

FUVEST 2012 – Primeira fase e Segunda fase - Resolução

CONHECIMENTOS GERAIS

11. Há anos, a Amazônia brasileira tem sofrido danos ambientais, provocados por atividades como queimadas e implantação de áreas de pecuária para o gado bovino. Considere os possíveis danos ambientais resultantes dessas atividades:

I. Aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico, como consequência da queima da vegetação.

II. Aumento do processo de laterização, devido à perda de ferro (Fe) e alumínio (Al) no horizonte A do solo.

III. Aumento da concentração de metano (CH_4) atmosférico, liberado pela digestão animal.

IV. Diminuição da fertilidade dos solos pela liberação de cátions Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , anteriormente absorvidos pelas raízes das plantas.

Está correto o que se afirma em

- I e III, apenas.
- I, II e III, apenas.
- II e IV, apenas.
- III e IV, apenas.
- I, II, III e IV.

Resolução:

Alternativa A

Análise das afirmativas:

I. **Afirmativa correta.** Ocorre aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2) atmosférico, como consequência da queima da vegetação. As queimadas colaboram para a elevação da emissão de gás carbônico.

II. **Afirmativa incorreta.** No processo de laterização ocorre o aumento na formação de óxidos de ferro e de alumínio no solo.

III. **Afirmativa correta.** Com a implantação de áreas de criação de gado ocorre um aumento da concentração de metano (CH_4) atmosférico, liberado pela digestão animal.

IV. **Afirmativa incorreta.** Os cátions Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , aumentam o caráter básico do solo, conseqüentemente a acidez diminui e a fertilidade aumenta.

23. Na obra O poço do Visconde, de Monteiro Lobato, há o seguinte diálogo entre o Visconde de Sabugosa e a boneca Emília:

– Senhora Emília, explique-me o que é hidrocarboneto.

A atrapalhadeira não se atrapalhou e respondeu:

– São misturinhas de uma coisa chamada hidrogênio com outra coisa chamada carbono. Os carocinhos de um se ligam aos carocinhos de outro.

Nesse trecho, a personagem Emília usa o vocabulário informal que a caracteriza. Buscando-se uma terminologia mais adequada ao vocabulário utilizado em Química, devem-se substituir as expressões “misturinhas”, “coisa” e “carocinhos”, respectivamente, por:

- compostos, elemento, átomos.
- misturas, substância, moléculas.
- substâncias compostas, molécula, íons.
- misturas, substância, átomos.
- compostos, íon, moléculas.

Resolução:

Alternativa A

Devemos substituir:

Misturinhas por compostos.

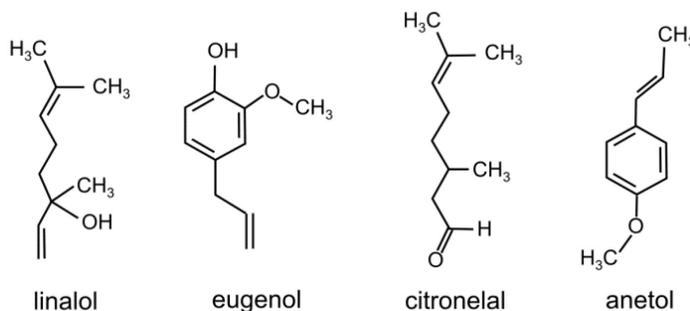
Coisa por elemento químico.

Carocinhos por átomos.

Então teremos:

“– São compostos dos elementos químicos hidrogênio e carbono. Os átomos de um se ligam aos átomos de outro.”

24. As fórmulas estruturais de alguns componentes de óleos essenciais, responsáveis pelo aroma de certas ervas e flores, são:



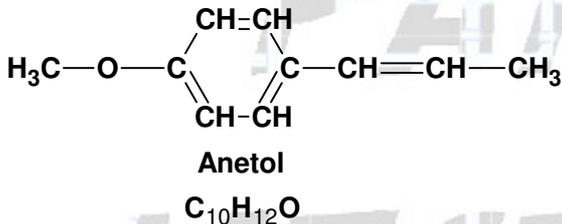
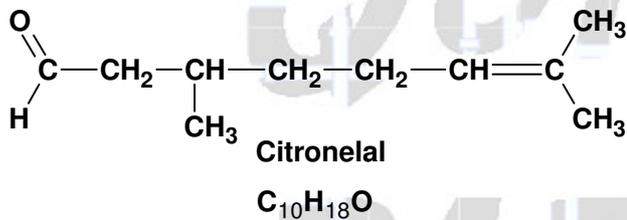
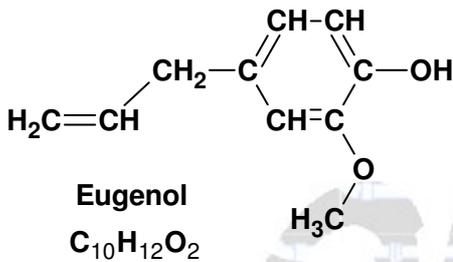
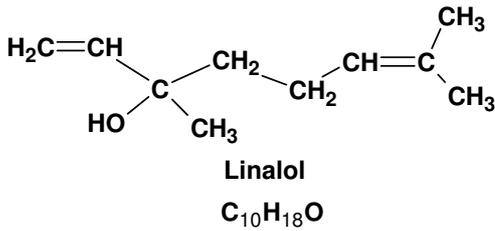
Dentre esses compostos, são isômeros:

- anetol e linalol.
- eugenol e linalol.
- citronelal e eugenol.
- linalol e citronelal.
- eugenol e anetol.

Resolução:

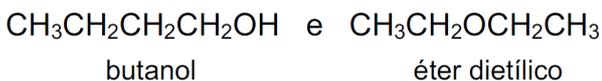
Alternativa D

Teremos as seguintes fórmulas estruturais e suas respectivas fórmulas moleculares:



O linalol e citronelal são isômeros, pois possuem a mesma fórmula molecular ($\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$).

25. Considere os seguintes compostos isoméricos:



Certas propriedades de cada uma dessas substâncias dependem das interações entre as moléculas que a compõem (como, por exemplo, as ligações de hidrogênio). Assim, pode-se concluir que,

a) a uma mesma pressão, o éter dietílico sólido funde a uma temperatura mais alta do que o butanol sólido.

b) a uma mesma temperatura, a viscosidade do éter dietílico líquido é maior do que a do butanol líquido.

c) a uma mesma pressão, o butanol líquido entra em ebulição a uma temperatura mais alta do que o éter dietílico líquido.

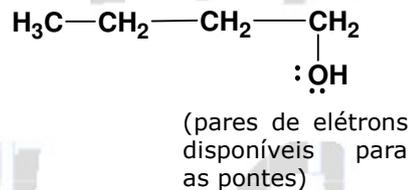
d) a uma mesma pressão, massas iguais de butanol e éter dietílico liberam, na combustão, a mesma quantidade de calor.

e) nas mesmas condições, o processo de evaporação do butanol líquido é mais rápido do que o do éter dietílico líquido.

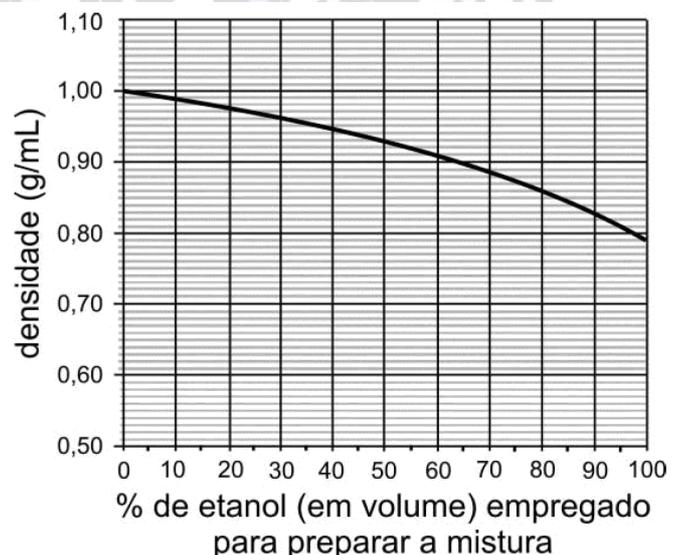
Resolução:

Alternativa C

A uma mesma pressão, o butanol líquido entra em ebulição a uma temperatura mais alta do que o éter dietílico líquido, pois o butanol faz ponte de hidrogênio, que é uma ligação mais intensa do que o dipolo permanente presente no éter dietílico.



26. Água e etanol misturam-se completamente, em quaisquer proporções. Observa-se que o volume final da mistura é menor do que a soma dos volumes de etanol e de água empregados para prepará-la. O gráfico a seguir mostra como a densidade varia em função da porcentagem de etanol (em volume) empregado para preparar a mistura (densidades medidas a 20°C).

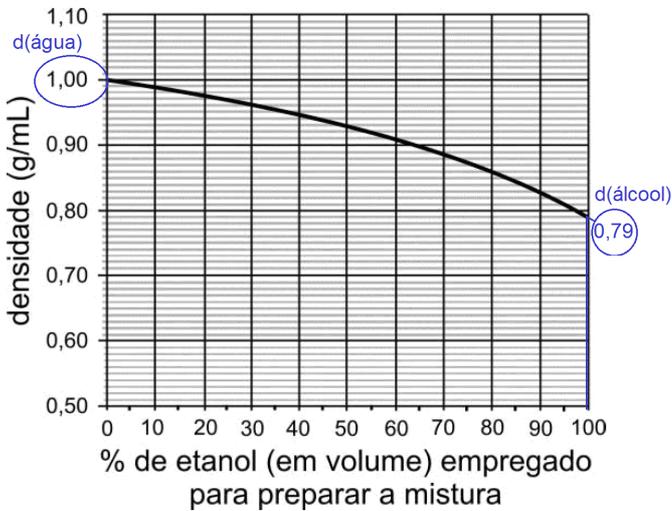


a 20°C, o volume da mistura resultante, a essa mesma temperatura, será de, aproximadamente,

- a) 76 mL
- b) 79 mL
- c) 86 mL
- d) 89 mL
- e) 96 mL

Resolução:
Alternativa E

Podemos obter a densidade da água e do álcool (etanol) a partir do gráfico, pois 0 % de etanol corresponde a 100 % de água e vice-versa:

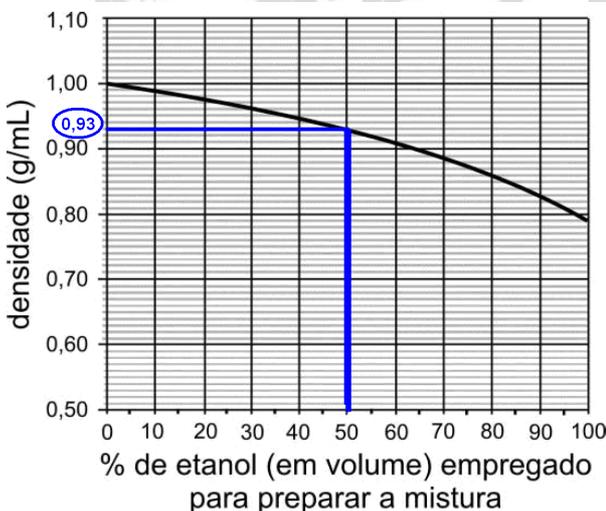


$$d_{\text{álcool}} = \frac{m}{V} \Rightarrow 0,79 = \frac{m}{50} \Rightarrow m_{\text{álcool}} = 39,5 \text{ g}$$

$$d_{\text{água}} = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 = \frac{m}{50} \Rightarrow m_{\text{água}} = 50 \text{ g}$$

$$m_{\text{total}} = m_{\text{álcool}} + m_{\text{água}} = 39,5 + 50 = 89,5 \text{ g}$$

A partir do gráfico, obtemos a densidade para 50 % de etanol:



$$d = 0,93 \text{ g/mL}$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 0,93 = \frac{89,5}{V} \Rightarrow V = 96,23 \text{ mL}$$

27. Em cadeias carbônicas, dois átomos de carbono podem formar ligação simples (C-C), dupla (C=C) ou tripla (C≡C). Considere que, para uma ligação simples, a distância média de ligação entre os dois átomos de carbono é de 0,154 nm, e a energia média de ligação é de 348 kJ/mol.

Assim sendo, a distância média de ligação (d) e a energia média de ligação (E), associadas à ligação dupla (C=C), devem ser, respectivamente,

- a) $d < 0,154 \text{ nm}$ e $E > 348 \text{ kJ/mol}$.
- b) $d < 0,154 \text{ nm}$ e $E < 348 \text{ kJ/mol}$.
- c) $d = 0,154 \text{ nm}$ e $E = 348 \text{ kJ/mol}$.
- d) $d > 0,154 \text{ nm}$ e $E < 348 \text{ kJ/mol}$.
- e) $d > 0,154 \text{ nm}$ e $E > 348 \text{ kJ/mol}$.

Resolução:
Alternativa A

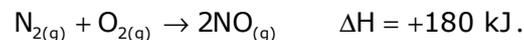
Teremos a seguinte ordem, entre os comprimentos de ligação:

$$d(\text{C}\equiv\text{C}) < d(\text{C}=\text{C}) < d(\text{C}-\text{C}) (0,154 \text{ nm})$$

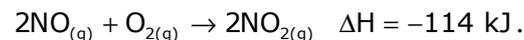
Com o surgimento da ligação pi (presente na dupla e na tripla ligação) menor será a distância entre os átomos de carbono e maior a energia necessária para romper a ligação.

$$\text{Energia}(\text{C}\equiv\text{C}) > \text{Energia}(\text{C}=\text{C}) > \text{Energia}(\text{C}-\text{C}) (348 \text{ kJ/mol})$$

28. O monóxido de nitrogênio (NO) pode ser produzido diretamente a partir de dois gases que são os principais constituintes do ar atmosférico, por meio da reação representada por



O NO pode ser oxidado, formando o dióxido de nitrogênio (NO₂), um poluente atmosférico produzido nos motores a explosão:



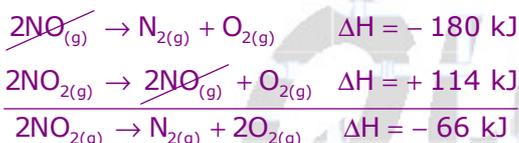
Tal poluente pode ser decomposto nos gases N₂ e O₂: $2\text{NO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{g})} + 2\text{O}_{2(\text{g})}$.

Essa última transformação

- a) libera quantidade de energia maior do que 114 kJ.
- b) libera quantidade de energia menor do que 114 kJ.
- c) absorve quantidade de energia maior do que 114 kJ.
- d) absorve quantidade de energia menor do que 114 kJ.
- e) ocorre sem que haja liberação ou absorção de energia.

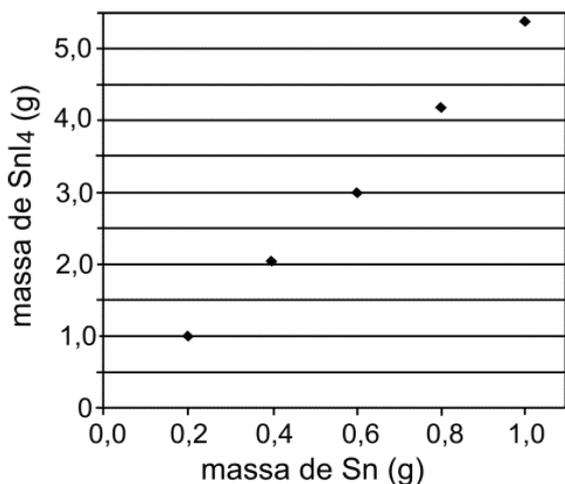
Resolução:
Alternativa B

Aplicando a Lei de Hess devemos inverter as duas equações e obteremos a reação de decomposição do poluente (NO₂):



A reação é exotérmica e a quantidade de energia liberada é menor do que 114 kJ.

29. Volumes iguais de uma solução de I₂ (em solvente orgânico apropriado) foram colocados em cinco diferentes frascos. Em seguida, a cada um dos frascos foi adicionada uma massa diferente de estanho (Sn), variando entre 0,2 e 1,0 g. Em cada frasco, formou-se uma certa quantidade de SnI₄, que foi, então, purificado e pesado. No gráfico abaixo, são apresentados os resultados desse experimento.



Com base nesses resultados experimentais, é possível afirmar que o valor da relação

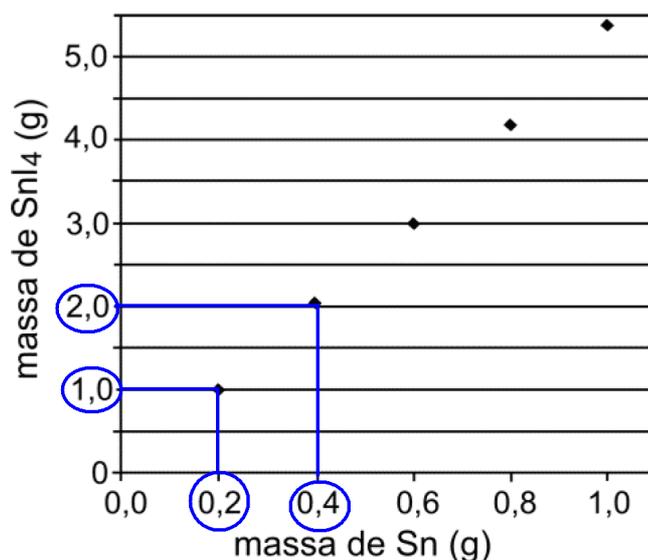
$$\frac{\text{massa molar do } I_2}{\text{massa molar do Sn}}$$

é, aproximadamente,

- a) 1 : 8
- b) 1 : 4
- c) 1 : 2
- d) 2 : 1
- e) 4 : 1

Resolução:
Alternativa D

A partir da análise do gráfico podemos obter a relação estequiométrica entre o estanho (Sn) e o iodo na formação do iodeto de estanho IV (SnI₄):



$$0,2 \text{ g} \text{ — } x \text{ — } 1 \text{ g} \Rightarrow 0,2 + x = 1 \Rightarrow x = 0,8 \text{ g}$$

$$0,4 \text{ g} \text{ — } 2x \text{ — } 2 \text{ g}$$

Então,



$$0,2 \text{ g} \text{ — } 0,8 \text{ g} \text{ — } 1 \text{ g}$$

$$0,4 \text{ g} \text{ — } 1,6 \text{ g} \text{ — } 2 \text{ g}$$

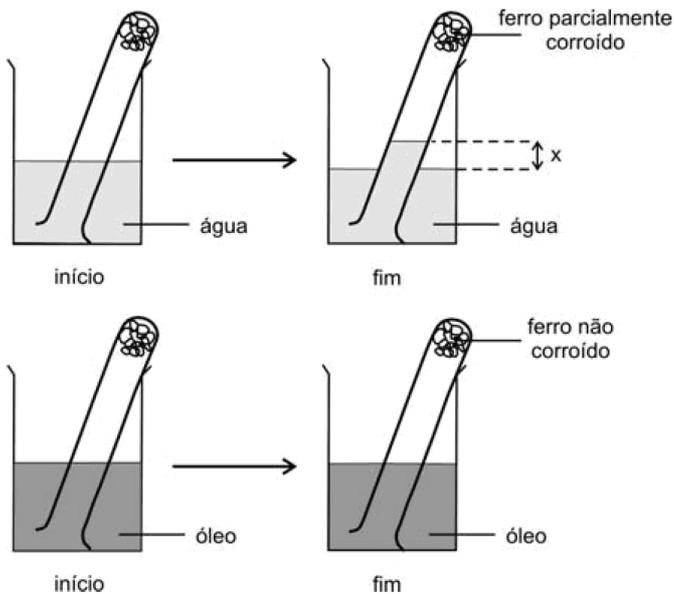
A relação entre as massas será dada por:

$$\frac{\text{massa de } I_2}{\text{massa de Sn}} = \frac{0,8 \text{ g}}{0,2 \text{ g}} = 4$$

Então,

$$\frac{m_{I_2}}{m_{Sn}} = \frac{0,8 \text{ g}}{0,2 \text{ g}} = 4 \quad (n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n})$$

$$\frac{M_{I_2}}{M_{Sn}} = \frac{\frac{m_{I_2}}{n_{I_2}}}{\frac{m_{Sn}}{n_{Sn}}} \Rightarrow \frac{M_{I_2}}{M_{Sn}} = \frac{0,8 \text{ g}}{\frac{2 \text{ mol}}{0,2 \text{ g}}} = \frac{0,8}{0,4} = 2$$



Sobre tal experimento, considere as seguintes afirmações:

I. Com base na variação (x) de altura da coluna de água dentro do primeiro tubo de ensaio, é possível estimar a porcentagem de oxigênio no ar.

II. Se o experimento for repetido com massa maior de fios de ferro, a diferença entre o nível da água no primeiro tubo e no recipiente será maior que x.

III. O segundo tubo foi mergulhado no recipiente com óleo a fim de avaliar a influência da água no processo de corrosão.

Está correto o que se afirma em

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

Resolução:

Alternativa B

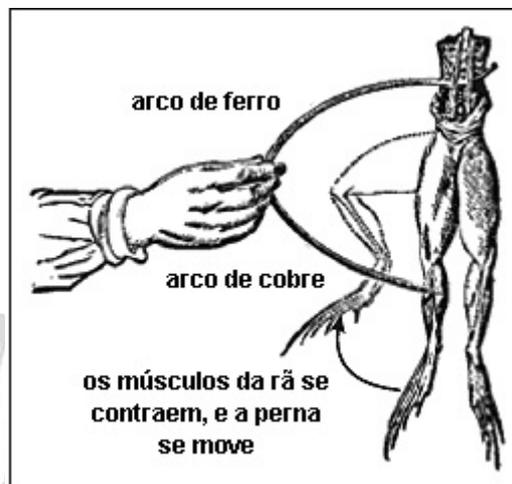
Análise das afirmações:

I. Afirmação correta. Com base na variação (x) de altura da coluna de água dentro do primeiro tubo de ensaio, é possível estimar a porcentagem de oxigênio no ar, pois o ferro, na presença da água, reage com o oxigênio do ar formando ferrugem.

II. Afirmação incorreta. O ferro está em excesso, pois, foi parcialmente corroído.

III. Afirmação correta. O segundo tubo foi mergulhado no recipiente com óleo a fim de avaliar a influência da água no processo de corrosão. Neste caso não houve variação no nível de óleo, pois não ocorre reação na presença deste composto.

33. Na década de 1780, o médico italiano Luigi Galvani realizou algumas observações, utilizando rãs recentemente dissecadas. Em um dos experimentos, Galvani tocou dois pontos da musculatura de uma rã com dois arcos de metais diferentes, que estavam em contato entre si, observando uma contração dos músculos, conforme mostra a figura:



Interpretando essa observação com os conhecimentos atuais, pode-se dizer que as pernas da rã continham soluções diluídas de sais. Pode-se, também, fazer uma analogia entre o fenômeno observado e o funcionamento de uma pilha. Considerando essas informações, foram feitas as seguintes afirmações:

I. Devido à diferença de potencial entre os dois metais, que estão em contato entre si e em contato com a solução salina da perna da rã, surge uma corrente elétrica.

II. Nos metais, a corrente elétrica consiste em um fluxo de elétrons.

III. Nos músculos da rã, há um fluxo de íons associado ao movimento de contração.

Está correto o que se afirma em

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

Resolução:

Alternativa E

Análise das afirmativas:

I. Afirmativa correta. Devido à diferença de potencial entre o ferro do arco de aço (menor potencial de redução) e do cobre (maior potencial de redução), que estão em contato entre si e em contato com a solução salina da perna da rã, surge uma corrente elétrica.

II. *Afirmativa correta. Nos metais, a corrente elétrica consiste em um fluxo de elétrons, neste caso o fluxo se dá do ferro presente no arco de aço para o cobre.*

III. *Afirmativa correta. Nos músculos da rã, há um fluxo de íons contidos na solução salina que está associado ao movimento de contração.*

86. A seguinte notícia foi veiculada por ESTADAO.COM.BR/Internacional na terça-feira, 5 de abril de 2011: *TÓQUIO - A empresa Tepco informou, nesta terça-feira, que, na água do mar, nas proximidades da usina nuclear de Fukushima, foi detectado nível de iodo radioativo cinco milhões de vezes superior ao limite legal, enquanto o césio-137 apresentou índice 1,1 milhão de vezes maior. Uma amostra recolhida no início de segunda-feira, em uma área marinha próxima ao reator 2 de Fukushima, revelou uma concentração de iodo-131 de 200 mil becquerels por centímetro cúbico.*

Se a mesma amostra fosse analisada, novamente, no dia 6 de maio de 2011, o valor obtido para a concentração de iodo-131 seria, aproximadamente, em Bq/cm³,

Note e adote: Meia-vida de um material radioativo é o intervalo de tempo em que metade dos núcleos radioativos existentes em uma amostra desse material decaem. A meia-vida do iodo-131 é de 8 dias.

- a) 100 mil.
- b) 50 mil.
- c) 25 mil.
- d) 12,5 mil.
- e) 6,2 mil.

*Resolução:
Alternativa D*

Período de tempo (5 de abril a 6 de maio) = 32 dias

8 dias – 1 meia-vida

32 dias – n

n = 4 meias – vidas

$$200 \text{ mil } \frac{\text{Bq}}{\text{cm}^3} \xrightarrow{8 \text{ dias}} 100 \text{ mil } \frac{\text{Bq}}{\text{cm}^3} \xrightarrow{8 \text{ dias}} 50 \text{ mil } \frac{\text{Bq}}{\text{cm}^3}$$

$$\xrightarrow{8 \text{ dias}} 25 \text{ mil } \frac{\text{Bq}}{\text{cm}^3} \xrightarrow{8 \text{ dias}} 12,5 \text{ mil } \frac{\text{Bq}}{\text{cm}^3}$$

Gabarito dos testes

TESTE 11 – Alternativa A

TESTE 23 – Alternativa A

TESTE 24 – Alternativa D

TESTE 25 – Alternativa C

TESTE 26 – Alternativa E

TESTE 27 – Alternativa A

TESTE 28 – Alternativa B

TESTE 29 – Alternativa D

TESTE 30 – Alternativa C

TESTE 31 – Alternativa E

TESTE 32 – Alternativa B

TESTE 33 – Alternativa E

TESTE 86 – Alternativa D

FUVEST 2012 – Segunda fase

Segundo dia

Questão 08. O rótulo de um frasco contendo determinada substância X traz as seguintes informações:

Propriedade	Descrição ou valor
Cor	Incolor
Inflamabilidade	Não inflamável
Odor	Adocicado
Ponto de fusão	-23 °C
Ponto de ebulição a 1 atm	77 °C
Densidade a 25 °C	1,59 g / cm ³
Solubilidade em água a 25 °C	0,1 g / 100 g de H ₂ O

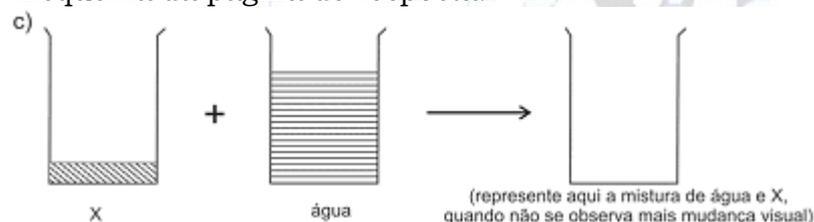
a) Considerando as informações apresentadas no rótulo, qual é o estado físico da substância contida no frasco, a 1 atm e 25 °C? Justifique.

b) Em um recipiente, foram adicionados, a 25 °C, 56,0 g da substância X e 200,0 g de água. Determine a massa da substância X que **não se dissolveu** em água. Mostre os cálculos.

c) Complete o esquema da página de resposta, representando a aparência visual da mistura formada pela substância X e água quando, decorrido certo tempo, não for mais observada mudança visual. Justifique.

Dado: densidade da água a 25 °C = 1,00 g/cm³

*Esquema da página de resposta:



Resolução

a) De acordo com a tabela o ponto de fusão da substância contida no frasco é -23 °C e o ponto de ebulição é 77 °C.

Como -23 °C (S → L) < 25 °C < 77 °C (L → G), concluímos que o estado de agregação da substância é líquido.

b) A solubilidade da substância em água a 25 °C é 0,1 g/100 g de H₂O. Então:

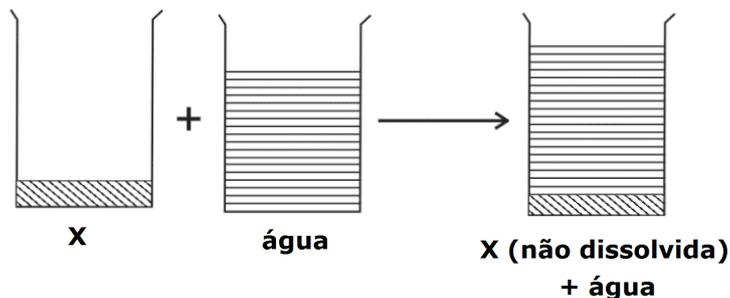
$$0,1 \text{ g} \text{ — } 100 \text{ g (H}_2\text{O)}$$

$$m \text{ g} \text{ — } 200,0 \text{ g (H}_2\text{O)}$$

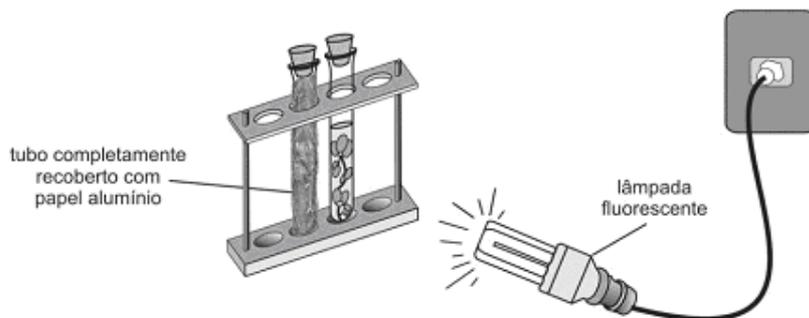
$$m = 0,2 \text{ g (massa que se dissolveu de X)}$$

Foram adicionados 56,0 g da substância X, logo 55,8 g (56,0 g - 0,2 g) não dissolveu.

c) Como a 25 °C a densidade da substância X é 1,59 g/cm³ e este valor é maior do que a densidade da água, que é de 1,00 g/cm³, conclui-se que X fica na parte inferior do recipiente.



Questão 09. O experimento descrito a seguir foi planejado com o objetivo de demonstrar a influência da luz no processo de fotossíntese. Em dois tubos iguais, colocou-se o mesmo volume de água saturada com gás carbônico e, em cada um, um espécime de uma mesma planta aquática. Os dois tubos foram fechados com rolhas. Um dos tubos foi recoberto com papel alumínio e ambos foram expostos à luz produzida por uma lâmpada fluorescente (que não produz calor).



a) Uma solução aquosa saturada com gás carbônico é ácida. Como deve variar o pH da solução no tubo **não recoberto** com papel alumínio, à medida que a planta realiza fotossíntese? Justifique sua resposta.

No tubo recoberto com papel alumínio, não se observou variação de pH durante o experimento.

b) Em termos de planejamento experimental, explique por que é necessário utilizar o tubo recoberto com papel alumínio, o qual evita que um dos espécimes receba luz.

Resolução

a) No tubo recoberto com papel alumínio a luz será refletida, o sistema permanecerá em equilíbrio e o pH inalterado.

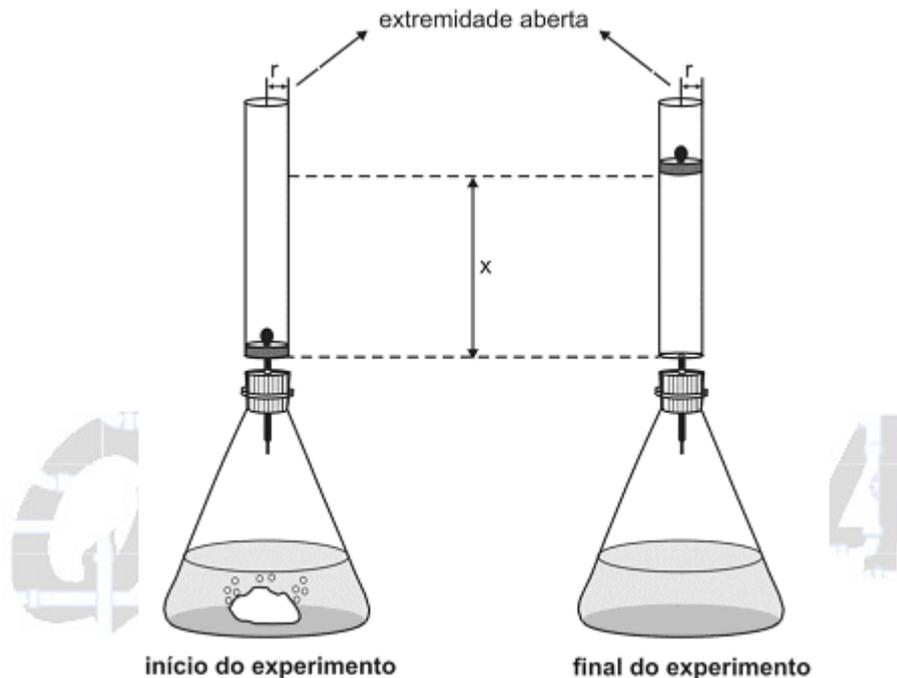
No tubo não recoberto ocorrerá fotossíntese e conseqüentemente aumentará o consumo de gás carbônico (CO₂). O equilíbrio existente:



será deslocado para a esquerda e a concentração de H⁺_(aq) diminuirá. Como o valor do pH é dado por: pH = - log[H⁺], conclui-se que o pH aumentará.

b) Como no tubo recoberto com papel alumínio o espécime não recebe luz e não ocorre fotossíntese, pode-se estudar a relação entre a incidência de luz e este fenômeno.

Questão 10. A um recipiente, contendo solução aquosa de ácido sulfúrico, foi adicionada uma massa m de carbonato de sódio. Imediatamente após a adição desse sal, foi adaptado, à boca do recipiente, um cilindro de raio r , no interior do qual um êmbolo, de massa desprezível, pode se deslocar sem atrito. Após algum tempo, o carbonato de sódio foi totalmente consumido, e o gás liberado moveu o êmbolo para cima.



Nessa transformação, o ácido sulfúrico era o reagente em excesso.

a) Escreva a equação química balanceada que representa a transformação que ocorreu dentro do recipiente.

b) O experimento descrito foi repetido utilizando-se carbonato de potássio em lugar de carbonato de sódio. A massa de carbonato de potássio utilizada nesse segundo experimento também foi m . A altura atingida pelo êmbolo foi a mesma nos dois experimentos? Explique. (Considere desprezível a variação de temperatura no sistema).

c) Escreva a expressão matemática que relaciona a altura x , atingida pelo êmbolo, com a massa m de carbonato de sódio.

Para isso, considere que

– a solubilidade do gás, na solução, é desprezível, e não há perda de gás para a atmosfera;

– nas condições do experimento, o gás formado se comporta como um gás ideal, cujo volume é dado por $V = nRT/P$, em que:

P = pressão do gás

n = quantidade de matéria do gás (em mol)

R = constante universal dos gases

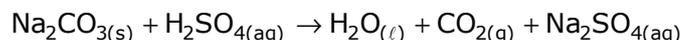
T = temperatura do gás (em K)

Observação: Use a abreviatura MM para representar a massa molar do carbonato de sódio.

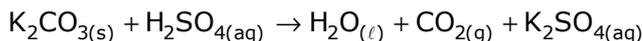
Resolução

a) Teremos:

Carbonato de sódio + ácido sulfúrico, então:



b) O experimento descrito foi repetido utilizando-se carbonato de potássio em lugar de carbonato de sódio, então:



As massas molares do Na_2CO_3 e K_2CO_3 são diferentes. Como as massas não foram fornecidas, devemos lembrar que, na tabela periódica, a massa atômica do potássio é maior do que a do sódio, pois o potássio, na família IA, está abaixo do sódio.

Concluí-se que a massa molar do K_2CO_3 (MM') é maior do que Na_2CO_3 (MM).

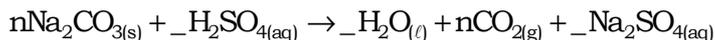
Para uma mesma massa m dos dois compostos, teremos:

$$\text{MM}' > \text{MM}$$

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m}{\text{MM}}; \quad n_{\text{K}_2\text{CO}_3} = \frac{m}{\text{MM}'}$$

$$n_{\text{Na}_2\text{CO}_3} > n_{\text{K}_2\text{CO}_3}$$

Como a quantidade de gás carbônico formada varia de acordo com o número de mols de Na_2CO_3 e K_2CO_3 , concluí-se que o número de mols de gás carbônico (CO_2) formado na reação com carbonato de sódio (Na_2CO_3) é maior do que na reação com carbonato de potássio (K_2CO_3).



A altura atingida pelo êmbolo não será a mesma, pois dependerá da quantidade de gás carbônico liberada.

c) O volume do cilindro pode ser dado por:

Volume = área da base ($\pi \times (\text{raio})^2$) \times altura (x)

$$V = \pi \times r^2 \times x$$

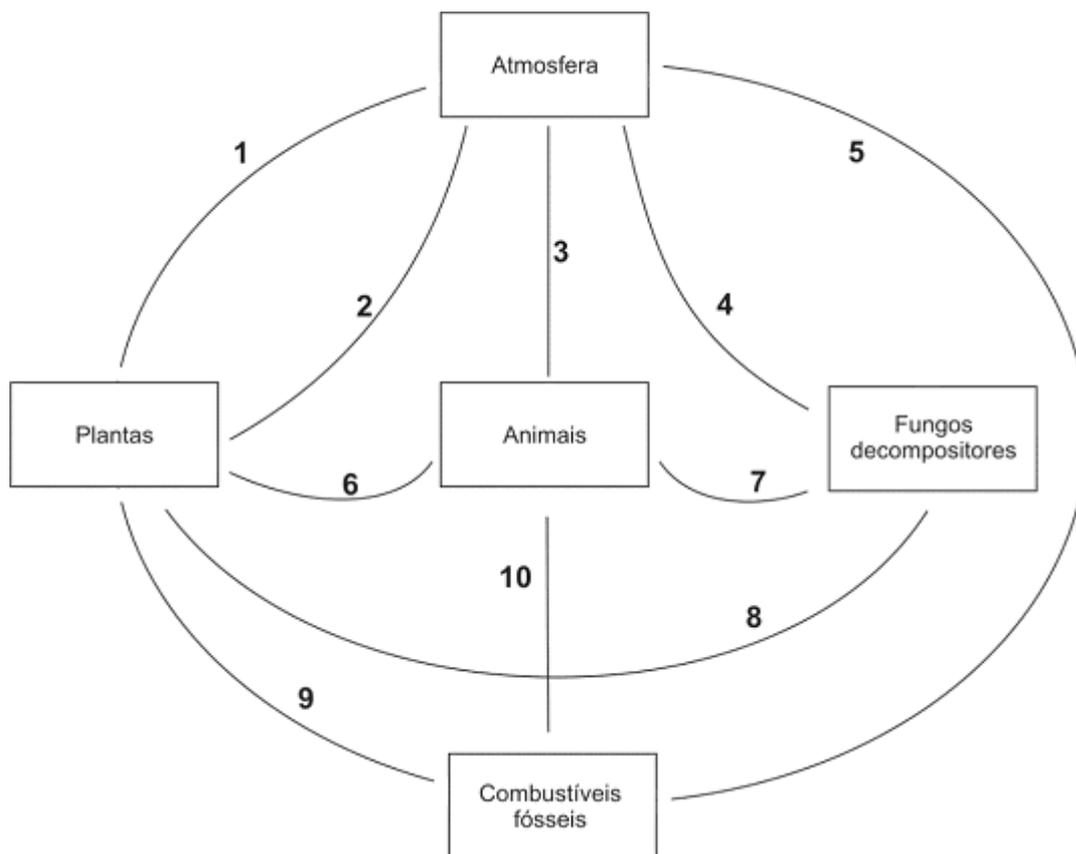
Como o volume é dado por volume é dado por $V = nRT/P$, teremos:

$$V = \frac{n \times R \times T}{P}; \quad n = \frac{m}{\text{MM}}$$

$$\pi \times r^2 \times x = \frac{n \times R \times T}{P} \Rightarrow \pi \times r^2 \times x = \frac{m}{\text{MM}} \times \frac{R \times T}{P}$$

$$x = \frac{m \times R \times T}{\text{MM} \times P \times \pi \times r^2}$$

Questão 13. A figura abaixo mostra alguns dos integrantes do ciclo do carbono e suas relações.

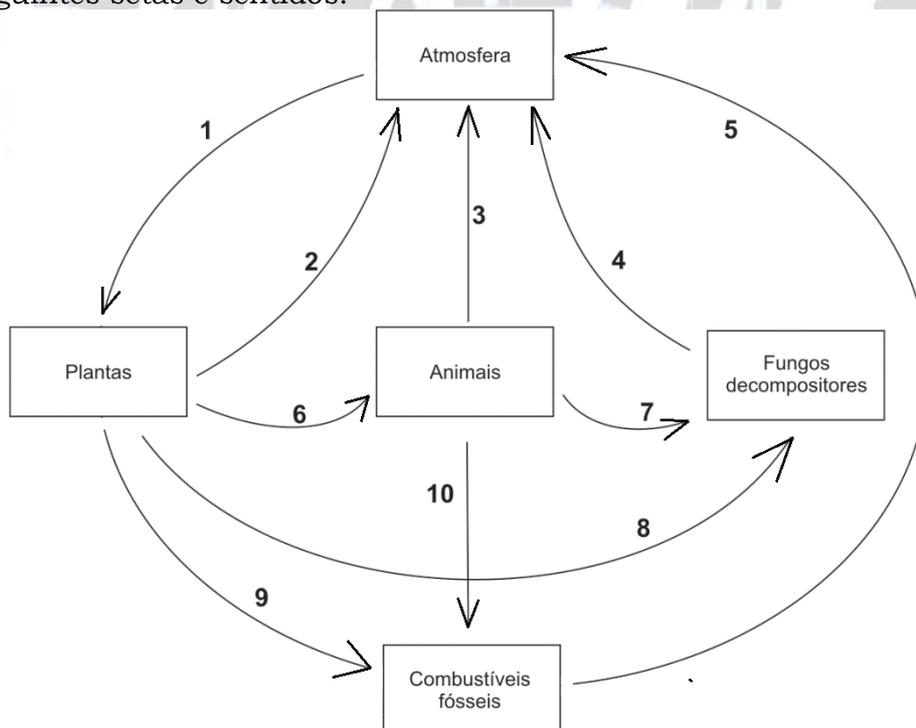


a) Complete a figura reproduzida na página de resposta, indicando com setas os sentidos das linhas numeradas, de modo a representar a transferência de carbono entre os integrantes do ciclo.

b) Indique o(s) número(s) da(s) linha(s) cuja(s) seta(s) representa(m) a transferência de carbono na forma de molécula orgânica.

Resolução

a) Teremos as seguintes setas e sentidos:



b) Os números serão: 6, 7, 8, 9 e 10.

Plantas → Animais 6

Animais → Fungos decompositores 7

Plantas → Fungos decompositores 8

Plantas → Combustíveis fósseis 9

Animais → Combustíveis fósseis 10

Questão 14. *Luz do sol*

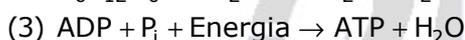
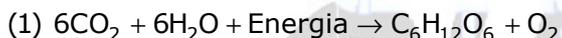
Que a folha traga e traduz

Em verde novo

Em folha, em graça, em vida, em força, em luz

Caetano Veloso

Os versos de Caetano Veloso descrevem, poeticamente, um processo biológico. Escolha, entre as equações abaixo (1, 2 ou 3), a que representa esse processo, em linguagem química. Justifique sua resposta, relacionando o que dizem os versos com o que está indicado na equação escolhida.



Resolução

Os versos:

“Luz do sol

Que a folha traga e traduz

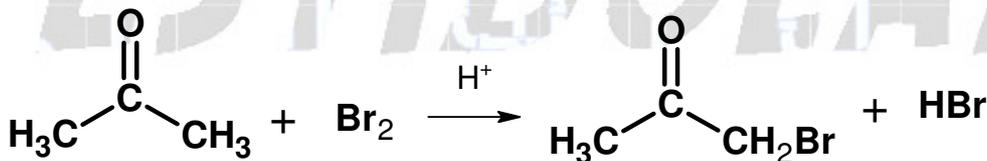
Em verde novo”

se relacionam com a equação (1):

$6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Energia} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$, ou seja, com o processo da fotossíntese.

Terceiro dia

Questão 01. Ao misturar acetona com bromo, na presença de ácido, ocorre a transformação representada pela equação química



Dentre as substâncias presentes nessa mistura, apenas o bromo possui cor e, quando este reagente for totalmente consumido, a solução ficará incolor. Assim sendo, a velocidade da reação pode ser determinada medindo-se o tempo decorrido até o desaparecimento da cor, após misturar volumes definidos de soluções aquosas de acetona, ácido e bromo, de concentrações iniciais conhecidas. Os resultados de alguns desses experimentos estão na tabela apresentada na página de resposta.

a) Considerando que a velocidade da reação é dada por

$$\frac{\text{concentração inicial de Br}_2}{\text{tempo para desaparecimento da cor}}$$

complete a tabela* apresentada na página de resposta.

* tabela representada na página de resposta:

Experimento	Concentração inicial de acetona (mol L ⁻¹)	Concentração inicial de H ⁺ (mol L ⁻¹)	Concentração inicial de Br ₂ (mol L ⁻¹)	Tempo decorrido até o desaparecimento da cor (s)	Velocidade da reação (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
1	0,8	0,2	6,6 × 10 ⁻³	132	
2	1,6	0,2	6,6 × 10 ⁻³	66	
3	0,8	0,4	6,6 × 10 ⁻³	66	
4	0,8	0,2	3,3 × 10 ⁻³	66	

b) A velocidade da reação é independente da concentração de uma das substâncias presentes na mistura. Qual é essa substância? Justifique sua resposta.

Resolução

a) Notações utilizadas na resolução:

[Br₂] = concentração inicial de bromo (mol L⁻¹)

t = tempo decorrido até o aparecimento de cor (s)

v = velocidade da reação (mol L⁻¹ s⁻¹)

$$v = \frac{[\text{Br}_2]}{t}$$

Experimento 1:

$$v_1 = \frac{6,6 \times 10^{-3}}{132} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Experimento 2:

$$v_2 = \frac{6,6 \times 10^{-3}}{66} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Experimento 3:

$$v_3 = \frac{6,6 \times 10^{-3}}{66} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Experimento 4:

$$v_4 = \frac{3,3 \times 10^{-3}}{66} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

Tabela completada:

Experimento	Concentração inicial de acetona (mol L ⁻¹)	Concentração inicial de H ⁺ (mol L ⁻¹)	Concentração inicial de Br ₂ (mol L ⁻¹)	Tempo decorrido até o desaparecimento da cor (s)	Velocidade da reação (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
1	0,8	0,2	6,6 × 10 ⁻³	132	5,0 × 10 ⁻⁵
2	1,6	0,2	6,6 × 10 ⁻³	66	1,0 × 10 ⁻⁴
3	0,8	0,4	6,6 × 10 ⁻³	66	1,0 × 10 ⁻⁴
4	0,8	0,2	3,3 × 10 ⁻³	66	5,0 × 10 ⁻⁵

b) Sabemos que a velocidade é dada pela seguinte equação:

$$v = k[\text{cetona}]^a [\text{H}^+]^b [\text{Br}_2]^c$$

Utilizando os valores fornecidos na primeira e na quarta linha da tabela na fórmula, vem:

$$5,0 \times 10^{-5} = k(0,8)^a (0,2)^b (6,6 \times 10^{-3})^c \quad (\text{I})$$

$$5,0 \times 10^{-5} = k(0,8)^a (0,2)^b (3,3 \times 10^{-3})^c \quad (\text{IV})$$

Dividindo (I) por (IV), teremos:

$$\frac{5,0 \times 10^{-5}}{5,0 \times 10^{-5}} = \frac{k(0,8)^a (0,2)^b (6,6 \times 10^{-3})^c}{k(0,8)^a (0,2)^b (3,3 \times 10^{-3})^c}$$

$$1 = 2^c \times \frac{(3,3 \times 10^{-3})^c}{(3,3 \times 10^{-3})^c} \Rightarrow 1 = 2^c \Rightarrow 2^0 = 2^c \Rightarrow c = 0$$

ou seja,

$$v = k[\text{cetona}]^a [\text{H}^+]^b [\text{Br}_2]^0$$

$$v = k[\text{cetona}]^a [\text{H}^+]^b$$

A velocidade da reação não depende da concentração de Br₂ (bromo).

Questão 02. Um aluno efetuou um experimento para avaliar o calor envolvido na reação de um ácido com uma base. Para isso, tomou 8 tubos de ensaio e a cada um deles adicionou 50 mL de uma mesma solução aquosa de HCl e diferentes volumes de água. Em seguida, acondicionou esses tubos em uma caixa de isopor, para minimizar trocas de calor com o ambiente. A cada um desses tubos, foram adaptados uma rolha e um termômetro para medir a temperatura máxima atingida pela respectiva solução, após o acréscimo rápido de volumes diferentes de uma mesma solução aquosa de NaOH. O volume final da mistura, em cada tubo, foi sempre 100 mL. Os resultados do experimento são apresentados na tabela.

Tubo	Volume de HCl (aq) (mL)	Volume de H ₂ O (mL)	Volume de NaOH (aq) (mL)	Temperatura máxima (°C)
1	50	50	0	23,0
2	50	45	5	24,4
3	50	40	10	25,8
4	50	35	15	27,2
5	50	30	20	28,6
6	50	25	25	30,0
7	50	20	30	30,0
8	50	15	35	30,0

a) Construa um gráfico, no *quadriculado apresentado na página de resposta, que mostre como a temperatura máxima varia em função do volume de solução aquosa de NaOH acrescentado.

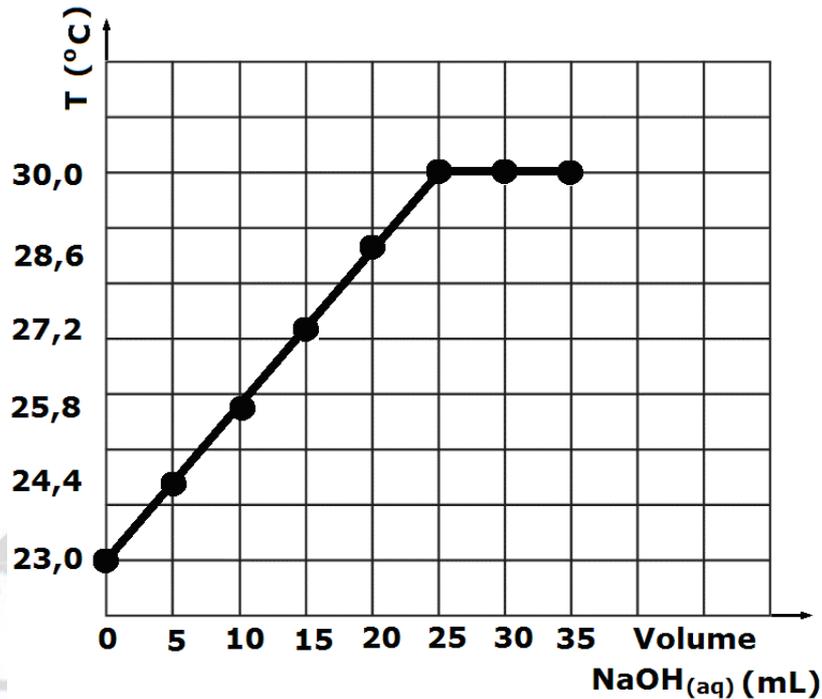
*quadriculado apresentado na página de resposta:

b) A reação do ácido com a base libera ou absorve calor? Justifique sua resposta, considerando os dados da tabela.

c) Calcule a concentração, em molL⁻¹, da solução aquosa de HCl, sabendo que a concentração da solução aquosa de NaOH utilizada era 2,0 molL⁻¹.

Resolução

a) Gráfico:



b) De acordo com a tabela, após o acréscimo de volumes diferentes de uma mesma solução aquosa de NaOH, a temperatura sofre elevação até o volume de 25 mL, ou seja, ocorre liberação de calor. Isto significa que a reação do ácido com a base é exotérmica.

c) De acordo com o gráfico, a temperatura máxima atingida é de 30 °C para um volume de 25 mL de base (NaOH).

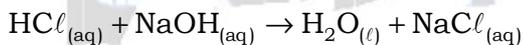
Então, para uma concentração de 2,0 molL⁻¹, teremos:

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

$$2 \text{ mol (NaOH)} \text{ — } 1000 \text{ mL}$$

$$n \text{ mol (NaOH)} \text{ — } 25 \text{ mL}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,05 \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} - 1 \text{ mol}$$

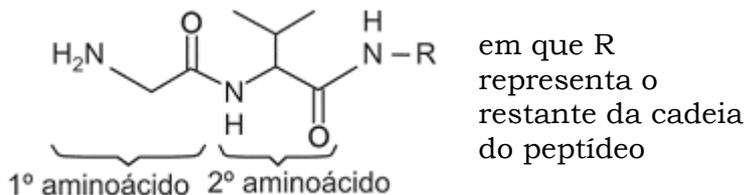
$$0,05 \text{ mol} - 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,05 \text{ mol}$$

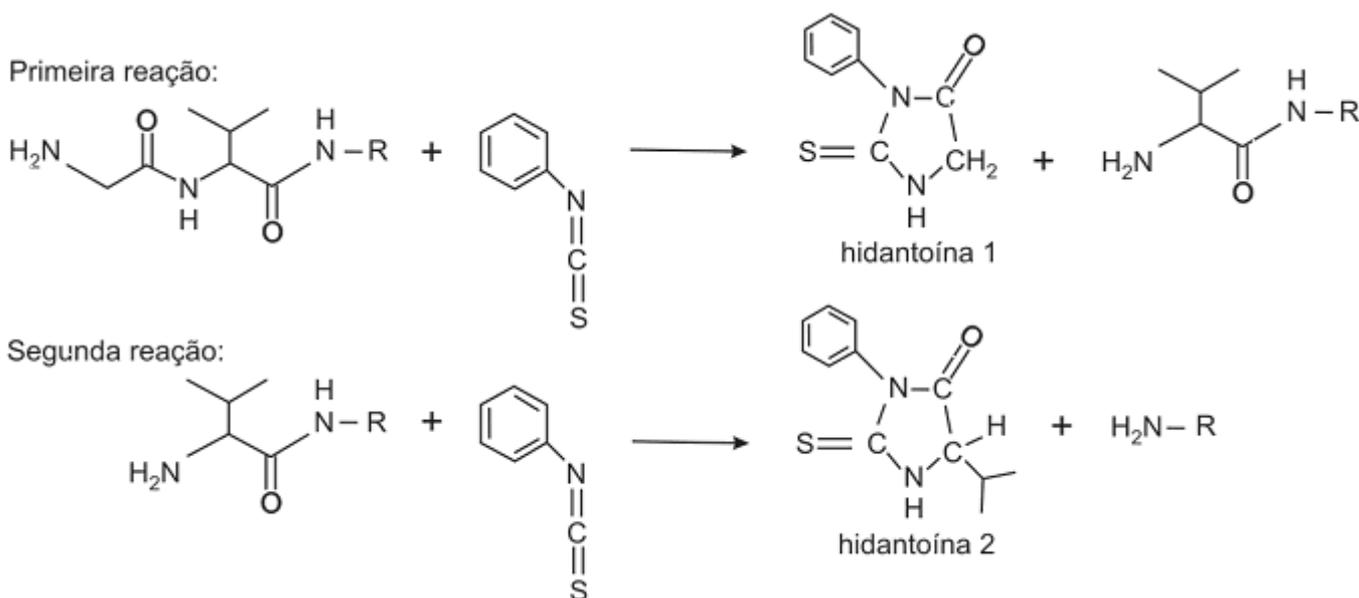
$$[\text{HCl}] = \frac{n_{\text{HCl}}}{V} = \frac{0,05 \text{ mol}}{50 \text{ mL}} = 1,0 \text{ molL}^{-1}$$

A concentração da solução aquosa de HCl é de 1,0 molL⁻¹.

Questão 03. Peptídeos são formados por seqüências de aminoácidos, como exemplificado para o peptídeo a seguir:



Para identificar os dois primeiros aminoácidos desse peptídeo e também a seqüência de tais aminoácidos, foram efetuadas duas reações químicas. Na primeira reação, formaram-se uma hidantoína e um novo peptídeo com um aminoácido a menos. Esse novo peptídeo foi submetido a uma segunda reação, análoga à anterior, gerando outra hidantoína e outro peptídeo:



O mesmo tipo de reação foi utilizado para determinar a seqüência de aminoácidos em um outro peptídeo de fórmula desconhecida, que é formado por apenas três aminoácidos. Para tanto, três reações foram realizadas, formando-se três hidantoínas, na ordem indicada na página de resposta. Preencha a *tabela da página de resposta, escrevendo

- as fórmulas dos três aminoácidos que correspondem às três respectivas hidantoínas formadas;
- a fórmula estrutural do peptídeo desconhecido formado pelos três aminoácidos do item a).

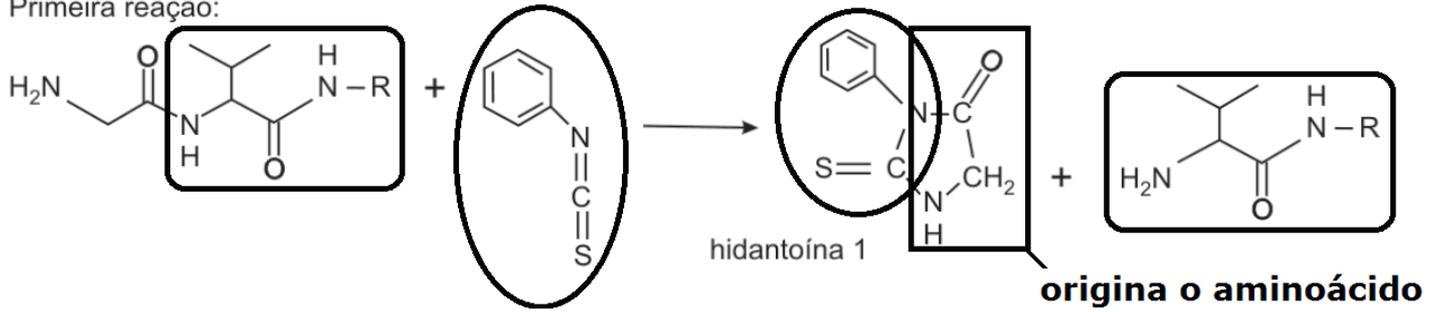
*tabela da página de resposta:

hidantoína			
	primeira hidantoína	segunda hidantoína	terceira hidantoína
a) aminoácido			
b) peptídeo formado pelos três aminoácidos do item a)			

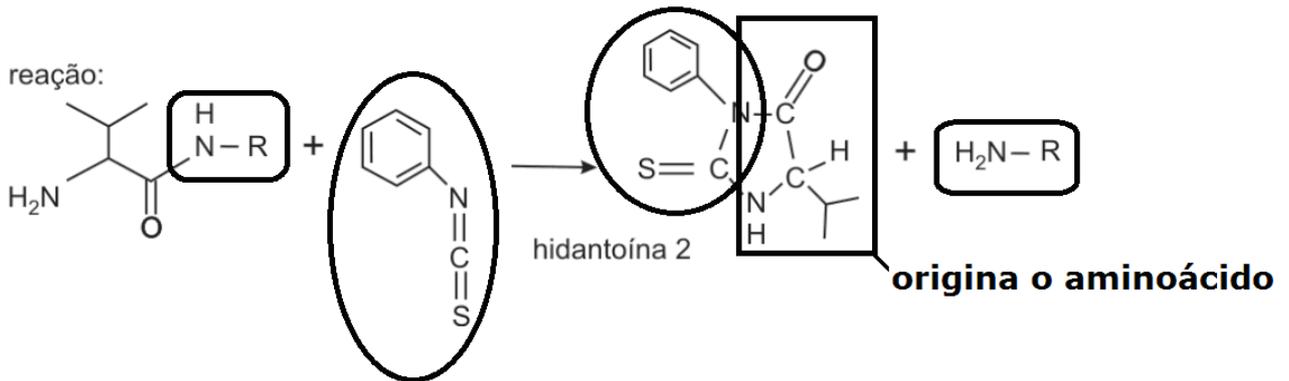
Resolução

a) As moléculas das hidantoínas produzidas nas reações podem ser utilizadas na descoberta dos aminoácidos que as compõe. Por exemplo:

Primeira reação:



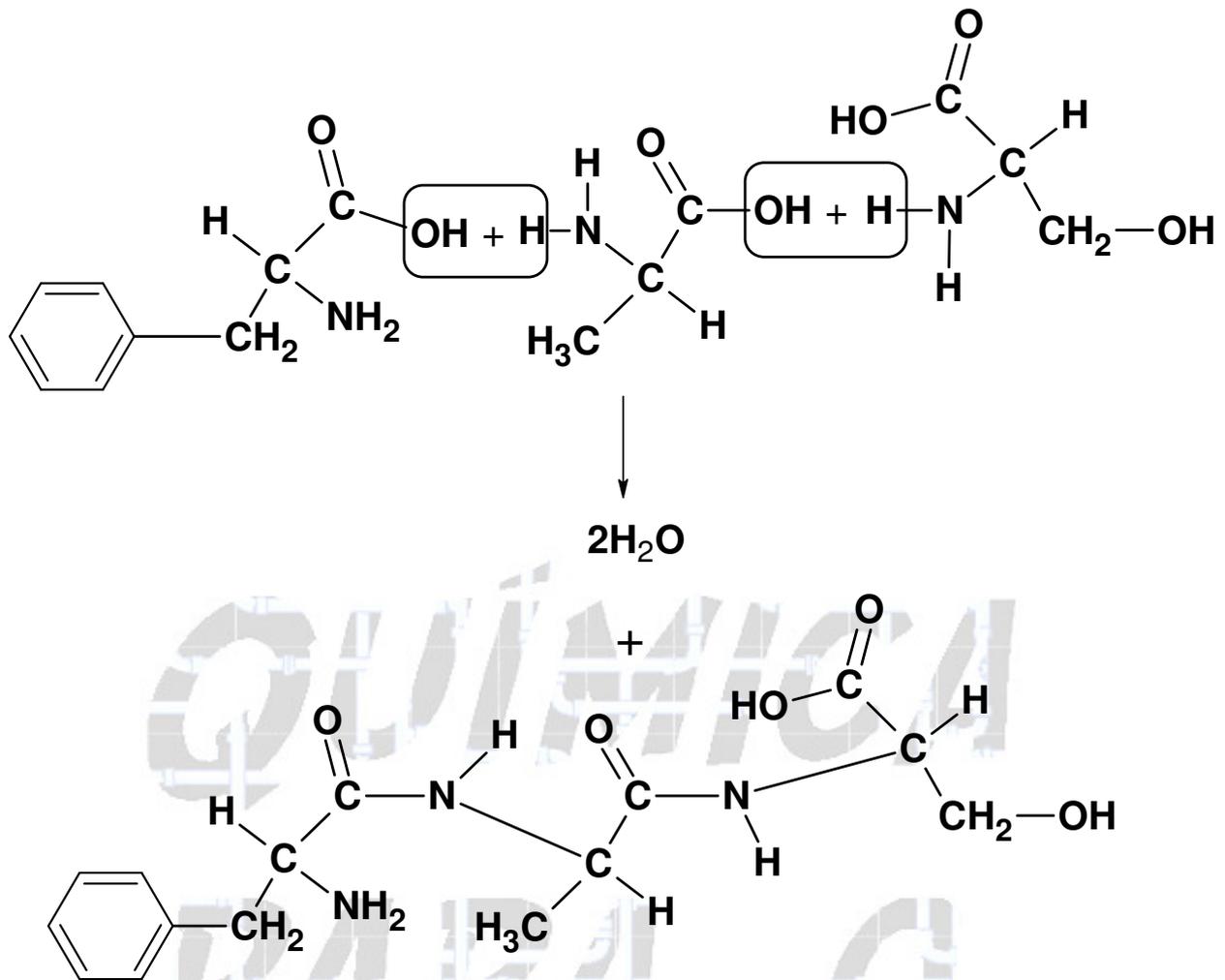
Segunda reação:



A partir da tabela da página de resposta obtemos os aminoácidos.

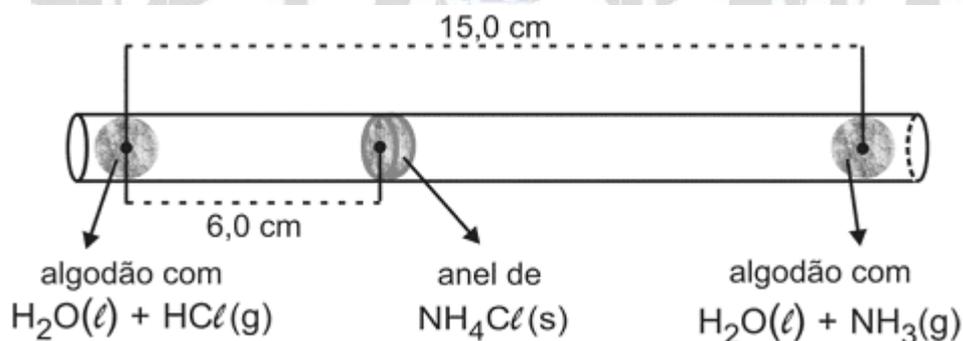
hidantoína			
	primeira hidantoína	segunda hidantoína	terceira hidantoína
a) aminoácido			

b) A condensação dos três aminoácidos obtidos na tabela anterior, na ordem dada, gerando o peptídeo desconhecido pode ser representada por:



Questão 04. Uma estudante de Química realizou um experimento para investigar as velocidades de difusão dos gases HCl e NH_3 .

Para tanto, colocou, simultaneamente, dois chumaços de algodão nas extremidades de um tubo de vidro, como mostrado na figura ao lado. Um dos chumaços estava embebido de solução aquosa de HCl (g), e o outro, de solução aquosa de NH_3 (g). Cada um desses chumaços liberou o respectivo gás. No ponto de encontro dos gases, dentro do tubo, formou-se, após 10 s, um anel de sólido branco (NH_4Cl), distante 6,0 cm do chumaço que liberava HCl (g).



- Qual dos dois gases, desse experimento, tem maior velocidade de difusão? Explique.
- Quando o experimento foi repetido a uma temperatura mais alta, o anel de NH_4Cl (s) se formou na mesma posição. O tempo necessário para a formação do anel, a essa nova temperatura, foi igual a, maior ou menor do que 10 s? Justifique.

c) Com os dados do experimento descrito, e sabendo-se a massa molar de um dos dois gases, pode-se determinar a massa molar do outro. Para isso, utiliza-se a expressão

$$\frac{\text{velocidade de difusão do NH}_3(\text{g})}{\text{velocidade de difusão do HCl}(\text{g})} = \sqrt{\frac{\text{massa molar do HCl}}{\text{massa molar do NH}_3}}$$

Considere que se queira determinar a massa molar do HCl. Caso o algodão embebido de solução aquosa de NH₃ (g) seja colocado no tubo um pouco **antes** do algodão que libera HCl (g) (e não simultaneamente), como isso afetará o valor obtido para a massa molar do HCl? Explique.

Resolução

a) De acordo com a figura, o anel de NH₄Cl se forma a 6,0 cm da extremidade do algodão com HCl e a 9,0 cm da extremidade do algodão com NH₃. Quanto maior a distância, maior a velocidade do gás no tubo, conclui-se que o NH₃ é o gás que apresenta maior velocidade de difusão.

b) Quanto maior a temperatura, maior a velocidade de difusão das moléculas e a velocidade da reação. Consequentemente o anel de ser formado num tempo menor do que 10 s.

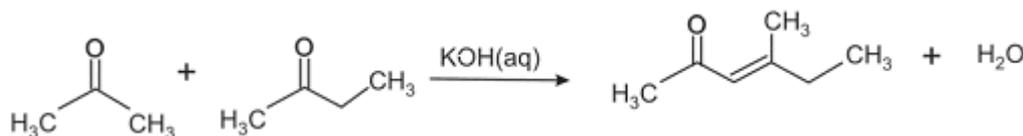
c) Caso o algodão embebido de solução aquosa de NH₃ (g) seja colocado no tubo um pouco **antes** do algodão que libera HCl (g) (e não simultaneamente) o anel de NH₄Cl será formado a uma distância maior da extremidade do algodão embebido com NH₃ dando a impressão de que a velocidade de difusão do HCl é menor do que a verdadeira. De acordo com a expressão matemática fornecida, quanto menor a velocidade de difusão, maior a massa molar. Consequentemente, a massa molar do HCl parecerá maior do que a verdadeira.

Questão 05. Dois tipos de reação, bastante utilizados na síntese e transformação de moléculas orgânicas, são:

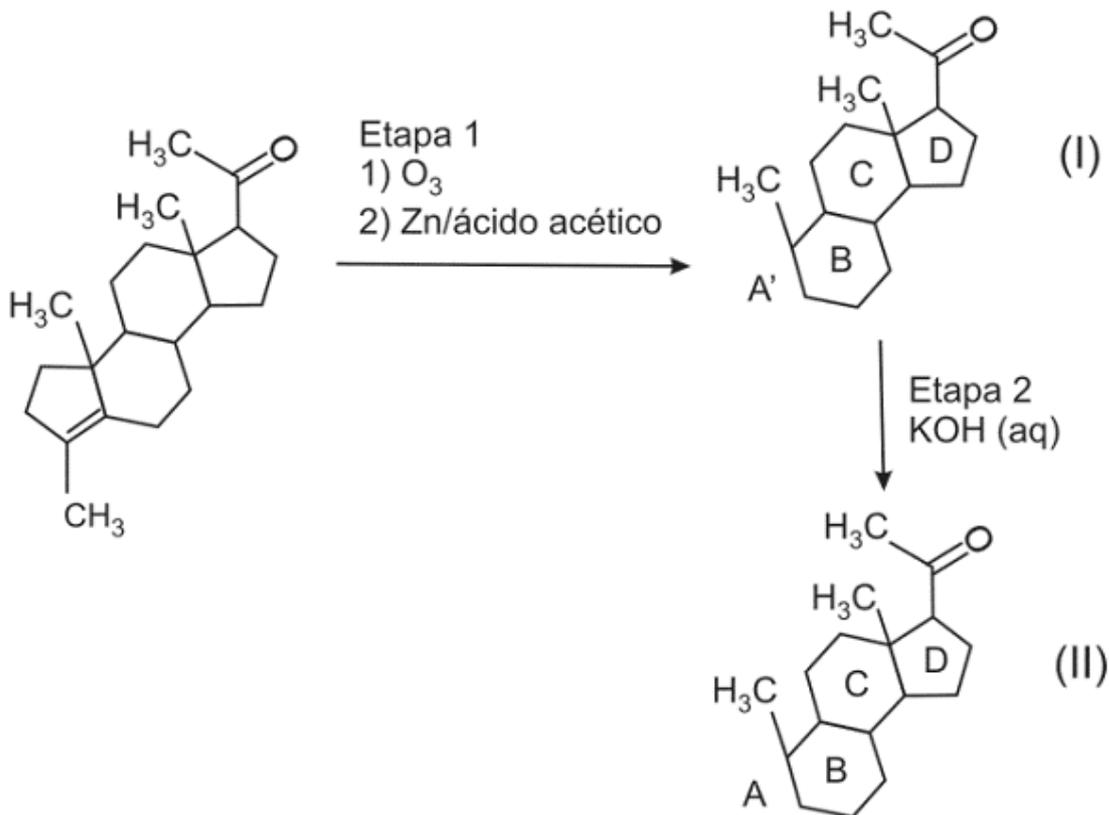
• Ozonólise – reação química em que cada carbono da ligação dupla de um composto orgânico forma uma ligação dupla com oxigênio, como exemplificado:



• Condensação aldólica – reação química em que dois compostos carbonílicos se unem e perdem água, formando um novo composto carbonílico com uma ligação dupla adjacente ao grupo carbonila, como exemplificado:

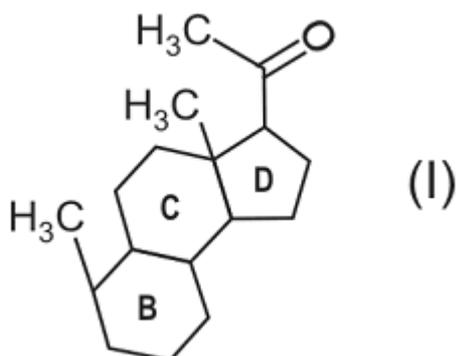


Em 1978, esses dois tipos de reação foram utilizados na síntese do hormônio progesterona, de acordo com a sequência ao lado, em que A' e A identificam, respectivamente, partes das fórmulas estruturais dos produtos I e II, cujas representações, ao lado, não estão completas.

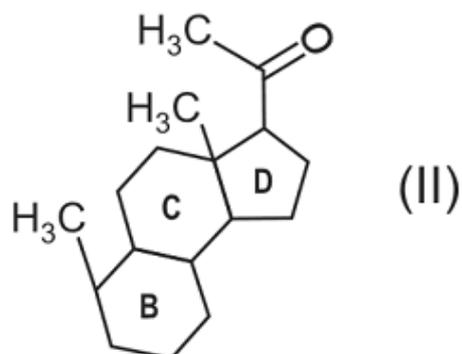


Na página de resposta, complete as fórmulas estruturais

a) do composto I;

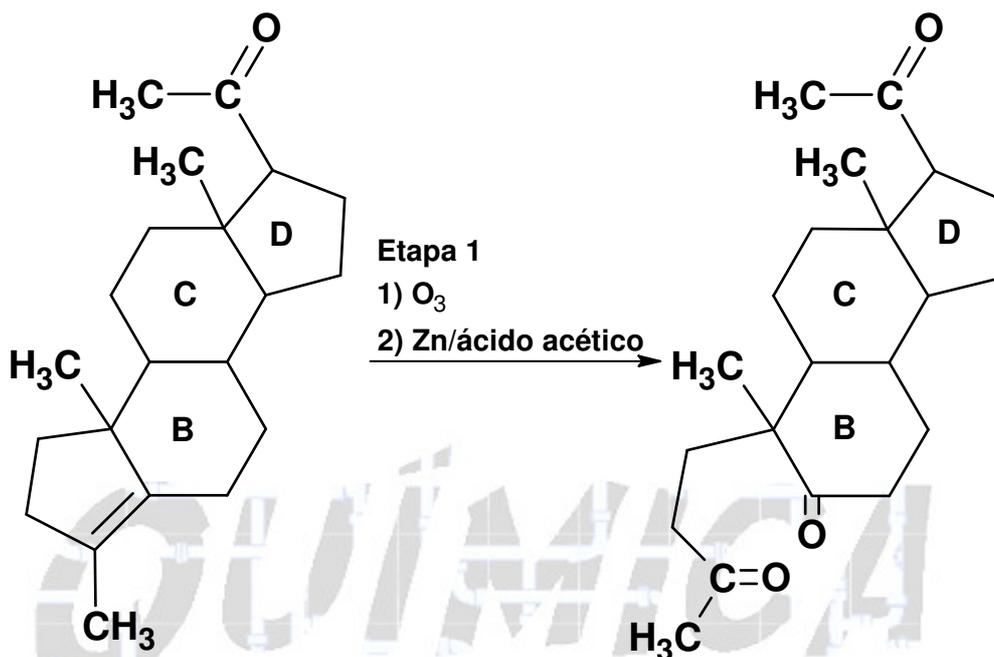


b) do composto II, em que A é um anel constituído por 6 átomos de carbono, e em que o anel B não possui grupo carbonila.

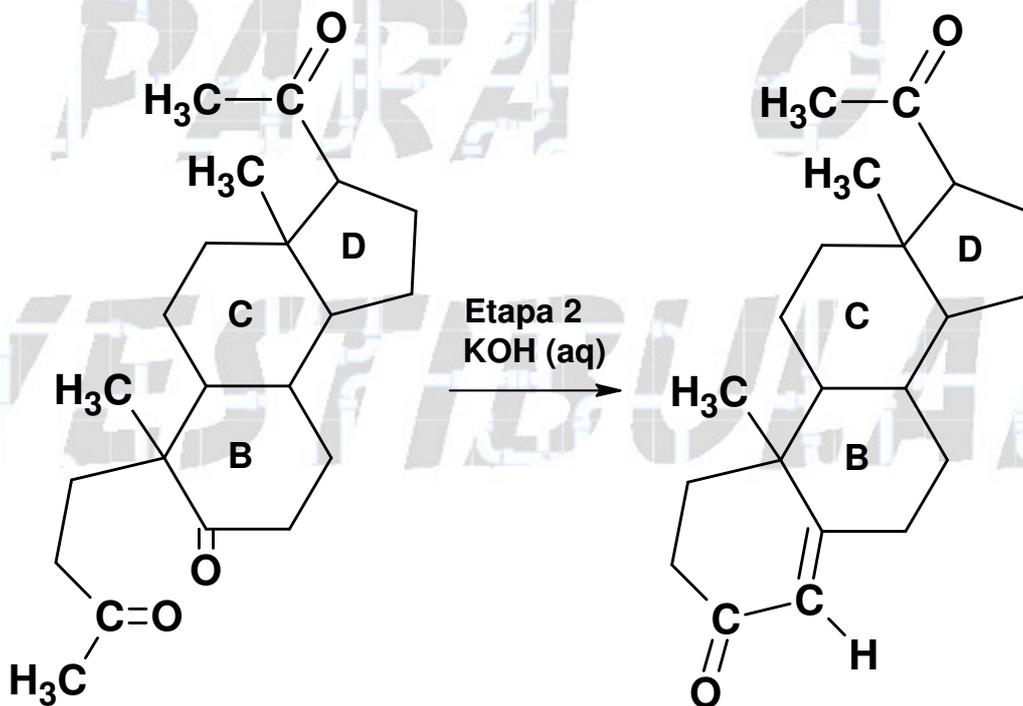


Resolução

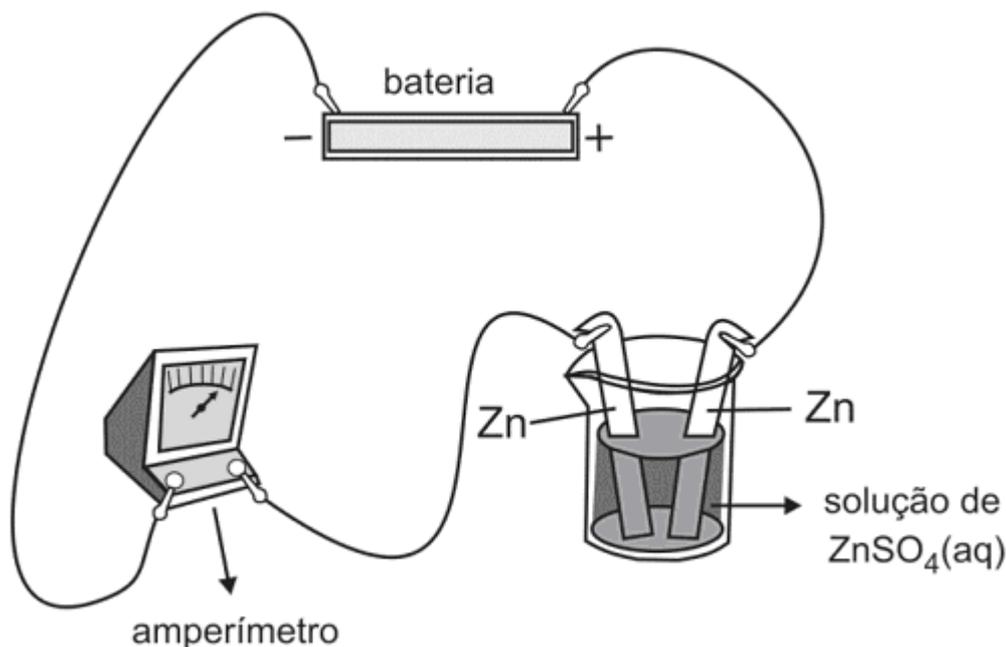
a) De acordo com a reação de ozonólise descrita no texto, teremos:



b) De acordo com a reação de condensação aldólica descrita no texto, teremos:



Questão 06. A determinação da carga do elétron pode ser feita por método eletroquímico, utilizando a aparelhagem representada na figura ao lado.



Duas placas de zinco são mergulhadas em uma solução aquosa de sulfato de zinco (ZnSO_4). Uma das placas é conectada ao polo positivo de uma bateria. A corrente que flui pelo circuito é medida por um amperímetro inserido entre a outra placa de Zn e o polo negativo da bateria.

A massa das placas é medida antes e depois da passagem de corrente elétrica por determinado tempo. Em um experimento, utilizando essa aparelhagem, observou-se que a massa da placa, conectada ao polo positivo da bateria, diminuiu de 0,0327 g. Este foi, também, o aumento de massa da placa conectada ao polo negativo.

a) Descreva o que aconteceu na placa em que houve perda de massa e também o que aconteceu na placa em que houve ganho de massa.

b) Calcule a quantidade de matéria de elétrons (em mol) envolvida na variação de massa que ocorreu em uma das placas do experimento descrito.

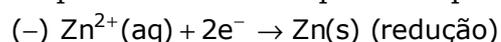
c) Nesse experimento, fluiu pelo circuito uma corrente de 0,050 A durante 1920 s. Utilizando esses resultados experimentais, calcule a carga de um elétron.

Dados: massa molar do Zn = $64,5 \text{ g mol}^{-1}$
constante de Avogadro = $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

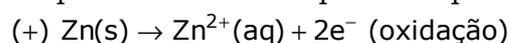
Resolução

a) De acordo com a figura fornecida, verifica-se que o zinco se torna um eletrodo positivo, ou negativo de acordo com os terminais da bateria.

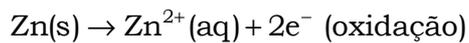
Na placa de zinco acoplada ao polo negativo da bateria, teremos aumento de massa:



Na placa de zinco acoplada ao polo positivo da bateria, teremos diminuição de massa:



b) A partir da reação de oxidação, vem:



$$65,4 \text{ g} \text{ ————— } 2 \text{ mols e}^{-}$$

$$0,0327 \text{ g} \text{ ————— } n \text{ mols e}^{-}$$

$$n = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mols e}^{-}$$

Observação: O número de mols envolvidos na reação de redução é igual ao de oxidação.

c) Notações:

Q = carga (coulomb)

i = intensidade da corrente elétrica (A; ampère)

t = tempo (s; segundo)

$$Q = i \times t$$

$$Q = 0,050 \times 1920 = 96 \text{ coulomb}$$

$$1,0 \times 10^{-3} \text{ mol e}^{-} \text{ — } 96 \text{ coulomb}$$

$$1,0 \times 10^{-3} \times 6,0 \times 10^{23} \text{ e}^{-} \text{ — } 96 \text{ coulomb}$$

$$1 \text{ e}^{-} \text{ — } Q'$$

$$Q' = 16 \times 10^{-20} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$$

A carga de um elétron corresponde a $1,6 \times 10^{-19}$ coulomb.