Itamar Rigueira Jr. “Nanoscópio da UFMG possibilita compreender estrutura que torna grafeno supercondutor”. Adaptado. Disponível em <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/>. Gadelha A C *et al.* (2021), *Nature*, 590, 405-409, doi: 10.1038/s41586-021-03252-5.

Com base nos dados mencionados no texto, a razão entre o diâmetro do foco da luz de um microscópio óptico usual e o diâmetro da ponta da nanoantena utilizada no nanoscópio é da ordem de:

- (A) 0,0001 (B) 0,01 (C) 1 (D) 100 (E) 10000

Resolução: alternativa D.

$$\text{Diâmetro do foco de luz} = 1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{Diâmetro da ponta da nanoantena} = 10 \text{ nm} = 10 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{Razão} = \frac{\text{Diâmetro do foco de luz}}{\text{Diâmetro da ponta da nanoantena}} = \frac{1 \times 10^{-6} \text{ m}}{10 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$\text{Razão} = \frac{1}{10^{-2}} = 10^2$$

$$\text{Razão} = 100$$

4. (Interdisciplinar) Alguns equipamentos de visão noturna têm seu funcionamento baseado no efeito fotoelétrico, uma das primeiras descobertas que contribuíram para o surgimento da mecânica quântica. Nesses equipamentos, fótons de frequência f emitidos por um objeto incidem sobre uma superfície metálica. Elétrons são então liberados da superfície e acelerados por um campo elétrico. Em seguida, o sinal eletrônico é amplificado e produz uma imagem do objeto.

Diferentemente do que a física clássica prevê, apenas os elétrons com energia hf acima de uma certa energia mínima E_0 são liberados da superfície metálica.

Considerando a incidência de fótons com frequência da ordem de 10^{14} Hz, a ordem de grandeza do valor limite de E_0 para que o equipamento funcione deve ser:

- (A) 10^{-50} J
- (B) 10^{-40} J
- (C) 10^{-30} J
- (D) 10^{-20} J
- (E) 10^{-10} J

Note e adote:

Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Resolução: alternativa D.

Considerando a incidência de fótons com frequência da ordem de 10^{14} Hz, vem:

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$$

$$f = 10^{14} \text{ Hz} = 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E_{(>E_0)} = h \times f$$

$$E_{(>E_0)} = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$E_{(>E_0)} = 6,63 \times 10^{-20} \text{ J}$$

Ordem de grandeza : 10^{-20} .

5.

	1																18	
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

*	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
**	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

A produção do vidro tem por base a modificação da estrutura cristalina do quartzo (SiO_2) por meio do seu aquecimento e da adição de óxidos alcalinos, dentre eles o Na_2O . Esse processo adiciona cátions sódio à estrutura do quartzo, tornando-a amorfa. Alguns vidros, como os utilizados em telas de *smartphones*, passam ainda por processo de troca iônica para aumentar a resistência a quedas e riscos. Para isso, o vidro é banhado em uma solução salina contendo íons potássio.

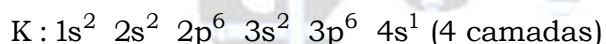
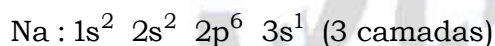
Dessa forma, o potássio substitui o sódio na estrutura, sem que o volume do vidro se altere.

Com base nessas informações, é correto afirmar que os íons potássio

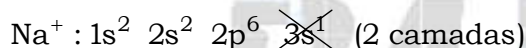
- (A) são maiores do que os íons sódio, dessa forma, a estrutura torna-se mais preenchida e mais resistente ao choque físico.
- (B) são mais resistentes ao choque físico do que os íons sódio, e esse caráter é conferido ao vidro.
- (C) são menores do que os íons sódio, tornando a estrutura menos preenchida e o vidro mais flexível.
- (D) fazem com que a estrutura do vidro deixe de ser amorfa quando substituem os íons sódio, tornando o vidro menos resistente ao choque físico.
- (E) têm o mesmo tamanho que os íons sódio, visto que ambos são metais alcalinos, permitindo sua completa substituição no vidro.

Resolução: alternativa A.

O elemento químico sódio (Na) está posicionado no terceiro período (3 camadas) e o potássio (K) no quarto período (4 camadas) da tabela periódica fornecida no enunciado da questão.

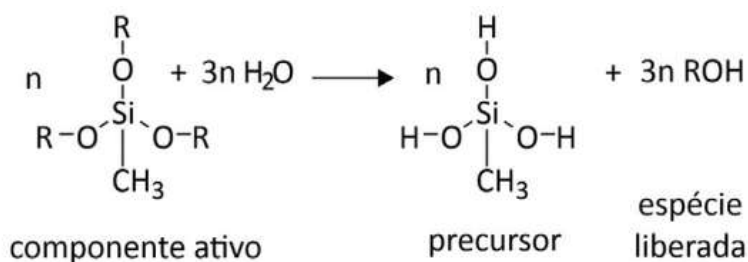


Ao perderem um elétron passam a ter, respectivamente, duas e três camadas.



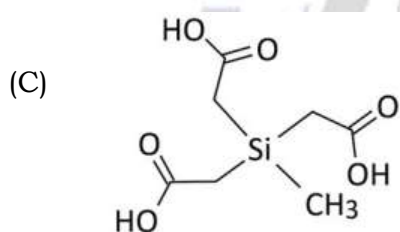
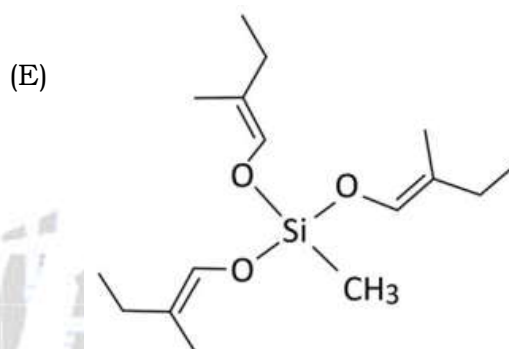
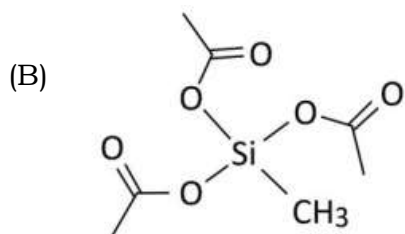
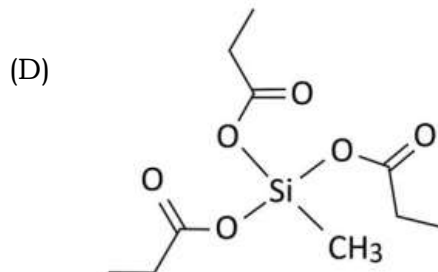
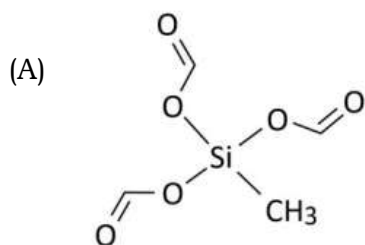
Isto significa que o raio do íon potássio (K^+) é maior do que o raio do íon sódio (Na^+) e, conseqüentemente, a estrutura cristalina do vidro torna-se mais preenchida e mais resistente ao choque físico.

6. Uma das formulações para os adesivos “silicones” usados na construção civil é chamada de “silicone acético”. Essa nomenclatura é utilizada porque o componente ativo libera ácido acético durante a formação do precursor, espécie que promoverá a polimerização, como representado genericamente a seguir.



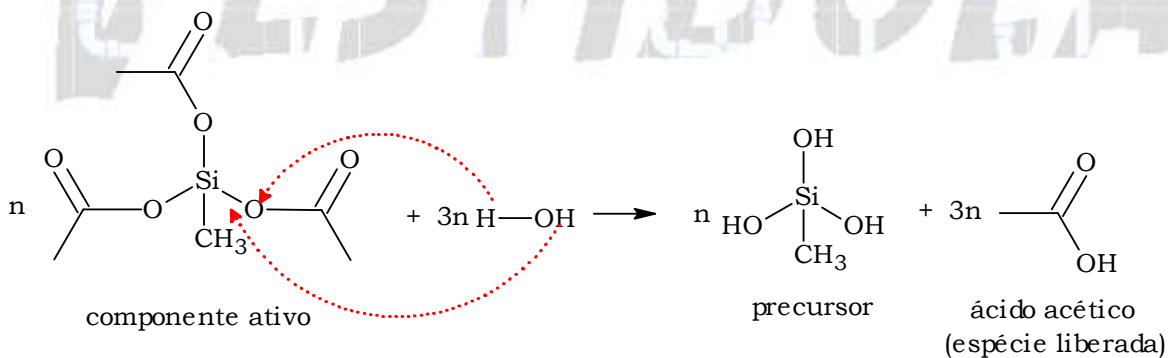
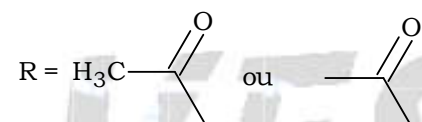
(R = cadeia orgânica)

Considerando essas informações, qual dos componentes ativos a seguir faria com que a formulação fosse considerada como “silicone acético”?



Resolução: alternativa B.

O componente ativo libera ácido acético ($\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$), onde R corresponde à representação a seguir.



TEXTO PARA AS QUESTÕES 7 E 8

Oxigênio (O₂) e ozônio (O₃) estão em constante processo de consumo e produção na estratosfera, como representado pelas equações químicas a seguir. As reações I e II ilustram etapas da produção de ozônio a partir de oxigênio, e a reação III mostra a restauração de oxigênio a partir de ozônio.

	Reação	ΔH (kcal/mol de O ₂)
I	O ₂ → 2O•	- 118
II	2O ₂ + 2O• → 2O ₃	ΔH _{II}
III	2O ₃ → 3O ₂	+21

7. A reação global balanceada, composta pelas etapas I e II, que representa a formação de ozônio é:

- (A) 3O → O₃
- (B) 4O₂ → 4O₃
- (C) 2O₃ → 3O₂
- (D) 3O₂ → 2O₃
- (E) 3O₃ → 2O₂

Resolução: alternativa D.

A equação da reação global balanceada pode se obtida a partir da soma das equações I e II do seguinte modo:



8. O ΔH_{II}, relacionado à reação II, pode ser calculado a partir dos dados fornecidos para as reações I e III. O valor de ΔH_{II}, em kcal/mol de O₂ consumido, é igual a:

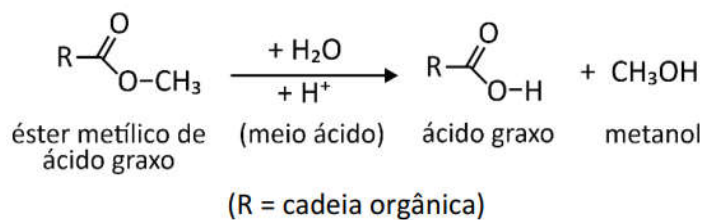
- (A) - 90,5
- (B) - 55,0
- (C) + 27,5
- (D) + 48,5
- (E) + 55,0

Resolução: alternativa C.

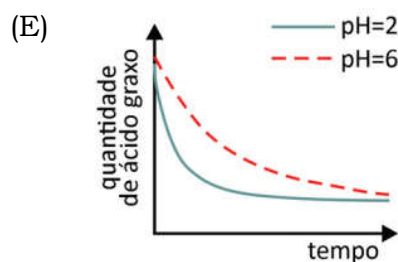
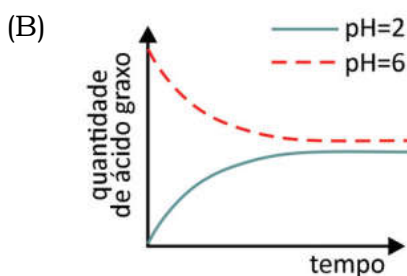
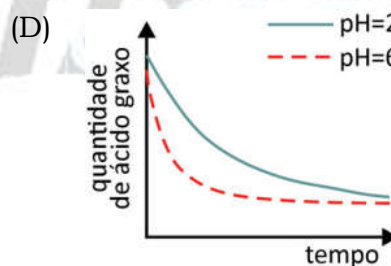
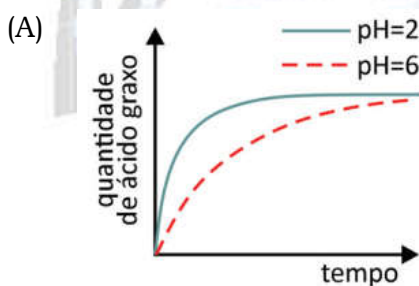
Observação: a tabela traz a informação referente a 1 mol (1 kcal/mol) de O₂, por isso deve-se multiplicar por 3 o valor do ΔH para cálculos com 3 mols de O₂.

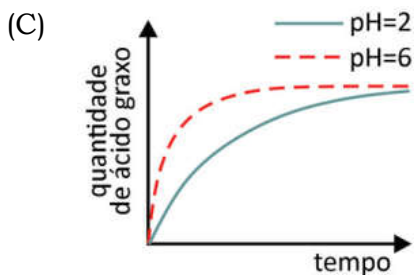
$$\begin{aligned}
 &1\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O} \quad \Delta H_{\text{I}} = -118 \text{ kcal} \\
 &2\text{O}_2 + 2\text{O} \rightarrow 2\text{O}_3 \quad \Delta H_{\text{II}} \text{ (2 mol de O}_2\text{)} = ? \\
 \hline
 &3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Global}} 2\text{O}_3 \quad \Delta H = 3 \times (-21) \text{ kcal} \\
 &\Delta H = \Delta H_{\text{I}} + \Delta H_{\text{II}} \text{ (2 mol de O}_2\text{)} \\
 &3 \times (-21) \text{ kcal} = -118 \text{ kcal} + \Delta H_{\text{II}} \text{ (2 mol de O}_2\text{)} \\
 &\Delta H_{\text{II}} \text{ (2 mol de O}_2\text{)} = +118 \text{ kcal} - 63 \text{ kcal} = +55 \text{ kcal} \\
 &+55 \text{ kcal} \text{ ——— } 2 \text{ mol de O}_2 \\
 &\Delta H_{\text{II}} \text{ ——— } 1 \text{ mol de O}_2 \\
 &\Delta H_{\text{II}} = \frac{1 \text{ mol} \times 55 \text{ kcal}}{2 \text{ mol}} \\
 &\Delta H_{\text{II}} = +27,5 \text{ kcal}
 \end{aligned}$$

9. As reações de hidrólise de ésteres, quando realizadas em meio aquoso, podem ser catalisadas pela adição de ácido, sendo a reação mais lenta em meios próximos da neutralidade.



Duas reações idênticas para a hidrólise desse éster foram realizadas nas mesmas condições, variando apenas o pH do meio: uma delas foi conduzida em pH = 2 e outra em pH = 6. Qual dos seguintes diagramas representa de forma mais adequada a quantidade de ácido graxo formada em função do tempo de reação para as hidrólises em pH = 2 e pH = 6?

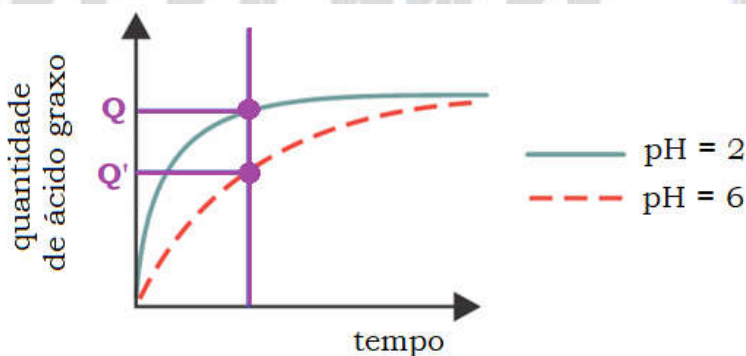




Resolução: alternativa A.

De acordo com a equação fornecida, quanto mais ácido for o meio (pH menor), maior a quantidade de ácido graxo (produto) formado.

Conclusão: as curvas devem ser crescentes e a curva de menor valor de pH (maior quantidade de ácido graxo) deverá estar acima da curva de maior valor de pH (menor quantidade de ácido graxo).



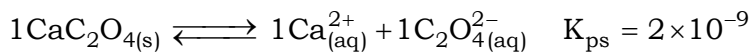
10. Cálculos renais, conhecidos popularmente por “pedras nos rins”, consistem principalmente em oxalato de cálcio, CaC_2O_4 , espécie cuja constante de solubilidade (K_{ps}) é de aproximadamente 2×10^{-9} . Os íons oxalato, presentes em muitos vegetais, reagem com os íons cálcio para formar oxalato de cálcio, que pode gradualmente se acumular nos rins. Supondo que a concentração de íons cálcio no plasma sanguíneo seja de cerca de 5×10^{-3} mol/L, qual seria a concentração mínima, em mol/L, de íons oxalato para que CaC_2O_4 precipitasse?

- (A) 4×10^{-13}
- (B) 10×10^{-12}
- (C) 4×10^{-7}
- (D) $2,5 \times 10^{-6}$
- (E) 1×10^{-5}

Note e adote:

Desconsidere a presença de quaisquer outros íons e considere que a concentração no plasma é determinante para a precipitação do oxalato.

Resolução: alternativa C.



$$[\text{Ca}^{2+}] = 5 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] \times [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$$

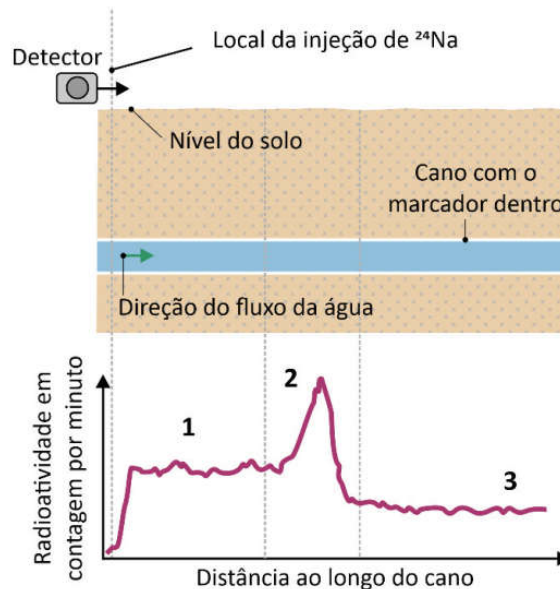
$$[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] > K_{ps} \text{ (precipitação)}$$

$$5 \times 10^{-3} \times [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] > 2 \times 10^{-9}$$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] > \frac{2 \times 10^{-9}}{5 \times 10^{-3}}$$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] > 4 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

11. Um marcador radioativo (^{24}Na) foi injetado em um ponto de um cano de água subterrâneo e, na sequência, com um detector sobre o solo, foi medida a radioatividade ao longo do percurso do cano. A figura a seguir esquematiza o local de injeção do marcador e o perfil da radioatividade detectada ao longo do cano.



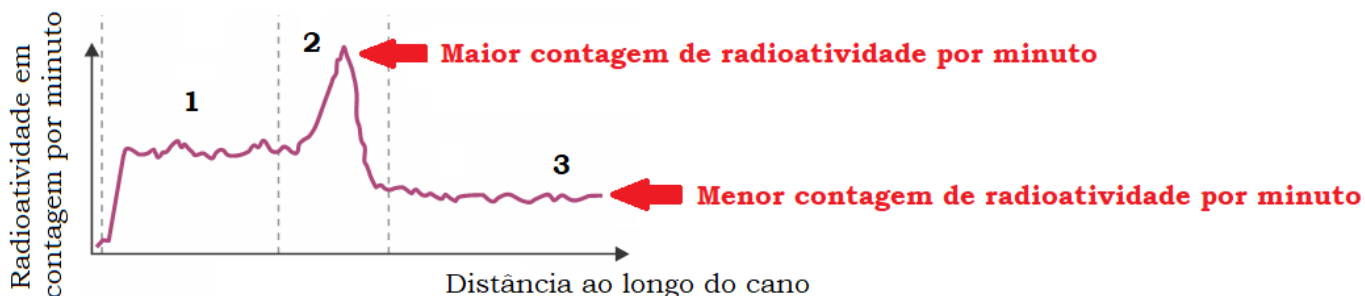
Assinale a alternativa que melhor explica o perfil da radioatividade.

- (A) No trecho 2 o cano está completamente entupido, por isso a radioatividade diminui no trecho 3.
- (B) No trecho 2 há uma fissura no cano, o que resulta em acúmulo de marcador nesse trecho do solo.
- (C) O marcador radioativo flui no sentido contrário ao fluxo da água, acumulando-se no meio do cano.
- (D) No trecho 3 a radioatividade é menor porque foi consumida por reações químicas ao longo do trecho 2.
- (E) No trecho 2 a radioatividade diminui devido ao fato de a meia-vida do marcador ser curta.

Note e adote:

Tempo de meia-vida do ^{24}Na = 15 horas.

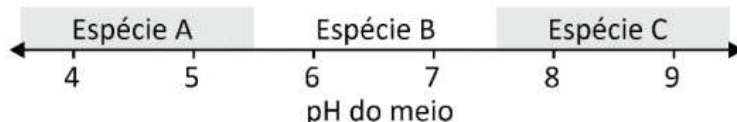
Resolução: alternativa B.



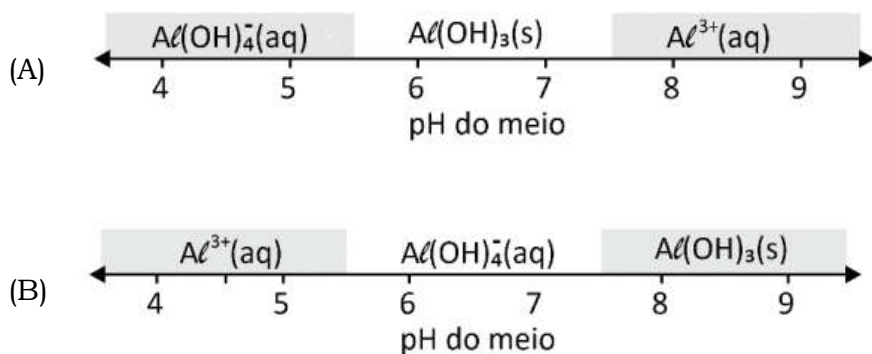
Como a contagem radioativa no trecho 3 é menor do que no trecho 2, conclui-se que a concentração do marcador radioativo (^{24}Na) é maior no trecho 2, pois há uma fissura no cano, o que resulta em acúmulo de marcador nesse trecho do solo e uma diminuição posterior.

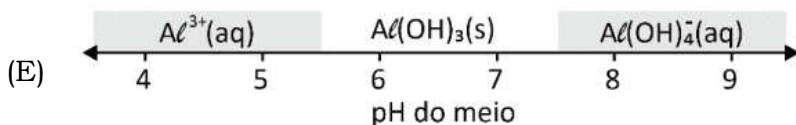
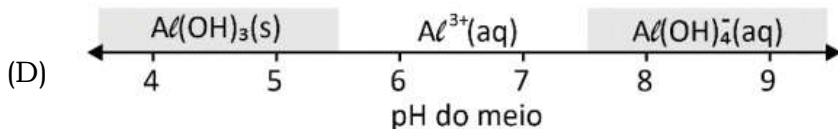
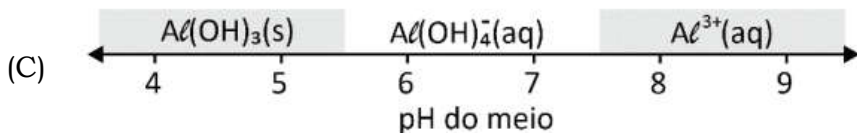
12. O hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$), ao precipitar em solução aquosa, forma um sólido gelatinoso que pode ser usado como agente floculante no tratamento de água. Essa precipitação pode ocorrer pela adição de um hidróxido solúvel a uma solução aquosa ácida contendo um sal de alumínio solúvel, como o AlCl_3 .

Entretanto, adicionando-se excesso de hidróxido ao meio, há a formação de íons $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, espécie solúvel em água, e o precipitado se solubiliza novamente. Dessa forma, dependendo do pH do meio, uma dentre as espécies $\text{Al}(\text{OH})_4^-(\text{aq})$, $\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s})$ e $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ estará presente na solução em quantidade maior que as demais, como exemplificado no esquema.



A alternativa que mostra corretamente qual das espécies estará em quantidade maior que as duas outras em cada faixa de pH é:





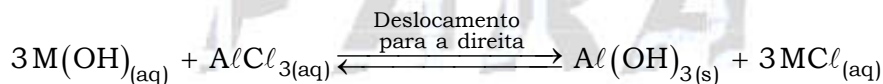
Resolução: alternativa E.

Em solução ácida (menor valor de pH; entre 4 e 5):



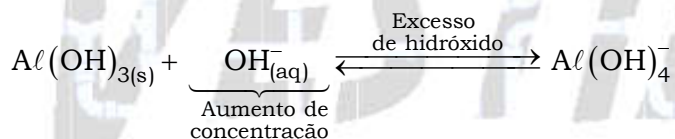
Espécie predominante (A): $Al^{3+}_{(aq)}$.

Adição de um hidróxido solúvel (MOH) a uma solução aquosa ácida contendo $AlCl_3$ (pH; entre 6 e 7):



Espécie predominante (A): $Al(OH)_{3(s)}$.

Em solução básica (maior valor de pH; entre 8 e 9):



Espécie predominante (C): $Al(OH)_4^-$.

13. Para o monitoramento ambiental no entorno de um posto de gasolina, coletou-se uma amostra de solo que foi submetida de forma integral à análise de naftaleno, um composto presente na gasolina. A concentração encontrada foi de 2,0 mg de naftaleno por kg de solo úmido. Sabendo que essa amostra de solo contém 20 % de água, qual é o resultado dessa análise por kg de solo seco?

- (A) 0,4 mg/kg
- (B) 1,6 mg/kg
- (C) 2,0 mg/kg
- (D) 2,2 mg/kg
- (E) 2,5 mg/kg

Resolução: alternativa E.

$$20\% \text{ de } H_2O \Rightarrow 80\% \text{ seco } \left(\frac{80}{100} = 0,80 \right)$$

$$c = \frac{2 \text{ mg (Naftaleno)}}{0,80 \text{ kg}} = 2,5 \text{ mg / kg}$$

14. O cátion Ba^{2+} pode apresentar toxicidade aos humanos, dependendo de sua concentração e forma química. Por exemplo, $BaSO_4$ é pouco tóxico, sendo usado como contraste radiológico, por ser insolúvel em solução aquosa, enquanto $BaCO_3$ e $Ba(NO_3)_2$ são muito tóxicos, pois liberam Ba^{2+} no organismo. Em um laboratório foram feitos dois testes de solubilidade para identificar o conteúdo de três frascos não rotulados que poderiam ser de $Ba(NO_3)_2$, $BaCO_3$ ou $BaSO_4$. Os resultados dos dois testes de solubilidade são apresentados a seguir.

Frasco	Teste I:	Teste II:
	Adição de H_2O destilada à temperatura ambiente	Adição de HCl diluído à temperatura ambiente
1	Insolúvel, não houve liberação de gás	Insolúvel, não houve liberação de gás
2	Insolúvel, não houve liberação de gás	Solúvel, houve liberação de gás incolor
3	Solúvel, não houve liberação de gás	Solúvel, não houve liberação de gás

Considerando os ensaios realizados, indique quais são os compostos contidos nos frascos 1, 2 e 3, respectivamente.

	Fracos		
	1	2	3
(A)	$BaSO_4$	$BaCO_3$	$Ba(NO_3)_2$
(B)	$BaCO_3$	$BaSO_4$	$Ba(NO_3)_2$
(C)	$Ba(NO_3)_2$	$BaCO_3$	$BaSO_4$
(D)	$BaSO_4$	$Ba(NO_3)_2$	$BaCO_3$
(E)	$BaCO_3$	$Ba(NO_3)_2$	$BaSO_4$

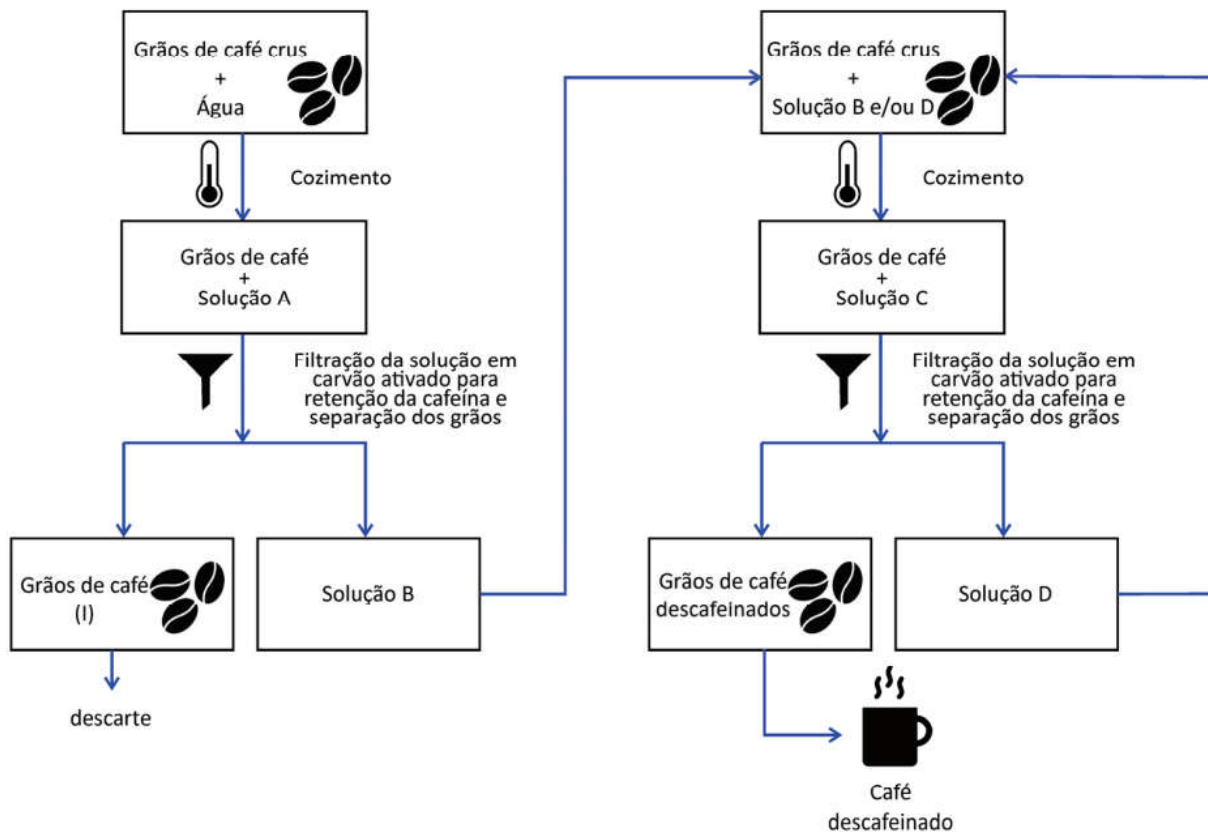
Resolução: alternativa A.

<p>Teste I:</p> <p>Adição de H₂O destilada à temperatura ambiente</p>
<p>Frasco 1: Insolúvel, não houve liberação de gás</p> $\text{BaSO}_{4(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{BaSO}_{4(s)}$
<p>Frasco 2: Insolúvel, não houve liberação de gás</p> $\text{BaCO}_{3(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{BaCO}_{3(s)}$
<p>Frasco 3: Solúvel, não houve liberação de gás</p> $\text{Ba}(\text{NO}_3)_{2(s)} \longrightarrow \underbrace{\text{Ba}_{(aq)}^{2+}}_{\text{Tóxico}} + 2\text{NO}_3^{-(aq)}$

<p>Teste II:</p> <p>Adição de HCl diluído à temperatura ambiente</p>
<p>Frasco 1: Insolúvel, não houve liberação de gás</p> $\text{BaSO}_{4(s)} \xrightarrow{\text{HCl}_{(aq)}} \text{BaSO}_{4(s)}$
<p>Frasco 2: Solúvel, houve liberação de gás incolor</p> $\text{BaCO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \underbrace{\text{Ba}_{(aq)}^{2+}}_{\text{Tóxico}} + 2\text{Cl}_{(aq)}^{-} + \overbrace{\text{H}_2\text{CO}_3}^{\text{H}_2\text{CO}_3} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$
<p>Frasco 3: Solúvel, não houve liberação de gás</p> $\text{Ba}(\text{NO}_3)_{2(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \underbrace{\text{Ba}_{(aq)}^{2+}}_{\text{Tóxico}} + 2\text{Cl}_{(aq)}^{-} + 2\text{HNO}_{3(aq)}$

Segunda fase

Questão 1. Para se obter o café descafeinado, sem que ocorra a perda dos compostos de sabor e aroma, pode ser realizada a extração seletiva. Para promover essa extração, pode-se, por exemplo, utilizar um solvente concentrado com os compostos que não se desejam extrair. Um dos procedimentos para a descafeinação do café por extração seletiva é apresentado no diagrama a seguir:



Com base nas informações do texto, do diagrama e em seus conhecimentos, responda:

- Entre as soluções A, B, C e D, qual(is) pode(m) ser considerada(s) descafeinada(s)?
- Os grãos de café (I) estão descafeinados? Por que eles não são aproveitados para preparar café?
- Na etapa de extração dos compostos do café a partir dos grãos crus é feito o cozimento. Sabendo-se que o comportamento de solubilidade dos compostos do café é similar ao da maioria dos compostos orgânicos, qual a relação entre a temperatura da água e a eficiência da extração? Justifique sua resposta.

Resolução:

a) As soluções B e D podem ser consideradas descafeinadas, pois com o cozimento (elevação da temperatura) se obtém grãos de café e a solução A. Esta mistura é filtrada em carvão ativado o qual retém a cafeína dando origem à solução B (descafeinada). Como a solução B é adicionada a grãos de café crus para que absorvam os “aromas” e substâncias que interessam à fabricação do produto, o processo se repete obtendo-se a solução D, também livre de cafeína.

b) Sim, os grãos de café (I) estão descafeinados. Eles não são aproveitados, pois durante o processo de extração e filtração em carvão ativado perderam substâncias características que dão sabor e aroma ao café.

c) Quanto maior a temperatura da água, maior a solubilidade da cafeína e de outras substâncias presentes nos grãos, ou seja, o processo de extração ocorre com maior rapidez e eficiência.

Questão 2. Para possibilitar a exploração de Marte, é necessário viabilizar a viagem de retorno à Terra. Uma das formas de tornar os voos de retorno possíveis é produzir combustível a partir da água encontrada em Marte. Para tanto, o hidrogênio seria gerado por eletrólise da água e, posteriormente, utilizado na reação de *Sabatier*. Nessa reação, o combustível é gerado pela reação do hidrogênio com dióxido de carbono em temperaturas e pressões elevadas na presença de um catalisador de níquel, resultando na produção de metano e água e na liberação de aproximadamente 165 kJ de energia por mol de CO_2 .

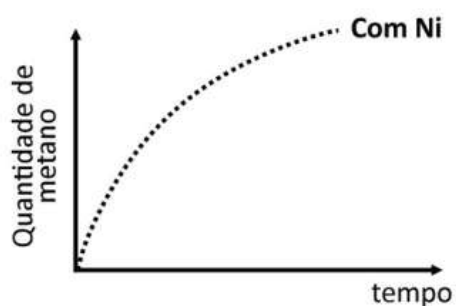
a) No gráfico da folha de respostas, está representada a quantidade de metano gerado pela reação de Sabatier em função do tempo na temperatura T_1 , depois que o equilíbrio foi estabelecido. Nesse mesmo gráfico, represente a quantidade de metano em função do tempo em uma temperatura T_2 maior que T_1 , após o estabelecimento do equilíbrio.

Gráfico da folha de respostas:



b) No gráfico da folha de respostas, está representada a quantidade de metano gerado pela reação de Sabatier em função do tempo na presença de Ni. No mesmo gráfico, represente a quantidade de metano esperada em função do tempo na ausência de Ni. Explique o efeito do catalisador na energia de ativação da reação de Sabatier.

Gráfico da folha de respostas:



c) Escreva a equação balanceada da reação de Sabatier. Considerando apenas a composição atmosférica da Terra e de Marte apresentada na tabela a seguir, explique, com base nesse equilíbrio químico, por que essa reação não seria indicada para gerar metano na Terra.

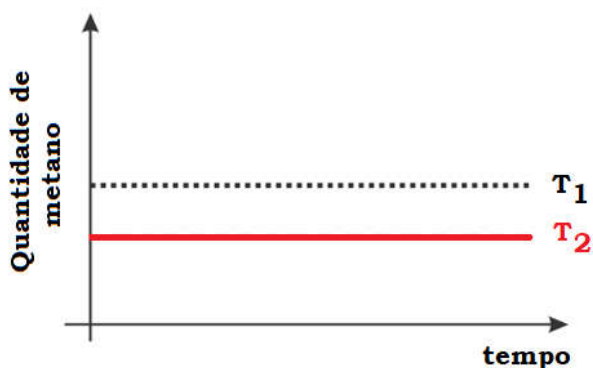
Composição atmosférica considerando os principais componentes:	
Terra	Marte
Nitrogênio (78,0%)	Dióxido de carbono (95,3%)
Oxigênio (21,0%)	Nitrogênio (2,7%)
Argônio (0,9%)	Argônio (1,6%)
Dióxido de carbono (0,04%)	

Resolução:

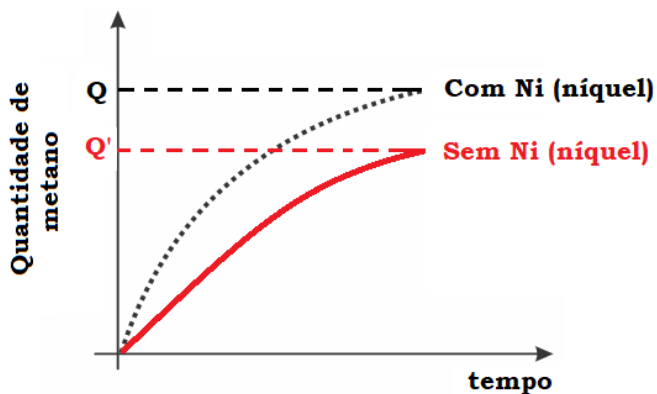
a) De acordo com o texto do enunciado, o combustível é gerado pela reação do hidrogênio (H₂) com dióxido de carbono (CO₂) em temperaturas e pressões elevadas na presença de um catalisador de níquel (Ni), resultando na produção de metano (CH₄) e água (H₂O) e na liberação de aproximadamente 165 kJ de energia por mol de CO₂. A partir desta descrição, tem-se o seguinte equilíbrio químico:



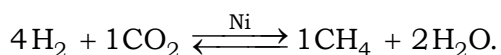
Como a reação inversa é endotérmica e favorecida pela elevação da temperatura, conclui-se que o equilíbrio será deslocado para a esquerda numa temperatura T₂ maior que T₁. Conseqüentemente, após o estabelecimento do equilíbrio, a quantidade de metano será menor.



b) O catalisador (níquel; Ni) diminui a energia de ativação, que é atingida mais rapidamente, conseqüentemente, a velocidade da reação aumenta produzindo-se maior quantidade de metano (CH₄), por isso, na ausência de níquel (Ni) espera-se que o equilíbrio seja atingido com menor quantidade de metano (CH₄) formada.



c) Equação balanceada da reação de Sabatier (conforme a descrição do enunciado da questão):



De acordo com a tabela fornecida, essa reação não seria indicada para gerar metano (CH_4) na Terra, pois a porcentagem de dióxido de carbono (CO_2) neste planeta é muito menor (0,04 %) do que em Marte (95,3 %). Conseqüentemente, o equilíbrio seria deslocado para a direita com maior eficiência no caso de Marte.

Questão 3. As afirmações a seguir baseiam-se na descrição da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo):

Afirmção 1: “O dióxido de enxofre (SO_2) é liberado para a atmosfera por gases vulcânicos e fontes antropogênicas, principalmente atividades industriais que processam materiais contendo enxofre, como termelétricas, fabricação de fertilizantes, fundição de alumínio e aço, produção de ácido sulfúrico e papel.”

Afirmção 2: “O dióxido de enxofre é um gás incolor com forte odor pungente. É muito irritante quando em contato com superfícies úmidas, pois se transforma em trióxido de enxofre (SO_3) e passa rapidamente a ácido sulfúrico (H_2SO_4).”

a) Represente a estrutura de Lewis do dióxido de enxofre.

b) A afirmção 2 refere-se à formação da chuva ácida. Represente a reação balanceada da formação da chuva ácida a partir de SO_3 e a reação balanceada da chuva ácida com o carbonato de cálcio (CaCO_3), que é um dos componentes de construções que são danificadas por ela.

c) Considere uma determinada amostra de carvão que contém 1 % em massa de enxofre. Quando esse carvão é queimado, o enxofre é convertido em dióxido de enxofre pela reação $S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$. Para evitar a poluição do ar, este dióxido de enxofre pode ser tratado com óxido de cálcio para formar sulfito de cálcio, como representado pela reação $SO_2(g) + CaO(s) \longrightarrow CaSO_3(s)$. Calcule a massa diária, em quilogramas, de CaO necessária para tratar o SO_2 em uma usina que consome $3,2 \times 10^6$ kg de carvão por dia.

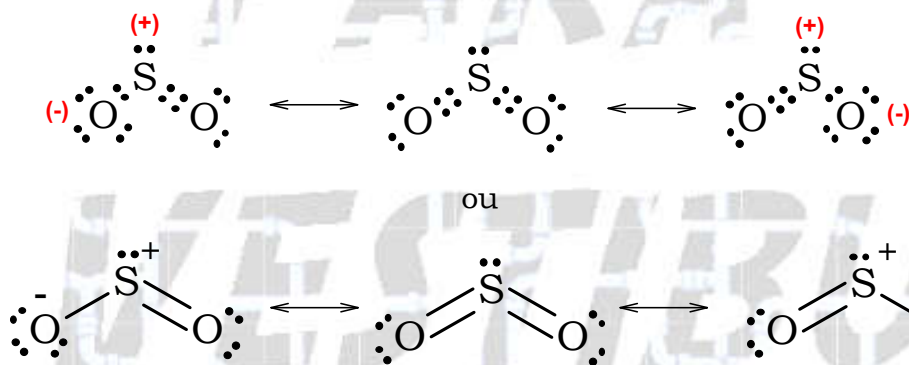
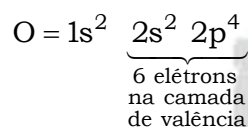
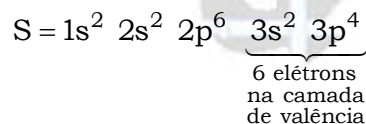
Note e adote:

Distribuição eletrônica: O = $1s^2, 2s^2, 2p^4$; S = $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^4$.

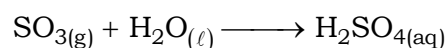
Massas molares (g/mol): O = 16; S = 32; Ca = 40.

Resolução:

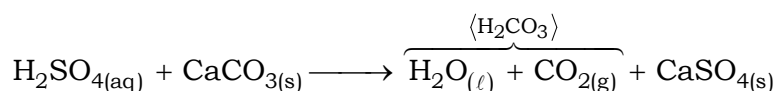
a) Estrutura de Lewis do dióxido de enxofre:



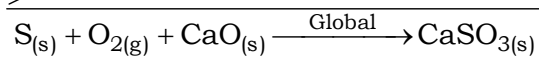
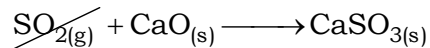
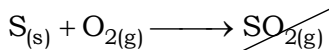
b) Reação balanceada da formação da chuva ácida a partir de SO_3 :



Reação balanceada da chuva ácida com o carbonato de cálcio ($CaCO_3$):



c) Cálculo da massa diária, em quilogramas, de CaO necessária para tratar o SO₂:



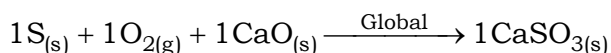
$$m_{\text{(amostra de carvão)}} = 3,2 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$\% (S) = 1\%$$

$$m_S = \frac{1}{100} \times 3,2 \times 10^6 \text{ kg} = 3,2 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$CaO = 1 \times 40 + 1 \times 16 = 56; M_{CaO} = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$S = 32; M_S = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



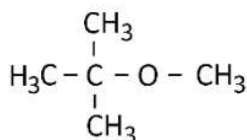
$$32 \text{ g} \text{ ————— } 56 \text{ g}$$

$$3,2 \times 10^4 \text{ kg} \text{ ————— } m_{CaO}$$

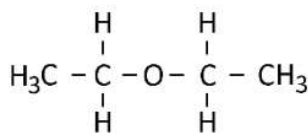
$$m_{CaO} = \frac{3,2 \times 10^4 \text{ kg} \times 56 \text{ g}}{32 \text{ g}} = 5,6 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$m_{CaO} = 5,6 \times 10^4 \text{ kg / dia}$$

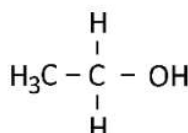
Questão 4. Considere as substâncias cujas estruturas estão representadas a seguir:



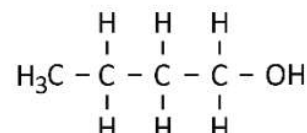
éter metil-terc-butílico



éter dietílico



etanol



1-butanol

a) Considerando que tanto o etanol quanto o 1-butanol interagem por ligação de hidrogênio com a água, por que o etanol é mais solúvel em água do que o 1-butanol à mesma temperatura?

b) Escreva, no quadro da folha de respostas, as estruturas de dois álcoois que são isômeros do 1-butanol.

Quadro da folha de respostas:

Isômero 1	Isômero 2

c) O 1-butanol e o éter dietílico são compostos que possuem a mesma fórmula química, $C_4H_{10}O$, porém pontos de ebulição diferentes, sendo que um deles entra em ebulição a $34,6\text{ }^\circ\text{C}$ e o outro, a $117\text{ }^\circ\text{C}$ a 1 atm. Preencha o quadro, na folha de respostas, relacionando os nomes das substâncias com os respectivos pontos de ebulição. Justifique sua resposta.

Quadro da folha de respostas:

Ponto de ebulição	Nome da substância
$34,6\text{ }^\circ\text{C}$	
$117\text{ }^\circ\text{C}$	

Resolução:

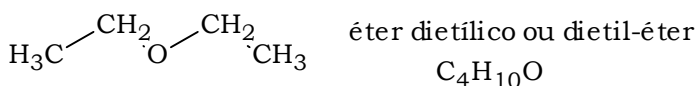
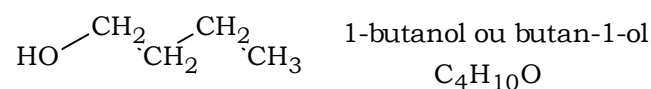
a) Numa mesma série de homóloga de alcoóis, cuja diferença está na quantidade de grupos CH_2 presentes na molécula, quanto menor a cadeia carbônica, maior a solubilidade em água, pois as interações intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio serão mais intensas, este é o caso do etanol. Quanto maior a região apolar existente na estrutura, menor será a interação com a água, este é o caso do 1-butanol.

b) Estruturas de dois alcoóis que são isômeros planos do 1-butanol.



Isômero 1	Isômero 2
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>butan-2-ol $C_4H_{10}O$</p>	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>2-metil-propan-2-ol ou álcool terc-butílico $C_4H_{10}O$</p>

c) Fórmulas estruturais dos compostos analisados:



Ponto de ebulição	Nome da substância
34,6 °C	Éter dietílico
117 °C	1-butanol

Na estrutura do 1-butanol está presente o grupo OH que faz ligações de hidrogênio que são interações intermoleculares mais fortes do que as ligações do tipo dipolo-dipolo presentes no éter etílico. Conseqüentemente, a temperatura de ebulição do 1-butanol (117 °C) será mais elevada do que a do éter dietílico (34,6 °C).

Questão 5. Nas vias públicas, é possível encontrar totens conforme os representados na figura. Em um deles há a inscrição “COMGAS”, indicando que ali passa um gasoduto da empresa distribuidora de gás; no outro está escrito “PROT CATÓDICA”, o que indica que há uma proteção catódica no gasoduto.



Sabendo que o gasoduto é constituído de aço, responda:

a) No sistema do gasoduto apresentado, o gasoduto é o ânodo ou o cátodo da célula eletroquímica? Justifique a sua resposta.

b) Considere os seguintes potenciais de redução dos metais (ϵ°):

Semirreação	ϵ° (V)
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}^0$	+ 0,34
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}^0$	- 0,14
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^0$	- 0,44
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}^0$	- 0,76

Qual(is) desses metais pode(m) ser utilizado(s) para a proteção catódica do gasoduto? Esse(s) metal(is) será(ão) o polo positivo ou negativo da célula eletroquímica?

c) Considere que a composição molar do gás transportado pelo gasoduto Brasil-Bolívia é de, aproximadamente, 93,5 % metano, 4,1 % etano e 2,4 % N₂. Calcule a massa, em kg, de etano existente em uma seção de 1 m³ do duto sabendo que a pressão no interior do duto é de 100 atm à temperatura de 27 °C. Apresente os cálculos.

Note e adote:

Constante universal dos gases ideais: $R = 8,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

$T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$

Massas molares (g/mol): H = 1; C = 12.

Resolução:

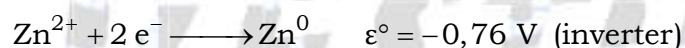
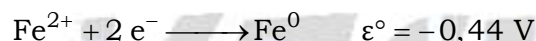
a) O gasoduto é o cátodo da célula eletroquímica, pois o aço precisa ser protegido, ou seja, o ferro presente nesta liga metálica precisa receber elétrons do ânodo de sacrifício para não sofrer corrosão.

b) Para ocorrer a proteção “catódica” do ferro presente no aço, o metal de sacrifício precisa apresentar maior potencial de oxidação ou menor potencial de redução do que o ferro.

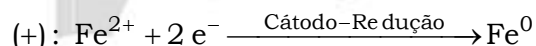
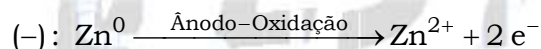
De acordo com a tabela fornecida no texto o único metal, na forma de cátion, que apresenta menor potencial de redução do que o ferro (- 0,44 V) é o zinco (- 0,76 V).

Conclusão: o zinco deve ser utilizado para a proteção “catódica” do aço presente no gasoduto.

O zinco será o polo negativo da célula eletroquímica, pois sofrerá oxidação (ânodo).



$$-0,76 \text{ V} < -0,44 \text{ V}$$



c) Cálculo da massa, em kg, de etano existente em uma seção de 1 m³ do duto:

$$\text{C}_2\text{H}_6 \text{ (e tano)} = 2 \times 12 + 6 \times 1 = 30; \quad M_{\text{C}_2\text{H}_6} = 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; \quad \% \text{C}_2\text{H}_6 \text{ (e tano)} = 4,1 \% = \frac{4,1}{100} = 0,041$$

$$P = 100 \text{ atm}$$

$$V = 1 \text{ m}^3$$

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$R = 8,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,041 \times n$$

$$n = \frac{n_{\text{C}_2\text{H}_6}}{0,041} \Rightarrow n = \frac{m_{\text{C}_2\text{H}_6}}{0,041 \times M_{\text{C}_2\text{H}_6}}$$

$$P \times V = n \times R \times T \Rightarrow P \times V = \frac{m_{C_2H_6}}{0,041 \times M_{C_2H_6}} \times R \times T$$

$$100 \text{ atm} \times 1 \text{ m}^3 = \frac{m_{C_2H_6}}{0,041 \times 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 8,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$m_{C_2H_6} = \frac{100 \text{ atm} \times 1 \text{ m}^3 \times 0,041 \times 30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,2 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 300 \text{ K}} = 5 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m_{C_2H_6} = 5 \text{ kg}$$

Questão 6. O limite de detecção de um método analítico é a menor quantidade de um determinado composto numa amostra que esse método é capaz de detectar. Caso algum composto esteja em concentração inferior a tal limite, não se pode determinar a sua presença, tampouco a sua concentração.

A tabela nutricional a seguir foi encontrada numa embalagem de pão de queijo:

Quantidade por porção (70 g)	
Valor energético 113 kcal	
Carboidratos	14 g
Proteínas	2,4 g
Gorduras Trans	0,0 g
Gorduras Saturadas	2,1 g
Gorduras Totais	5,3 g
Fibra alimentar	0,0 g
Sódio	140 mg

Uma vez que a quantificação de todos os compostos é realizada por métodos analíticos específicos, responda as questões:

a) Por que, na porção de pão de queijo apresentada, as quantidades de gorduras trans e fibra alimentar não são, necessariamente, zero?

b) Gorduras podem ser entendidas como ácidos graxos de cadeia carbônica longa. O termo “trans” faz referência à isomeria geométrica da molécula de ácido graxo. Gorduras saturadas podem apresentar isomeria trans? Explique com base na estrutura da molécula de ácido graxo.

c) Caso tivesse sido utilizado um método analítico para determinação de sódio cujo limite de detecção fosse de 0,03 g de sódio por g de pão de queijo, teria sido possível detectar esse elemento nesse pão de queijo? Justifique apresentando os cálculos.

Resolução:

a) As quantidades de gorduras trans e fibra alimentar não são iguais a zero, pois estão em baixas concentrações, ou seja, abaixo do limite de detecção do método analítico utilizado na detecção.

b) Nas gorduras predominam ésteres de glicerina e ácidos graxos saturados, já nos óleos predominam ésteres de glicerina e ácidos graxos insaturados, porém estas composições não são fixas.

De acordo com o texto do enunciado, gorduras podem ser entendidas como ácidos graxos de cadeia carbônica longa. Como o texto utiliza a expressão “gordura saturada” relacionada a um ácido graxo de cadeia carbônica longa, estas não podem apresentar isomeria trans, pois não apresentam ligações duplas entre átomos de carbono presentes nas moléculas destes ácidos graxos.

c) Não teria sido possível detectar a presença do elemento sódio (Na) nesse pão de queijo.

$$m_{\text{Na (sódio)}} = 140 \text{ mg} = 140 \times 10^{-3} \text{ g (porção de 70 g)}$$

$$70 \text{ g de pão de queijo} \text{ ————— } 140 \times 10^{-3} \text{ g de sódio}$$

$$1 \text{ g de pão de queijo} \text{ ————— } m_{\text{sódio}}$$

$$m_{\text{sódio}} = \frac{1 \text{ g} \times 140 \times 10^{-3} \text{ g}}{70 \text{ g}} = 2 \times 10^{-3} \text{ g} = 0,002 \text{ g}$$

$$m_{\text{Limite}} = 0,03 \text{ g}$$

$$0,002 \text{ g} < \underbrace{0,03 \text{ g}}_{\text{Limite}}$$

A quantidade de sódio presente em 1 g (do pão de queijo descrito na tabela) não seria detectada, pois está abaixo do limite de detecção ($0,002 \text{ g} < 0,03 \text{ g}$).