

FUVEST 2018 – Primeira fase e Segunda fase

CONHECIMENTOS GERAIS

1. O ano de 2017 marca o trigésimo aniversário de um grave acidente de contaminação radioativa, ocorrido em Goiânia em 1987. Na ocasião, uma fonte radioativa, utilizada em um equipamento de radioterapia, foi retirada do prédio abandonado de um hospital e, posteriormente, aberta no ferro-velho para onde fora levada. O brilho azulado do pó de césio-137 fascinou o dono do ferro-velho, que compartilhou porções do material altamente radioativo com sua família e amigos, o que teve consequências trágicas. O tempo necessário para que metade da quantidade de césio-137 existente em uma fonte se transforme no elemento não radioativo bário-137 é trinta anos.

Em relação a 1987, a fração de césio-137, em %, que existirá na fonte radioativa 120 anos após o acidente, será, aproximadamente,

- a) 3,1. b) 6,3. c) 12,5. d) 25,0. e) 50,0.

Resolução: alternativa B.

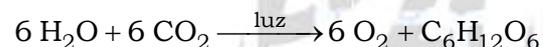
$t = 120 \text{ anos} = 4 \times 30 \text{ anos}$ (quatro períodos de semideintegração)

$100 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 50 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 25 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 12,5 \% \xrightarrow{30 \text{ anos}} 6,25 \%$

Porcentagem = $6,25 \% \approx 6,3 \%$

2. Considere estas três reações químicas realizadas por seres vivos:

I. Fotossíntese



II. Quimiossíntese metanogênica



III. Respiração celular



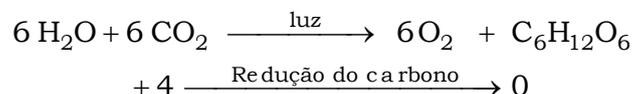
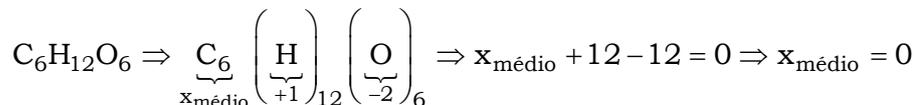
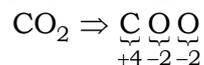
A mudança no estado de oxidação do elemento carbono em cada reação e o tipo de organismo em que a reação ocorre são:

	I	II	III
a)	redução; autotrófico.	redução; autotrófico.	oxidação; heterotrófico e autotrófico.
b)	oxidação; autotrófico.	oxidação; heterotrófico.	oxidação; autotrófico.
c)	redução; autotrófico.	redução; heterotrófico e autotrófico.	redução; heterotrófico e autotrófico.
d)	oxidação; autotrófico e heterotrófico.	redução; autotrófico	oxidação; autotrófico.
e)	oxidação; heterotrófico.	oxidação; autotrófico.	redução; heterotrófico.

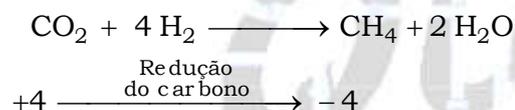
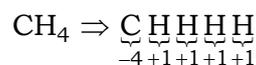
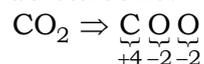
Resolução: alternativa A.

Organismos autotróficos conseguem sintetizar seu próprio alimento, já os heterotróficos não.

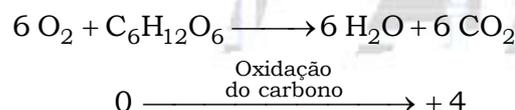
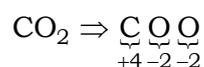
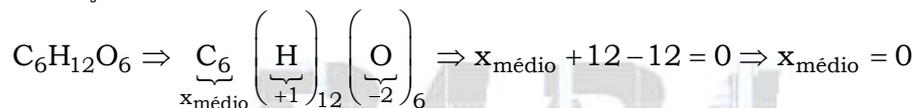
I. A fotossíntese ocorre em organismos autotróficos. Nesta reação ocorre redução do carbono:



II. A quimiossíntese metanogênica ocorre em organismos autotróficos. Nesta reação ocorre redução do carbono:

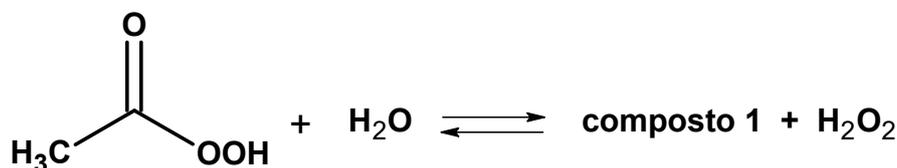


III. A respiração celular ocorre em organismos autotróficos e heterotróficos. Nesta reação ocorre oxidação do carbono.



3. Uma das substâncias utilizadas em desinfetantes comerciais é o perácido de fórmula $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$.

A formulação de um dado desinfetante encontrado no comércio consiste em uma solução aquosa na qual existem espécies químicas em equilíbrio, como representado a seguir. (Nessa representação, a fórmula do composto 1 não é apresentada.)



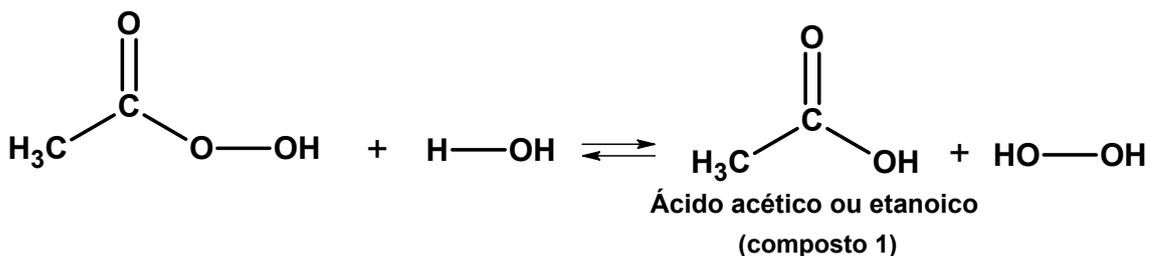
Ao abrir um frasco desse desinfetante comercial, é possível sentir o odor característico de um produto de uso doméstico.

Esse odor é de

- amônia, presente em produtos de limpeza, como limpa-vidros.
- álcool comercial, ou etanol, usado em limpeza doméstica.
- acetato de etila, ou etanoato de etila, presente em removedores de esmalte.
- cloro, presente em produtos alvejantes.
- ácido acético, ou ácido etanoico, presente no vinagre.

Resolução: alternativa E.

O composto 1 formado a reação descrita no enunciado é o ácido acético ou etanoico presente no vinagre.



4. Uma determinada quantidade de metano (CH_4) é colocada para reagir com cloro (Cl_2) em excesso, a 400°C , gerando $\text{HCl}_{(g)}$ e os compostos organoclorados H_3CCl , H_2CCl_2 , HCCl_3 , CCl_4 , cujas propriedades são mostradas na tabela. A mistura obtida ao final das reações químicas é então resfriada a 25°C , e o líquido, formado por uma única fase e sem HCl , é coletado.

Composto	Ponto de fusão ($^\circ\text{C}$)	Ponto de ebulição ($^\circ\text{C}$)	Solubilidade em água a 25°C (g/L)	Densidade do líquido a 25°C (g/mL)
H_3CCl	-97,4	-23,8	5,35,3	-
H_2CCl_2	-96,7	39,6	17,5	1,327
HCCl_3	-63,5	61,2	8,1	1,489
CCl_4	-22,9	76,7	0,8	1,587

A melhor técnica de separação dos organoclorados presentes na fase líquida e o primeiro composto a ser separado por essa técnica são:

- decantação; H_3CCl .
- destilação fracionada; CCl_4 .
- cristalização; HCCl_3 .
- destilação fracionada; H_2CCl_2 .
- decantação; CCl_4 .

Resolução: alternativa D.

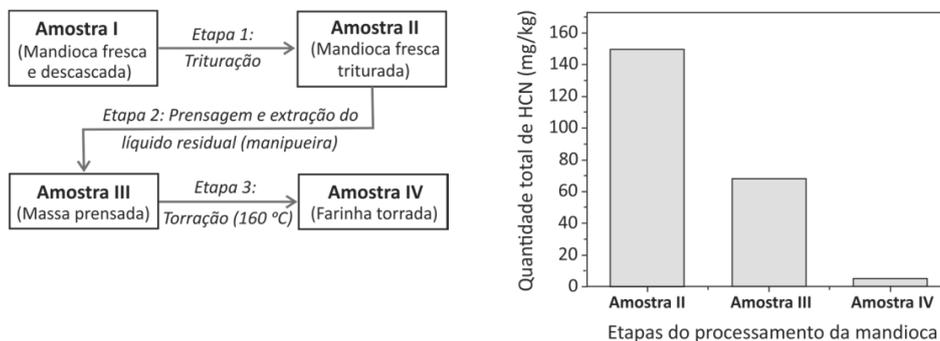
Como o H_3CCl já se encontra no estado gasoso a 25°C , deve-se fazer a destilação fracionada dos outros compostos que se encontram no estado líquido.

Composto	Ponto de fusão ($^\circ\text{C}$)	Ponto de ebulição ($^\circ\text{C}$)
H_3CCl	-94,7	-23,8 (Gasoso a 25°C)
H_2CCl_2	-96,7	39,6 (Líquido a 25°C)
HCCl_3	-63,5	61,2 (Líquido a 25°C)
CCl_4	-22,9	76,7 (Líquido a 25°C)

Destes compostos, o H_2CCl_2 apresenta o menor ponto de ebulição ($39,6^\circ\text{C}$), logo será recolhido antes dos outros no processo de separação.

5. A mandioca, uma das principais fontes de carboidratos da alimentação brasileira, possui algumas variedades conhecidas popularmente como “mandioca brava”, devido a sua toxicidade. Essa toxicidade se deve à grande quantidade de cianeto de hidrogênio (HCN) liberado quando o tecido vegetal é rompido.

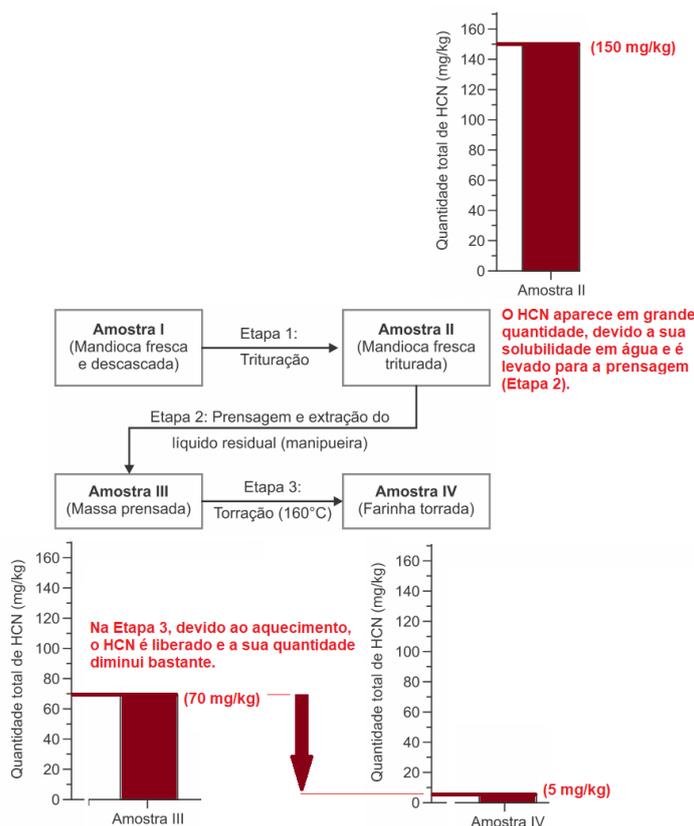
Após cada etapa do processamento para a produção de farinha de mandioca seca, representado pelo esquema a seguir, quantificou-se o total de HCN nas amostras, conforme mostrado no gráfico que acompanha o esquema.



O que ocorre com o HCN nas Etapas 2 e 3?

	Etapa 2	Etapa 3
a)	HCN é insolúvel em água, formando um precipitado.	HCN é volatilizado durante a torração, sendo liberado no ar.
b)	HCN é insolúvel em água, formando uma única fase na manipueira.	HCN permanece na massa torrada, não sendo afetado pela temperatura.
c)	HCN é solúvel em água, sendo levado na manipueira.	HCN permanece na massa torrada, não sendo afetado pela temperatura.
d)	HCN é solúvel em água, sendo levado na manipueira.	HCN é volatilizado durante a torração, sendo liberado no ar.
e)	HCN é insolúvel em água, formando um precipitado.	A 160 °C, a ligação $C \equiv N$ é quebrada, degradando as moléculas de HCN.

Resolução: alternativa D.



6. Um dos parâmetros que determina a qualidade do azeite de oliva é sua acidez, normalmente expressa na embalagem na forma de porcentagem, e que pode ser associada diretamente ao teor de ácido oleico em sua composição.

Uma amostra de 20,00 g de um azeite comercial foi adicionada a 100 mL de uma solução contendo etanol e etoxietano (dietiléter), 1:1 em volume, com o indicador fenolftaleína. Sob constante agitação, titulou-se com uma solução etanólica contendo KOH 0,20 mol/L até a _____ total. Para essa amostra, usaram-se 35,0 mL de base, o que permite concluir que se trata de um azeite tipo _____.

As palavras que completam corretamente as lacunas são:

- a) oxidação; semifino.
- b) neutralização; virgem fino.
- c) oxidação, virgem fino.
- d) neutralização; extra virgem.
- e) neutralização, semifino.

Note e adote:

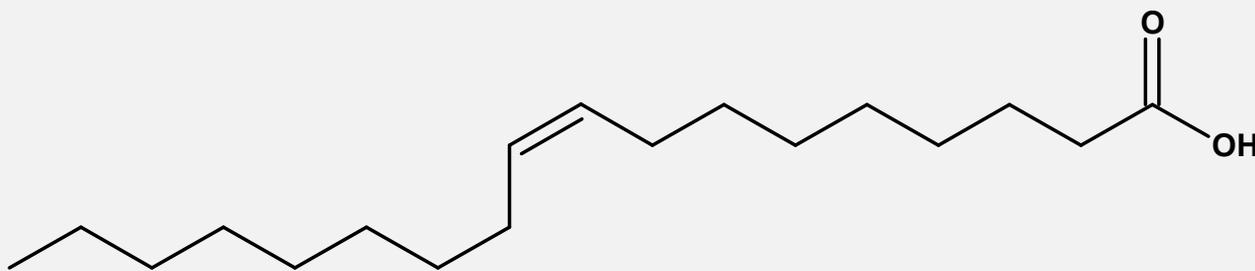
Classificação de azeites por acidez (em % massa do ácido oleico por 100 g de azeite):

Tipo	Acidez
Extra virgem	Menor que 0,8 %
Virgem fino	De 0,8% até 1,5 %
Semifino	Maior que 1,5 % até 3,0 %
Refinado	Maior que 3,0 %

Ácido oleico (ácido octadec-9-enoico)

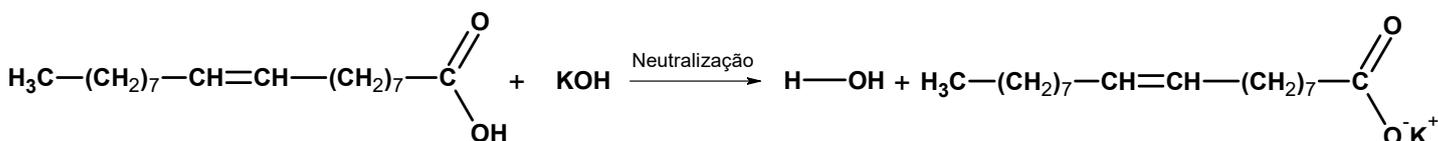
Fórmula: $C_{18}H_{34}O_2$

Massa molar = $282,5 \text{ g mol}^{-1}$



Resolução: alternativa B.

O processo descrito no enunciado é uma titulação, ou seja, ocorre a neutralização do ácido oleico pelo KOH.



$$M_{C_{18}H_{34}O_2} = 282,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$[KOH] = 0,020 \text{ mol / L}$$

$$V_{KOH} = 35 \text{ mL} = 35 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$n_{\text{KOH}} = [\text{KOH}] \times V_{\text{KOH}}$$

$$n_{\text{KOH}} = 0,020 \times 35 \times 10^{-3} = 0,0007 \text{ mol}$$

$$n_{\text{KOH}} = n_{\text{ácido oleico}}$$

$$n_{\text{ácido oleico}} = \frac{m_{\text{ácido oleico}}}{M_{\text{ácido oleico}}} \Rightarrow m_{\text{ácido oleico}} = n_{\text{ácido oleico}} \times M_{\text{ácido oleico}}$$

$$m_{\text{ácido oleico}} = 0,0007 \times 282,5 = 0,19775 \text{ g}$$

20,00 g ————— 100 % da amostra de azeite

0,19775 g ————— p

p = 0,98875 % \Rightarrow De 0,8 % até 1,5 % (Virgem fino).

As palavras que completam corretamente as lacunas são: neutralização e virgem fino.

7.

	1																18	
1	H	2																He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

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

Analisar a tabela periódica e as seguintes afirmações a respeito do elemento químico enxofre (S):

I. Tem massa atômica maior do que a do selênio (Se).

II. Pode formar com o hidrogênio um composto molecular de fórmula H_2S .

III. A energia necessária para remover um elétron da camada mais externa do enxofre é maior do que para o sódio (Na).

IV. Pode formar com o sódio (Na) um composto iônico de fórmula Na_3S .

São corretas apenas as afirmações

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

Resolução: alternativa C.

I. Incorreta.

O enxofre (S) tem massa atômica menor do que a do selênio (Se), pois está localizado no mesmo grupo, porém num período acima na classificação periódica.

II. Correta.

O enxofre (S) é um ametal que pode formar com o hidrogênio um composto molecular de fórmula H_2S , pois apresenta seis elétrons de valência (grupo 16) e pode compartilhar dois destes.

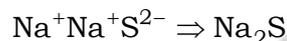
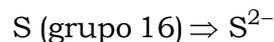


III. Correta.

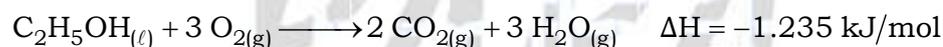
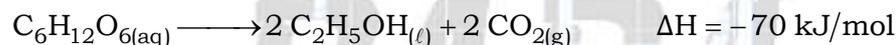
Tanto o enxofre (S) como o sódio (Na) estão localizados no terceiro período da classificação periódica. Quanto mais a direita num mesmo período, maior a carga nuclear e, conseqüentemente, a energia de ionização.

IV. Incorreta.

Pode formar com o sódio (Na) um composto iônico de fórmula Na_2S .



8. A energia liberada na combustão do etanol de cana-de-açúcar pode ser considerada advinda da energia solar, uma vez que a primeira etapa para a produção do etanol é a fotossíntese. As transformações envolvidas na produção e no uso do etanol combustível são representadas pelas seguintes equações químicas:



Com base nessas informações, podemos afirmar que o valor de ΔH para a reação de fotossíntese é

a) - 1.305 kJ/mol.

b) + 1.305 kJ/mol.

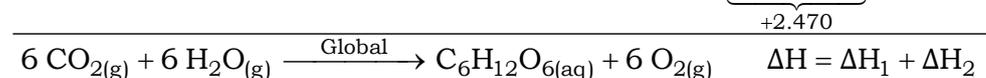
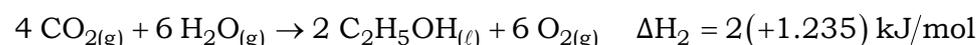
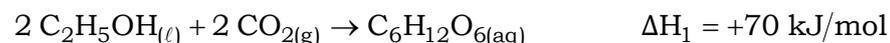
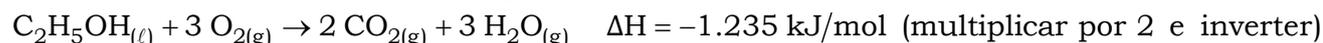
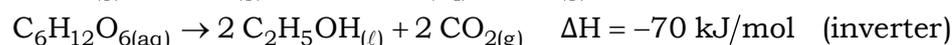
c) + 2.400 kJ/mol.

d) - 2.540 kJ/mol.

e) + 2.540 kJ/mol

Resolução: alternativa E.

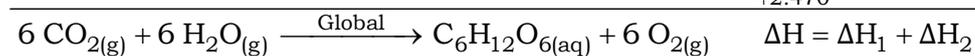
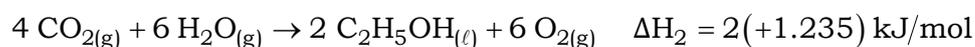
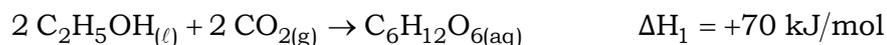
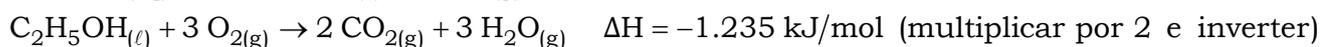
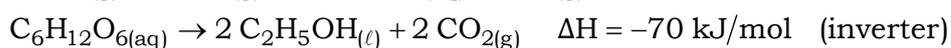
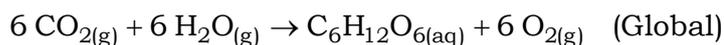
Aplicando a lei de Hess, vem:



$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$\Delta H = (+70 + 2.470) \text{ kJ}$$

$$\Delta H = +2.540 \text{ kJ}$$

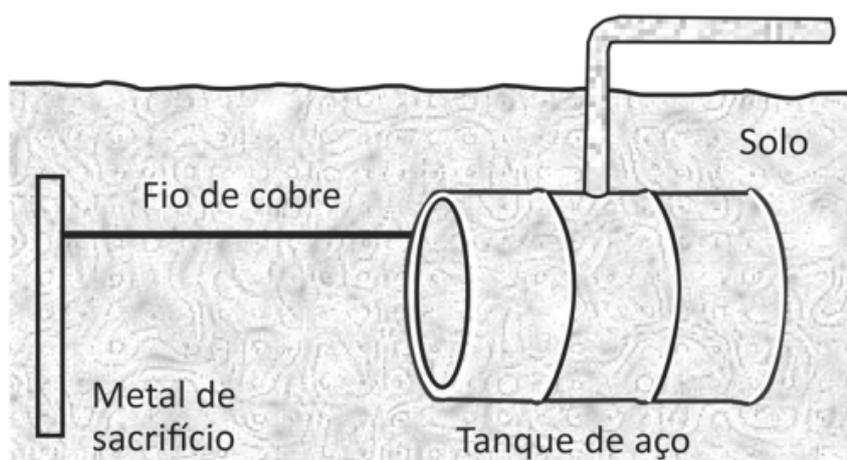


$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$\Delta H = (+70 + 2.470) \text{ kJ}$$

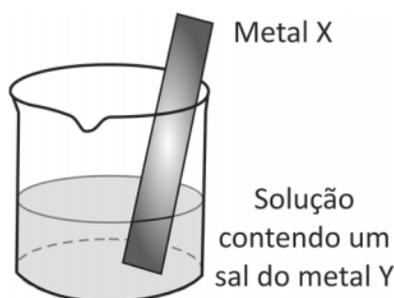
$$\Delta H = +2.540 \text{ kJ}$$

9. Um método largamente aplicado para evitar a corrosão em estruturas de aço enterradas no solo, como tanques e dutos, é a proteção catódica com um metal de sacrifício. Esse método consiste em conectar a estrutura a ser protegida, por meio de um fio condutor, a uma barra de um metal diferente e mais facilmente oxidável, que, com o passar do tempo, vai sendo corroído até que seja necessária sua substituição.



Burrows, et al. *Chemistry*³, Oxford, 2009. Adaptado.

Um experimento para identificar quais metais podem ser utilizados como metal de sacrifício consiste na adição de um pedaço de metal a diferentes soluções contendo sais de outros metais, conforme ilustrado, e cujos resultados são mostrados na tabela. O símbolo (+) indica que foi observada uma reação química e o (-) indica que não se observou qualquer reação química.



Soluções	Metal X			
	Estanho	Alumínio	Ferro	Zinco
SnCl_2		+	+	+
AlCl_3	-		-	-
FeCl_3	-	+		+
ZnCl_2	-	+	-	

Da análise desses resultados, conclui-se que pode(m) ser utilizado(s) como metal(is) de sacrifício para tanques de aço:

- Al e Zn.
- somente Sn.
- Al e Sn.
- somente Al.
- Sn e Zn.

Note e adote:

o aço é uma liga metálica majoritariamente formada pelo elemento ferro.

Resolução: alternativa A.

Os metais de sacrifício devem apresentar menor potencial de redução ou maior potencial de oxidação do que o metal X a ser protegido, ou seja, neste caso os cátions destes metais não devem reagir com o ferro presente no aço do tanque.

De acordo com a tabela alumínio (Al) e zinco (Zn) não reagem:

Soluções	Cátions presentes	Ferro
SnCl_2	Sn^{2+}	(reage)
AlCl_3	Al^{3+}	(não reage)
FeCl_3	Fe^{3+}	(não interfere)
ZnCl_2	Zn^{2+}	(não reage)

10. Em um laboratório químico, foi encontrado um frasco de vidro contendo um líquido incolor e que apresentava o seguinte rótulo:

Composto Alfa

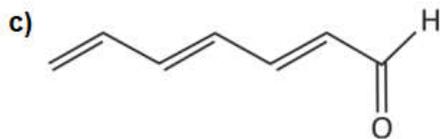
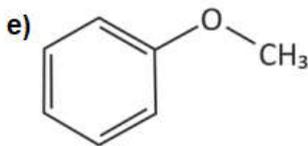
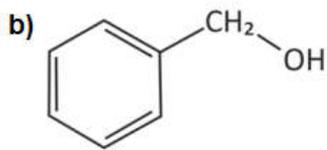
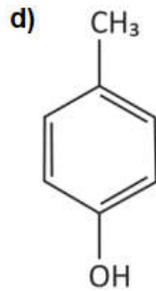
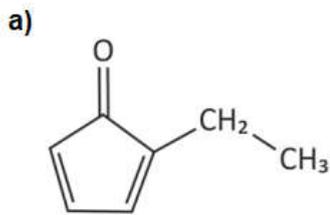


Para identificar a substância contida no frasco, foram feitos os seguintes testes:

I. Dissolveram-se alguns mililitros do líquido do frasco em água, resultando uma solução neutra. A essa solução, adicionaram-se uma gota de ácido e uma pequena quantidade de um forte oxidante. Verificou-se a formação de um composto branco insolúvel em água fria, mas solúvel em água quente. A solução desse composto em água quente apresentou $\text{pH} = 4$.

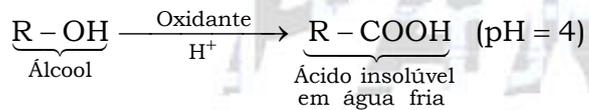
II. O sólido branco, obtido no teste anterior, foi dissolvido em etanol e a solução foi aquecida na presença de um catalisador. Essa reação produziu benzoato de etila, que é um éster aromático, de fórmula $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$.

Com base nos resultados desses testes, concluiu-se que o *Composto Alfa* é:



Resolução: alternativa B.

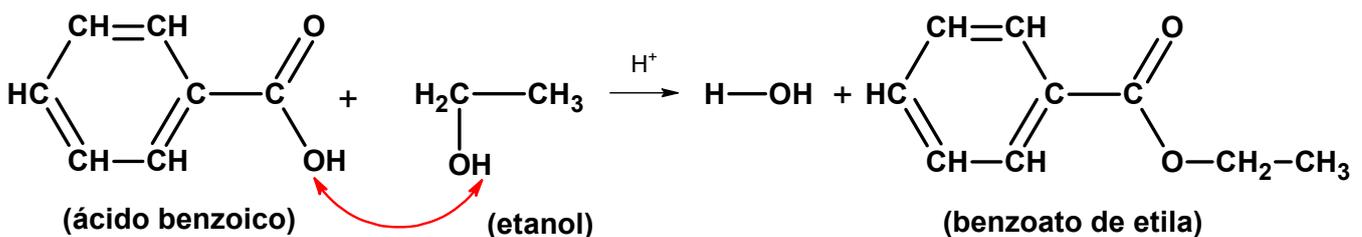
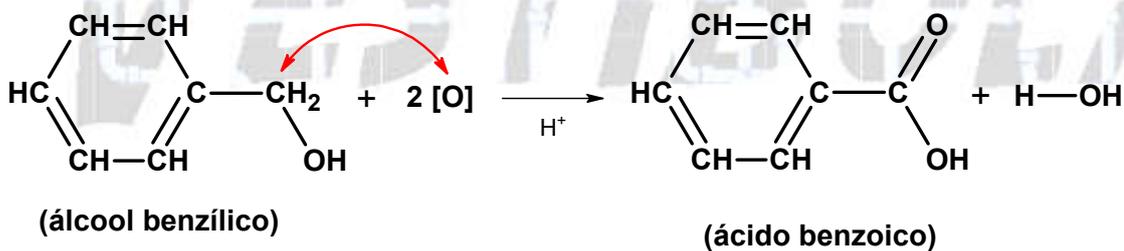
I. Trata-se de uma oxidação em meio ácido.



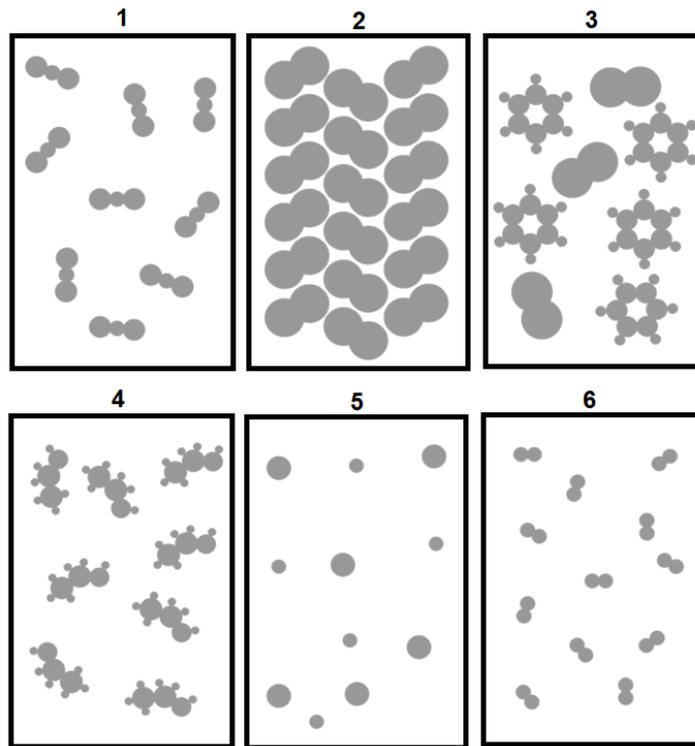
II. Tem-se uma esterificação.



Então:



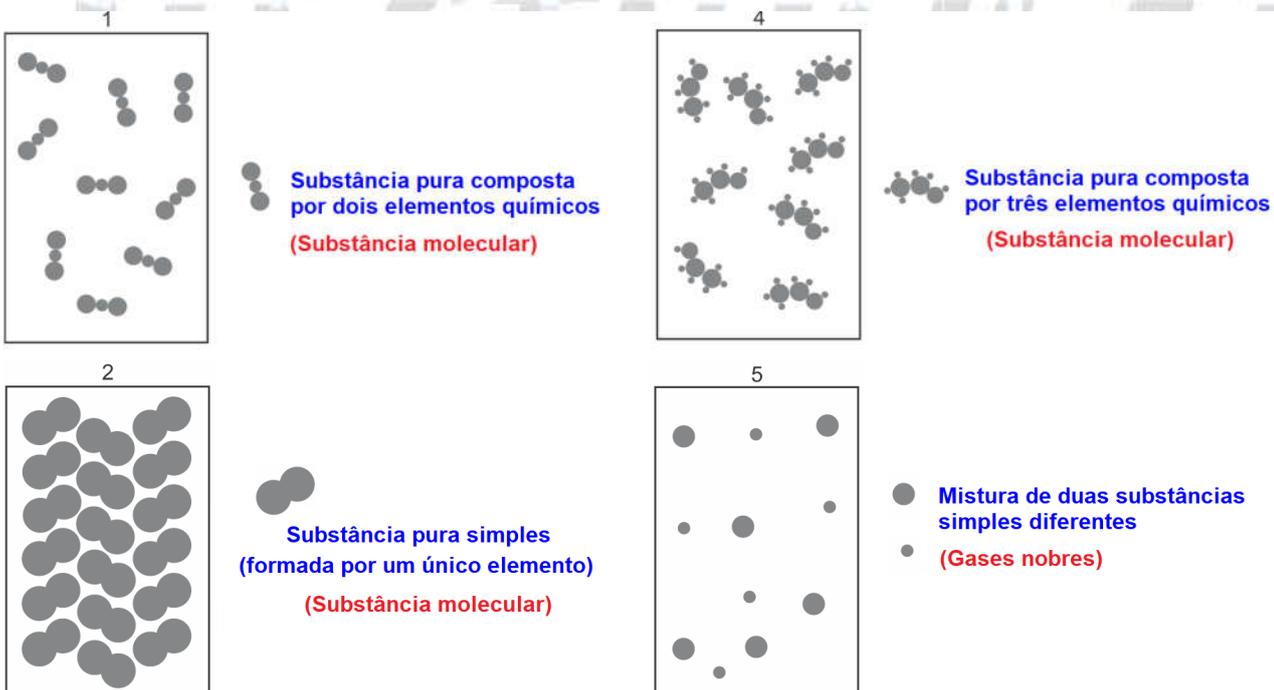
11. Considere as figuras pelas quais são representados diferentes sistemas contendo determinadas substâncias químicas. Nas figuras, cada círculo representa um átomo, e círculos de tamanhos diferentes representam elementos químicos diferentes.

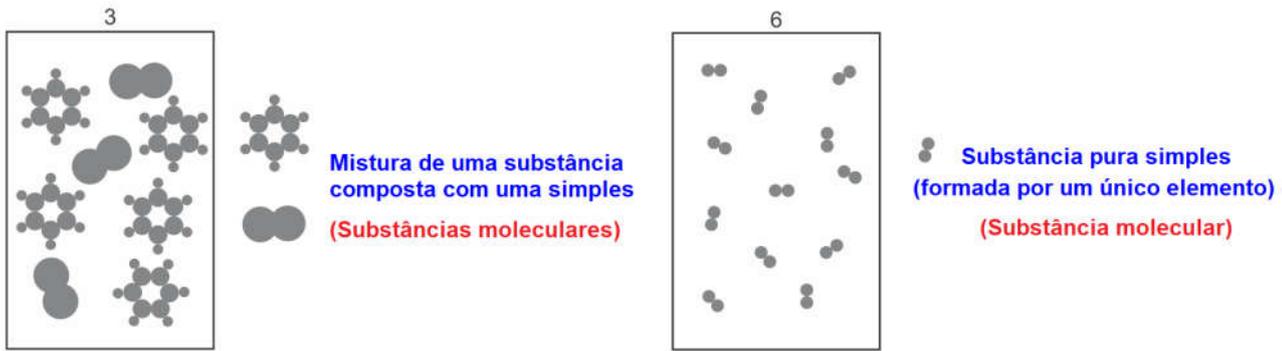


A respeito dessas representações, é correto afirmar que os sistemas

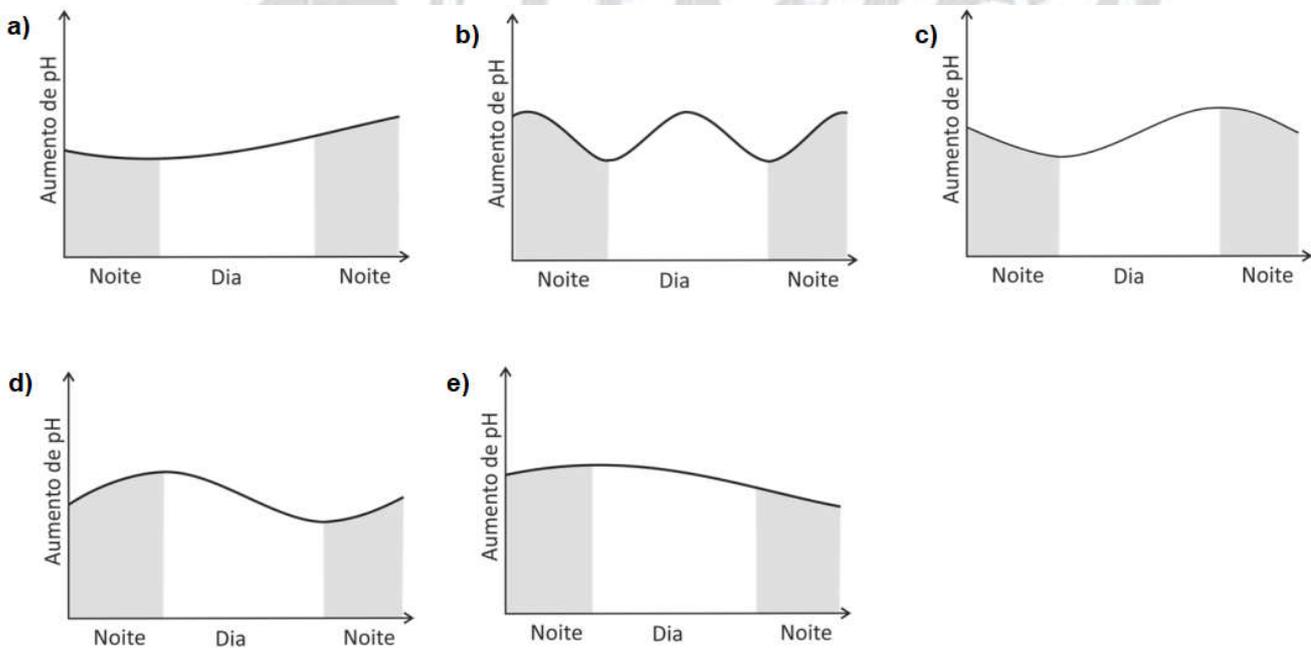
- a) 3, 4 e 5 representam misturas.
- b) 1, 2 e 5 representam substâncias puras.
- c) 2 e 5 representam, respectivamente, uma substância molecular e uma mistura de gases nobres.
- d) 6 e 4 representam, respectivamente, uma substância molecular gasosa e uma substância simples.
- e) 1 e 5 representam substâncias simples puras.

Resolução: alternativa C.





12. Considere um aquário tampado contendo apenas água e plantas aquáticas, em grande quantidade, e iluminado somente por luz solar. O gráfico que melhor esboça a variação de pH da água em função do horário do dia, considerando que os gases envolvidos na fotossíntese e na respiração das plantas ficam parcialmente dissolvidos na água, é:



Resolução: alternativa C.

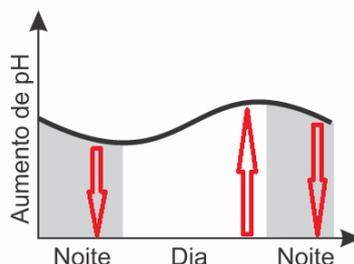
Quanto maior a luminosidade, maior a quantidade de gás carbônico (CO_2) absorvido no processo de fotossíntese. Isto significa que a concentração desse gás diminui no meio.



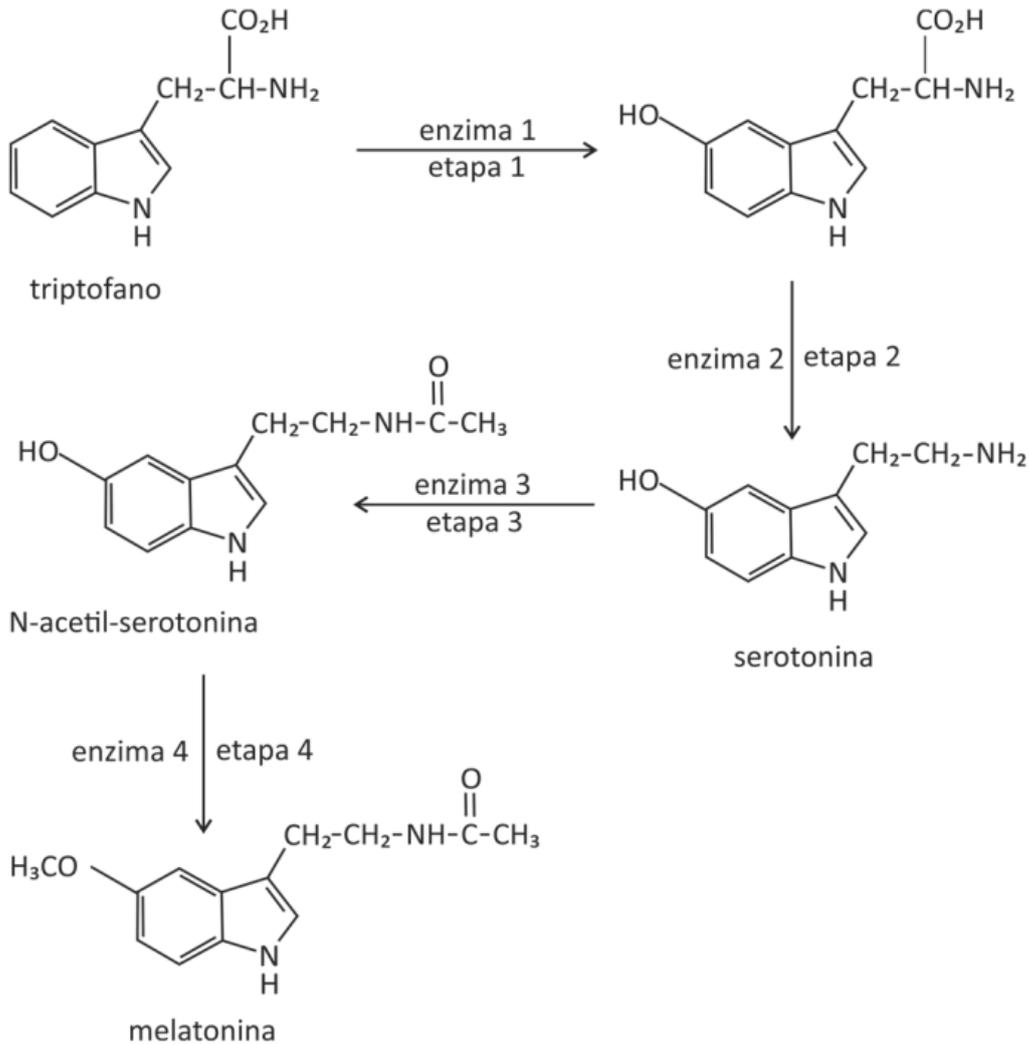
Diminuindo a disponibilidade de gás carbônico, a acidez também diminui:



Consequentemente o pH aumenta durante o dia e diminui durante a noite.



13. O hormônio melatonina é responsável pela sensação de sonolência. Em nosso organismo, a concentração de melatonina começa a aumentar ao anoitecer, atinge o máximo no meio da noite e decresce com a luz do dia. A melatonina é sintetizada a partir do aminoácido triptofano, em quatro etapas catalisadas por diferentes enzimas, sendo que a enzima 3 é degradada em presença de luz.



Considere as seguintes afirmações a respeito desse processo:

- I.** Na etapa 2, há perda de dióxido de carbono e, na etapa 3, a serotonina é transformada em uma amida.
- II.** A manipulação de objetos que emitem luz, como celulares e *tablets*, pode interromper ou tornar muito lento o processo de transformação da serotonina em N-acetil-serotonina.
- III.** O aumento da concentração de triptofano na corrente sanguínea pode fazer com que a pessoa adormeça mais lentamente ao anoitecer.

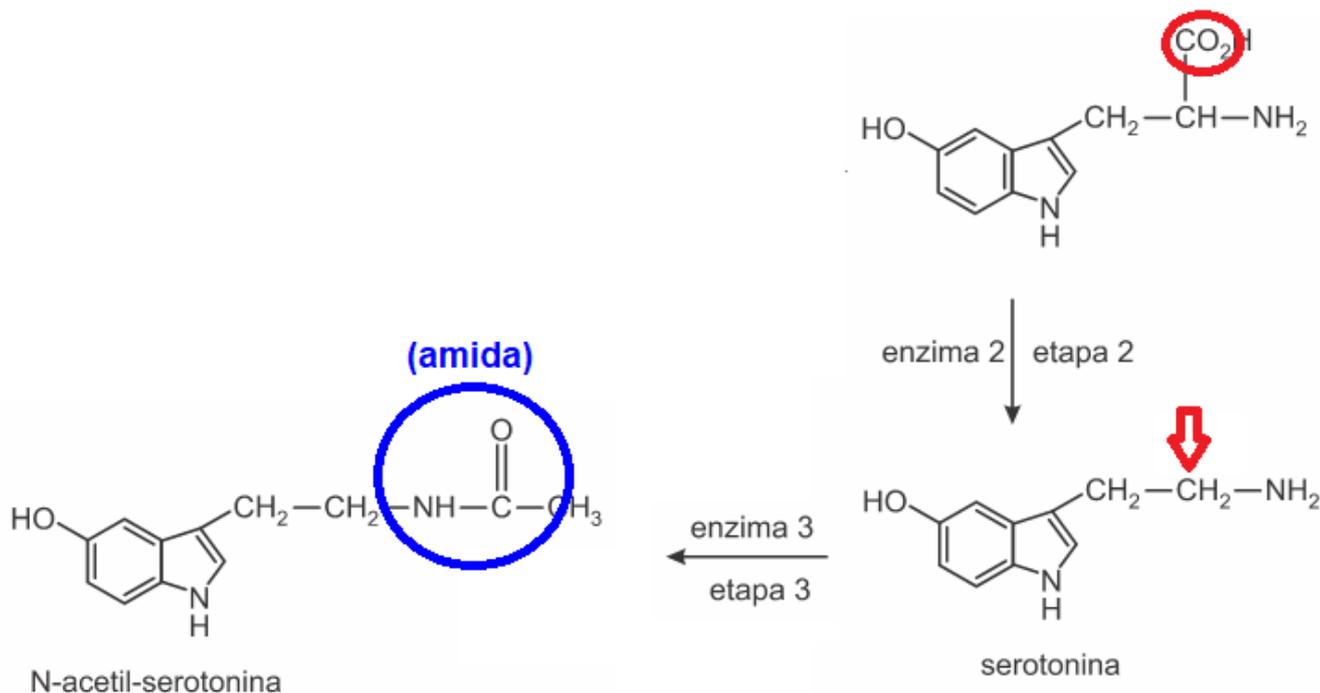
É correto o que se afirma em

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

Resolução: alternativa A.

I. Correta.

Na etapa 2, há perda de dióxido de carbono e, na etapa 3, a serotonina é transformada em uma amida.



II. Correta.

A manipulação de objetos que emitem luz, como celulares e *tablets*, pode interromper ou tornar muito lento o processo de transformação da serotonina em N-acetil-serotonina já que sendo que a enzima 3 é degradada em presença de luz.

III. Incorreta.

De acordo com o texto, o hormônio melatonina é sintetizado a partir do aminoácido triptofano e é responsável pela sensação de sonolência. Logo, o aumento da concentração de triptofano na corrente sanguínea pode fazer com que a pessoa adormeça mais rapidamente ao anoitecer.

14. Neste texto, o autor descreve o fascínio que as descobertas em Química exerciam sobre ele, durante sua infância.

Eu adorava Química em parte por ela ser uma ciência de transformações, de inúmeros compostos baseados em algumas dúzias de elementos, ¹eles próprios fixos, invariáveis e eternos. A noção de estabilidade e de invariabilidade dos elementos era psicologicamente crucial para mim, pois eu os via como pontos fixos, como âncoras em um mundo instável. Mas agora, com a radioatividade, chegavam transformações das mais incríveis.

(...)

A radioatividade não alterava as realidades da Química ou a noção de elementos; não abalava a ideia de sua estabilidade e identidade. O que ela fazia era aludir a duas esferas no átomo – uma ²esfera relativamente superficial e acessível, que governava a reatividade e a combinação química, e uma ³esfera mais profunda, inacessível a todos os agentes químicos e físicos usuais e suas energias ⁴relativamente pequenas, onde qualquer mudança produzia ⁵uma alteração fundamental de identidade.

Oliver Sacks, *Tio Tungstênio: Memórias de uma infância química.*

De acordo com o autor,

- a) o trecho “eles próprios fixos, invariáveis e eternos” (ref. 1) remete à dificuldade para a quebra de ligações químicas, que são muito estáveis.
- b) “esfera relativamente superficial” (ref. 2) e “esfera mais profunda” (ref. 3) dizem respeito, respectivamente, à eletrosfera e ao núcleo dos átomos.
- c) “esfera relativamente superficial” (ref. 2) e “esfera mais profunda” (ref. 3) referem-se, respectivamente, aos elétrons da camada de valência, envolvidos nas reações químicas, e aos elétrons das camadas internas dos átomos, que não estão envolvidos nas reações químicas.
- d) as energias envolvidas nos processos de transformação de um átomo em outro, como ocorre com materiais radioativos, são “relativamente pequenas” (ref. 4).
- e) a expressão “uma alteração fundamental de identidade” (ref. 5) relaciona-se à capacidade que um mesmo átomo tem de fazer ligações químicas diferentes, formando compostos com propriedades distintas das dos átomos isolados.

Resolução: alternativa B.

De acordo com o autor, “esfera relativamente superficial” (ref. 2) e “esfera mais profunda” (ref. 3) dizem respeito, respectivamente, à eletrosfera e ao núcleo dos átomos remetendo ao modelo de Rutherford.

Segundo dia

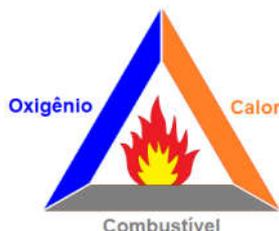
Questão 3. O fogo é uma reação em cadeia que libera calor e luz. Três de seus componentes fundamentais são combustível, comburente (geralmente o O_2 atmosférico), que são os reagentes, e calor, que faz os reagentes alcançarem a energia de ativação necessária para a ocorrência da reação. Retirando-se um desses três componentes, o fogo é extinto. Para combater princípios de incêndio em ambientes domésticos e comerciais, são utilizados extintores de incêndio, equipamentos que contêm agentes extintores, isto é, substâncias ou misturas pressurizadas que retiram pelo menos um dos componentes fundamentais do fogo, extinguindo-o.

Três dos agentes extintores mais comuns são água, bicarbonato de sódio e dióxido de carbono.

- a) Em qual dos três componentes do fogo (combustível, comburente ou calor) agem, respectivamente, a água pressurizada e o dióxido de carbono pressurizado, de forma a extingui-lo? Justifique.
- b) A descarga inadvertida do extintor contendo dióxido de carbono pressurizado em um ambiente pequeno e confinado constitui um risco à saúde das pessoas que estejam nesse ambiente. Explique o motivo.
- c) O agente extintor bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) sofre, nas temperaturas do fogo, decomposição térmica total formando um gás. Escreva a equação química balanceada que representa essa reação.

Resolução:

- a) Três fatores são necessários para iniciar uma combustão: combustível, comburente (reage com o combustível) e calor (energia de ativação). Isto é conhecido como triângulo do fogo.



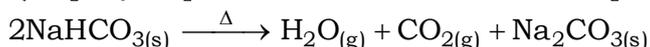
Três métodos de extinção de incêndios são estabelecidos a partir do rompimento do triângulo do fogo: isolamento, abafamento e resfriamento.

A água pressurizada troca calor com o meio e age, principalmente, no resfriamento.

O dióxido de carbono pressurizado, por não ser tóxico ou inflamável, age no abafamento impedindo o contato do comburente (oxigênio) com o combustível.

b) A descarga inadvertida do extintor contendo dióxido de carbono pressurizado em um ambiente pequeno e confinado pode causar a elevação do ritmo respiratório e dos batimentos cardíacos provocando desmaio ou asfixia mecânica, pois impede a inalação de concentrações adequadas de gás oxigênio.

c) Equação química balanceada da decomposição térmica do bicarbonato de sódio:



Questão 4. Em navios porta-aviões, é comum o uso de catapultas para lançar os aviões das curtas pistas de decolagem. Um dos possíveis mecanismos de funcionamento dessas catapultas utiliza vapor de água aquecido a 500 K para pressurizar um pistão cilíndrico de 60 cm de diâmetro e 3 m de comprimento, cujo êmbolo é ligado à aeronave. Após a pressão do pistão atingir o valor necessário, o êmbolo é solto de sua posição inicial e o gás expande rapidamente até sua pressão se igualar à pressão atmosférica (1 atm). Nesse processo, o êmbolo é empurrado, e o comprimento do cilindro é expandido para 90 m, impulsionando a aeronave a ele acoplada. Esse processo dura menos de 2 segundos, permitindo que a temperatura seja considerada constante durante a expansão.

a) Calcule qual é a pressão inicial do vapor de água utilizado nesse lançamento.

b) Caso o vapor de água fosse substituído por igual massa de nitrogênio, nas mesmas condições, o lançamento seria bem sucedido? Justifique.

Note e adote:

Note e adote: Constante universal dos gases: $R = 8 \times 10^{-5} \text{ atm m}^3\text{mol}^{-1}\text{K}^{-1}$;

$\pi = 3$;

Massas molares:

H_2O 18 g/mol

N_2 28 g/mol

Resolução:

a) Cálculo da pressão inicial do vapor de água utilizado nesse lançamento:

V : volume inicial do cilindro

c : comprimento inicial do cilindro $\Rightarrow c = 3 \text{ m}$

d : diâmetro do cilindro

$$V = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times c$$

V' : volume final do cilindro (após a expansão do gás)

c' : comprimento final do cilindro (após a expansão do gás) $\Rightarrow \ell_f = 90 \text{ m}$

d : diâmetro do cilindro

$$V' = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times c'$$

P : pressão inicial do cilindro $\Rightarrow P = ?$

P' : pressão final do cilindro $\Rightarrow P_f = 1 \text{ atm}$

Numa transformação isotérmica, o produto $P \times V$ é constante (temperatura constante de 500 K):

$$P \times V = P' \times V'$$

$$P \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times c = P' \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times c'$$

$$P \times c = P' \times c'$$

$$P \times 0,6 \text{ m} = 1 \text{ atm} \times 90 \text{ m} \Rightarrow P = 30 \text{ atm}$$

b) Relação entre o número de mols de N_2 e H_2O :

$$m_{(N_2)} = m_{(H_2O)} = m = \text{constante}$$

$$\frac{n_{(N_2)}}{n_{(H_2O)}} = \frac{\frac{m_{(N_2)}}{28}}{\frac{m_{(H_2O)}}{18}} = \frac{\cancel{m}}{28} = \frac{18}{28} = 0,642857 \approx 0,64$$

$$n_{(N_2)} = 0,64 \times n_{(H_2O)}$$

$$\text{Então, } P_{(N_2)} = 0,64 \times P_{(H_2O)}$$

$$P_{(N_2)} = 0,64 \times 30$$

$$P_{(N_2)} = 19,2 \text{ atm}$$

$$19,2 \text{ atm} < 30 \text{ atm}$$

A pressão necessária para o lançamento a 90 m não seria atingida e o lançamento não seria bem sucedido.

Questão 13. Uma pessoa que vive numa cidade ao nível do mar pode ter dificuldade para respirar ao viajar para La Paz, na Bolívia (cerca de 3600 m de altitude).

a) Ao nível do mar, a pressão barométrica é 760 mmHg e a pressão parcial de oxigênio é 159 mmHg. Qual é a pressão parcial de oxigênio em La Paz, onde a pressão barométrica é cerca de 490 mmHg?

b) Qual é o efeito da pressão parcial de oxigênio, em La Paz, sobre a difusão do oxigênio do pulmão para o sangue, em comparação com o que ocorre ao nível do mar? Como o sistema de transporte de oxigênio para os tecidos responde a esse efeito, após uma semana de aclimatação do viajante?

Resolução:

a) Cálculo da pressão parcial de oxigênio em La Paz supondo o mesmo número de mols parcial e total de oxigênio em ambas as condições:

$$\frac{P_{\text{parcial}}}{P_{\text{total}}} = \text{constante}$$

$$\frac{P_{O_2}(\text{nível do mar})}{P_{\text{nível do mar}}} = \frac{P_{O_2}(\text{La Paz})}{P_{\text{La Paz}}}$$

$$\frac{159 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} = \frac{P_{O_2}(\text{La Paz})}{490 \text{ mmHg}}$$

$$p_{O_2}(\text{La Paz}) = 490 \text{ mmHg} \times \frac{159 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} = 102,551315 \text{ mmHg}$$

$$p_{O_2}(\text{La Paz}) \approx 102,5 \text{ mmHg}$$

b) Em La Paz a pressão parcial do oxigênio é, praticamente, 20,9 % do valor em nível do mar:

$$\frac{102,5 \text{ mmHg}}{490 \text{ mmHg}} = 0,209 \Rightarrow 20,9 \%$$

Isto significa que a difusão do oxigênio para o sangue será menor e a produção de hemoglobina, após uma semana, será maior para compensar esta deficiência.

Terceiro dia

Questão 1. Pequenas mudanças na estrutura molecular das substâncias podem produzir grandes mudanças em seu odor. São apresentadas as fórmulas estruturais de dois compostos utilizados para preparar aromatizantes empregados na indústria de alimentos.



Esses compostos podem sofrer as seguintes transformações:

I. O álcool isoamílico pode ser transformado em um éster que apresenta odor de banana. Esse éster pode ser hidrolisado com uma solução aquosa de ácido sulfúrico, liberando odor de vinagre.

II. O ácido butírico tem odor de manteiga rançosa. Porém, ao reagir com etanol, transforma-se em um composto que apresenta odor de abacaxi.

a) Escreva a fórmula estrutural do composto* que tem odor de banana e a do composto com odor de abacaxi.

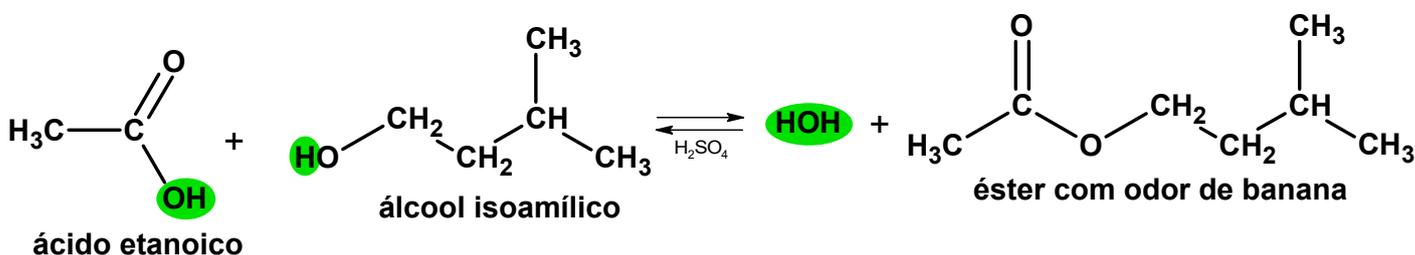
*Na folha de resposta, é fornecido o esquema abaixo.

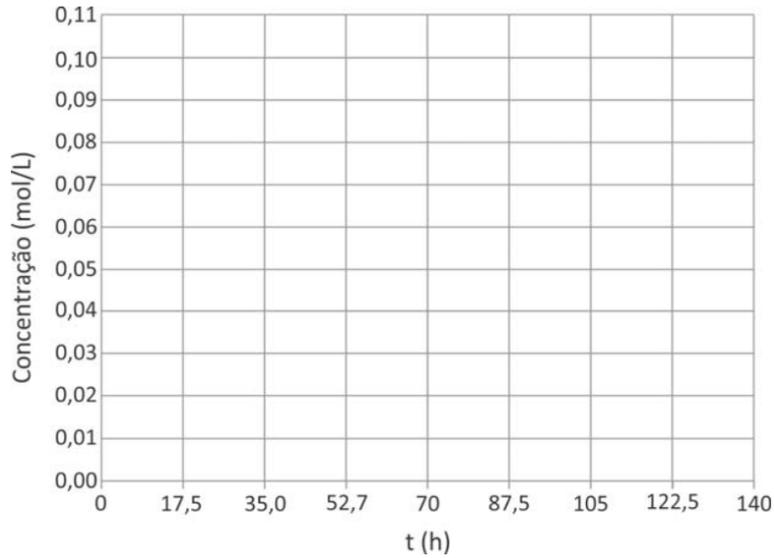
composto com odor de banana	composto com odor de abacaxi

b) Escreva a equação química que representa a transformação em que houve liberação de odor de vinagre.

Resolução:

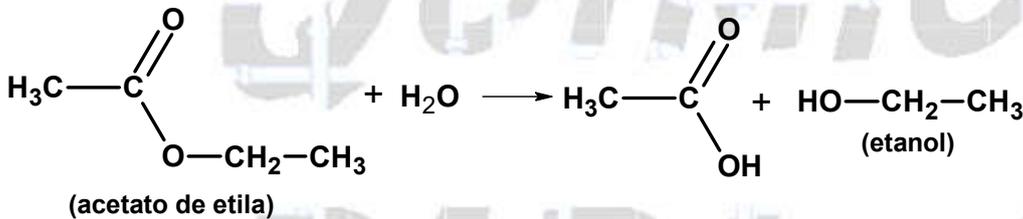
a) Como o ácido acético (etanoico) apresenta odor de vinagre, conclui-se que ele reage com o álcool isoamílico produzindo o éster pedido neste item.





Resolução:

A hidrólise do acetato de etila pode ser representada por:

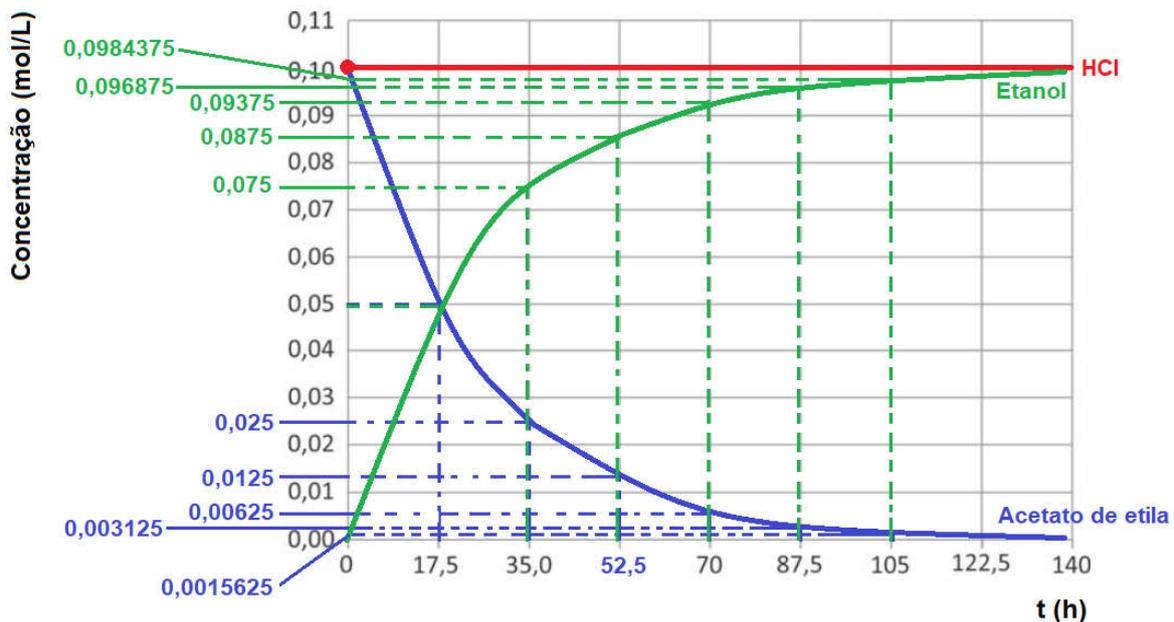


Na cinética de primeira ordem ($v = k[R]^1$) a curva representativa é exponencial.

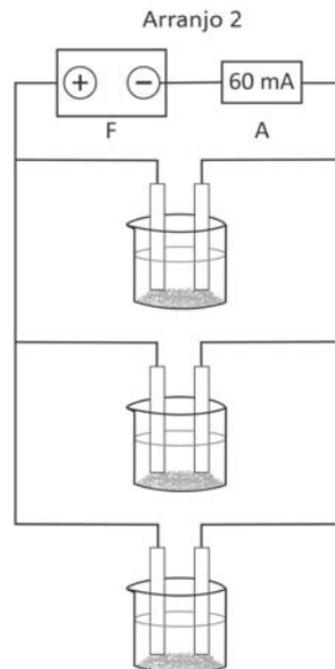
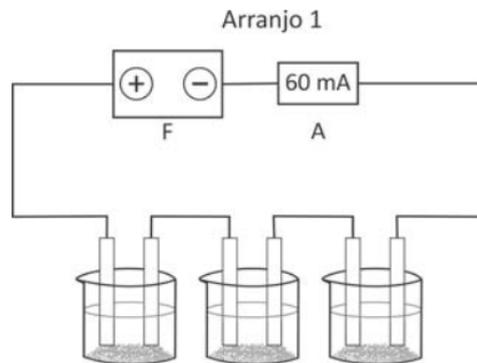
Como a proporção entre o éster (acetato de etila; reagente) e o álcool (etanol; produto) é de 1 : 1, Deve-se representar as curvas exponenciais espelhadas levando-se em conta a meia-vida de 17,5 horas (17,5 h $\xrightarrow{+17,5}$ 35,0 h $\xrightarrow{+17,5}$ 52,5 h $\xrightarrow{+17,5}$ 70,0 h $\xrightarrow{+17,5}$ 87,5 h $\xrightarrow{+17,5}$ 105 h...).

De acordo com o enunciado deve-se adicionar HCl até a concentração de 0,1 mol/L para a hidrólise ter início e este valor não sofre alteração. Neste caso deve-se representar uma curva paralela ao eixo das abscissas no gráfico.

Então:



Questão 3. Um estudante realizou um experimento para verificar a influência do arranjo de células eletroquímicas em um circuito elétrico. Para isso, preparou 3 células idênticas, cada uma contendo solução de sulfato de cobre (II) e dois eletrodos de cobre, de modo que houvesse corrosão em um eletrodo e deposição de cobre em outro. Em seguida, montou, sucessivamente, dois circuitos diferentes, conforme os Arranjos 1 e 2 ilustrados. O estudante utilizou uma fonte de tensão (F) e um amperímetro (A), o qual mediu uma corrente constante de 60 mA em ambos os casos.



a) Considere que a fonte foi mantida ligada, nos arranjos 1 e 2, por um mesmo período de tempo. Em qual dos arranjos o estudante observará maior massa nos eletrodos em que ocorre deposição? Justifique.

b) Em um outro experimento, o estudante utilizou apenas uma célula eletroquímica, contendo 2 eletrodos cilíndricos de cobre, de 12,7 g cada um, e uma corrente constante de 60 mA. Considerando que os eletrodos estão 50 % submersos, por quanto tempo o estudante pode deixar a célula ligada antes que toda a parte submersa do eletrodo que sofre corrosão seja consumida?

Note e adote:

Considere as três células eletroquímicas como resistores com resistências iguais.

Massa molar do cobre: 63,5 g/mol

1 A = 1 C/s

Carga elétrica de 1 mol de elétrons: 96500 C.

Resolução:

a) O arranjo 1 está montado em série e neste caso a corrente elétrica que percorre células será a mesma, ou seja, 60 mA.

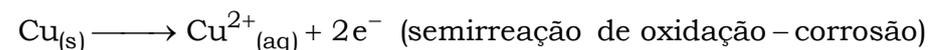
O arranjo 2 está montado em paralelo, sendo assim, a corrente elétrica ficará dividida por três (60 mA ÷ 3 = 20 mA).

Quanto maior a corrente elétrica, maior a massa depositada, ou seja, no arranjo 1 a massa depositada será maior e no arranjo 2 será menor.

b) 50 %, ou seja, metade de cada eletrodo está submersa, e um deles sofrerá corrosão, então:

$$m_{\text{Cu (um eletrodo)}} = 12,7 \text{ g}$$

$$m_{\text{Cu (submersa)}} = \frac{m_{\text{Cu (um eletrodo)}}}{2} = \frac{12,7 \text{ g}}{2} = 6,35 \text{ g (massa corroída)}$$



$$63,5 \text{ g} \longrightarrow 2 \text{ mol de } e^{-}$$

Então,

$$63,5 \text{ g} \longrightarrow 2 \times 96.500 \text{ C}$$

$$6,35 \text{ g} \longrightarrow \frac{0,2 \times 96.500 \text{ C}}{19.300 \text{ C}}$$

$$Q = 19.300 \text{ A.s}$$

$$i = 60 \text{ mA} = 0,06 \text{ A}$$

$$Q = i \times t \Rightarrow t = \frac{Q}{i}$$

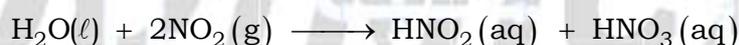
$$t = \frac{Q}{i}$$

$$t = \frac{19.300 \text{ A.s}}{0,06 \text{ A}} = 321.666,66 \text{ s}$$

$$t \approx 321.667 \text{ s}$$

Questão 4. Para investigar o efeito de diferentes poluentes na acidez da chuva ácida, foram realizados dois experimentos com os óxidos SO_3 (g) e NO_2 (g). No primeiro experimento, foram coletados 45 mL de SO_3 em um frasco contendo água, que foi em seguida fechado e agitado, até que todo o óxido tivesse reagido. No segundo experimento, o mesmo procedimento foi realizado para o NO_2 . Em seguida, a solução resultante em cada um dos experimentos foi titulada com NaOH (aq) 0,1 mol/L, até sua neutralização.

As reações desses óxidos com água são representadas pelas equações químicas balanceadas:



a) Determine o volume de NaOH (aq) utilizado na titulação do produto da reação entre SO_3 e água. Mostre os cálculos.

b) Esse volume é menor, maior ou igual ao utilizado no experimento com NO_2 (g)? Justifique.

c) Uma das reações descritas é de oxidorredução. Identifique qual é essa reação e preencha a tabela na folha de respostas*, indicando os reagentes e produtos das semirreações de oxidação e de redução.

*Na folha de resposta, é fornecido o esquema abaixo.

Reação:

Apresentam alteração no número de oxidação	Semirreação de oxidação	Semirreação de redução
Reagente		
Produto		

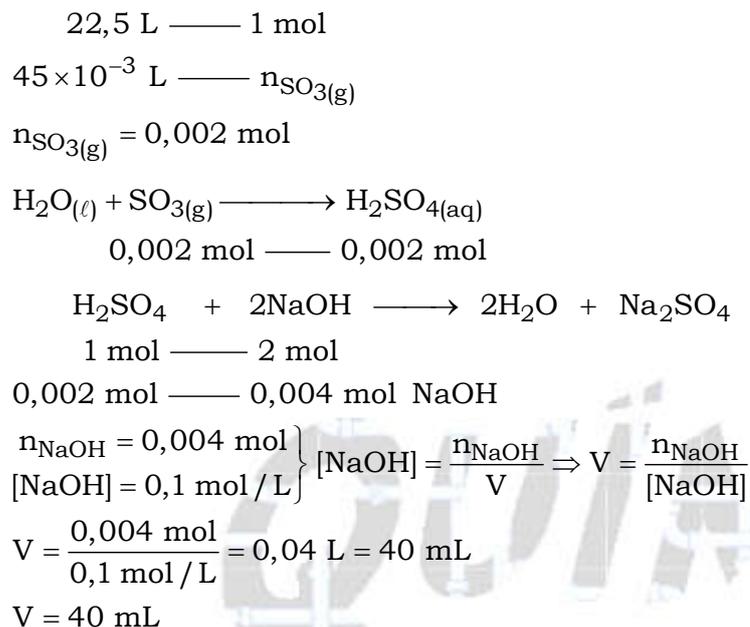
Note e adote:

Considere os gases como ideais e que a água contida nos frascos foi suficiente para a reação total com os óxidos.

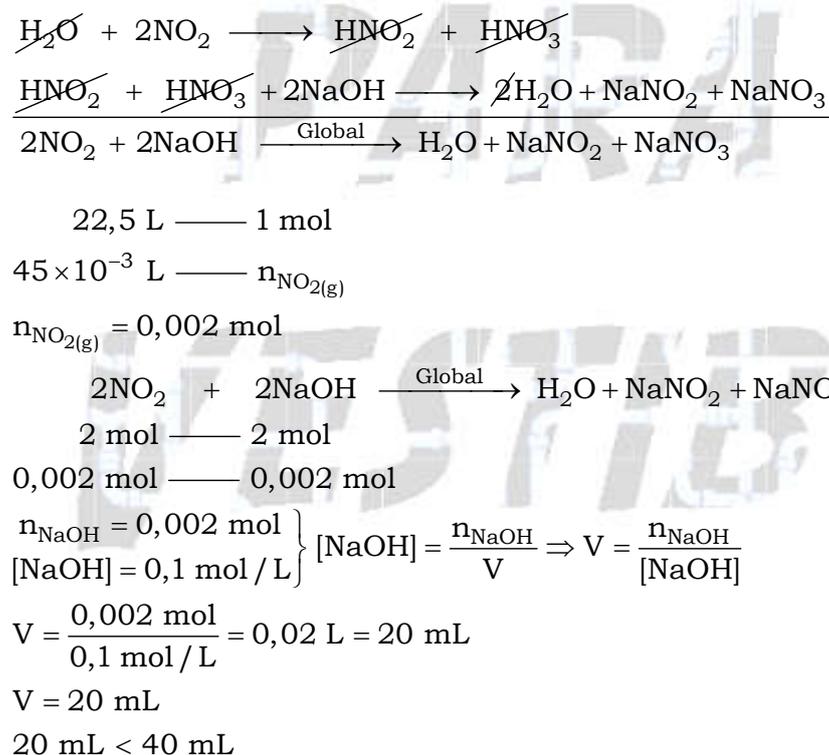
Volume de 1 mol de gás: 22,5 L, nas condições em que os experimentos foram realizados.

Resolução:

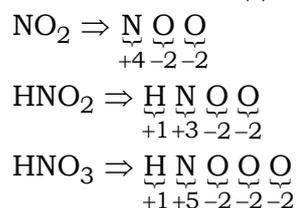
a) No primeiro experimento, foram coletados 45 mL (45×10^{-3} L) de SO_3 em um frasco contendo água, então:

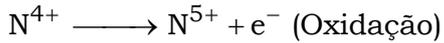
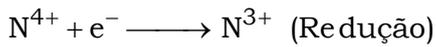
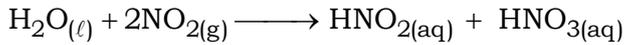


b) O volume de NaOH gasto no experimento com NO_2 é menor.



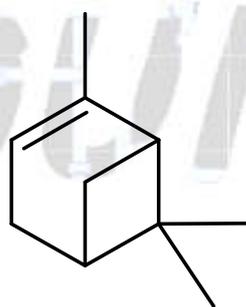
c) Reação: $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 2\text{NO}_2(\text{g}) \text{ ————— } \text{HNO}_2(\text{aq}) + \text{HNO}_3(\text{aq})$



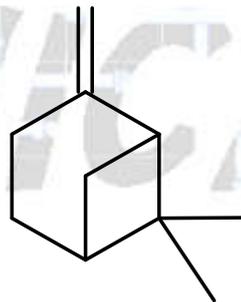


Apresentam alteração no número de oxidação	Semirreação de oxidação	Semirreação de redução
Reagente	$\text{NO}_{2(\text{g})}$	$\text{NO}_{2(\text{g})}$
Produto	$\text{HNO}_{3(\text{aq})}$	$\text{HNO}_{2(\text{aq})}$

Questão 5. O pineno é um composto insaturado volátil que existe sob a forma de dois isômeros, o alfa-pineno e o beta-pineno.

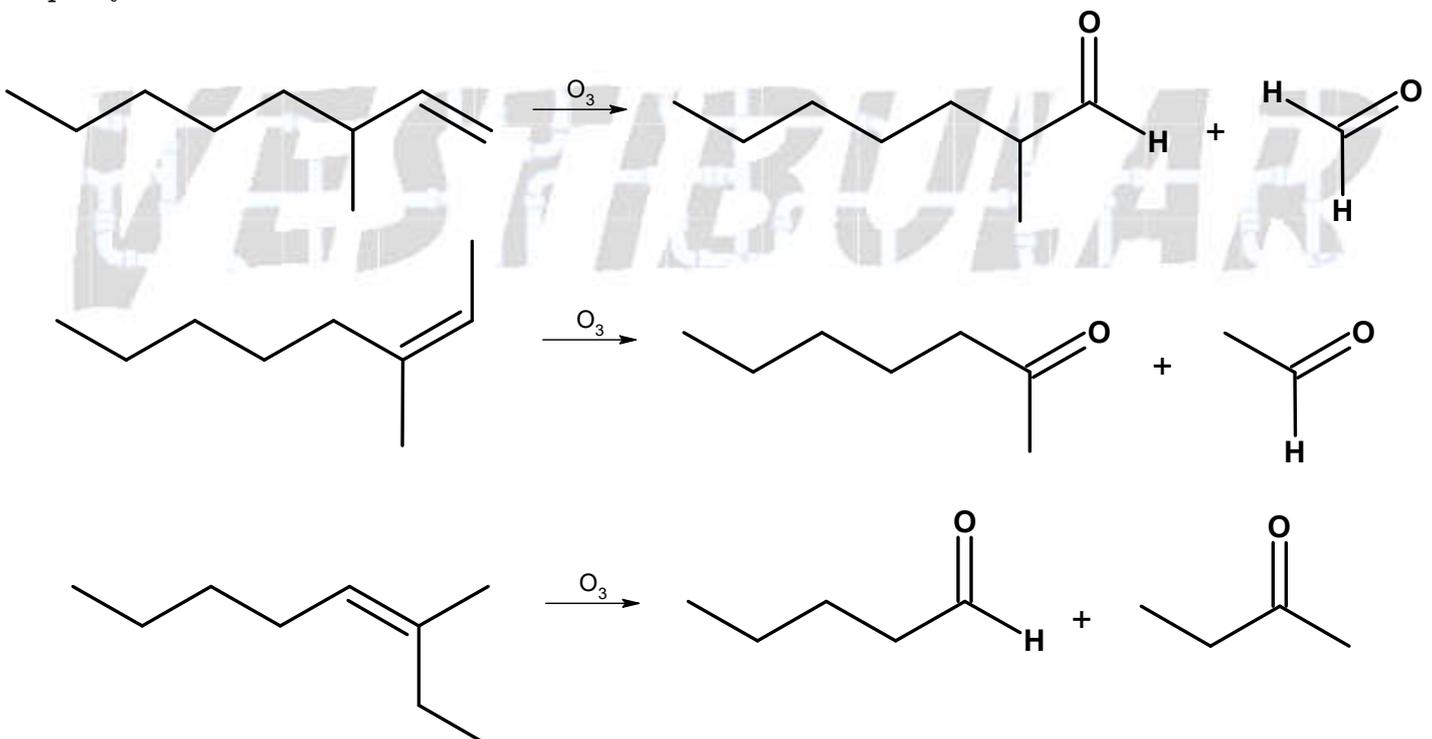


alfa-pineno



beta-pineno

Em um laboratório, havia uma amostra de pineno, mas sem que se soubesse se o composto era o alfa-pineno ou o beta pineno. Para resolver esse problema, um químico decidiu tratar a amostra com ozônio, pois a posição de duplas ligações em alcenos pode ser determinada pela análise dos produtos de reação desses alcenos com ozônio, como exemplificado nas reações para os isômeros de posição do 3-metilocteno.



O químico observou então que a ozonólise da amostra de pineno resultou em apenas um composto como produto.

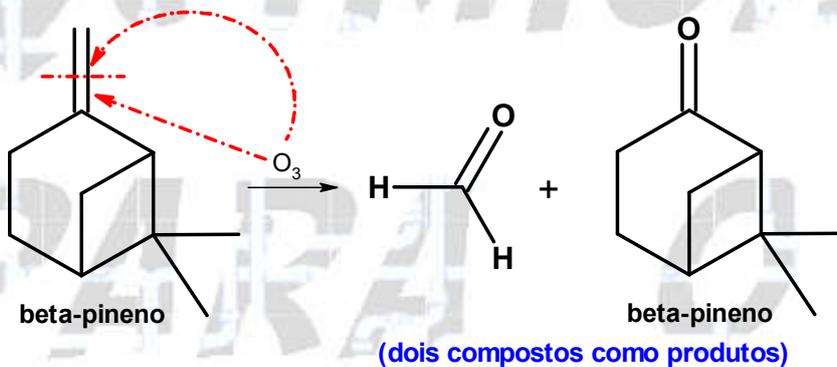
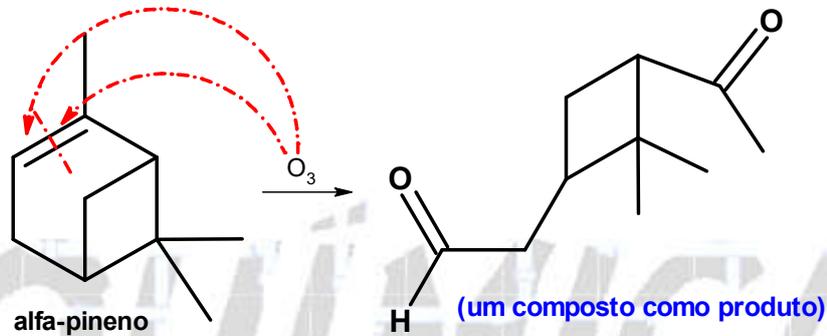
a) Esclareça se a amostra que havia no laboratório era do alfa-pineno ou do beta-pineno. Explique seu raciocínio.

b) Mostre a fórmula estrutural do composto formado.

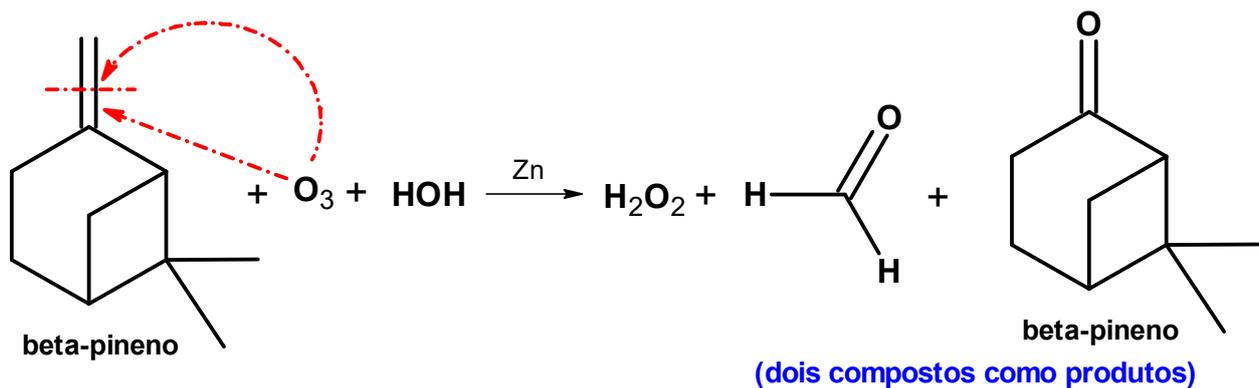
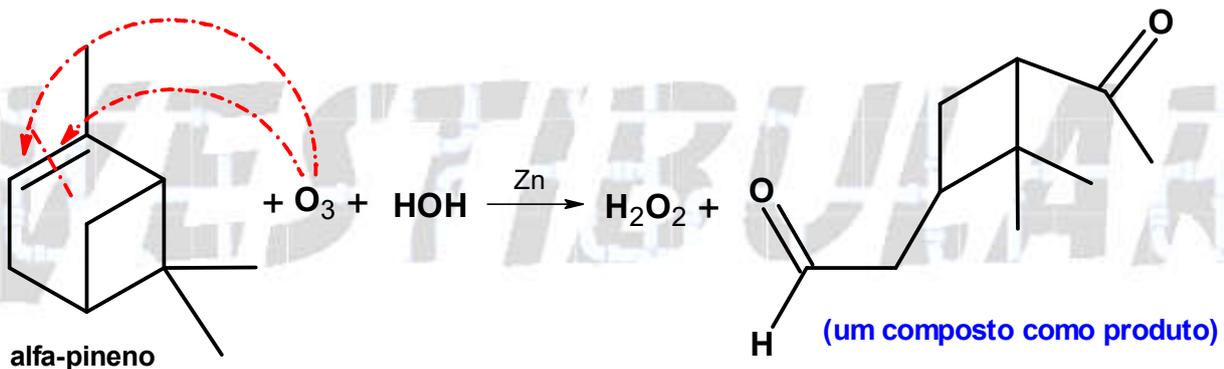
Resolução:

a) Como a ozonólise da amostra resultou em apenas um composto orgânico como produto, conclui-se que se trata da quebra de uma cadeia cíclica insaturada.

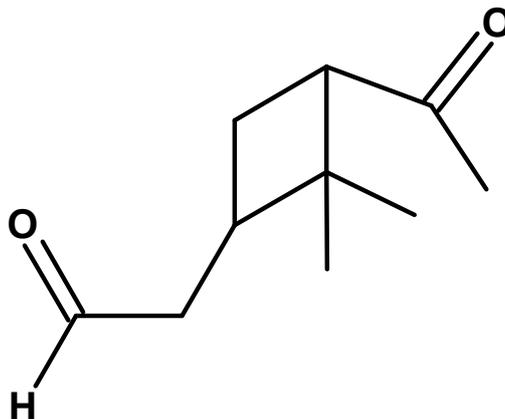
Conclusão: a amostra que havia no laboratório era do alfa-pineno.



ou



b) Fórmula estrutural do composto formado:



Questão 6. No acidente com o césio-137 ocorrido em 1987 em Goiânia, a cápsula, que foi aberta inadvertidamente, continha 92 g de cloreto de césio-137. Esse isótopo do césio sofre decaimento do tipo beta para bário-137, com meia-vida de aproximadamente 30 anos.

Considere que a cápsula tivesse permanecido intacta e que hoje seu conteúdo fosse dissolvido em solução aquosa diluída de ácido clorídrico suficiente para a dissolução total.

a) Com base nos dados de solubilidade dos sais, proponha um procedimento químico para separar o bário do césio presentes nessa solução.

b) Determine a massa do sal de bário seco obtido ao final da separação, considerando que houve recuperação de 100 % do bário presente na solução.

Note e adote:

Solubilidade de sais de bário e de césio (g do sal por 100 mL de água, a 20 °C).

Cloreto	Sulfato	
Bário	35,8	$2,5 \times 10^{-4}$
Césio	187	179

Massas molares:
 cloro 35,5 g/mol
 enxofre 32 g/mol
 oxigênio 16 g/mol

Resolução:

a) Um procedimento químico para separar o bário do césio presentes na solução seria a adição de um sulfato solúvel em água que provocasse a precipitação do bário na forma de sulfato de bário (BaSO_4), que apresenta baixa solubilidade em água a 20 °C ($2,5 \times 10^{-4}$ g / 100 mL de H_2O).

