

FUVEST 2021 – Primeira fase e Segunda fase

CONHECIMENTOS GERAIS

1. (Interdisciplinar) O Monte Everest é o pico mais elevado do planeta, localizado na cordilheira do Himalaia, na fronteira da China e Nepal, com 8.848 metros de altitude. Possui cinco estações meteorológicas em diferentes altitudes funcionando desde 2019, entre elas a estação mais elevada do planeta (8.430 m), que registra dados valiosos para a climatologia. Esse projeto foi liderado pelo Dr. Paul Andrew Mayewski, geógrafo e climatologista, cuja equipe projetou e treinou por meses para instalar a estação meteorológica em tal condição adversa em menos de 90 minutos.

Disponível em <https://www.climadeensinar.com.br/>. Adaptado.

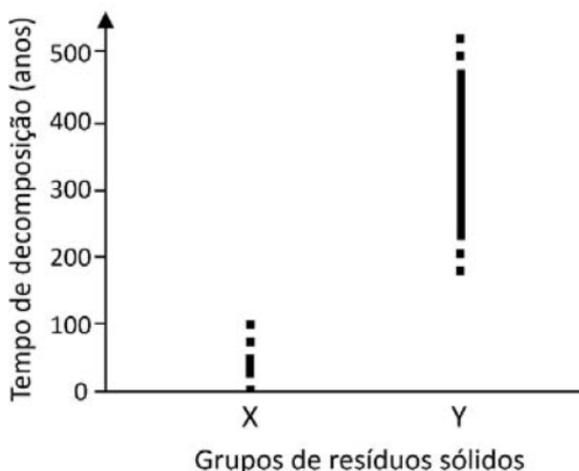
A dificuldade de instalação da estação na altitude citada deve-se

- (A) às elevadas condições de umidade provenientes do derretimento de neve.
- (B) à ocorrência de chuvas intensas, que aumentam os riscos de avalanches.
- (C) às temperaturas reduzidas e à baixa concentração de oxigênio nessa altitude.
- (D) aos dias mais curtos nessa altitude, o que reduz o brilho solar.
- (E) à elevada pressão atmosférica, que produz ventos intensos nessa altitude.

Resolução: alternativa C.

A dificuldade de instalação da estação na altitude citada deve-se às temperaturas reduzidas e à baixa concentração de oxigênio nessa altitude. Quanto maior a altitude, mais rarefeita será a atmosfera e menor será a pressão atmosférica.

2. (Interdisciplinar) O tempo de decomposição dos diferentes resíduos sólidos condiciona a destinação de cada tipo, visando a diminuir os impactos ambientais causados por seu descarte. O gráfico mostra dois grupos de resíduos sólidos (X e Y) produzidos pela população humana, com diferentes tempos de decomposição.



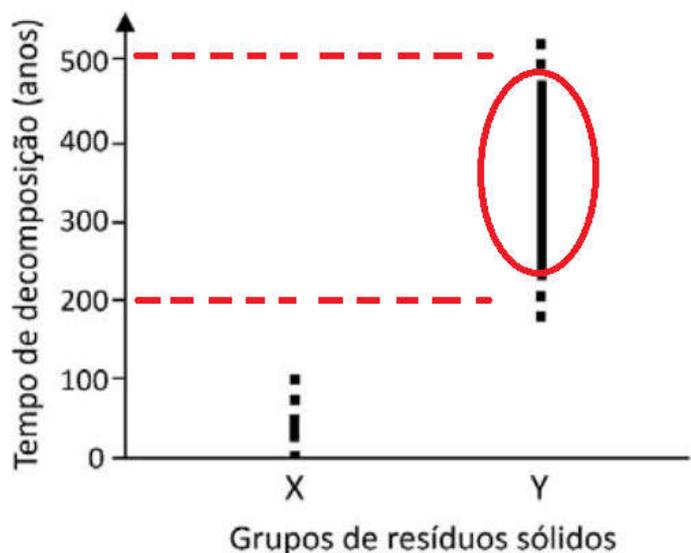
- Com base nessas informações e nos seus conhecimentos, é correto afirmar que as
- (A) garrafas PET fazem parte do grupo Y, e sua destinação recomendada é o reuso e a reciclagem.
 - (B) embalagens de papel fazem parte do grupo Y, e sua destinação recomendada é a incineração.
 - (C) garrafas PET fazem parte do grupo X, e sua destinação recomendada é o aterro sanitário.
 - (D) embalagens de papel fazem parte do grupo Y, e sua destinação recomendada é o reuso e a reciclagem.
 - (E) garrafas de vidro fazem parte do grupo X, e sua destinação recomendada é a incineração.

Note e adote:

Considere que os resíduos dos grupos X e Y foram expostos às mesmas condições, sem decomposição acelerada.

Resolução: alternativa A.

As garrafas PET devem ser recicladas, pois seu tempo de degradação é muito elevado, vide grupo Y, cujo tempo varia entre 200 a 500 anos.



3. (Interdisciplinar) A energia irradiada pelo Sol provém da conversão de massa em energia durante reações de fusão de núcleos de hidrogênio para produzir núcleos de hélio. Atualmente, essas reações permitem ao Sol emitir radiação luminosa a uma potência de aproximadamente 4×10^{26} W. Supondo que essa potência tenha sido mantida desde o nascimento do Sol, cerca de 5×10^9 anos atrás, a massa correspondente àquela perdida pelo Sol até hoje é mais próxima de

- (A) 10^7 kg.
- (B) 10^{17} kg.
- (C) 10^{27} kg.
- (D) 10^{37} kg.
- (E) 10^{47} kg.

Note e adote:

Velocidade da luz no vácuo: 3×10^8 m/s.

Considere que um ano tem cerca de 3×10^7 s.

Resolução: alternativa C.

$$\text{Potência} = 4 \times 10^{26} \text{ W} = 4 \times 10^{26} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$$

$$\text{Tempo} = 5 \times 10^9 \text{ anos} = 5 \times 10^9 \times 3 \times 10^7 \text{ s}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (velocidade da luz no vácuo)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Potência} = \frac{\text{Energia}}{\text{Tempo}} \\ \text{Energia} = m \times c^2 \end{array} \right\} \text{Potência} = \frac{m \times c^2}{\text{Tempo}}$$

$$m = \frac{\text{Potência} \times \text{Tempo}}{c^2}$$

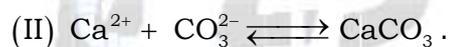
$$m = \frac{4 \times 10^{26} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \times 5 \times 10^9 \times 3 \times 10^7 \text{ s}}{(3 \times 10^8)^2 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}}$$

$$m = \frac{60 \times 10^{42}}{9 \times 10^{16}} = \underbrace{6,7}_{10} \times 10^{26} \text{ kg} \approx 10^{27} \text{ kg}$$

4. (Interdisciplinar) O gás carbônico atmosférico reage com a água do mar conforme detalhado em (I):



As condições ambientais causadas pelo aumento de gás carbônico na atmosfera influenciam em processos caracterizados pela reação (II) durante o desenvolvimento de diversos organismos marinhos:



Tendo por base essas afirmações, assinale a alternativa correta:

(A) O processo (I) resulta em diminuição da alcalinidade da água do mar, comprometendo a estruturação de recifes por interferir na formação dos esqueletos calcários dos corais, conforme a reação (II).

(B) O processo (I) resulta em aumento da alcalinidade da água do mar, comprometendo processos de contração muscular de vertebrados marinhos por diminuir o cálcio livre disponível, como demonstrado em (II).

(C) O processo (I) não altera a alcalinidade da água do mar, mas compromete o processo de formação de conchas de moluscos marinhos, nos quais a estrutura básica é o carbonato de cálcio, produto da reação (II).

(D) O processo (I) resulta em diminuição da alcalinidade da água do mar, aumentando o pH e beneficiando o processo demonstrado em (II), o que favorece o crescimento de recifes de algas calcárias.

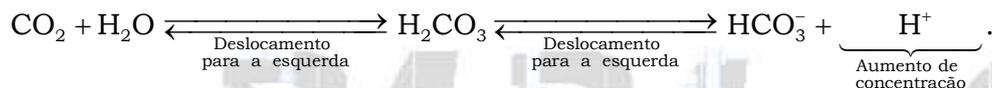
(E) O processo (I) resulta em aumento da alcalinidade da água do mar, beneficiando os processos de fermentação por bactérias marinhas em regiões de recifes de coral, que são formados pelo processo (II).

Note e adote:

Considere que os resíduos dos grupos X e Y foram expostos às mesmas condições, sem decomposição acelerada.

Resolução: alternativa A.

A elevação da concentração de cátions H^+ (diminuição da alcalinidade da água do mar) provoca o deslocamento do equilíbrio (I) para a esquerda:



Conseqüentemente a disponibilidade dos íons HCO_3^- e CO_3^{2-} diminui e os processos caracterizados pela reação (II) ($Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightleftharpoons CaCO_3$) ficam prejudicados.

5. Psicanálise do açúcar

O açúcar cristal, ou açúcar de usina, mostra a mais instável das brancuras: quem do Recife sabe direito a quanto, e apouco desse quanto, que ela dura. Sabe a mínimo do pouca que a cristal se estabiliza cristal sobre a açúcar, por cima da fundo antiga, de mascavo, da mascava barrenta que se incubia; e sabe que tudo pode romper a mínima em que o cristal é capaz de censura: pois a tal fundo mascavo logo afiara quer inverno ou verão mele o açúcar.

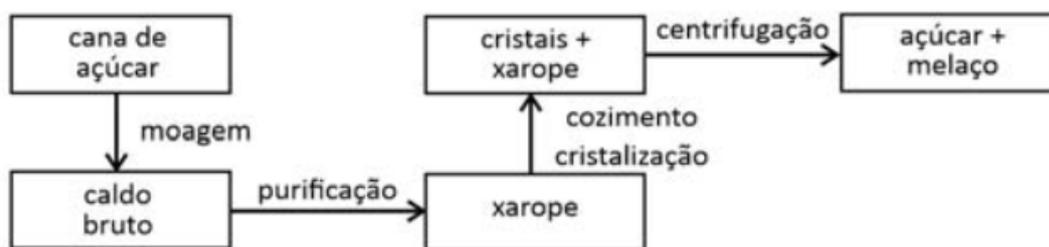
Só os banguês que-ainda purgam ainda o açúcar bruto com barro, de mistura; a usina já não a purga: da infância, não de depois de adulto, ela o educa; em enfermarias, com vácuos e turbinas, em mãos de metal de gente indústria, a usina o leva a sublimar em cristal o pardo do xarope: não o purga, cura.*

Mas como a cana se cria ainda hoje,
em mãos de barro de gente agricultura,
o barrento da pré-infância logo aflora
quer inverno ou verão mele o açúcar.

João Cabral de Meio Neto, *A Educação pela Pedra*.

*banguê: engenho de açúcar primitivo movido a força animal.

Observe o diagrama que mostra, de forma simplificada, o processo de fabricação do açúcar.



Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/>. Adaptado.

Considerando essas informações e seu conhecimento sobre separação de misturas e transformações químicas e físicas, no trecho grifado no poema, o termo sublimar é usado

- (A) corretamente para mostrar como do líquido (xarope) é extraído o cristal de açúcar através do processo de evaporação do sólido e secagem.
- (B) em um sentido amplo do processo, já que não corresponde ao que ocorre com o cristal de açúcar, e sim com o melaço, que se separa do xarope.
- (C) metaforicamente, já que ocorre a precipitação do açúcar com o cozimento do xarope, que é separado por centrifugação.
- (D) incorretamente, já que a obtenção do açúcar a partir do xarope é uma reação química direta que não necessita de processo de separação.
- (E) em seu sentido literal, já que o açúcar está na fase sólida, no xarope, e passa à fase vapor com o cozimento, formando então cristais de açúcar puro.

Resolução: alternativa C.

No trecho ... a usina o leva a sublimar em cristal o pardo do xarope... o termo sublimar é usado metaforicamente, já que na sublimação ocorre a mudança de estado de agregação sólido para o gasoso e vice-versa. O que se percebe no esquema fornecido é a obtenção de cristais e xarope (após cozimento e cristalização) e, então a separação das fases por centrifugação.

6.



Disponível em:
<https://twitter.com/DoutorQuimica/>.

O meme acima brinca com conceitos de química em um jogo popular, cujo objetivo é que os jogadores descubram o impostor entre os tripulantes de naves e estações espaciais. Nele um dos elementos é considerado o impostor por sua característica química diferente.

Nesse contexto, é correto afirmar que o impostor seria o elemento:

- (A) H, por ser um elemento com grande tendência a fazer ligação covalente em uma família com tendência a fazer ligação iônica.
- (B) Na, por ser o único que pode ser obtido em sua forma metálica, ao contrário dos demais membros da família, que formam apenas óxidos.
- (C) K, por ter raio atômico atipicamente grande, sendo maior do que os elementos abaixo dele na tabela periódica.
- (D) Cs, por pertencer à família 2 da tabela periódica, enquanto os demais pertencem à 1, formando cátions +2.
- (E) Fr, por reagir violentamente com a água, devido ao seu pequeno raio atômico, liberando muito calor, diferentemente dos demais elementos da família.

Resolução: alternativa A.

O impostor seria o elemento hidrogênio (H), pois se trata de um ametal, enquanto os elementos Cs, K, Na, Li, Rb e Fr são classificados como metais.

7.

	1																18	
1	H	2															He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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

Um experimento expôs uma barra de titânio (Ti) pura e ligas desse material com 0,01 % de diferentes metais nobres a soluções de ácido sulfúrico em ebulição para entender o efeito anticorrosivo desses metais no titânio. O resultado é mostrado na tabela a seguir:

Metal presente na liga com o Ti (0,01 %)	Taxa de corrosão do titânio em H ₂ SO ₄ em ebulição (em quantidade por tempo)	
	H ₂ SO ₄ 1 %	H ₂ SO ₄ 10 %
Paládio (Pd)	< 2	26
Ródio (Rh)	< 2	145
Platina (Pt)	< 2	166
Rutênio (Ru)	< 2	187
Írídio (Ir)	< 2	359
Ósmio (Os)	5	480
Rênio (Re)	235	*
Cobre (Cu)	470	*
Ouro (Au)	1050	*
Ti Puro	460	3950

*Não foi possível medir.

Com base nessas informações, é correto afirmar:

- (A) O aumento na concentração de ácido sulfúrico nos experimentos fez com que o titânio puro fosse mais corroído e o titânio com Pd, Rh e Pt fosse menos corroído.
- (B) Para Re, Cu e Au, espera-se que a reação com ácido sulfúrico mais concentrado demore muito para acontecer e, por isso, não foi possível medir.
- (C) A escala de potencial anticorrosivo, segundo esse experimento, é dada por Au > Cu > Re > Os > Ir > Ru > Pt > Po > Rh.

(D) Pd, Rh, Pt e Ru apresentaram os melhores resultados como anticorrosivos, enquanto Cu e Au apresentaram os piores.

(E) O titânio puro é muito resistente ao ácido, e a adição de outros metais não faz nenhuma diferença para a taxa de corrosão.

Resolução: alternativa D.

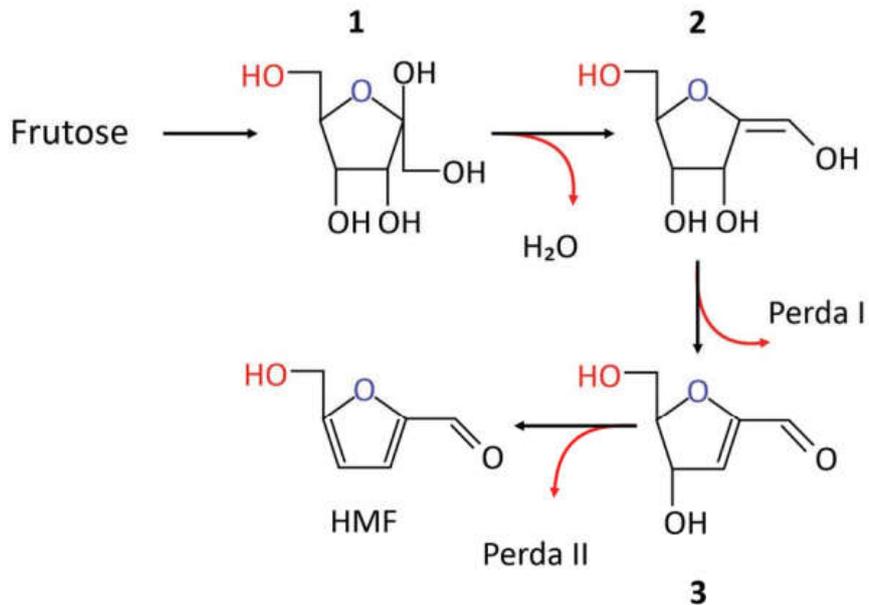
A partir da análise da tabela fornecida no enunciado, percebe-se que o aumento da concentração do ácido sulfúrico de 1 % para 10 % provocou uma elevação na taxa de corrosão das ligas de Titânio (todas com 0,01 % dos metais Paládio, Ródio, Platina Rutênio, Irídio, Ósmio), porém, dentre estas ligas, apresentaram menor taxa de corrosão as seguintes: Pd (26), Rh (145), Pt (166) e Ru (187). As taxas de corrosão das ligas com Cobre (470) e Ouro (1050) foram, comparativamente, elevadas em ácido sulfúrico a 1 %, já que a 10 % não foi possível a medição.

Enunciado para as questões 8 e 9

Um dos indicadores de qualidade de mel é a presença do composto orgânico hidroximetilfurfural (HMF), formado a partir de certos açúcares, como a frutose ($C_6H_{12}O_6$). A tabela resume os teores de HMF permitidos de acordo com a legislação brasileira e recomendações internacionais.

Teor de HMF (mg de HMF por kg de mel)	Utilização conforme legislação
Conforme a legislação brasileira (Portaria Nº 6 do Ministério da Agricultura de 1985).	
Até 40 mg/kg	Mel de mesa, utilizado para consumo humano direto.
Até 60 mg/kg	Mel industrial e/ou subprodutos.
Conforme a recomendação internacional contida no <i>Codex Alimentarius</i> (FAO).	
Até 80 mg/kg	Para utilização de mel produzido em países com clima tropical.

Uma das possíveis rotas para a formação do HMF a partir da frutose é mostrada, de forma simplificada, no esquema:



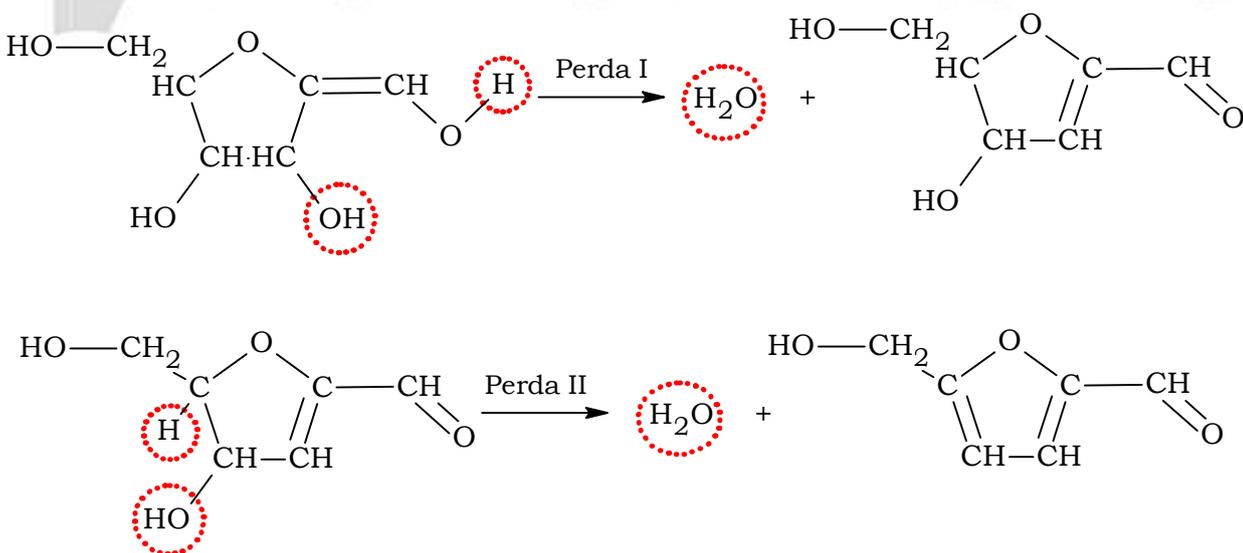
Nas setas, são mostradas as perdas de moléculas ou grupos químicos em cada etapa. Por exemplo, entre as espécies 1 e 2, ocorrem a saída de uma molécula de água e a formação de uma ligação dupla entre carbonos.

8. De acordo com o esquema mostrado, as perdas indicadas como I e II correspondem a:

- (A) $1 \times \text{H}_2\text{O}$ e $1 \times -\text{CH}_2$
- (B) $2 \times \text{OH}^-$
- (C) $2 \times \text{H}_2\text{O}$
- (D) $1 \times -\text{CH}_2$ e $1 \times \text{OH}^-$
- (E) $1 \times \text{H}_2\text{O}$ e $1 \times \text{OH}^-$

Resolução: alternativa C.

Esquemáticamente, percebe-se a saída de água (H_2O) duas vezes:



9. Um frasco contendo 500 g de mel produzido no Brasil foi analisado e concluiu-se que 0,2 milimol de frutose foi convertido em HMF. Considerando apenas esse parâmetro de qualidade e tendo como referência os teores recomendados por órgãos nacionais e internacionais, mostrados na tabela, é correto afirmar que esse mel

(A) é recomendado como mel de mesa, assim como para outros usos que se façam necessários, segundo a legislação brasileira.

(B) não pode ser usado como mel de mesa, mas pode ser usado para fins industriais, segundo a legislação brasileira.

(C) pode ser usado para fins industriais, segundo a legislação brasileira, mas não deveria ser usado para nenhum fim, segundo a recomendação internacional.

(D) não pode ser usado nem como mel de mesa nem para fins industriais, segundo a legislação brasileira, mas poderia ser utilizado segundo a recomendação internacional.

(E) não pode ser usado para qualquer aplicação, tanto segundo a legislação brasileira quanto segundo a recomendação internacional.

Note e adote:

Massa molar (g/mol) HMF = 126

Desconsidere qualquer possibilidade de contaminação do mel por fonte externa de HMF.

Resolução: alternativa B.

Supondo que a o número de mols de HMF seja igual ao de frutose, vem:

$$n_{\text{HMF}} = n_{\text{Frutose}} = 0,2 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{HMF}} = \frac{m_{\text{HMF}}}{M_{\text{HMF}}}$$

$$m_{\text{HMF}} = n_{\text{HMF}} \times M_{\text{HMF}} = 0,2 \text{ mmol} \times 126 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{HMF}} = 25,2 \text{ mg}$$

$$0,5 \text{ kg de mel} \text{ ————— } 25,2 \text{ mg de HMF}$$

$$1,0 \text{ kg de mel} \text{ ————— } m'_{\text{HMF}}$$

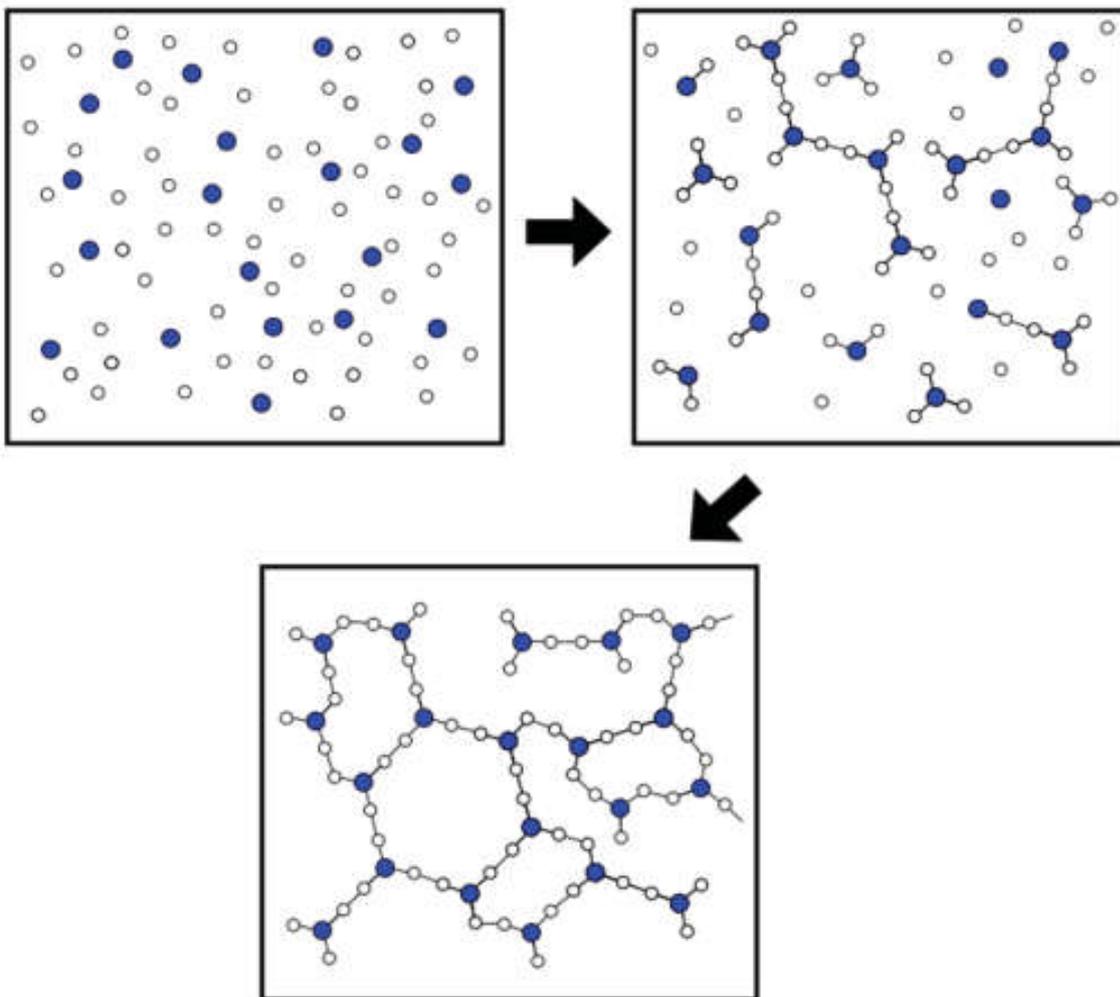
$$m'_{\text{HMF}} = \frac{1,0 \text{ kg} \times 25,2 \text{ mg}}{0,5 \text{ kg}} = 50,4 \text{ mg}$$

$$\text{Teor de HMF} = 50,4 \text{ mg / kg}$$

$$50,4 \text{ mg / kg} < 60 \text{ mg / kg}$$

De acordo com a tabela fornecida no enunciado da questão, trata-se de um mel industrial e/ou subprodutos.

10. Observe a representação a seguir, em que os círculos brancos representam uma espécie química (molécula ou íon molecular) e os círculos coloridos, outra.



Essa representação pode ser corretamente associada à

- (A) combustão de um hidrocarboneto com oxigênio em fase gasosa.
- (B) formação de um polímero a partir de duas espécies de monômeros.
- (C) fusão de uma mistura de dois sais com aumento da temperatura.
- (D) solidificação da água pura com diminuição da temperatura.
- (E) produção de anéis aromáticos em solvente orgânico.

Resolução: alternativa B.

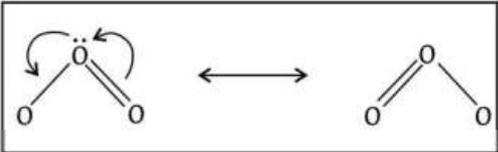
Essa representação pode ser corretamente associada à formação de um polímero a partir de átomos que se unem formando moléculas de tamanhos variados (monômeros), que por sua vez se ligam formando cadeias cada vez maiores.

11. No fragmento a seguir, o autor explora conceitos químicos na forma de poesia:

Químico apaixonado

1 Sua presença é " $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$ " de sentimento

2 É explosão de " $C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + ATP$ "

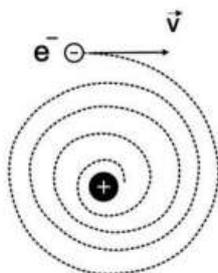
3 É  de pensamento

4 Sinergia

5 Sua ausência, meu desalento

6 " $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$ " o meu ser

7 Um modelo incompleto,



8 Impede-me de viver

9 Morte em pleno deserto.

Wilmo Ernesto Francisco Junior, *Ciência em prosa e verso - Acepipes para quem ousa gostar (ou ensinar)*, 2018 (adaptado), apud Lopes, M.J.M. Dissertação de Mestrado, 2019. Disponível em <http://www.repositorio.ufal.br/>.

Sobre os conceitos mencionados, foram feitas as seguintes afirmações:

I. A equação química mostrada na linha 2 pode ser associada à liberação de energia, pois corresponde à reação de fotossíntese com consumo de gás carbônico.

II. A equação química apresentada na linha 6 representa uma reação na qual o número de oxidação das espécies é alterado, sendo associada a corrosão.

III. O modelo incompleto referido na linha 7 refere-se ao proposto por Thomson, que identificava a presença de partículas com carga negativa dentro de uma esfera.

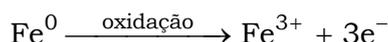
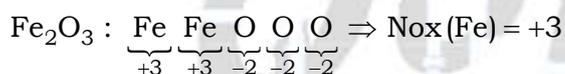
Está correto o que se afirma no(s) item(ns):

- (A) I, apenas.
 (B) II, apenas.
 (C) I e III, apenas.
 (D) II e III, apenas.
 (E) I, II e III.

Resolução: alternativa B.

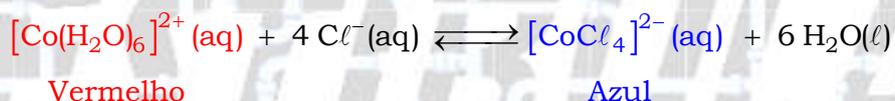
I. Incorreto. A equação química mostrada na linha 2 pode ser associada à liberação de energia (ATP), porém corresponde à reação respiração com consumo de gás oxigênio e produção de gás carbônico.

II. Correto. A equação química apresentada na linha 6 representa uma reação na qual o número de oxidação das espécies é alterado, ou seja, o Nox do ferro varia de zero para +3.



III. Incorreto. O modelo incompleto referido na linha 7 refere-se ao proposto por Rutherford, que identificava a presença de partículas com carga negativa “girando” ao redor de um núcleo positivo dentro de uma “esfera”.

12. Para estudar equilíbrio químico de íons Co^{2+} em solução, uma turma de estudantes realizou uma série de experimentos explorando a seguinte reação:



Nesse equilíbrio, o composto de cobalto com água, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}(\text{aq})$, apresenta coloração vermelha, enquanto o composto com cloretos, $[\text{CoCl}_4]^{2-}(\text{aq})$, possui coloração azul.

Para verificar o efeito de ânions de diferentes sais nessa mudança de cor, 7 ensaios diferentes foram realizados. Aos tubos contendo apenas alguns mL de uma solução de nitrato de cobalto II, de coloração vermelha, foram adicionadas pequenas quantidades de diferentes sais em cada tubo, como apresentado na tabela, com exceção do ensaio 1, no qual nenhum sal foi adicionado.

Após agitação, os tubos foram deixados em repouso por um tempo, e a cor final foi observada.

Ensaio	Sal adicionado	Cor inicial	Cor final
1	Nenhum	Vermelha	Vermelha
2	KCl	Vermelha	Azul
3	Na ₂ SO ₄	Vermelha	Vermelha
4	CuCl	Vermelha	Vermelha
5	K ₂ SO ₄	Vermelha	?
6	AgCl	Vermelha	?
7	NaCl	Vermelha	?

A alternativa que representa a cor final observada nos ensaios 5, 6 e 7, respectivamente, é:

Cor final obtida no:			
	Ensaio 5 Adição de K ₂ SO ₄	Ensaio 6 Adição de AgCl	Ensaio 7 Adição de NaCl
(A)	Azul	Azul	Vermelha
(B)	Azul	Vermelha	Azul
(C)	Vermelha	Azul	Azul
(D)	Vermelha	Vermelha	Azul
(E)	Vermelha	Azul	Vermelha

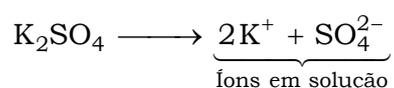
Note e adote:

Solubilidade dos sais em g/100 mL de água a 20 °C

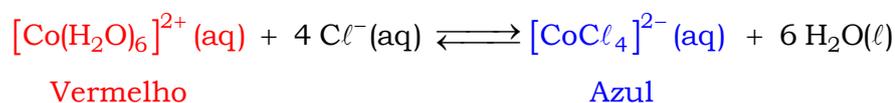
AgCl	$1,9 \times 10^{-4}$	NaCl	35,9
CuCl	$9,9 \times 10^{-3}$	Na ₂ SO ₄	13,9
KCl	34,2	K ₂ SO ₄	11,1

Resolução: alternativa D.

Ensaio 5:

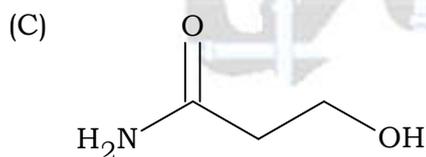
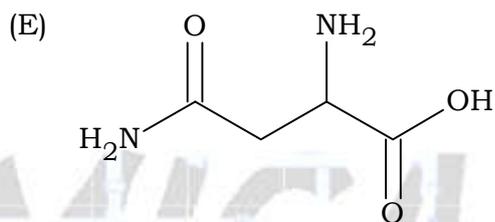
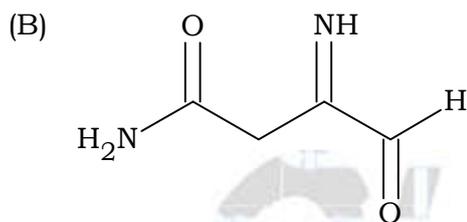
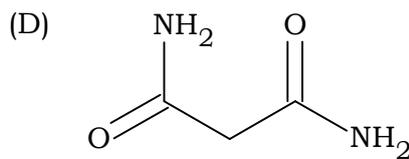
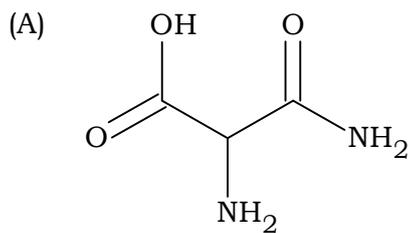


Não existem íons em comum com o equilíbrio químico:

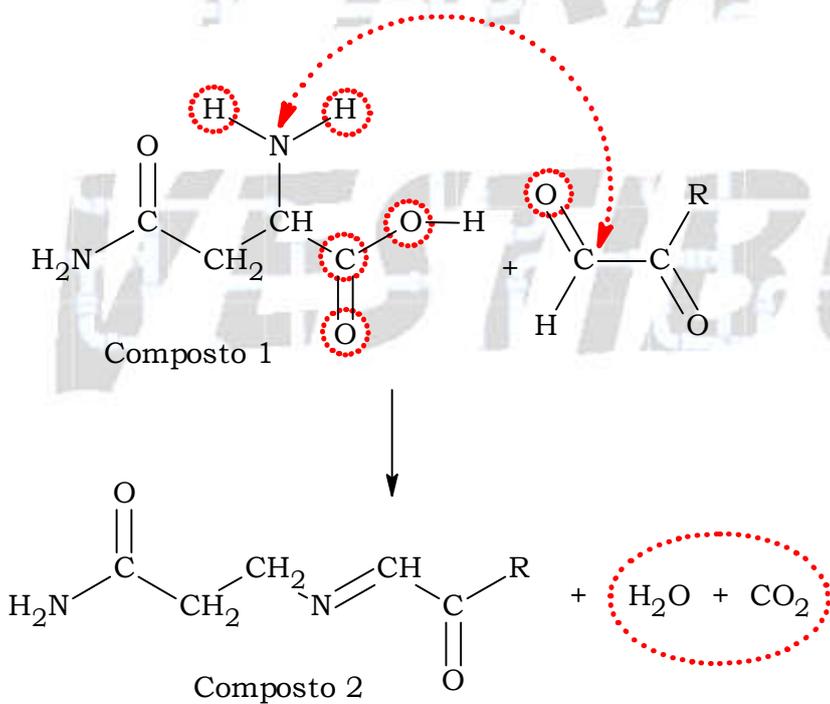


Conclusão: a coloração não é alterada e permanece com a cor inicial (vermelha).

A estrutura do aminoácido marcado como Composto 1 e que é capaz de gerar esse intermediário de espécies carcinogênicas é:

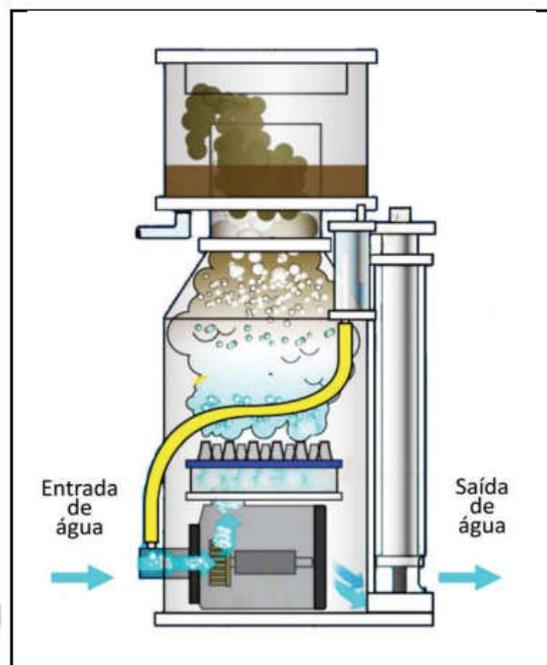


Resolução: alternativa E.



13. Em aquários de água marinha, é comum o uso do equipamento chamado “Skimmer”, aparato em que a água recebe uma torrente de bolhas de ar, como representado na figura, levando a matéria orgânica até a superfície, onde pode ser removida. Essa matéria orgânica eliminada é composta por moléculas orgânicas com parte apolar e parte polar, enquanto as bolhas formadas têm caráter apolar. Esse aparelho, no entanto, tem rendimento muito menor em aquários de água doce (retira menos quantidade de material orgânico por período de uso).

Considerando que todas as outras condições são mantidas, o menor rendimento desse aparato em água doce do que em água salgada pode ser explicado porque



Disponível em <https://blog.marinedepot.com/>. Adaptado.

(A) a polaridade da molécula de água na água doce é maior do que na água salgada, tornando as partes apolares das moléculas orgânicas mais solúveis.

(B) a menor concentração de sais na água doce torna as regiões apolares das moléculas orgânicas mais solúveis do que na água salgada, prejudicando a interação com as bolhas de ar.

(C) a água doce é mais polar do que água salgada por ser mais concentrada em moléculas polares como a do açúcar, levando as partes polares das moléculas orgânicas a interagir mais com a água doce.

(C) a reatividade de matéria orgânica em água salgada é maior do que em água doce, fazendo com que exista uma menor quantidade de material dissolvido para interação com as bolhas de ar.

(E) a concentração de sais na água marinha é maior, o que torna as partes apolares das moléculas orgânicas mais propensas a interagir com os sais dissolvidos, promovendo menor interação com as bolhas de ar.

Resolução: alternativa B.

De acordo com o enunciado da questão a matéria orgânica eliminada é composta por moléculas orgânicas com parte apolar e parte polar, enquanto as bolhas formadas têm caráter apolar, daí infere-se que a menor concentração de sais na água doce é responsável pela menor polarização e conseqüente diminuição do arraste da matéria orgânica.

14. A destilação é um processo utilizado para separar compostos presentes em uma mistura com base nas suas propriedades físicas como, por exemplo, a diferença de temperatura de ebulição, a uma dada pressão, entre os componentes da mistura.

Recentemente esse termo passou a figurar em estudos de poluição ambiental, nos quais o termo “destilação global” é utilizado para explicar a presença de compostos voláteis, como os pesticidas organoclorados, em águas e gelos de regiões polares, ainda que estes compostos nunca tenham sido produzidos ou utilizados nessas regiões. Com base no princípio da técnica da destilação, como pode ser explicada a presença desses pesticidas na Antártica e no Ártico?

(A) Eles são destilados nas águas aquecidas dos oceanos e levados pelas correntes marinhas para as regiões polares, onde se precipitam devido às águas frias dessas regiões.

(B) Eles evaporam nas regiões mais quentes e são levados pelas correntes atmosféricas para regiões mais frias como os polos, onde se condensam e voltam para a superfície.

(C) Após destilados, eles se tornam resistentes à degradação, de forma que alcançam todo o planeta, pela ação de correntes marinhas, inclusive as regiões polares.

(D) Os pesticidas organoclorados destilados, por conta da eletronegatividade dos átomos de cloro, têm afinidade com o gelo, o que faz com que eles se acumulem na Antártica ou no Ártico.

(E) Por serem hidrofílicos, eles são condensados juntamente com a água nas regiões quentes do planeta e se precipitam nos polos juntamente com o gelo.

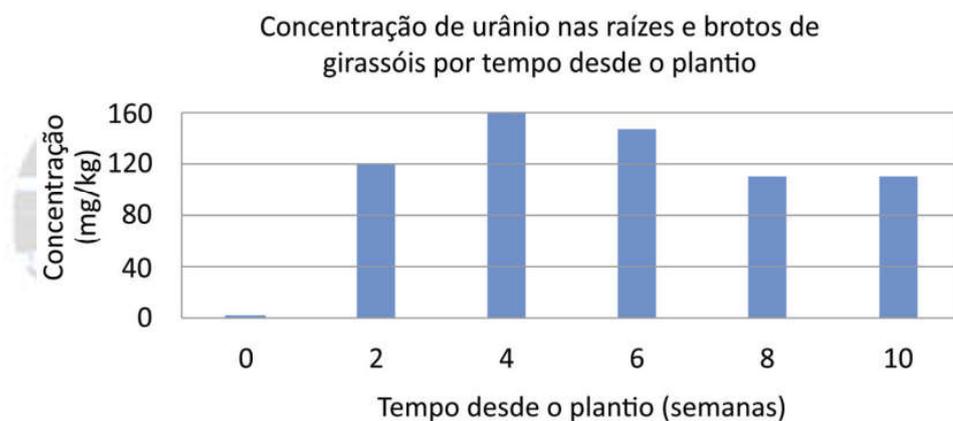
Resolução: alternativa B.

Um paralelo com a técnica da destilação é cobrado na resolução da questão. Neste caso aborda-se o fato de compostos voláteis (pesticidas organoclorados) evaporarem em regiões mais quentes e posteriormente sofrerem condensação em regiões mais frias.

Segunda fase

Questão 1. Após os desastres nucleares em Hiroshima, Fukushima e Chernobyl, girassóis foram plantados ao longo da região afetada para que estes absorvessem elementos tóxicos do solo, incluindo isótopos radioativos. Essa técnica é chamada de fitorremediação.

Os resultados de um estudo realizado para avaliar a capacidade do girassol de absorver urânio do solo são mostrados na figura a seguir, que apresenta a massa total de urânio absorvida do solo por quilograma de girassol (raízes e brotos), em função do tempo desde o plantio. A concentração inicial de U no solo era de 240 mg/kg, dos quais 1 % correspondia ao ^{234}U .



- a)** Com base na figura, em qual semana após o plantio os girassóis (raízes e brotos) deveriam ser colhidos para que a maior massa de urânio fosse retirada do ambiente de uma única vez?
- b)** É correto afirmar que os isótopos radioativos de urânio do solo contaminado, quando absorvidos pelos girassóis, deixam de ser radioativos, de forma que os girassóis possam ser comercializados com segurança? Justifique com base no tempo de meia-vida.
- c)** Se a colheita for realizada na segunda semana após o plantio, quantos quilogramas de girassol (raízes e brotos) precisarão ser retirados de cada tonelada de solo para que a concentração do ^{234}U no solo seja reduzida para 0,6 mg/kg?

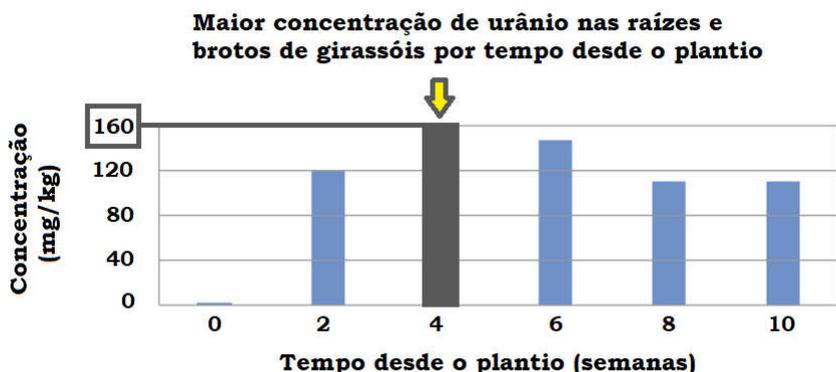
Note e adote:

Considere que não ocorreu separação isotópica na absorção do urânio pelas raízes e brotos, ou seja, o percentual de ^{234}U nesse material também é de 1 %.

Meia vida do ^{234}U = 240.000 anos.

Resolução:

a) Com base na figura: semana 4, pois as raízes e brotos apresentam a maior concentração de urânio.



b) Não é correto, pois a meia vida do urânio-234 é muito elevada (240.000 anos), ou seja, a desintegração radioativa de uma pequena amostra de urânio-234 demora muito tempo para provocar alguma diferença considerável.

$$m \xrightarrow{240.000 \text{ anos}} \frac{m}{2} \xrightarrow{240.000 \text{ anos}} \frac{m}{4} \xrightarrow{240.000 \text{ anos}} \frac{m}{8} \xrightarrow{240.000 \text{ anos}} \frac{m}{16} \xrightarrow{240.000 \text{ anos}} \dots$$

c) Quantidade em quilogramas de girassol (raízes e brotos) que precisarão ser retirados de cada tonelada de solo: 1.500 kg.

Justificativa:

$$\frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{10^{-3} \text{ g}}{10^3 \text{ g}} = \frac{1}{10^6} = 1 \text{ ppm}$$

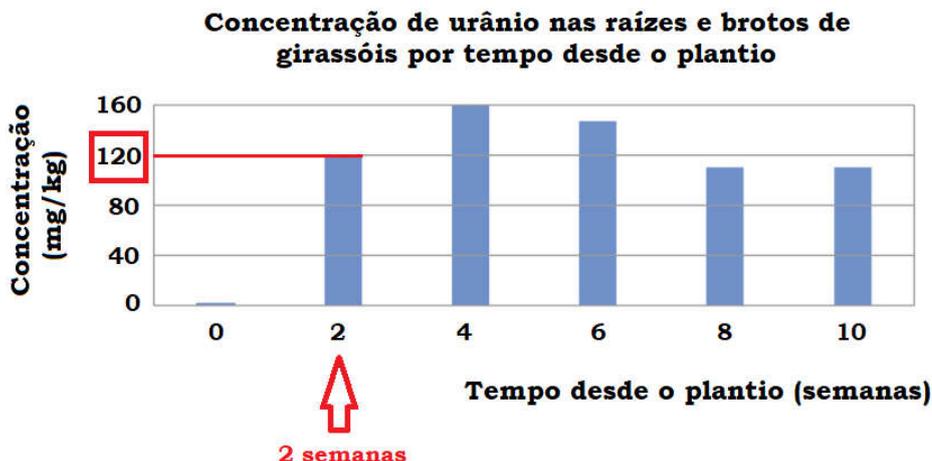
A concentração inicial de U no solo era de 240 ppm, dos quais 1 % correspondia ao ²³⁴U.

$$C_{^{234}\text{U}} \text{ (inicial)} = \frac{1}{100} \times 240 \text{ ppm} = 2,4 \text{ ppm}$$

$$C_{^{234}\text{U}} \text{ (final)} = 0,6 \text{ ppm}$$

$$\text{Variação} = 2,4 \text{ ppm} - 0,6 \text{ ppm} = 1,8 \text{ ppm}$$

Após duas semanas:



A concentração de U nas raízes e brotos de girassóis seria de 120 ppm, dos quais 1 % corresponderia ao ^{234}U .

$$C_{^{234}\text{U}} = \frac{1}{100} \times 120 \text{ ppm} = 1,2 \text{ ppm}$$

$$1,2 \text{ ppm} \text{ ————— } 1 \text{ t}$$

$$1,8 \text{ ppm} \text{ ————— } m$$

$$m = \frac{1,8 \text{ ppm} \times 1 \text{ t}}{1,2 \text{ ppm}} = 1,5 \text{ t}$$

$$m = 1.500 \text{ kg}$$

Questão 2. Recentemente, um estudo científico associou a detecção de fosfina (PH_3) na atmosfera em Vênus com uma possível existência de vida no planeta. Na Terra, a fosfina pode ser encontrada naturalmente em ambientes onde ocorre a degradação de matéria orgânica, como pântanos. Por ser mais densa que o ar, grande quantidade de fosfina se acumula sobre as superfícies de corpos d'água e áreas baixas, muitas vezes reagindo espontaneamente com oxigênio, formando ácido fosfórico (H_3PO_4).

a) Utilizando os menores coeficientes estequiométricos inteiros possíveis, escreva a equação balanceada para o processo de combustão descrito para a fosfina.

b) Os ambientes onde se encontram altas quantidades de fosfina são compatíveis com a vida de seres aeróbios ou anaeróbios? Justifique sua resposta com base na reatividade da fosfina.

c) Em ambientes como os pântanos, além da fosfina, também é produzido metano (CH_4). Com base na energia de ativação e na energia liberada na combustão de cada espécie, explique por que a combustão da fosfina é a primeira a ocorrer na natureza e por que ela é capaz de iniciar a combustão do metano.

Note e adote:

Energia de ativação da combustão: fosfina = 13 kJ/mol e metano = 105 kJ/mol.

ΔH de combustão: fosfina = -1154 kJ/mol e metano = -885 kJ/mol.

Resolução:

a) Equação balanceada, com os menores coeficientes estequiométricos inteiros possíveis, para o processo de combustão descrito para a fosfina: $1\text{PH}_3 + 2\text{O}_2 \longrightarrow 1\text{H}_3\text{PO}_4$.

b) Como a fosfina (PH_3) pode reagir com O_2 produzindo H_3PO_4 , conclui-se que o ambiente onde se encontram altas quantidades de fosfina são incompatíveis com elevadas concentrações de gás oxigênio, favorecendo a vida de seres anaeróbios.

c) Explicação:

$$E_{\text{at}}(\text{PH}_3) = 13 \text{ kJ/mol}$$

$$E_{\text{at}}(\text{CH}_4) = 105 \text{ kJ/mol}$$

$$\underbrace{13 \text{ kJ/mol}}_{E_{\text{at}}(\text{PH}_3)} < \underbrace{105 \text{ kJ/mol}}_{E_{\text{at}}(\text{CH}_4)}$$

A reação de combustão da fosfina ocorrerá mais rapidamente (primeiro), pois sua energia de ativação é menor do que a do metano.

$$\Delta H_{\text{combustão}}(\text{PH}_3) = -1154 \text{ kJ/mol} \Rightarrow 1154 \text{ kJ liberados por mol de fosfina na combustão}$$

$$\Delta H_{\text{combustão}}(\text{CH}_4) = -885 \text{ kJ/mol} \Rightarrow 885 \text{ kJ liberados por mol de metano na combustão}$$

$$1154 \text{ kJ liberados por mol de fosfina} > 885 \text{ kJ liberados por mol de metano}$$

A combustão da fosfina é capaz de iniciar a combustão do metano, pois a energia liberada na combustão da fosfina é suficientemente elevada para que a energia de ativação da reação de combustão do metano seja atingida.

Questão 3. O gás N_2 é relevante para diversos processos tecnológicos e industriais por ser considerado um gás inerte e, portanto, ser utilizado para evitar contato do processo com espécies reativas presentes na atmosfera. Uma das características que faz o N_2 ser inerte é a força de ligação entre átomos de N.

O N_2 utilizado comercialmente costuma ser obtido por separação do ar atmosférico, composto majoritariamente por N_2 , O_2 , CO_2 , Hélio e Argônio.

a) No preparo de uma amostra de N_2 para uso industrial, quatro misturas de gases foram obtidas, conforme apresentado na tabela. Qual ou quais dessas misturas seria(m) adequada(s) para processos que não podem ser realizados na presença de gases oxidantes?

Mistura 1	Mistura 2	Mistura 3	Mistura 4
N_2 , O_2 , Argônio	N_2 , CO_2 , Hélio	N_2 , Hélio, Argônio	N_2 , O_2 , CO_2

b) Desenhe as estruturas de Lewis para N_2 e O_2 e explique, com base nessas estruturas, por que a ligação entre os átomos de N no N_2 é mais forte do que a ligação entre átomos de O no O_2 .

Uma forma de obter um fluxo de nitrogênio gasoso de grande pureza é por meio da evaporação do nitrogênio líquido armazenado no interior de um botijão criogênico. Considere que um botijão como esse foi preenchido com 70 L de nitrogênio líquido que, quando evaporado, pode ser retirado como nitrogênio gasoso do cilindro.

c) Calcule, em L, o volume de nitrogênio gasoso que pode ser coletado à temperatura de 30 °C e pressão ambiente de 1 atm, a partir desse botijão. Considere que todo líquido pode ser aproveitado e que não houve perdas.

Note e adote:

Densidade do nitrogênio líquido: 0,8 g/mL

Volume molar de gás ideal a 1 atm e 30 °C: 25 L

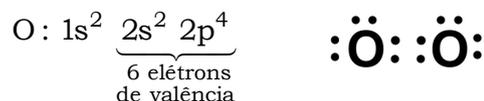
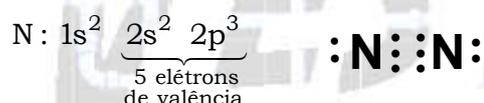
Massa molar (g/mol): $N_2 = 28$

Distribuição eletrônica N: $1s^2, 2s^2, 2p^3$; O: $1s^2, 2s^2, 2p^4$

Resolução:

a) As misturas 2 e 3 seriam adequadas para processos que não poderiam ser realizados na presença de gases oxidantes, pois não contêm gás oxigênio (O_2).

b) Observação teórica: de acordo com o Gold Book da IUPAC, a estrutura molecular na qual os elétrons de valência são mostrados por pontos (colocados entre os átomos ligados ou não) de forma que pares de pontos representem ligações covalentes é conhecida como estrutura de Lewis. Entretanto, alguns autores também utilizam traços para representar as ligações entre os átomos e pontos para os elétrons não ligados.



A ligação entre os átomos de N no N_2 é mais forte do que a ligação entre átomos de O no O_2 , pois na molécula de N_2 (ligação tripla) existe um compartilhamento de elétrons a mais do que na molécula de O_2 (ligação dupla).

c) Considerando um botijão que foi preenchido com 70 L de nitrogênio líquido, vem:

$$d_{N_2} (\text{líquido}) = 0,8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 800 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$1 \text{ L} \text{ ————— } 800 \text{ g de } N_2$$

$$70 \text{ L} \text{ ————— } m_{N_2}$$

$$m_{N_2} = \frac{70 \text{ L} \times 800 \text{ g}}{1 \text{ L}} = 56.000 \text{ g}$$

$$\left. \begin{array}{l} m_{N_2} = 56.000 \text{ g} \\ M_{N_2} = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array} \right\} n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{56.000 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2.000 \text{ mol}$$

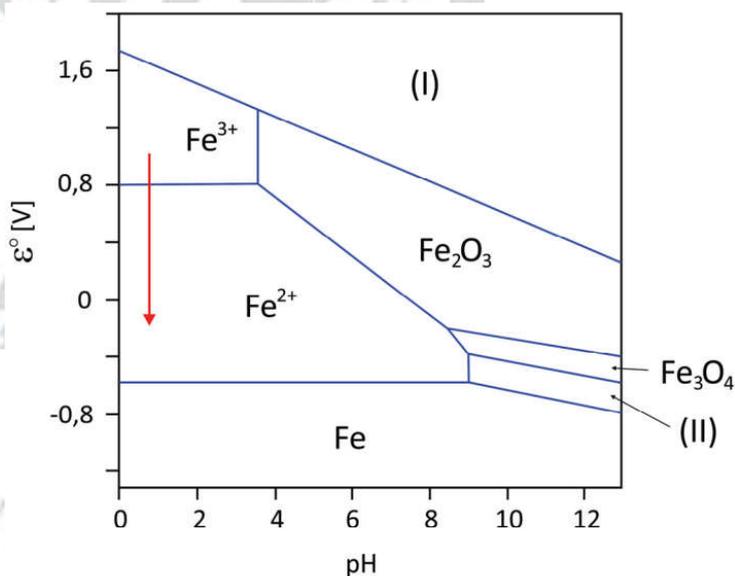
$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 25 \text{ L de } N_2$$

$$2.000 \text{ mol} \text{ ————— } V_{N_2}$$

$$V_{N_2} = \frac{2.000 \text{ mol} \times 25 \text{ L}}{1 \text{ mol}}$$

$$V_{N_2} = 50.000 \text{ L} = 5,0 \times 10^4 \text{ L}$$

Questão 4. O diagrama ao lado representa algumas espécies que podem ser formadas quando o Fe metálico é exposto a diferentes condições de pH e potencial de redução medidos contra o eletrodo padrão de hidrogênio. As regiões relativas às espécies $\text{Fe}(\text{OH})_2$ e FeO_4^{2-} estão associadas às regiões marcadas como (I) e (II) no diagrama, não necessariamente nessa ordem.



a) Para evitar a corrosão de um objeto de ferro metálico, este foi submetido a pH e potencial adequados, formando uma camada de Fe_3O_4 na superfície. Explique como essa camada previne a corrosão do interior do objeto.

b) Escreva a semirreação de redução associada ao processo representado pela seta, indicando o valor de potencial a partir do qual a reação acontece.

c) Associe, corretamente, na tabela da folha de resposta, cada uma das regiões (I) e (II) com as espécies $\text{Fe}(\text{OH})_2$ e FeO_4^{2-} . Justifique a associação feita com base nos potenciais de redução apresentados no diagrama.

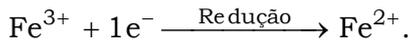
Tabela da folha de resposta:

Espécie	Fe(OH) ₂	FeO ₄ ²⁻
Região		

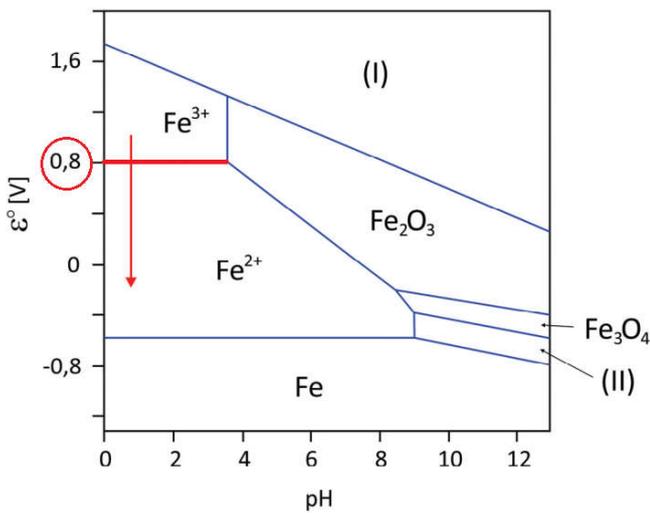
Resolução:

a) A camada passivadora (protetora) formada por Fe₃O₄ impede o contato do objeto de ferro metálico com a atmosfera, prevenindo sua corrosão.

b) Semirreação de redução associada ao processo representado pela seta:

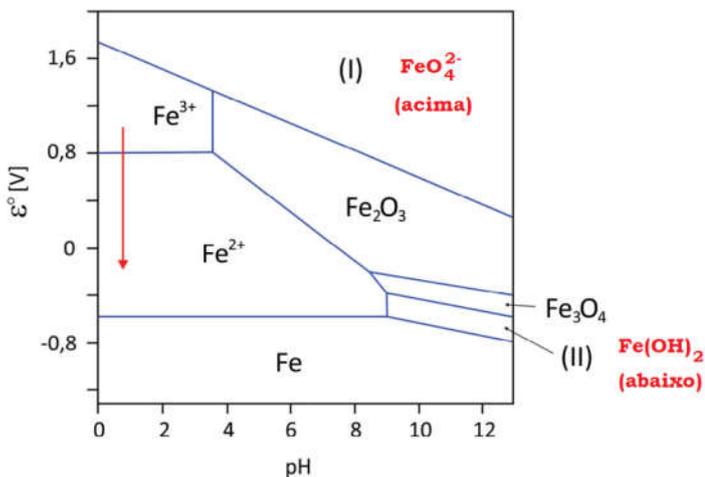


Valor de potencial a partir do qual a reação acontece obtido a partir do diagrama: + 0,8 V.



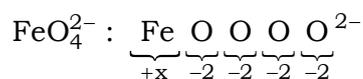
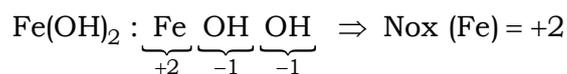
c) Tabela:

Espécie	Fe(OH) ₂	FeO ₄ ²⁻
Região	II	I



Quanto maior o Nox do ferro, maior seu potencial de redução.

De acordo com o diagrama fornecido no enunciado da questão, a região I apresenta o maior potencial de redução (está localizada mais acima na figura) e a região II é aquela que apresenta o menor potencial de redução (está localizada mais abaixo na figura).

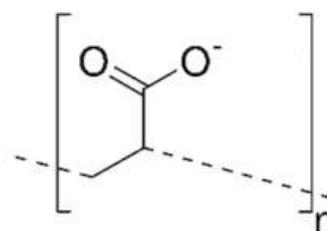


$$+x - 2 - 2 - 2 - 2 = -2$$

$$x = +6 \Rightarrow \text{Nox (Fe)} = +6$$

$$\underbrace{+6}_{\text{Nox (Fe)}} \left(\text{Região I; FeO}_4^{2-} \right) > \underbrace{+2}_{\text{Nox (Fe)}} \left(\text{Região II; Fe(OH)}_2 \right)$$

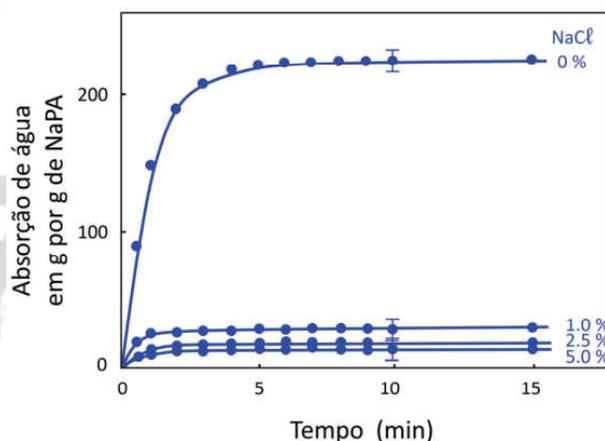
Questão 5. Os polímeros superabsorventes são compostos com alta capacidade de absorver água. Um desses polímeros é o poliácrlato de sódio (NaPA), mostrado na figura. O NaPA é formado a partir da polimerização de seu precursor, um ácido orgânico, seguida da neutralização dos grupos ácidos com hidróxido de sódio.



Estrutura do polímero aniônico poliácrlato

a) Desenhe o monômero precursor do poliácrlato de sódio, na forma ácida.

O gráfico ao lado mostra a capacidade de absorção de água pelo NaPA para diferentes quantidades de sal (0; 1,0; 2,5; e 5,0 %). No caso desse experimento, foi usado o cloreto de sódio, mas o mesmo resultado é observado para outros sais.

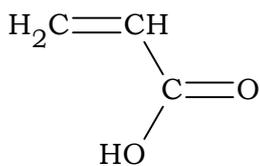


b) O NaPA é bastante utilizado como absorvedor em fraldas descartáveis. Nesse caso, a absorção da urina pela fralda será mais ou menos eficiente do que a da água destilada? Explique.

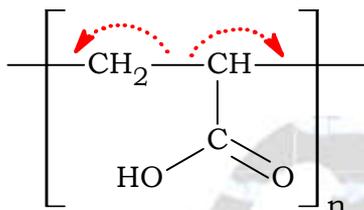
c) Indique qual o tipo de interação mais forte que ocorre entre a água e o polímero e explique o efeito da quantidade de sal na absorção de água, representado no gráfico.

Resolução:

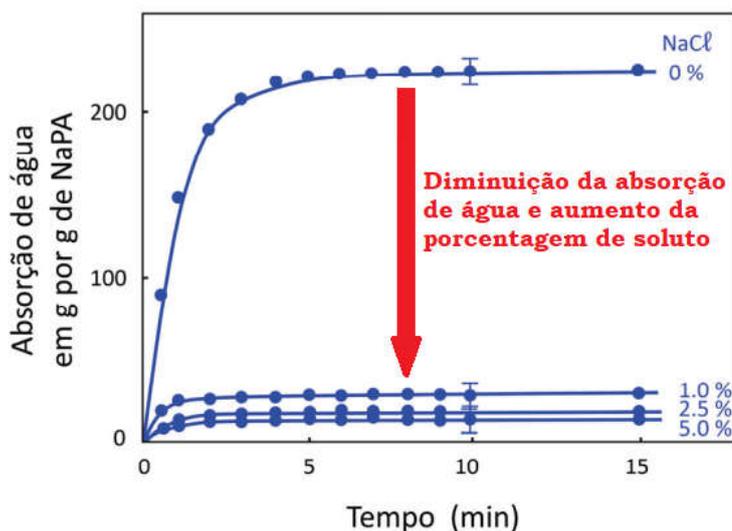
a) Monômero precursor do poliácido acrílico, na forma ácida:



Observação:

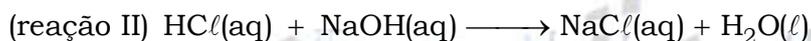


b) A absorção da urina pela fralda será menos eficiente do que a da água destilada, pois observando o gráfico verifica-se que quanto maior a concentração de sais ou partículas, menor será a absorção do solvente pelo NaPA, ou seja, os sais dissolvidos na urina dificultam a migração do solvente.



c) Tipo de interação mais forte que ocorre entre a água e o polímero: íon-dipolo ou dipolo-íon. Efeito da quantidade de sal na absorção de água representado no gráfico: quanto maior a quantidade de sal, maior o número de íons em solução ou maior a concentração e, conseqüentemente, menor a migração do solvente (água) para o polímero (osmose).

Questão 6. O teor de carbonato de cálcio (CaCO_3), usado como abrasivo em cremes dentais, pode ser determinado por meio da chamada retrotitulação. Nesse método, adiciona-se excesso de HCl , resultando na completa dissolução do CaCO_3 (reação I); em seguida, titula-se o que sobrou de HCl com NaOH até a neutralização da solução (reação II). Sabendo-se a quantidade de NaOH , pode-se calcular o número de mols que sobrou de HCl . Pela diferença entre o que sobrou de HCl e o número de mols inicial de HCl , é possível determinar o teor de CO_3^{2-} na amostra.



Para estudar uma amostra, o seguinte procedimento foi realizado:

Etapa 1	Pesagem de 5,0 g de creme dental comercial.
Etapa 2	Adição de 20,0 mL de solução $2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de HCl , seguida por agitação e aquecimento até que a reação I se complete.
Etapa 3	Após a solução esfriar, adição de água à solução da etapa 2 até completar um volume final de 50,0 mL e agitação.
Etapa 4	Titulação do HCl presente na amostra com $\text{NaOH } 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ até a completa neutralização (reação II).
Etapa 5	Medida do volume de NaOH usado para titulação. Resultado: <u>Volume de NaOH usado = 30 mL.</u>

- a)** Cite a importância do aquecimento na etapa 2.
- b)** Alguns cremes dentais usam dióxido de silício (SiO_2) como abrasivo em vez de CaCO_3 . Para esses produtos, o mesmo procedimento de retrotitulação serviria para calcular o teor do abrasivo (SiO_2)? Justifique.
- c)** Calcule a porcentagem em massa (massa de CaCO_3 por massa de creme dental) de abrasivo na amostra estudada, conforme os valores dados no procedimento.

Note e adote:

Densidade do nitrogênio líquido: 0,8 g/mL

Volume molar de gás ideal a 1 atm e 30 °C : 25 L

Considere que não há qualquer outra espécie ácida ou básica no creme dental em quantidade suficiente para interferir no procedimento.

Massa molar (g/mol): $\text{CaCO}_3 = 100$.

SiO_2 é um óxido ácido.

Resolução:

a) Importância do aquecimento na etapa 2: diminuir a solubilidade do gás CO_2 na solução para que a reação I se complete.

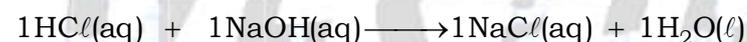
b) O mesmo procedimento de retrotitulação não serviria para calcular o teor abrasivo (SiO_2), pois este óxido tem caráter ácido e o sal CaCO_3 tem caráter básico, ou seja, o SiO_2 não reagiria com o HCl , conforme a reação I indica para o CaCO_3 .

c) De acordo com o texto do enunciado, sabendo-se a quantidade de NaOH , pode-se calcular o número de mols que sobrou de HCl .

$$\left. \begin{array}{l} [\text{NaOH}] = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ V = 30 \text{ mL} = 0,03 \text{ L} \end{array} \right\} [\text{NaOH}] = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V}$$

$$0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{0,03 \text{ L}}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,03 \text{ L} = 0,015 \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} \quad \quad \quad 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} \quad \quad \quad 0,015 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,015 \text{ mol}$$

Pela diferença entre o que sobrou de HCl e o número de mols inicial de HCl , é possível determinar o teor de CO_3^{2-} na amostra.

$$\left. \begin{array}{l} [\text{HCl}] = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ V = 20 \text{ mL} = 0,02 \text{ L} \end{array} \right\} [\text{HCl}] = \frac{n_{\text{HCl}}(\text{inicial})}{V}$$

$$2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{n_{\text{HCl}}(\text{inicial})}{0,02 \text{ L}}$$

$$n_{\text{HCl}}(\text{inicial}) = 2,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,02 \text{ L} = 0,04 \text{ mol}$$

Cálculo da diferença :

$$\Delta n_{\text{HCl}} = 0,040 \text{ mol} - 0,015 \text{ mol} = 0,025 \text{ mol}$$

Então :



$$100 \text{ g} \text{ ———— } 2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} \text{ ———— } 0,025 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = \frac{100 \text{ g} \times 0,025 \text{ mol}}{2 \text{ mol}}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = 1,25 \text{ g}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} (\text{pesagem inicial}) = 5,0 \text{ g}$$

$$p_{\text{CaCO}_3} = p_{\text{CO}_3^{2-}}$$

$$p_{\text{CO}_3^{2-}} = \frac{1,25 \text{ g}}{5,0 \text{ g}} = 0,25$$

$$p_{\text{CO}_3^{2-}} = 25 \%$$

QUÍMICA

PARA O

VESTIBULAR