

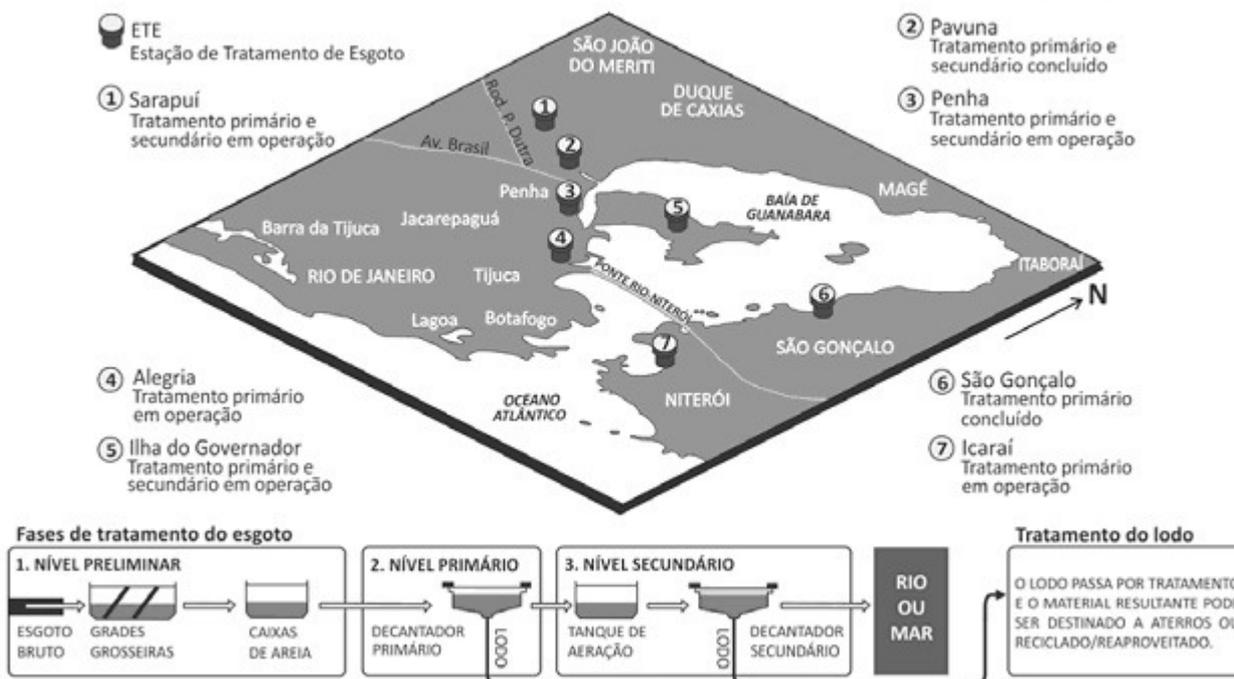
# FUVEST 2017 – Primeira fase e Segunda fase

## CONHECIMENTOS GERAIS

1. Leia o texto e observe a ilustração.

O Programa de Despoluição da Baía de Guanabara – PDBG – foi concebido para melhorar as condições sanitárias e ambientais da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Verifique a distribuição, a situação e as fases de operação das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) do PDBG.

### Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) – Esquema simplificado



Relatório do PDBG, 2016. O Estado de S. Paulo, Entenda o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara, 21/03/2012. Adaptados.

Considerando essas informações, é correto afirmar:

- A área mais atendida em relação à mitigação da poluição encontra-se no sudeste da Baía de Guanabara, pois possui maior número de estações que atuam em todos os níveis de tratamento de esgoto.
- O tratamento do esgoto objetiva a diminuição da poluição das águas, poluição essa causada pela introdução de substâncias artificiais ou pelo aumento da concentração de substâncias naturais no ambiente aquático existente.
- A Baía de Guanabara encontra-se ainda poluída, em razão de as ETEs existentes reciclarem apenas o lodo proveniente dos dejetos, sendo os materiais do nível primário despejados sem tratamento no mar.
- A elevada concentração de resíduos sólidos despejados na Baía de Guanabara, tais como plásticos, latas e óleos, acaba por provocar intensa eutrofização das águas, aumentando a taxa de oxigênio dissolvido na água.
- O tratamento de esgoto existente concentra-se na eliminação dos fungos lançados no mar, principalmente aqueles gerados pelos dejetos de origem industrial.

**Resolução:** Alternativa B.

O tratamento de esgoto é utilizado para diminuir a concentração de poluentes descartados nas águas que podem provocar a reprodução de microorganismos que retiram o gás oxigênio necessário ao ecossistema aquático.

2. Reatores nucleares não são exclusivamente criações humanas. No período pré-cambriano, funcionou na região de Oklo, África, durante centenas de milhares de anos, um reator nuclear natural, tendo como combustível um isótopo do urânio.

Para que tal reator nuclear natural pudesse funcionar, seria necessário que a razão entre a quantidade do isótopo fissil ( $^{235}\text{U}$ ) e a do urânio  $^{238}\text{U}$  fosse cerca de 3 %. Esse é o enriquecimento utilizado na maioria dos reatores nucleares, refrigerados a água, desenvolvidos pelo homem.

O  $^{235}\text{U}$  decai mais rapidamente que o  $^{238}\text{U}$ ; na Terra, atualmente, a fração do isótopo  $^{235}\text{U}$ , em relação ao  $^{238}\text{U}$ , é cerca de 0,7 %. Com base nessas informações e nos dados fornecidos, pode-se estimar que o reator natural tenha estado em operação há

- a)  $1,2 \times 10^7$  anos.
- b)  $1,6 \times 10^8$  anos.
- c)  $2,0 \times 10^9$  anos.
- d)  $2,4 \times 10^{10}$  anos.
- e)  $2,8 \times 10^{11}$  anos.

Note e adote:

$M(t) = M(0)10^{-\lambda t}$ ;  $M(t)$  é a massa de um isótopo radioativo no instante  $t$ .

$\lambda$  descreve a probabilidade de desintegração por unidade de tempo.

Para o  $^{238}\text{U}$ ,  $\lambda_{238} \approx 0,8 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$ .

Para o  $^{235}\text{U}$ ,  $\lambda_{235} \approx 4,0 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$ .

$\log_{10}(0,23) \approx -0,64$

**Resolução:** Alternativa C.

Aplicando a relação matemática fornecida no enunciado para o  $^{235}\text{U}$  e para o  $^{238}\text{U}$ , vem:

$$\begin{cases} M(^{235}\text{U}) = M(^{235}\text{U})_0 \times 10^{-(4,0 \times 10^{-10})t} \\ M(^{238}\text{U}) = M(^{238}\text{U})_0 \times 10^{-(0,8 \times 10^{-10})t} \end{cases}$$

Dividindo as duas equações :

$$\frac{M(^{235}\text{U})}{M(^{238}\text{U})} = \frac{M(^{235}\text{U})_0}{M(^{238}\text{U})_0} \times \frac{10^{-(4,0 \times 10^{-10})t}}{10^{-(0,8 \times 10^{-10})t}}$$

$\underbrace{\hspace{100px}}_{0,7\%}$ 
 $\underbrace{\hspace{100px}}_{3\%}$

$$0,007 = 0,03 \times 10^{-(3,2 \times 10^{-10})t}$$

$$\frac{0,007}{0,03} = 10^{-(3,2 \times 10^{-10})t} \Rightarrow 0,23 = 10^{-(3,2 \times 10^{-10})t}$$

Aplicando  $\log_{10}$ , teremos :

$$\log_{10} 0,23 = \log_{10} 10^{-(3,2 \times 10^{-10})t}$$

$$\log_{10} 0,23 = 0,64$$

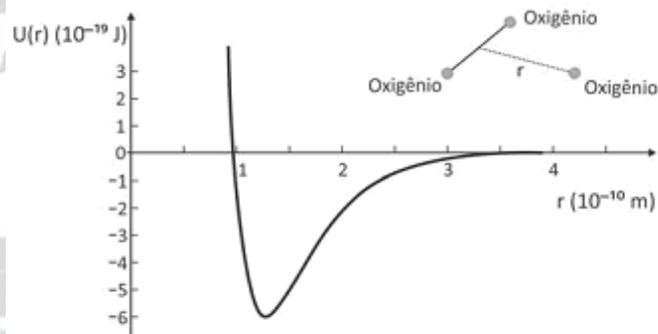
$$-0,64 = -(3,2 \times 10^{-10})t$$

$$t = 0,2 \times 10^{10} \text{ anos} = 2,0 \times 10^9 \text{ anos}$$

3. Na estratosfera, há um ciclo constante de criação e destruição do ozônio. A equação que representa a destruição do ozônio pela ação da luz ultravioleta solar (UV) é



O gráfico representa a energia potencial de ligação entre um dos átomos de oxigênio que constitui a molécula de  $\text{O}_3$  e os outros dois, como função da distância de separação  $r$ .



A frequência dos fótons da luz ultravioleta que corresponde à energia de quebra de uma ligação da molécula de ozônio para formar uma molécula de  $\text{O}_2$  e um átomo de oxigênio é, aproximadamente,

- a)  $1 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- b)  $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- c)  $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- d)  $4 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- e)  $5 \times 10^{15} \text{ Hz}$

Note e adote:

Note e adote:

$$E = hf$$

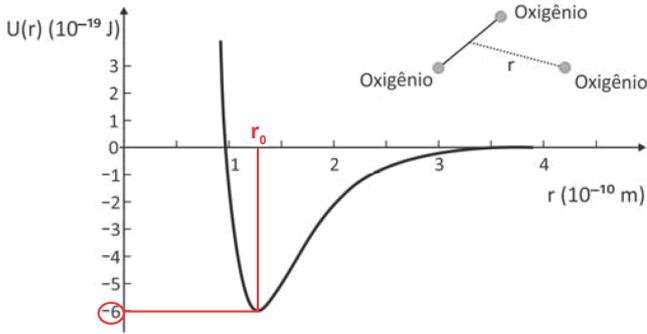
$E$  é a energia do fóton.

$f$  é a frequência da luz.

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

**Resolução:** Alternativa A.

A energia de ligação ou dissociação da molécula é igual ao módulo da energia potencial na separação de equilíbrio  $r_0$ :



$$E = |U|$$

$$h \times f = |U|$$

$$6 \times 10^{-34} \times f = 6 \times 10^{-19}$$

$$f = \frac{6 \times 10^{-19}}{6 \times 10^{-34}} = 1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

4. Dependendo do pH do solo, os nutrientes nele existentes podem sofrer transformações químicas que dificultam sua absorção pelas plantas. O quadro mostra algumas dessas transformações, em função do pH do solo.

Elementos presentes nos nutrientes	pH do solo							
	4	5	6	7	8	9	10	11
Fósforo	Formação de fosfatos de ferro e de alumínio, pouco solúveis em água			Formação de fosfatos de cálcio, pouco solúveis em água				
Magnésio							Formação de carbonatos pouco solúveis em água	
Nitrogênio	Redução dos íons nitrato a íons amônio							
Zinco					Formação de hidróxidos pouco solúveis em água			

Para que o solo possa fornecer todos os elementos citados na tabela, o seu pH deverá estar entre

- a) 4 e 6.
- b) 4 e 8.
- c) 6 e 7.
- d) 6 e 11.
- e) 8,5 e 11.

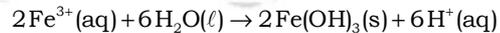
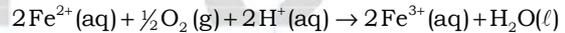
**Resolução:** Alternativa C.

Os nutrientes solúveis em água são absorvidos. Observe o intervalo no qual, compostos pouco solúveis não se formam, ou seja, haverá absorção de nutrientes:

Elementos presentes nos nutrientes	pH do solo							
	4	5	6	7	8	9	10	11
Fósforo	Formação de fosfatos de ferro e de alumínio, pouco solúveis em água			Formação de fosfatos de cálcio, pouco solúveis em água				
Magnésio							Formação de carbonatos pouco solúveis em água	
Nitrogênio	Redução dos íons nitrato a íons amônio							
Zinco					Formação de hidróxidos pouco solúveis em água			

5. Em ambientes naturais e na presença de água e gás oxigênio, a pirita, um mineral composto principalmente por dissulfeto de ferro ( $\text{FeS}_2$ ), sofre processos de intemperismo, o que envolve transformações químicas que acontecem ao longo do tempo.

Um desses processos pode ser descrito pelas transformações sucessivas, representadas pelas seguintes equações químicas:

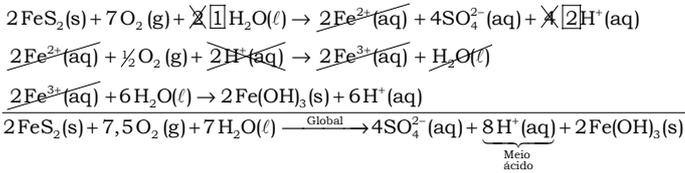


Considerando a equação química que representa a transformação global desse processo, as lacunas da frase “No intemperismo sofrido pela pirita, a razão entre as quantidades de matéria do  $\text{FeS}_2$  (s) e do  $\text{O}_2$  (g) é \_\_\_\_\_, e, durante o processo, o pH do solo \_\_\_\_\_” podem ser corretamente preenchidas por

- a) 1/4; diminui.
- b) 1/4; não se altera.
- c) 2/15; aumenta.
- d) 4/15; diminui.
- e) 4/15; não se altera.

**Resolução:** Alternativa D.

A partir da soma equações fornecidas, teremos:



Razão entre as quantidades de matéria (número de mols) do  $\text{FeS}_2(\text{s})$  e do  $\text{O}_2(\text{g})$ :

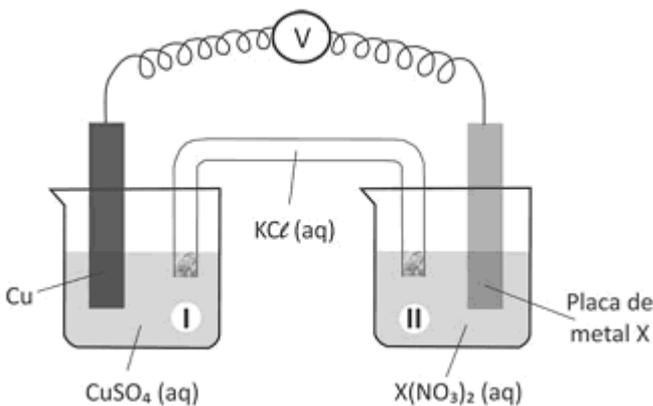
$$\text{razão} = \frac{2}{7,5} = \frac{4}{15}$$

Para o meio ácido o valor do pH diminui.

6. Um estudante realizou um experimento para avaliar a reatividade dos metais Pb, Zn e Fe. Para isso, mergulhou, em separado, uma pequena placa de cada um desses metais em cada uma das soluções aquosas dos nitratos de chumbo, de zinco e de ferro. Com suas observações, elaborou a seguinte tabela, em que (sim) significa formação de sólido sobre a placa e (não) significa nenhuma evidência dessa formação:

Solução	Metal		
	Pb	Zn	Fe
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$	(não)	(sim)	(sim)
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$	(não)	(não)	(não)
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$	(não)	(sim)	(não)

A seguir, montou três diferentes pilhas galvânicas, conforme esquematizado.



Nessas três montagens, o conteúdo do béquer I era uma solução aquosa de  $\text{CuSO}_4$  de mesma concentração, e essa solução era renovada na construção de cada pilha. O eletrodo onde ocorria a redução (ganho de elétrons) era o formado pela placa de cobre mergulhada em  $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ . Em cada uma das três pilhas, o estudante utilizou, no

béquer II, uma placa de um dos metais X (Pb, Zn ou Fe), mergulhada na solução aquosa de seu respectivo nitrato.

O estudante mediu a força eletromotriz das pilhas, obtendo os valores: 0,44 V; 0,75 V e 1,07 V.

A atribuição correta desses valores de força eletromotriz a cada uma das pilhas, de acordo com a reatividade dos metais testados, deve ser

	Metal X		
	Pb	Zn	Fe
a)	0,44	1,07	0,75
b)	0,44	0,75	1,07
c)	0,75	0,44	1,07
d)	0,75	1,07	0,44
e)	1,07	0,44	0,75

**Resolução:** Alternativa A.

Como (sim) significa formação de sólido sobre a placa e (não) significa nenhuma evidência dessa formação, devemos procurar o sim, ou seja, as possíveis reações com formação de um sólido, isto significa que cátion metálico reduziu e provocou a formação de um depósito sólido. Isto ocorre na primeira e na terceira linha da tabela.

Solução	Metal		
	Pb	Zn	Fe
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$	(não)	(sim)	(sim)
$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$	(não)	(sim)	(não)

Conclusão:

$$E_{\text{red}}^0(\text{Pb}^{2+}) > E_{\text{red}}^0(\text{Zn}^{2+}) \text{ e } E_{\text{red}}^0(\text{Fe}^{2+}) \text{ (primeira linha)}$$

$$E_{\text{red}}^0(\text{Fe}^{2+}) > E_{\text{red}}^0(\text{Zn}^{2+}) \text{ (terceira linha)}$$

$$\text{Conclusão: } E_{\text{red}}^0(\text{Pb}^{2+}) > E_{\text{red}}^0(\text{Fe}^{2+}) > E_{\text{red}}^0(\text{Zn}^{2+}).$$

Em relação ao eletrodo de cobre, quanto menor a força eletromotriz, maior o potencial de redução do cátion presente na solução.

$$\text{F.e.m} = E_{\text{Redução (cobre)}} - E_{\text{Redução (cátion metal)}}$$

Conclusão:

$$\underbrace{\text{F.e.m}(\text{Cu} - \text{Pb})}_{0,44 \text{ V}} < \underbrace{\text{F.e.m}(\text{Cu} - \text{Fe})}_{0,75 \text{ V}} < \underbrace{\text{F.e.m}(\text{Cu} - \text{Zn})}_{1,07 \text{ V}}$$

7. Em uma aula experimental, dois grupos de alunos (G1 e G2) utilizaram dois procedimentos diferentes para estudar a velocidade da reação de carbonato de cálcio com excesso de ácido clorídrico. As condições de temperatura e pressão eram as mesmas nos dois procedimentos e, em cada um deles, os estudantes empregaram a mesma massa inicial de carbonato de cálcio e o mesmo volume de solução de ácido clorídrico de mesma concentração.

O grupo G1 acompanhou a transformação ao longo do tempo, realizada em um sistema aberto, determinando a variação de massa desse sistema (**Figura 1 e Tabela**).

O grupo G2 acompanhou essa reação ao longo do tempo, porém determinando o volume de dióxido de carbono recolhido (**Figura 2**).

Figura 1



Figura 2

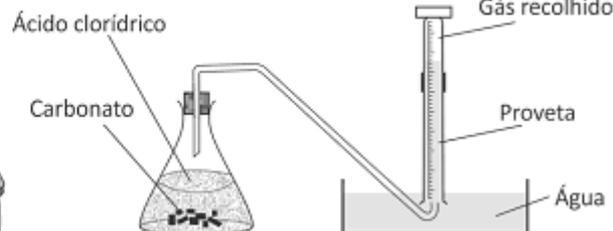


Tabela: dados obtidos pelo grupo G1.

Tempo decorrido (segundos)	0	60	180	240
Massa do sistema* (g)	110,00	109,38	109,12	108,90

\* Sistema: formado pelo carbonato, solução do ácido e recipiente.

Comparando os dois experimentos, os volumes aproximados de CO<sub>2</sub>, em litros, recolhidos pelo grupo G2 após 60, 180 e 240 segundos devem ter sido, respectivamente,

- a) 0,14; 0,20 e 0,25
- b) 0,14; 0,34 e 0,60
- c) 0,34; 0,48 e 0,60
- d) 0,34; 0,48 e 0,88
- e) 0,62; 0,88 e 1,10

Note e adote:

massa molar do CO<sub>2</sub>: 44 g/mol;  
 volume molar do CO<sub>2</sub>: 24 L/mol;  
 desconsidere a solubilidade do CO<sub>2</sub> em água.

**Resolução:** Alternativa C.

Adicionando-se ácido clorídrico, em solução aquosa, a carbonato de cálcio, teremos a seguinte reação:  $HCl(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) + CaCl_2(aq)$ .

A diferença de massa entre a massa inicial e a massa restante após cada intervalo de tempo corresponderá à massa do gás eliminado no processo (CO<sub>2</sub>(g)).

Então:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol CO}_2 \text{ — } V_{\text{molar (CO}_2\text{)}} \\ n_{\text{CO}_2} \text{ — } V_{\text{CO}_2} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ mol CO}_2 \text{ — } 24 \text{ L} \\ n_{\text{CO}_2} \text{ — } V_{\text{CO}_2} \end{array} \right.$$

$$V_{\text{CO}_2} = 24 \times n_{\text{CO}_2} = 24 \times \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = 24 \times \frac{m_{\text{CO}_2}}{44}$$

Tempo decorrido (segundos)	0 - 60	60 - 180	180 - 240
Diferença de massa (grama) (m <sub>inicial</sub> - m <sub>tempo transcorrido</sub> )	110,0 - 109,38 = 0,62 g de CO <sub>2</sub>	110,0 - 109,12 = 0,88 g de CO <sub>2</sub>	110,0 - 108,90 = 1,10 g de CO <sub>2</sub>
	$V_{\text{CO}_2} = 24 \times \frac{0,62}{44} = 0,34 \text{ L}$	$V_{\text{CO}_2} = 24 \times \frac{0,88}{44} = 0,48 \text{ L}$	$V_{\text{CO}_2} = 24 \times \frac{1,10}{44} = 0,60 \text{ L}$

8. Nas mesmas condições de pressão e temperatura, 50 L de gás propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) e 250 L de ar foram colocados em um reator, ao qual foi fornecida energia apenas suficiente para iniciar a reação de combustão. Após algum tempo, não mais se observou a liberação de calor, o que indicou que a reação havia-se encerrado. Com base nessas observações experimentais, três afirmações foram feitas:

I. Se tivesse ocorrido apenas combustão incompleta, restaria propano no reator.

II. Para que todo o propano reagisse, considerando a combustão completa, seriam necessários, no mínimo, 750 L de ar.

III. É provável que, nessa combustão, tenha se formado fuligem.

Está correto apenas o que se afirma em

- a) I.
- b) III.
- c) I e II.
- d) I e III.
- e) II e III.

Note e adote:  
Composição aproximada do ar em volume: 80% de N<sub>2</sub> e 20% de O<sub>2</sub>.

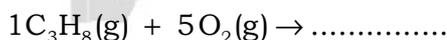
**Resolução:** Alternativa D.

I. Correto.

Combustão do propano:

$$250 \text{ L de ar} \text{ ————— } 100 \% \\ V_{\text{O}_2} \text{ ————— } 20 \%$$

$$V_{\text{O}_2} = 50 \text{ L}$$



1 volume — 5 volume

10 L — 50 L

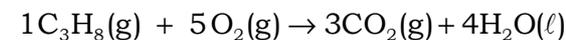
$$V_{\text{propano colocado}} = 50 \text{ L}$$

$$V_{\text{propano utilizado}} = 10 \text{ L}$$

50L - 10L = 40L de C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> res tan tes

Conclusão: combustão incompleta.

II. Incorreto.



1 volume — 5 volumes

50 L — 250 L

$$V_{\text{propano colocado}} = 50 \text{ L}$$

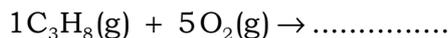
$$V_{\text{propano utilizado}} = 50 \text{ L}$$

$$V_{\text{ar}} \text{ ————— } 100 \%$$

$$250 \text{ L} \text{ ————— } 20 \% \text{ (oxigênio)}$$

$$V_{\text{ar}} = 1.250 \text{ L}$$

III. Correto.



1 volume — 5 volume

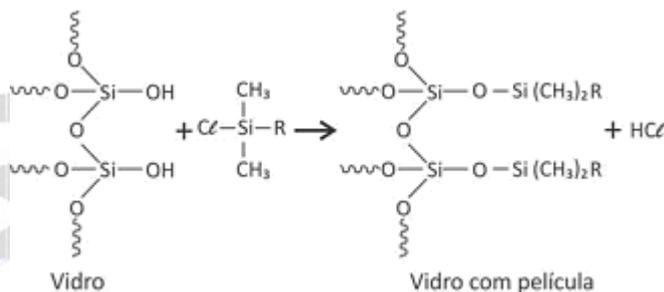
$$\underbrace{50 \text{ L}}_{\text{Excesso}} \text{ — } 250 \text{ L} \times 0,20$$

$$50 \text{ L} \times 5 \text{ volume} > 250 \text{ L} \times 0,20 \times 1 \text{ volume}$$

Conclusão : o propano está em excesso.

Devido ao excesso de gás propano no sistema e à combustão incompleta, é provável que, nessa combustão, tenha se formado fuligem.

9. Para aumentar o grau de conforto do motorista e contribuir para a segurança em dias chuvosos, alguns materiais podem ser aplicados no para-brisa do veículo, formando uma película que repele a água. Nesse tratamento, ocorre uma transformação na superfície do vidro, a qual pode ser representada pela seguinte equação química não balanceada:



Das alternativas apresentadas, a que representa o melhor material a ser aplicado ao vidro, de forma a evitar o acúmulo de água, é:

- a) Cl Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OH
- b) Cl Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>O(CHOH)CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>
- c) Cl Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>O(CHOH)<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>
- d) Cl Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>H
- e) Cl Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>10</sub>CH<sub>3</sub>

Note e adote:  
R = grupo de átomos ligado ao átomo de silício.

**Resolução:** Alternativa E.

Cl Si(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>OR

O melhor material a ser aplicado ao vidro deverá “repelir” a água, ou seja, R deverá ser predominantemente apolar.

Conclusão: R =  $\underbrace{\text{OCH}_2(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3}_{\text{Predominantemente APOLAR}}$ .

10. Sob certas condições, tanto o gás flúor quanto o gás cloro podem reagir com hidrogênio gasoso, formando, respectivamente, os haletos de hidrogênio HF e HCl, gasosos. Pode-se estimar a variação de entalpia (ΔH) de cada uma dessas reações, utilizando-se dados de energia de ligação. A tabela apresenta os valores de energia de ligação dos reagentes e produtos dessas reações a 25 °C e 1 atm.

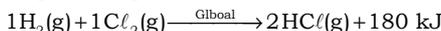
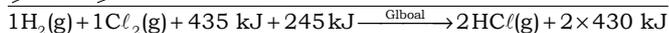
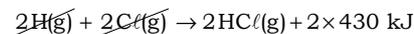
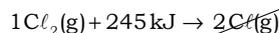
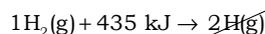
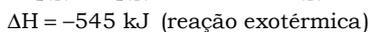
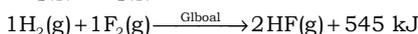
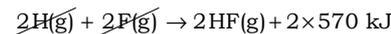
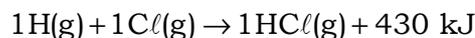
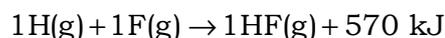
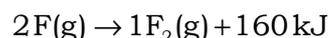
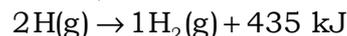
Molécula	H <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>	HF	HCl
Energia de ligação (kJ/mol)	435	160	245	570	430

Com base nesses dados, um estudante calculou a variação de entalpia (ΔH) de cada uma das reações e concluiu, corretamente, que, nas condições empregadas,

- a) a formação de HF (g) é a reação que libera mais energia.
- b) ambas as reações são endotérmicas.
- c) apenas a formação de HCl (g) é endotérmica.
- d) ambas as reações têm o mesmo valor de ΔH.
- e) apenas a formação de HCl (g) é exotérmica.

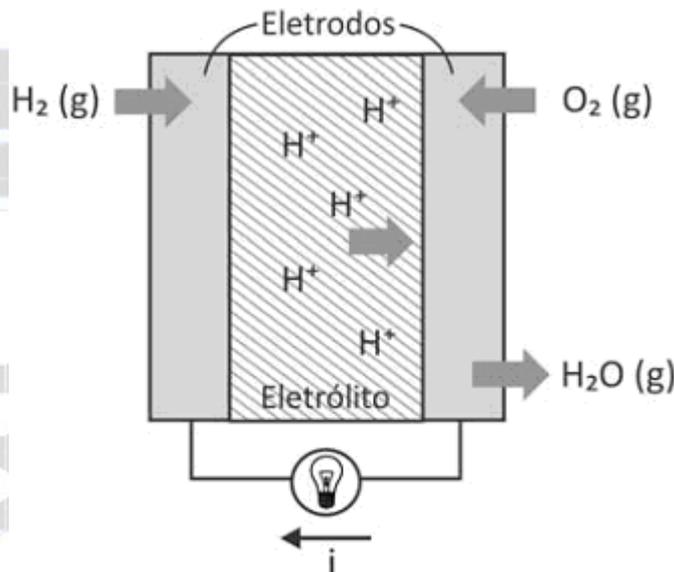
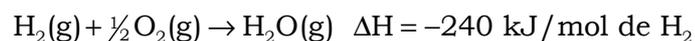
**Resolução:** Alternativa A.

Equacionando-se as reações a partir da tabela, vem:



Conclusão: a formação de HF libera mais energia do que a formação de HCl.

11. Células a combustível são opções viáveis para gerar energia elétrica para motores e outros dispositivos. O esquema representa uma dessas células e as transformações que nela ocorrem.



A corrente elétrica (i), em ampère (coulomb por segundo), gerada por uma célula a combustível que opera por 10 minutos e libera 4,80 kJ de energia durante esse período de tempo, é

- a) 3,32.
- b) 6,43.
- c) 12,9.
- d) 386.
- e) 772.

Note e adote:

Carga de um mol de elétrons = 96.500 C.

**Resolução:** Alternativa B.

A partir da equação fornecida, vem:



1 mol H<sub>2</sub> ——— 240 kJ liberados

n<sub>H<sub>2</sub></sub> ——— 4,80 kJ liberados

$$n_{\text{H}_2} = 0,02 \text{ mol}$$



1 mol ————— 2×96.500 C

0,02 mol ————— Q

$$Q = 0,02 \times 2 \times 96.500 \text{ C}$$

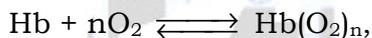
$$t = 10 \text{ min} = 10 \times 60 \text{ s}$$

$$Q = i \times t$$

$$0,02 \times 2 \times 96.500 = i \times 10 \times 60$$

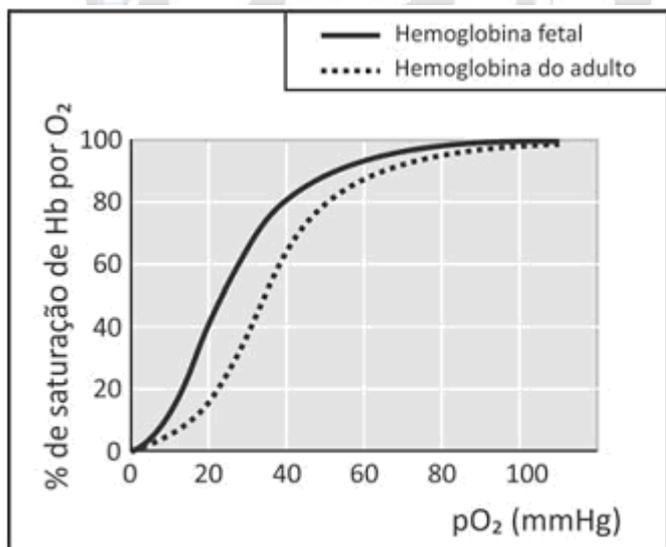
$$i \approx 6,43 \text{ A}$$

**12.** A hemoglobina (Hb) é a proteína responsável pelo transporte de oxigênio. Nesse processo, a hemoglobina se transforma em oxi-hemoglobina (Hb(O<sub>2</sub>)<sub>n</sub>). Nos fetos, há um tipo de hemoglobina diferente da do adulto, chamada de hemoglobina fetal. O transporte de oxigênio pode ser representado pelo seguinte equilíbrio:



em que Hb representa tanto a hemoglobina do adulto quanto a hemoglobina fetal.

A figura mostra a porcentagem de saturação de Hb por O<sub>2</sub> em função da pressão parcial de oxigênio no sangue humano, em determinado pH e em determinada temperatura.



A porcentagem de saturação pode ser entendida como:

$$\% \text{ de saturação} = \frac{[\text{Hb}(\text{O}_2)_n]}{[\text{Hb}(\text{O}_2)_n] + [\text{Hb}]} \times 100$$

Com base nessas informações, um estudante fez as seguintes afirmações:

I. Para uma pressão parcial de O<sub>2</sub> de 30 mmHg, a hemoglobina fetal transporta mais oxigênio do que a hemoglobina do adulto.

II. Considerando o equilíbrio de transporte de oxigênio, no caso de um adulto viajar do litoral para um local de grande altitude, a concentração de Hb em seu sangue deverá aumentar, após certo tempo, para que a concentração de Hb(O<sub>2</sub>)<sub>n</sub> seja mantida.

III. Nos adultos, a concentração de hemoglobina associada a oxigênio é menor no pulmão do que nos tecidos.

É correto apenas o que o estudante afirmou em

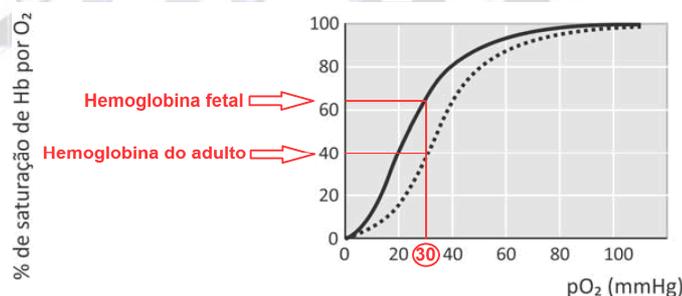
- a) I.
- b) II.
- c) I e II.
- d) I e III.
- e) II e III.

Note e adote:

$$p\text{O}_2 \text{ (pulmão)} > p\text{O}_2 \text{ (tecidos).}$$

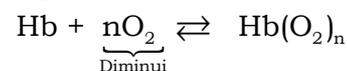
**Resolução:** Alternativa C.

I. Correto.



II. Correto.

Num local de menor altitude a concentração de O<sub>2</sub> diminui:



O equilíbrio desloca para a esquerda.

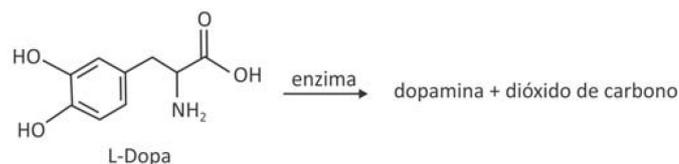
Para que isto não ocorra, a concentração de Hb em seu sangue deverá aumentar.

III. Incorreta.

Dado:  $pO_2$  (pulmão) >  $pO_2$  (tecidos).

Nos adultos, a concentração de hemoglobina associada a oxigênio é maior no pulmão do que nos tecidos, pois quanto maior a concentração, maior a pressão parcial do gás oxigênio.

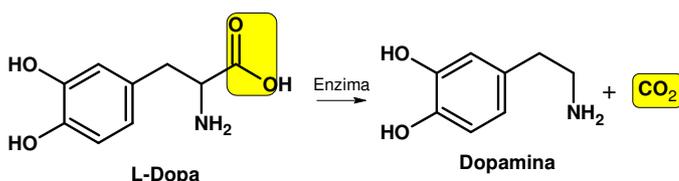
13. A dopamina é um neurotransmissor importante em processos cerebrais. Uma das etapas de sua produção no organismo humano é a descarboxilação enzimática da L-Dopa, como esquematizado:



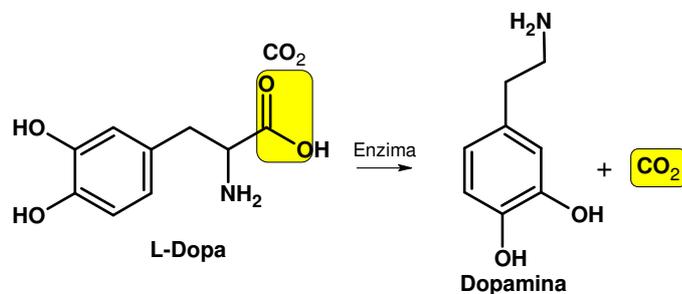
Sendo assim, a fórmula estrutural da dopamina é:

a)		d)	
b)		e)	
c)			

**Resolução:** Alternativa E.



Ou



14. No preparo de certas massas culinárias, como pães, é comum adicionar-se um fermento que, dependendo da receita, pode ser o químico, composto principalmente por hidrogenocarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ), ou o fermento biológico, formado por leveduras. Os fermentos adicionados, sob certas condições, são responsáveis pela produção de dióxido de carbono, o que auxilia a massa a crescer.

Para explicar a produção de dióxido de carbono, as seguintes afirmações foram feitas.

I. Tanto o fermento químico quanto o biológico reagem com os carboidratos presentes na massa culinária, sendo o dióxido de carbono um dos produtos dessa reação.

II. O hidrogenocarbonato de sódio, presente no fermento químico, pode se decompor com o aquecimento, ocorrendo a formação de carbonato de sódio ( $Na_2CO_3$ ), água e dióxido de carbono.

III. As leveduras, que formam o fermento biológico, metabolizam os carboidratos presentes na massa culinária, produzindo, entre outras substâncias, o dióxido de carbono.

IV. Para que ambos os fermentos produzam dióxido de carbono, é necessário que a massa culinária seja aquecida a temperaturas altas (cerca de  $200\text{ }^\circ\text{C}$ ), alcançadas nos fornos domésticos e industriais.

Dessas afirmações, as que explicam corretamente a produção de dióxido de carbono pela adição de fermento à massa culinária são, apenas,

- a) I e II.
- b) II e III.
- c) III e IV.
- d) I, II e IV.
- e) I, III e IV.

**Resolução:** Alternativa B.

I. Incorreta.

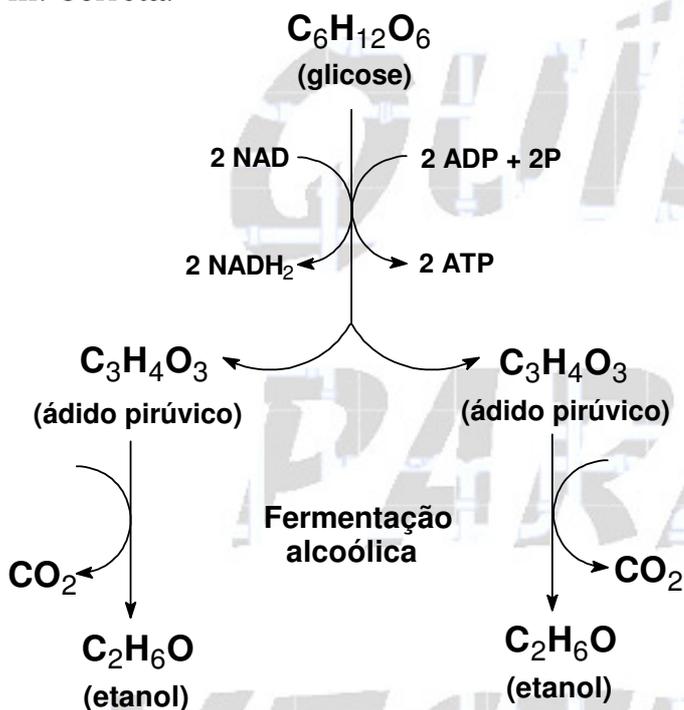
O hidrogenocarbonato de sódio, presente no fermento químico se decompõe formando carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), água e dióxido de carbono. Já o fermento biológico reage com os carboidratos presentes nas massas e o gás carbônico é liberado no processo de fermentação.

II. Correta.

O hidrogenocarbonato de sódio, presente no fermento químico, pode se decompor com o aquecimento:



III. Correta.



IV. Incorreta.

A massa com fermento biológico (leveduras) deverá “crescer” fora do forno, ou seja, não há a necessidade de temperaturas elevadas.

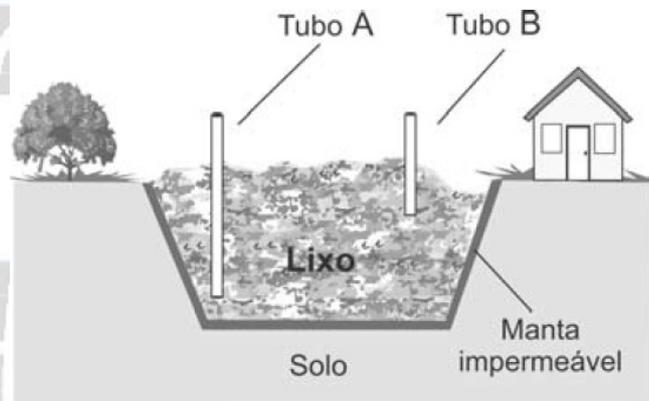
Segundo dia

**Questão 3.** O biogás, produzido por digestão anaeróbia de resíduos orgânicos, contém principalmente metano e dióxido de carbono, além de outros gases em pequenas quantidades, como é o caso do sulfeto de hidrogênio.

Para que o biogás seja utilizado como combustível, é necessário purificá-lo, aumentando o teor de metano e eliminando os demais componentes, que diminuem o seu poder calorífico e causam danos às tubulações.

Considere uma amostra de biogás cuja composição, em massa, seja 64,0 % de metano (CH<sub>4</sub>), 32,0 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e 4,0 % de sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S).

- a) Calcule a energia liberada na combustão de um quilograma dessa amostra de biogás.
- b) Calcule o ganho de energia, por quilograma, se for utilizado biogás totalmente isento de impurezas, em lugar da amostra que contém os outros gases.
- c) Além de aumentar o poder calorífico, a purificação do biogás representa uma diminuição do dano ambiental provocado pela combustão. Explique por quê.
- d) Em aterros sanitários, ocorre a formação de biogás, que pode ser recolhido. Em um aterro sanitário, tubos foram introduzidos para captação dos gases em duas diferentes profundidades, como é mostrado na figura. Em qual dos tubos, A ou B, é recolhido biogás com maior poder calorífico? Explique.



**Note e adote:**

Calor de combustão (kJ/kg)

CH <sub>4</sub>	55×10 <sup>3</sup>
H <sub>2</sub> S	15×10 <sup>3</sup>

**Resolução:**

- a) Cálculo da energia liberada na combustão de um quilograma dessa amostra de biogás, lembrando que o CO<sub>2</sub> não será queimado.

Considerando uma amostra de biogás cuja composição, em massa, seja 64,0 % de metano (CH<sub>4</sub>), 32,0 % de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e 4,0 % de sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), vem:

Em 1 kg :

$$m_{\text{CH}_4} = 0,64 \times 1 \text{ kg} = 0,64 \text{ kg} \Rightarrow E_{\text{CH}_4} = 0,64 \times 55 \times 10^3 = 35,2 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$m_{\text{H}_2\text{S}} = 0,04 \times 1 \text{ kg} = 0,04 \text{ kg} \Rightarrow E_{\text{H}_2\text{S}} = 0,04 \times 15 \times 10^3 = 0,6 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{mistura}} = E_{\text{CH}_4} + E_{\text{H}_2\text{S}}$$

$$E_{\text{mistura}} = 35,2 \times 10^3 \text{ kJ} + 0,6 \times 10^3 \text{ kJ} = 35,8 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$E_{\text{mistura}} = 3,58 \times 10^4 \text{ kJ}$$

b) Cálculo do ganho de energia, por quilograma, se for utilizado biogás totalmente isento de impurezas, ou seja, metano (CH<sub>4</sub>), em lugar da amostra que contém os outros gases.

$$E_{\text{CH}_4} = 55 \times 10^3 \text{ kJ/kg} = 5,5 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$$

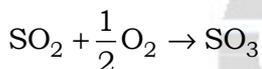
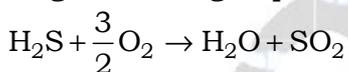
$$E_{\text{mistura}} = 3,58 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$$

$$E_{\text{ganho de energia}} = E_{\text{CH}_4} - E_{\text{mistura}}$$

$$E_{\text{ganho de energia}} = 5,5 \times 10^4 \text{ kJ/kg} - 3,58 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$$

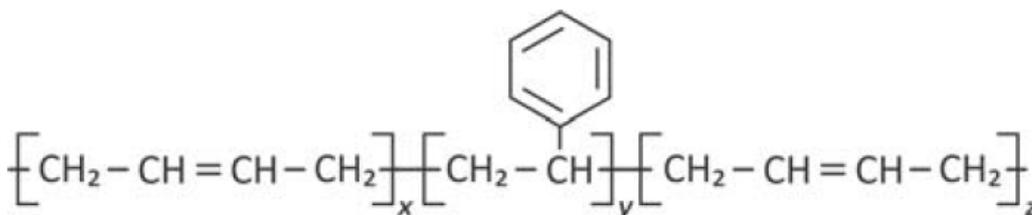
$$E_{\text{ganho de energia}} = 1,92 \times 10^4 \text{ kJ/kg}$$

c) A purificação do biogás impede que ocorra a queima do H<sub>2</sub>S (gás sulfídrico) que gera SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre), este por sua vez, sofre combustão gerando SO<sub>3</sub> (trióxido de enxofre) que pode reagir com a água provocando a chuva ácida.



d) No tubo A é recolhido biogás com maior poder calorífico, pois quanto maior a profundidade, menos oxigênio vai se misturar ao material orgânico e será maior a concentração de CH<sub>4</sub> formado devido à fermentação anaeróbica.

**Questão 4.** Atualmente, é possível criar peças a partir do processo de impressão 3D. Esse processo consiste em depositar finos fios de polímero, uns sobre os outros, formando objetos tridimensionais de formas variadas. Um dos polímeros que pode ser utilizado tem a estrutura mostrada a seguir:



Na impressão de esferas maciças idênticas de 12,6 g, foram consumidos, para cada uma, 50 m desse polímero, na forma de fios cilíndricos de 0,4 mm de espessura.

Para uso em um rolamento, essas esferas foram tratadas com graxa. Após certo tempo, durante a inspeção do rolamento, as esferas foram extraídas e, para retirar a graxa, submetidas a procedimentos diferentes. Algumas dessas esferas foram colocadas em um frasco ao qual foi adicionada uma mistura de água e sabão (procedimento A), enquanto outras esferas foram colocadas em outro frasco, ao qual foi adicionado removedor, que é uma mistura de hidrocarbonetos líquidos (procedimento B).

a) Em cada um dos procedimentos, A e B, as esferas ficaram no fundo do frasco ou flutuaram? Explique sua resposta.

b) Em qual procedimento de limpeza, A ou B, pode ter ocorrido dano à superfície das esferas? Explique.

**Note e adote:**

Considere que não existe qualquer espaço entre os fios do polímero, no interior ou na superfície das esferas.

$x, y, z$  = número de repetições do monômero.

Densidade (g/mL): Água e sabão = 1,2; Removedor = 1,0.

$1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ mL}$ .

$\pi = 3$

**Resolução:**

a) Na impressão das esferas maciças idênticas de 12,6 g, foram consumidos, para cada uma, 50 m desse polímero, na forma de fios cilíndricos de 0,4 mm de espessura. Então:

$\ell$ : comprimento do fio cilíndrico = 50 m

$d$ : diâmetro do fio cilíndrico = 0,4 mm =  $0,4 \times 10^{-3} \text{ m}$

$r$ : raio do fio cilíndrico =  $\frac{0,4 \text{ mm}}{2} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$V_{\text{fio cilíndrico}} = \pi \times r^2 \times \ell$$

$$V_{\text{fio cilíndrico}} = 3 \times (0,2 \times 10^{-3} \text{ m})^2 \times 50 \text{ m}$$

$$V_{\text{fio cilíndrico}} = V_{\text{esfera}} = 6 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 6 \times 10^{-6} \times 10^6 \text{ mL} = 6 \text{ mL}$$

$$d_{\text{esfera}} = \frac{m_{\text{esfera}}}{V_{\text{esfera}}} = \frac{12,6 \text{ g}}{6 \text{ mL}} = 2,1 \text{ g/mL}$$

$$d_{\text{água e sabão}} = 1,2 \text{ g/mL}$$

$$d_{\text{removedor}} = 1,0 \text{ g/mL}$$

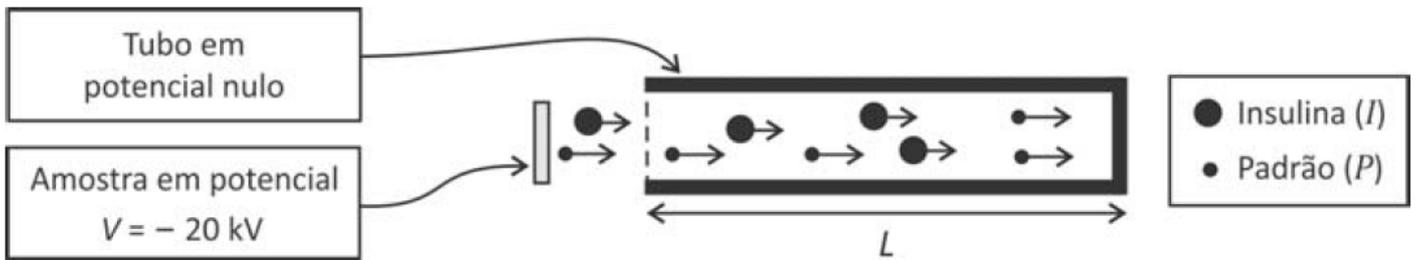
$$2,1 \text{ g/mL} > 1,2 \text{ g/mL} > 1,0 \text{ g/mL}$$

$$d_{\text{esfera}} > d_{\text{água e sabão}} > d_{\text{removedor}}$$

Conclusão: em cada um dos procedimentos, A e B, as esferas ficaram no fundo do frasco, devido à sua maior densidade em relação a estes líquidos.

b) Pode ter ocorrido dano à superfície das esferas no procedimento B (adição de removedor à base de hidrocarbonetos), pois tanto as esferas como a mistura de hidrocarbonetos são apolares, ou seja, poderiam surgir forças intermoleculares do tipo dipolo-induzido que provocariam a dissolução superficial das esferas.

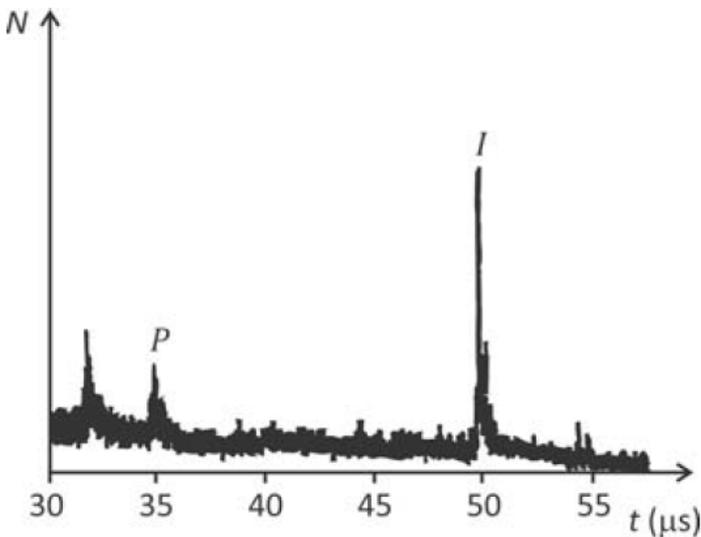
**Questão 16.** A determinação da massa da molécula de insulina é parte do estudo de sua estrutura. Para medir essa massa, as moléculas de insulina são previamente ionizadas, adquirindo, cada molécula, a carga de um elétron. Esses íons ( $I$ ) são liberados com velocidade inicial nula a partir de uma amostra submetida a um potencial  $V = -20 \text{ kV}$ . Os íons são acelerados devido à diferença de potencial entre a amostra e um tubo metálico, em potencial nulo, no qual passam a se mover com velocidade constante. Para a calibração da medida, adiciona-se à amostra um material padrão cujas moléculas também são ionizadas, adquirindo, cada uma, a carga de um elétron; esses íons ( $P$ ) têm massa conhecida igual a 2846 u. A situação está esquematizada na figura.



a) Determine a energia cinética  $E$  dos íons, quando estão dentro do tubo.

O gráfico na página de respostas mostra o número  $N$  de íons em função do tempo  $t$  despendido para percorrerem o comprimento  $L$  do tubo.

**Gráfico da página de respostas:**



Determine

- b) a partir dos tempos indicados no gráfico, a razão  $R_v = \frac{v_I}{v_P}$  entre os módulos das velocidades  $v_I$ , de um íon de insulina, e  $v_P$ , de um íon  $P$ , em movimento dentro do tubo;
- c) a razão  $R_m = \frac{m_I}{m_P}$  entre as massas  $m_I$  e  $m_P$ , respectivamente, de um íon de insulina e de um íon  $P$ ;
- d) a massa  $m_I$  de um íon de insulina, em unidades de massa atômica ( $u$ ).

**Note e adote:**

A amostra e o tubo estão em vácuo.  
 $u$  = unidade de massa atômica.  
 Carga do elétron:  $e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$

**Resolução:**

a) Determinação da energia cinética  $E$  dos íons, quando estão dentro do tubo:

$$E_{\text{cinética}} = \text{carga do elétron (e)} \times \text{potencial (V)}$$

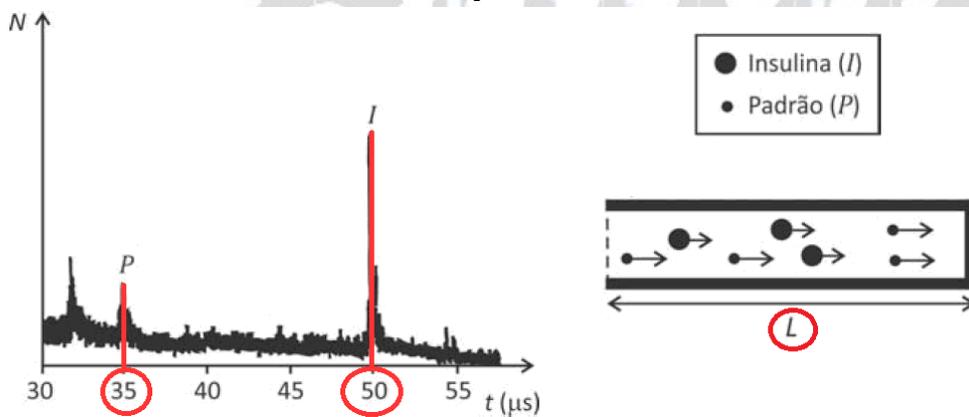
$$E_{\text{cinética}} = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \times (-20 \text{ kV})$$

$$1 \text{ k} = 10^3; 1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$$

$$E_{\text{cinética}} = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \times (-20 \times 10^3 \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}})$$

$$E_{\text{cinética}} = 32 \times 10^{-16} \text{ C} \times \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}} = 3,2 \times 10^{-15} \text{ J}$$

b) Determinação da razão  $R_v = \frac{v_I}{v_P}$ :



$$\Delta t_I = 50 \mu\text{s} = 50 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\Delta t_P = 35 \mu\text{s} = 35 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\Delta s_I = \Delta s_P = L$$

$$v_I = \frac{\Delta s_I}{\Delta t_I}; v_P = \frac{L}{\Delta t_P}$$

$$v_I = \frac{L}{\Delta t_I}; v_P = \frac{L}{\Delta t_P}$$

$$R_v = \frac{v_I}{v_P} = \frac{\frac{L}{\Delta t_I}}{\frac{L}{\Delta t_P}} \Rightarrow R_v = \frac{\Delta t_P}{\Delta t_I} = \frac{35 \times 10^{-6} \text{ s}}{50 \times 10^{-6} \text{ s}}$$

$$R_v = \frac{7}{10} = 0,7$$

c) Determinação da razão  $R_m = \frac{m_I}{m_P}$ :

$$E_{\text{cinética } I} = E_{\text{cinética } P}$$

$$\frac{1}{2} \times m_I \times v_I^2 = \frac{1}{2} \times m_P \times v_P^2$$

$$R_m = \frac{m_I}{m_P} = \frac{v_P^2}{v_I^2}$$

$$R_v = \frac{v_I}{v_P} \Rightarrow \frac{1}{R_v} = \frac{v_P}{v_I}$$

$$R_m = \frac{v_P^2}{v_I^2}$$

$$R_m = \left( \frac{1}{R_v} \right)^2 = \left( \frac{10}{7} \right)^2$$

$$R_m = \frac{100}{49} \approx 2,04$$

d) Cálculo da massa  $m_I$  de um íon de insulina, em unidades de massa atômica (u):

Os íons (P) têm massa conhecida igual a 2846 u.

$$R_m = \frac{100}{49}; m_P = 2.846 \text{ u}$$

$$R_m = \frac{m_I}{m_P} \Rightarrow \frac{100}{49} = \frac{m_I}{2.846 \text{ u}}$$

$$m_I = \frac{100 \times 2.846 \text{ u}}{49}$$

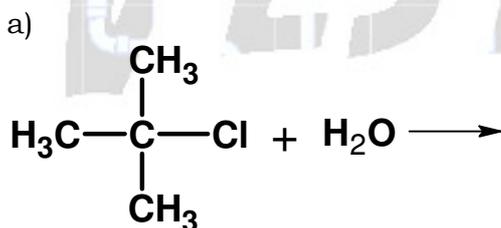
$$m_I \approx 5.808,16 \text{ u}$$

### Terceiro dia

**Questão 1.** Um estudante realizou em laboratório a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila ((CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>CCl) para produzir *terc*-butanol. Para tal, fez o seguinte procedimento: adicionou 1 mL do cloreto de *terc*-butila a uma solução contendo 60 % de acetona e 40 % de água, em volume. Acrescentou, ainda, algumas gotas de indicador universal (mistura de indicadores ácido-base). Ao longo da reação, o estudante observou a mudança de cor: inicialmente a solução estava esverdeada, tornou-se amarela e, finalmente, laranja.

a) Complete, na página de respostas, a equação química que representa a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila.

**Esquema da página de respostas:**



b) Explique por que a cor da solução se altera ao longo da reação.

O estudante repetiu a reação de hidrólise nas mesmas condições experimentais anteriormente empregadas, exceto quanto à composição do solvente. Nesse novo experimento, o cloreto de *terc*-butila foi solubilizado em uma mistura contendo 70 % de acetona e 30 % de água, em volume. Verificou que, para atingir a mesma coloração laranja observada anteriormente, foi necessário um tempo maior.

c) Explique por que a mudança da composição do solvente afetou o tempo de reação.

Note e adote:

pH	Cor do indicador universal
2,0 - 4,9	Laranja
5,0 - 6,9	Amarelo
7	Esverdeado

Em ambos os experimentos, o cloreto de *terc*-butila estava totalmente solúvel na mistura de solventes.

**Resolução:**

a) Equação química que representa a reação de hidrólise do cloreto de *terc*-butila:



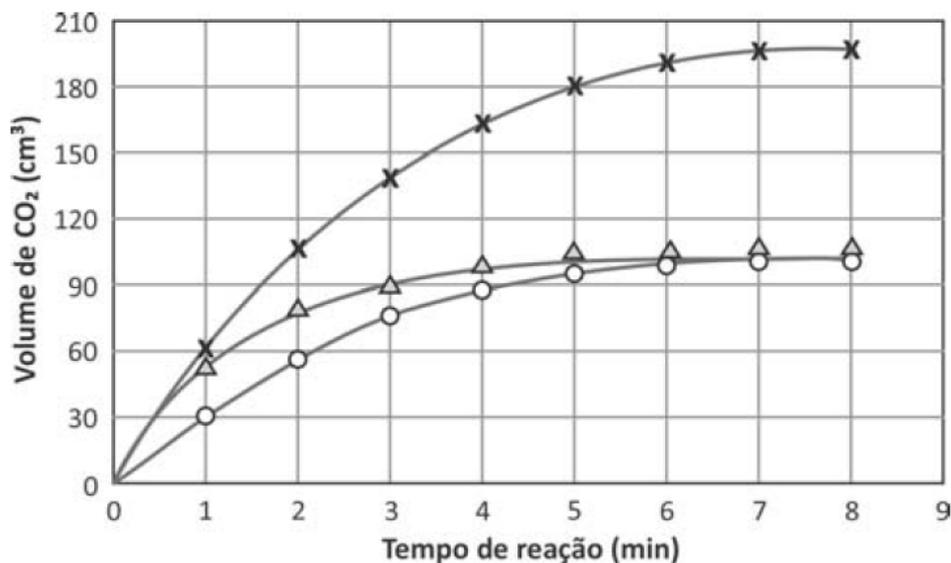
b) Na reação ocorre a formação de  $\text{HCl}$ , que na presença de água, ao sofrer ionização produz cátions  $\text{H}^+$  aumentando a acidez do meio, consequentemente o pH diminui provocando a mudança de cor no indicador (esverdeado  $\rightarrow$  amarelo  $\rightarrow$  laranja).

c) Primeiramente, adicionou-se 1 mL do cloreto de *terc*-butila a uma solução contendo 60 % de acetona e 40 % de água. Depois, o cloreto de *terc*-butila foi solubilizado em uma mistura contendo 70 % de acetona e 30 % de água, em volume. Neste segundo caso o volume de água diminuiu, consequentemente a velocidade de reação de hidrólise, também, pois a interação entre os reagentes diminuiu, consequentemente o tempo de reação aumentou.

**Questão 2.** Para estudar a velocidade da reação entre carbonato de cobre ( $\text{CuCO}_3$ ) e ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), foram feitos três experimentos, em que o volume de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) produzido foi medido em vários intervalos de tempo. A tabela apresenta as condições em que foram realizados esses experimentos. Nos três experimentos, foram utilizadas massas idênticas de carbonato de cobre e a temperatura foi mantida constante durante o tempo em que as reações foram acompanhadas.

Condições experimentais	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Volume de $\text{HNO}_3$ de concentração 0,10 mol/L (mL)	50	50	100
Volume de água adicionado (mL)	0	50	0
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	20	20	20

Os dados obtidos nos três experimentos foram representados em um gráfico de volume de  $\text{CO}_2$  em função do tempo de reação. Esse gráfico está apresentado a seguir.



a) Escreva a equação química balanceada que representa a reação que ocorreu entre o carbonato de cobre e o ácido nítrico.

b) Com base nas condições empregadas em cada experimento, complete a legenda do gráfico, na página de respostas, com o número do experimento. Considere irrelevante a perda de volume de CO<sub>2</sub> coletado devido à dissolução na solução. Justifique suas respostas.

**Legenda do gráfico da página de respostas:**

b)

LEGENDA DO GRÁFICO

● experimento nº. \_\_\_\_\_

Δ experimento nº. \_\_\_\_\_

x experimento nº. \_\_\_\_\_

c) Nos três experimentos, o mesmo reagente estava em excesso. Qual é esse reagente? Explique.

**Resolução:**

a) Equação química balanceada que representa a reação que ocorreu entre o carbonato de cobre e o ácido nítrico:  $\text{CuCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ .

b) De acordo com a tabela fornecida:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = M \times V$$

Condições experimentais	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3
Volume de HNO <sub>3</sub> de concentração 0,10 mol/L (mL)	50 = 0,05 L $n = M \times V$ $n = 0,10 \times 0,05 = 0,005 \text{ mol}$	50 = 0,05 L $n = M \times V$ $n = 0,10 \times 0,05 = 0,005 \text{ mol}$	100 = 0,10 L $n = M \times V$ $n = 0,10 \times 0,10 = 0,01 \text{ mol}$
Volume de água adicionado (mL)	0	50	0
Temperatura (°C)	20	20	20

Constata-se que no experimento 3 o volume de  $\text{HNO}_3$  (reagente) é maior, conseqüentemente o número de mols de moléculas de  $\text{HNO}_3$  (0,01 mol), também. Além disso, o volume de água adicionado é zero.

Conclusão: no experimento 3 ocorre maior liberação de  $\text{CO}_2$ , devido à maior quantidade de moléculas do reagente ( $\text{HNO}_3$ ), isto equivale à curva marcada com o símbolo **x**.

No experimento 2, o volume de água é maior, conseqüentemente, a diluição é maior, ou seja, a concentração do reagente ( $\text{HNO}_3$ ) é menor.

Conclusão: a quantidade de  $\text{CO}_2$  formada será menor do que nos outros dois experimentos, isto equivale à curva marcada com o símbolo **o**.

Por exclusão, o experimento 1 equivale à curva marcada com o símbolo  $\Delta$ .

Então,

**LEGENDA DO GRÁFICO**

**o** experimento nº.   2  

$\Delta$  experimento nº.   1  

**x** experimento nº.   3  

c) O reagente em excesso é o  $\text{CuCO}_3$ , pois o volume do ácido sofre alteração e conseqüentemente o volume de  $\text{CO}_2$ , também. Para se fazer esta relação é necessário que o  $\text{HNO}_3$  seja o reagente limitante.

**Questão 3.** O Brasil produziu, em 2014, 14 milhões de toneladas de minério de níquel. Apenas uma parte desse minério é processada para a obtenção de níquel puro.

Uma das etapas do processo de obtenção do níquel puro consiste no aquecimento, em presença de ar, do sulfeto de níquel ( $\text{Ni}_2\text{S}_3$ ), contido no minério, formando óxido de níquel ( $\text{NiO}$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ). O óxido de níquel é, então, aquecido com carvão, em um forno, obtendo-se o níquel metálico. Nessa última etapa, forma-se, também, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

a) Considere que apenas 30 % de todo o minério produzido em 2014 foram destinados ao processo de obtenção de níquel puro e que, nesse processo, a massa de níquel puro obtida correspondeu a 1,4 % da massa de minério utilizada. Calcule a massa mínima de carvão, em quilogramas, que foi necessária para a obtenção dessa quantidade de níquel puro.

b) Cada um dos gases produzidos nessas etapas de obtenção do níquel puro causa um tipo de dano ambiental.

Explique esse fato para cada um desses gases.

**Note e adote:**

Massa molar (g/mol):

Ni ..... 58,8

C ..... 12,0

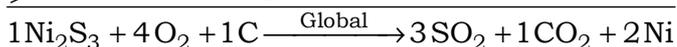
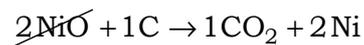
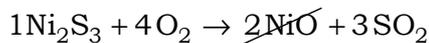
O ..... 16,0

**Resolução:**

a) Uma das etapas do processo de obtenção do níquel puro consiste no aquecimento, em presença de ar, do sulfeto de níquel ( $\text{Ni}_2\text{S}_3$ ), contido no minério, formando óxido de níquel ( $\text{NiO}$ ) e dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ):  $1\text{Ni}_2\text{S}_3 + 4\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NiO} + 3\text{SO}_2$ .

O óxido de níquel é, então, aquecido com carvão, em um forno, obtendo-se o níquel metálico. Nessa última etapa, forma-se, também, dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ):  $2\text{NiO} + 1\text{C} \rightarrow 1\text{CO}_2 + 2\text{Ni}$ .

Então,



$$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$$

$$m_{\text{minério utilizada}} = \frac{30}{100} \times 14 \times 10^6 \text{ t} = 4,2 \times 10^9 \text{ kg}$$

$$m_{\text{níquel puro}} = \frac{1,4}{100} \times 4,2 \times 10^9 \text{ kg} = 5,88 \times 10^7 \text{ kg}$$



$$12 \text{ g} \text{ ————— } 2 \times 58,8 \text{ g}$$

$$m_c \text{ ————— } 5,88 \times 10^7 \text{ kg}$$

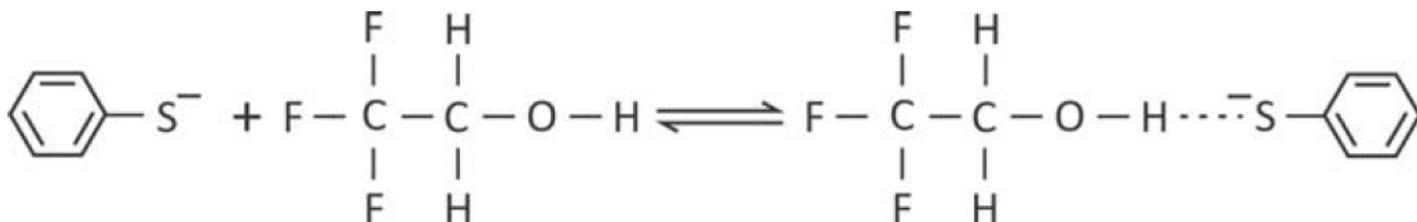
$$m_c = \frac{12 \text{ g} \times 5,88 \times 10^7 \text{ kg}}{2 \times 58,8 \text{ g}} = 6 \times 10^6 \text{ kg}$$

b) Danos ambientais:

$\text{SO}_2$  : formação de chuva ácida.

$\text{CO}_2$  : elevação do efeito estufa.

**Questão 4.** Uma das formas de se medir temperaturas em fase gasosa é por meio de reações com constantes de equilíbrio muito bem conhecidas, chamadas de reações-termômetro. Uma dessas reações, que ocorre entre o ânion tiofenolato e o 2,2,2-trifluoroetanol, está representada pela equação química



Para essa reação, foram determinados os valores da constante de equilíbrio em duas temperaturas distintas.

Temperatura (K)	Constante de equilíbrio
300	$5,6 \times 10^9$
500	$7,4 \times 10^3$

a) Essa reação é exotérmica ou endotérmica? Explique, utilizando os dados de constante de equilíbrio apresentados.

b) Explique por que, no produto dessa reação, há uma forte interação entre o átomo de hidrogênio do álcool e o átomo de enxofre do ânion.

**Resolução:**

a) A partir dos dados fornecidos na tabela:

Temperatura (K)	Constante de equilíbrio
300	$5,6 \times 10^9$
500	$7,4 \times 10^3$

$$K_{\text{equilíbrio}} = \frac{[P]}{[R]} \text{ (reação direta)}$$

$[P] > [R] \Rightarrow$  direita (maior valor da constante de equilíbrio)

$[P] < [R] \Rightarrow$  esquerda (menor valor da constante de equilíbrio)

Verifica-se que a constante de equilíbrio diminui ( $5,6 \times 10^9 \rightarrow 7,4 \times 10^3$ ) com a elevação da temperatura (300 K  $\rightarrow$  500 K).

Conclusão: o rendimento da reação direta diminui com a elevação da temperatura, conseqüentemente, trata-se de um processo exotérmico.

b) A forte interação entre o átomo de hidrogênio do álcool e o átomo de enxofre do ânion se deve ao fato de ocorrer uma interação do tipo dipolo-ânion, ou seja, o átomo de hidrogênio ligado ao oxigênio “se comporta” com um próton (está polarizado;  $(\overset{\delta^-}{\text{O}}-\overset{\delta^+}{\text{H}})$ ) e atrai o par de elétrons presente no átomo de enxofre presente no ânion.

**Questão 5.** Os pneus das aeronaves devem ser capazes de resistir a impactos muito intensos no pouso e bruscas alterações de temperatura. Esses pneus são constituídos de uma câmara de borracha reforçada, preenchida com o gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) a uma pressão típica de 30 atm a 27 °C. Para a confecção dessa câmara, utiliza-se borracha natural modificada, que consiste principalmente do poli-isopreno, mostrado a seguir:



Em um avião, a temperatura dos pneus, recolhidos na fuselagem, era -13 °C durante o voo. Próximo ao pouso, a temperatura desses pneus passou a ser 27 °C, mas seu volume interno não variou.

a) Qual é a pressão interna de um dos pneus durante o voo? Mostre os cálculos.

b) Qual é o volume interno desse mesmo pneu, em litros, dado que foram utilizados 14 kg de N<sub>2</sub> para enchê-lo?  
Mostre os cálculos.

c) Escreva a fórmula estrutural do monômero do poli-isopreno.

**Note e adote:**

Massa molar do  $N_2 = 28 \text{ g/mol}$

Constante universal dos gases =  $0,082 \text{ L.atm.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

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

**Resolução:**

a) A temperatura dos pneus, recolhidos na fuselagem, era  $-13 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $-13 + 273 = 260 \text{ K}$ ) durante o voo. Próximo ao pouso, a temperatura desses pneus passou a ser  $27 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $27 + 273 = 300 \text{ K}$ ) e a pressão de  $30 \text{ atm}$ , mas seu volume interno não varia, ou seja, trata-se de uma transformação isovolumétrica.

$$\frac{P_{\text{pneus recolhidos}}}{T_{\text{pneus recolhidos}}} = \frac{P_{\text{pneus pouso}}}{T_{\text{pneus pouso}}}$$

$$\frac{P_{\text{pneus recolhidos}}}{260 \text{ K}} = \frac{30 \text{ atm}}{300 \text{ K}}$$

$$P_{\text{pneus recolhidos}} = \frac{30 \text{ atm} \times 260 \text{ K}}{300 \text{ K}}$$

$$P_{\text{pneus recolhidos}} = 26 \text{ atm}$$

b) Cálculo do volume interno desse mesmo pneu, em litros, dado que foram utilizados  $14 \text{ kg}$  ( $14 \times 10^3 \text{ g}$ ) de  $N_2$  para enchê-lo:

$$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M_{N_2}} = \frac{14 \times 10^3 \text{ g}}{28 \text{ g}.\text{mol}^{-1}} = 500 \text{ mol}$$

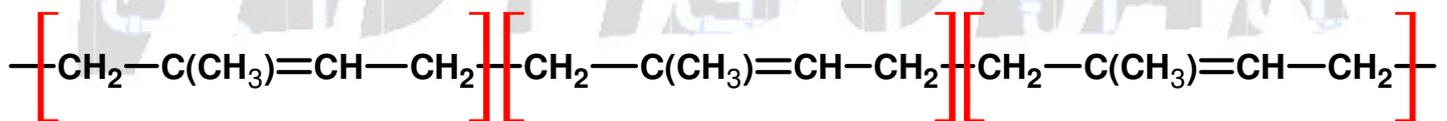
$$n_{N_2} = 500 \text{ mol}; T = 300 \text{ K}; P = 30 \text{ atm}; R = 0,082 \text{ L.atm.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

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

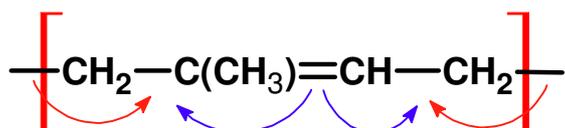
$$30 \text{ atm} \times V = 500 \text{ mol} \times 0,082 \text{ L.atm.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$V = 410 \text{ L}$$

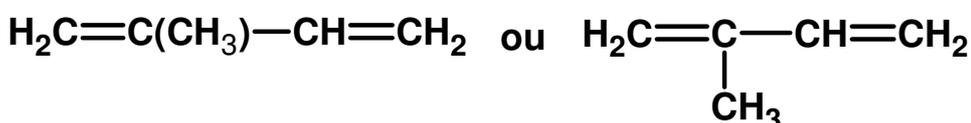
c) Fórmula estrutural do monômero do poli-isopreno, ou seja, do isopreno:



Então,



Ou seja,



**Questão 6.** Muitos medicamentos analgésicos contêm, em sua formulação, o ácido acetilsalicílico, que é considerado um ácido fraco (constante de ionização do ácido acetilsalicílico =  $3,2 \times 10^{-4}$ ). A absorção desse medicamento no estômago do organismo humano ocorre com o ácido acetilsalicílico em sua forma não ionizada.

a) Escreva a equação química que representa a ionização do ácido acetilsalicílico em meio aquoso, utilizando fórmulas estruturais.

b) Escreva a expressão da constante de equilíbrio para a ionização do ácido acetilsalicílico. Para isto, utilize o símbolo AA para a forma não ionizada e o símbolo  $AA^-$  para a forma ionizada.

c) Considere um comprimido de aspirina contendo 540 mg de ácido acetilsalicílico, totalmente dissolvido em água, sendo o volume da solução 1,5 L. Calcule a concentração, em mol/L, dos íons  $H^+$  nessa solução. Em seus cálculos, considere que a variação na concentração inicial do fármaco, devido à sua ionização, é desprezível.

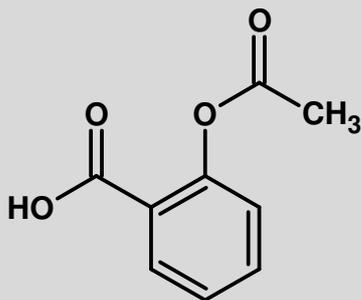
d) No pH do suco gástrico, a absorção do fármaco será eficiente? Justifique sua resposta.

**Note e adote:**

pH do suco gástrico: 1,2 a 3,0

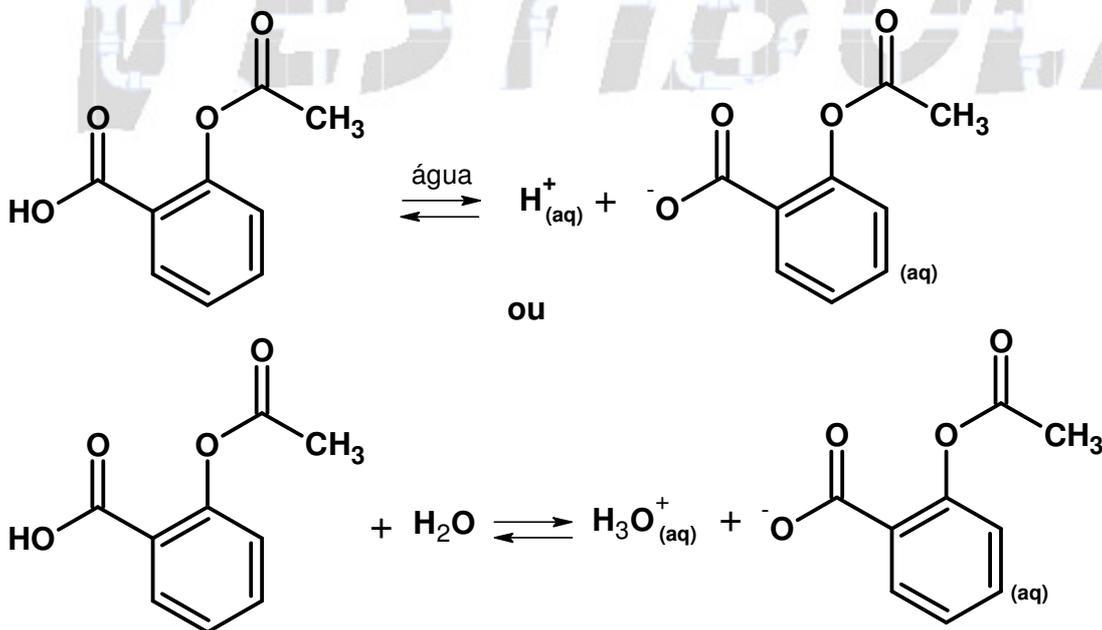
Massa molar do ácido acetilsalicílico: 180 g/mol

Ácido acetilsalicílico:



**Resolução:**

a) Equação química que representa a ionização do ácido acetilsalicílico em meio aquoso, utilizando fórmulas estruturais:



b) Expressão da constante de equilíbrio para a ionização do ácido acetilsalicílico. Utilizando o símbolo AA para a forma não ionizada e o símbolo AA<sup>-</sup> para a forma ionizada.

$$K_{\text{equilíbrio}} = \frac{[\text{H}^+][\text{AA}^-]}{[\text{AA}]} \quad \text{ou} \quad K_{\text{equilíbrio}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{AA}^-]}{[\text{AA}]}$$

c) Considerando um comprimido de aspirina contendo 540 mg ( $540 \times 10^{-3}$  g) de ácido acetilsalicílico, totalmente dissolvido em água, sendo o volume da solução 1,5 L, vem:

$$M_{\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4} = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

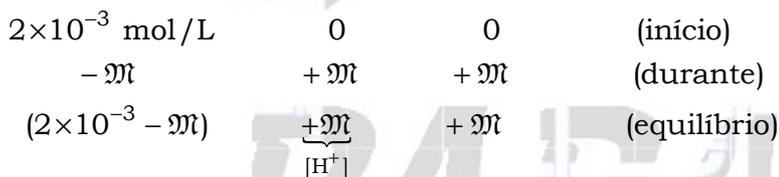
$$n_{\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4} = \frac{m_{\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4}}{M_{\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4}} = \frac{540 \times 10^{-3} \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n_{\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = \frac{n_{\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4}}{V} = \frac{3 \times 10^{-3} \text{ mol}}{1,5 \text{ L}}$$

$$[\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_{\text{equilíbrio}} = 3,2 \times 10^{-4}$$



$$K_{\text{equilíbrio}} = \frac{x \times x}{(2 \times 10^{-3} - x)} \approx 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$3,2 \times 10^{-4} = \frac{x^2}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow x = \sqrt{3,2 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-3}}$$

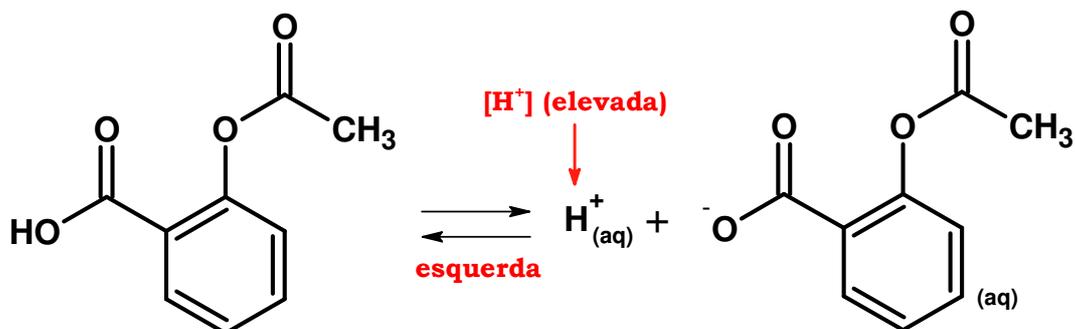
$$x = \sqrt{64 \times 10^{-8}} = 8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] = 8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

d) A absorção do fármaco será eficiente.

O pH do suco gástrico é ácido, varia entre 1,2 e 3,0.

O fármaco (AA) é absorvido de modo mais eficiente se o equilíbrio, descrito a seguir, estiver deslocado para a esquerda, ou seja, se a forma não ionizada predominar.



Conclusão: como a constante de equilíbrio ( $K_{\text{eq}} = 3,2 \times 10^{-4}$ ) tem valor menor do que um e o suco gástrico tem caráter ácido, deduz-se que o rendimento da reação inversa é maior, ou que o equilíbrio desloca para a esquerda, logo a absorção é eficiente.