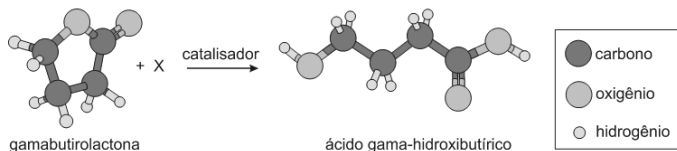


FUVEST 2013 – Primeira fase e Segunda fase

CONHECIMENTOS GERAIS

01. O ácido gama-hidroxibutírico é utilizado no tratamento do alcoolismo. Esse ácido pode ser obtido a partir da gamabutirolactona, conforme a representação a seguir:

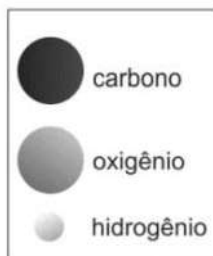


Assinale a alternativa que identifica corretamente **X** (de modo que a representação respeite a conservação da matéria) e o tipo de transformação que ocorre quando a gamabutirolactona é convertida no ácido gamahidroxibutírico.

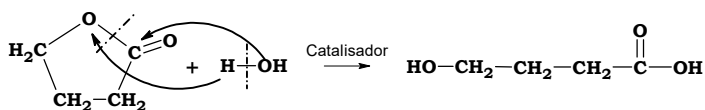
X	Tipo de transformação
a) CH ₃ OH	esterificação
b) H ₂	hidrogenação
c) H ₂ O	hidrólise
d) luz	isomerização
e) calor	decomposição

Resolução: Alternativa C

A partir do esquema fornecido e seguindo a legenda dos símbolos:

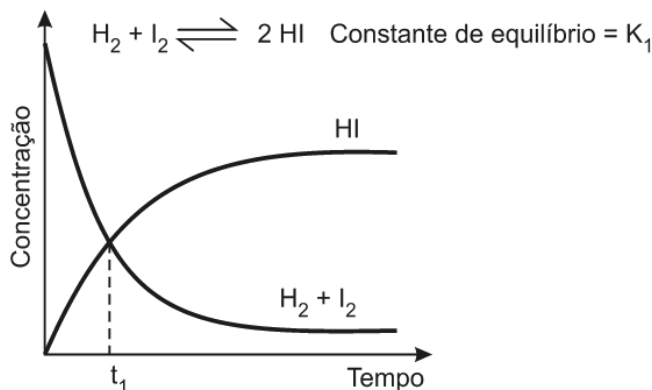


Teremos uma hidrólise:

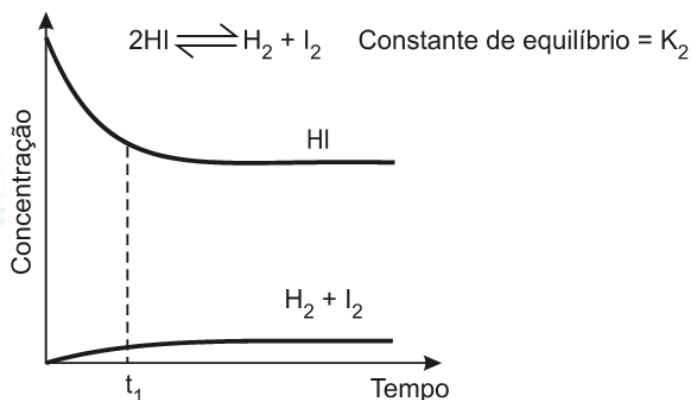


02. A uma determinada temperatura, as substâncias HI, H₂ e I₂ estão no estado gasoso. A essa temperatura, o equilíbrio entre as três substâncias foi estudado, em recipientes fechados, partindo-se de uma mistura equimolar de H₂ e I₂ (experimento **A**) ou somente de HI (experimento **B**).

Experimento A



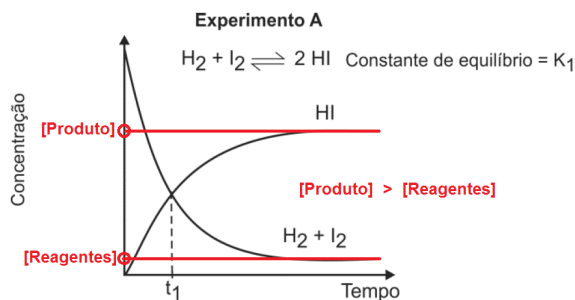
Experimento B



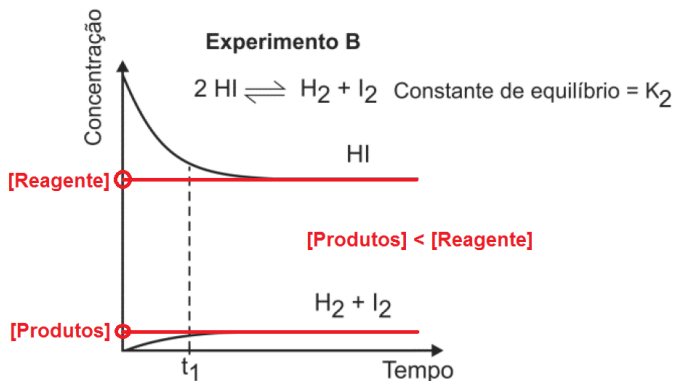
Pela análise dos dois gráficos, pode-se concluir que

- no experimento **A**, ocorre diminuição da pressão total no interior do recipiente, até que o equilíbrio seja atingido.
- no experimento **B**, as concentrações das substâncias (HI, H₂ e I₂) são iguais no instante t_1 .
- no experimento **A**, a velocidade de formação de HI aumenta com o tempo.
- no experimento **B**, a quantidade de matéria (em mols) de HI aumenta até que o equilíbrio seja atingido.
- no experimento **A**, o valor da constante de equilíbrio (K_1) é maior do que 1.

Resolução: Alternativa E



$$K_1 = \frac{[\text{Produtos}]}{[\text{Reagentes}]} > 1$$



$$K_2 = \frac{[\text{Produto}]}{[\text{Reagente}]} < 1$$

A pressão total se mantém constantes durante o experimento, pois a pressão parcial é proporcional à concentração dos componentes gasosos.

No experimento B teremos em t_1 :
 $[\text{HI}] > [\text{H}_2] = [\text{I}_2]$.

No experimento A a velocidade de formação de HI é constante com o passar do tempo.

No experimento B a quantidade de matéria de HI diminui até que o equilíbrio seja atingido.

03. Quando certos metais são colocados em contato com soluções ácidas, pode haver formação de gás hidrogênio. Abaixo, segue uma tabela elaborada por uma estudante de Química, contendo resultados de experimentos que ela realizou em diferentes condições.

Experi- mento	Reagentes		Tempo para liberar 30 mL de H ₂	Observa- ções
	Solução de HCl(aq) de concentração 0,2 mol/L	Me- tal		
1	200 mL	1,0 g de Zn (raspas)	30 s	Liberação de H ₂ e calor
2	200 mL	1,0 g de Cu (fio)	Não liberou H ₂	Sem alterações
3	200 mL	1,0 g de Zn (pó)	18 s	Liberação de H ₂ e calor
4	200 mL	1,0 g de Zn (raspas) + 1,0 g de Cu (fio)	8 s	Liberação de H ₂ e calor; massa de Cu não se alterou

Após realizar esses experimentos, a estudante fez três afirmações:

- I. A velocidade da reação de Zn com ácido aumenta na presença de Cu.
- II. O aumento na concentração inicial do ácido causa o aumento da velocidade de liberação do gás H₂.
- III. Os resultados dos experimentos 1 e 3 mostram que, quanto maior o quociente superfície de contato/massa total de amostra de Zn, maior a velocidade de reação.

Com os dados contidos na tabela, a estudante somente poderia concluir o que se afirma em

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

Resolução: Alternativa D

Análise das afirmações:

- I. Correta. A velocidade da reação de Zn com ácido aumenta na presença de Cu.

4	200 mL	1,0 g de Zn (raspas) + 1,0 g de Cu (fio)	8 s (menor tempo)	Liberação de H ₂ e calor; massa de Cu não se alterou
---	--------	--	-------------------	---

O zinco reage com o ácido clorídrico:
 $\text{Zn(s)} + \text{HCl(aq)} \xrightarrow{\text{Cu}} \text{H}_2(\text{g}) + \text{ZnCl}_2(\text{aq})$.

- II. Incorreta. Nas experiências verifica-se a utilização de mesma concentração de ácido clorídrico (0,2 mol/L) e mesmo volume (200 mL), como na quarta experiência a velocidade foi maior (menor tempo) conclui-se que o cobre atuou como catalisador.

- III. Correta. Os resultados dos experimentos 1 (raspas) e 3 (pó) mostram que, quanto maior o quociente superfície de contato/massa total de amostra de Zn, maior a velocidade de reação.

04. Um aluno estava analisando a Tabela Periódica e encontrou vários conjuntos de três elementos químicos que apresentavam propriedades semelhantes.

1	H	2											13	14	15	16	17	18
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	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

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

Assinale a alternativa na qual os conjuntos de três elementos ou substâncias elementares estão corretamente associados às propriedades indicadas no quadro abaixo.

Assinale a alternativa na qual os conjuntos de três elementos ou substâncias elementares estão corretamente associados às propriedades indicadas no quadro abaixo.

	Números atômicos consecutivos	Reatividades semelhantes	Mesmo estado físico à temperatura ambiente
a)	Pt, Au, Hg	H ₂ , He, Li	Cl ₂ , Br ₂ , I ₂
b)	Cl, Br, I	O ₂ , F ₂ , Ne	Ne, Ar, Kr
c)	Li, Na, K	O ₂ , F ₂ , Ne	Pt, Au, Hg
d)	Ne, Ar, Kr	Mg, Ca, Sr	Cl ₂ , Br ₂ , I ₂
e)	Pt, Au, Hg	Li, Na, K	Ne, Ar, Kr

Resolução: Alternativa E

Verifica-se que os elementos Pt, Au e Hg estão localizados na mesma linha da tabela periódica (mesmo período) e são consecutivos (números atômicos crescentes).

Os elementos Li, Na e K pertencem ao mesmo grupo ou família (metais alcalinos; um elétron de valência), por isso possuem a mesma reatividade.

Os elementos Ne, Ar e Kr pertencem ao grupo dos gases nobres, e apresentam o mesmo estado físico (gasoso) à temperatura ambiente.

05. O craqueamento catalítico é um processo utilizado na indústria petroquímica para converter algumas frações do petróleo que são mais pesadas (isto é, constituídas por compostos de massa molar elevada) em frações mais leves, como a gasolina e o GLP, por exemplo. Nesse processo, algumas ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular são rompidas, sendo geradas moléculas menores.

A respeito desse processo, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. O craqueamento é importante economicamente, pois converte frações mais pesadas de petróleo em compostos de grande demanda.
- II. O craqueamento libera grande quantidade de energia, proveniente da ruptura de ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular.
- III. A presença de catalisador permite que as transformações químicas envolvidas no craqueamento ocorram mais rapidamente.

Está correto o que se afirma em

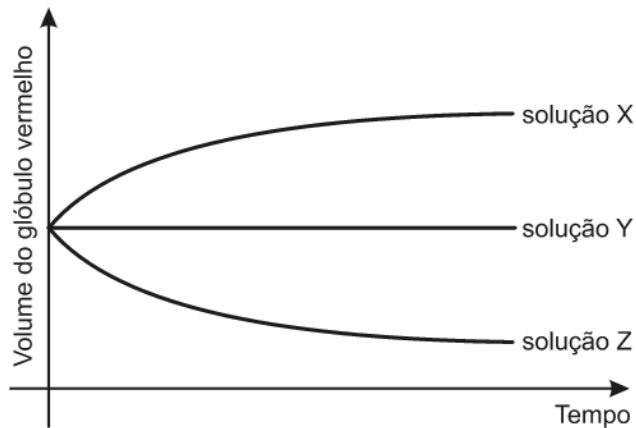
- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e III, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

Resolução: Alternativa C

Análise das afirmações:

- I. Correta. O craqueamento é importante economicamente, pois converte frações mais pesadas de petróleo em compostos de grande demanda como as gasolinas e os querosenes.
- II. Incorreta. O craqueamento absorve grande quantidade de energia para ocorrer a ruptura de ligações químicas nas moléculas de grande massa molecular.
- III. Correta. A presença de catalisador permite que as transformações químicas envolvidas no craqueamento ocorram mais rapidamente, ou seja, acelera as reações.

06. A porcentagem em massa de sais no sangue é de aproximadamente 0,9%. Em um experimento, alguns glóbulos vermelhos de uma amostra de sangue foram coletados e separados em três grupos. Foram preparadas três soluções, identificadas por X, Y e Z, cada qual com uma diferente concentração salina. A cada uma dessas soluções foi adicionado um grupo de glóbulos vermelhos. Para cada solução, acompanhou-se, ao longo do tempo, o volume de um glóbulo vermelho, como mostra o gráfico.

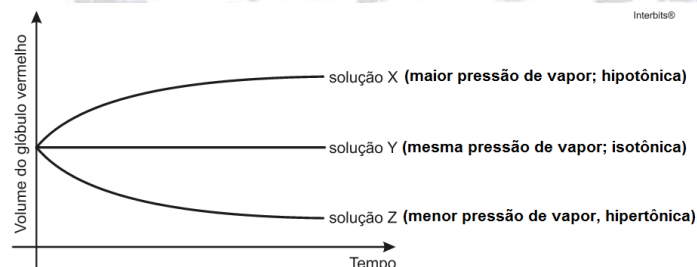


Com base nos resultados desse experimento, é correto afirmar que

- a porcentagem em massa de sal, na solução Z, é menor do que 0,9%.
- a porcentagem em massa de sal é maior na solução Y do que na solução X.
- a solução Y e a água destilada são isotônicas.
- a solução X e o sangue são isotônicos.
- a adição de mais sal à solução Z fará com que ela e a solução X fiquem isotônicas.

Resolução: Alternativa B

Teremos:



Com o tempo: Volume do glóbulo vermelho em X > Volume do glóbulo vermelho em Y > Volume do glóbulo vermelho em Z.

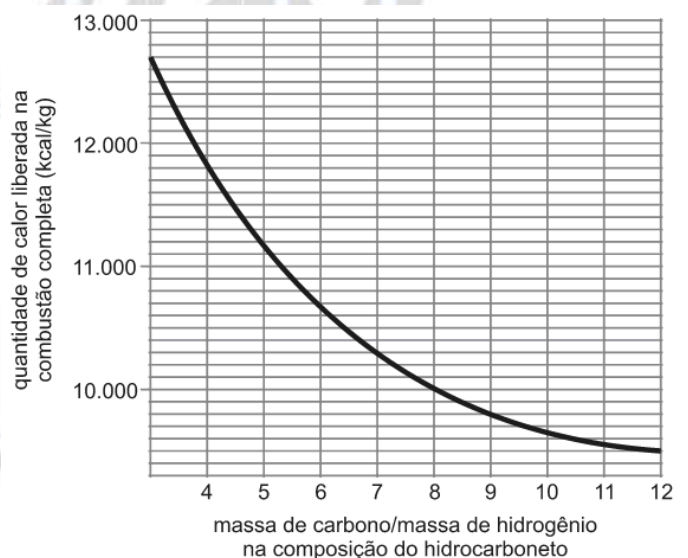
Quanto maior o número de partículas presentes no soluto, maior a concentração e conseqüentemente menor a pressão de vapor.

Concentração da solução X < Concentração da solução Y < Concentração da solução Z.

Pressão de vapor em X > Pressão de vapor em Y > Pressão de vapor em Z.

Conclui-se que a porcentagem em massa de sais é maior na solução Y do que na solução X.

07. A partir de considerações teóricas, foi feita uma estimativa do poder calorífico (isto é, da quantidade de calor liberada na combustão completa de 1 kg de combustível) de grande número de hidrocarbonetos. Dessa maneira, foi obtido o seguinte gráfico de valores teóricos:



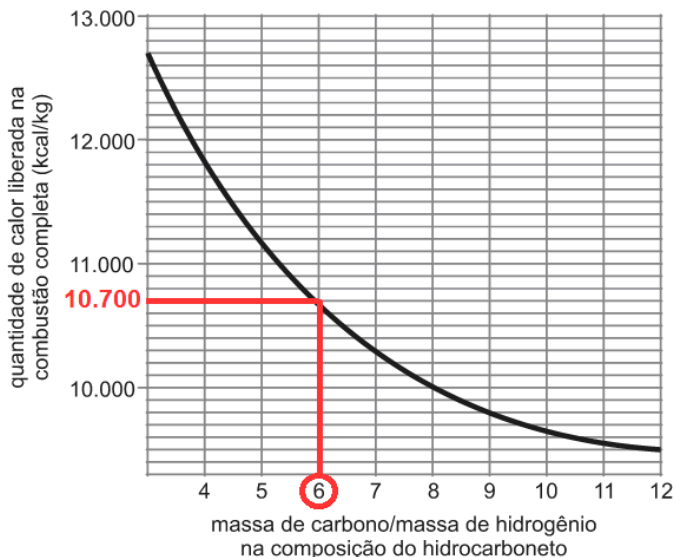
Com base no gráfico, um hidrocarboneto que libera 10.700 kcal/kg em sua combustão completa pode ser representado pela fórmula

Dados: Massas molares (g/mol), C=12,0; H =1,00.

- CH₄
- C₂H₄
- C₄H₁₀
- C₅H₈
- C₆H₆

Resolução: Alternativa B

Com base no gráfico, para um hidrocarboneto que libera 10.700 kcal/kg, teremos:



$$\frac{\text{massa de carbono}}{\text{massa de hidrogênio}} = 6$$

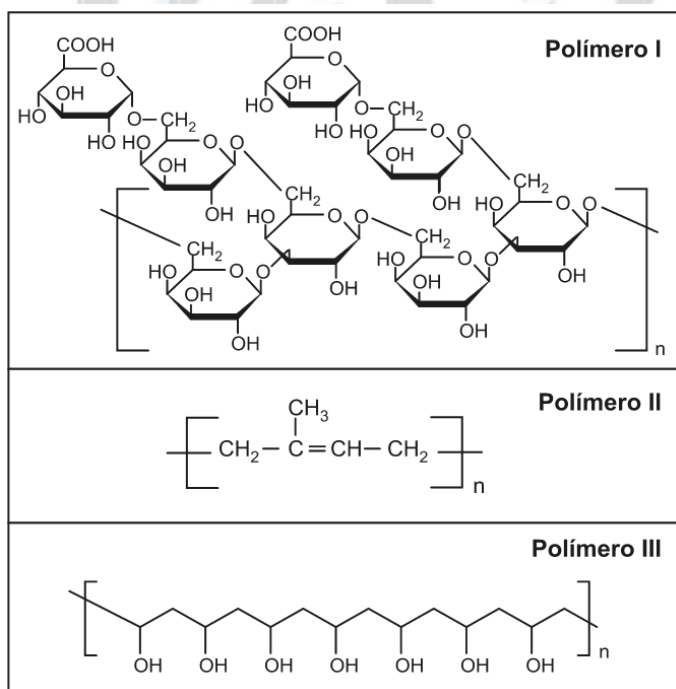
$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \times M, \text{ então:}$$

$$\frac{n_{\text{carbono}} \times M_{\text{carbono}}}{n_{\text{hidrogênio}} \times M_{\text{hidrogênio}}} = 6$$

$$\frac{n_{\text{carbono}} \times 12 \text{ g/mol}}{n_{\text{hidrogênio}} \times 1 \text{ g/mol}} = 6 \Rightarrow \frac{n_{\text{carbono}}}{n_{\text{hidrogênio}}} = \frac{6}{12} \Rightarrow \frac{n_{\text{hidrogênio}}}{n_{\text{carbono}}} = \frac{12}{6} = 2$$

$$n_{\text{hidrogênio}} = 2 \times n_{\text{carbono}} \Rightarrow C_2H_4$$

08. Um funcionário de uma empresa ficou encarregado de remover resíduos de diferentes polímeros que estavam aderidos a diversas peças. Após alguma investigação, o funcionário classificou as peças em três grupos, conforme o polímero aderido a cada uma. As fórmulas estruturais de cada um desses polímeros são as seguintes:



Para remover os resíduos de polímero das peças, o funcionário dispunha de apenas dois solventes: água e n-hexano. O funcionário analisou as fórmulas estruturais dos três polímeros e procurou fazer a correspondência entre cada polímero e o solvente mais adequado para solubilizá-lo. A alternativa que representa corretamente essa correspondência é:

	Polímero I	Polímero II	Polímero III
a)	água	n-hexano	água
b)	n-hexano	água	n-hexano
c)	n-hexano	água	água
d)	água	água	n-hexano
e)	água	n-hexano	n-hexano

Resolução: Alternativa A

Como os polímeros I e III apresentam grupos OH (hidroxilas), conclui-se que fazem ligações ou pontes de hidrogênio com a água, ou seja, neste caso a água seria o solvente mais adequado. O polímero II é apolar, logo o solvente mais adequado seria o n-hexano, também apolar.

09. Uma moeda antiga de cobre estava recoberta com uma camada de óxido de cobre (II). Para restaurar seu brilho original, a moeda foi aquecida ao mesmo tempo em que se passou sobre ela gás hidrogênio. Nesse processo, formou-se vapor de água e ocorreu a redução completa do cátion metálico. As massas da moeda, antes e depois do processo descrito, eram, respectivamente, 0,795 g e 0,779 g. Assim sendo, a porcentagem em massa do óxido de cobre (II) presente na moeda, antes do processo de restauração, era

Dados:
 Massas molares (g/mol), H=1,00; O=16,0; Cu=63,5.

- a) 2% b) 4% c) 8% d) 10% e) 16%

Resolução: Alternativa D

Uma moeda antiga de cobre estava recoberta com uma camada de óxido de cobre (II). Para restaurar seu brilho original, a moeda foi aquecida ao mesmo tempo em que se passou sobre ela gás hidrogênio, então:
 $\text{CuO(s)} + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O(v)}$.

As massas da moeda, antes e depois do processo descrito, eram, respectivamente, 0,795 g e 0,779 g, logo com estes valores

podemos determinar a massa de oxigênio presente na moeda:

$$m_{\text{oxigênio}} = 0,795 - 0,779 = 0,016 \text{ g}$$

$$\text{CuO} = 63,5 + 16 = 79,5 \text{ g/mol}$$

$$79,5 \text{ g (CuO)} \text{ ——— } 16 \text{ g (oxigênio)}$$

$$m_{\text{CuO}} \text{ ——— } 0,016 \text{ g}$$

$$m_{\text{CuO}} = 0,0795 \text{ g}$$

A massa da moeda antes (0,795 g) corresponde a 100 %, então a porcentagem em massa do óxido de cobre (II) presente na moeda, antes do processo de restauração, era de 10 %:

$$100\% \text{ ——— } 0,795 \text{ g}$$

$$p \text{ ——— } 0,0795 \text{ g}$$

$$p = 10 \%$$

10. O fitoplâncton consiste em um conjunto de organismos microscópicos encontrados em certos ambientes aquáticos. O desenvolvimento desses organismos requer luz e CO_2 , para o processo de fotossíntese, e requer também nutrientes contendo os elementos nitrogênio e fósforo.

Considere a tabela que mostra dados de pH e de concentrações de nitrato e de oxigênio dissolvidos na água, para amostras coletadas durante o dia, em dois diferentes pontos (A e B) e em duas épocas do ano (maio e novembro), na represa Billings, em São Paulo.

	pH	Concentração de nitrato (mg/L)	Concentração de oxigênio (mg/L)
Ponto A (novembro)	9,8	0,14	6,5
Ponto B (novembro)	9,1	0,15	5,8
Ponto A (maio)	7,3	7,71	5,6
Ponto B (maio)	7,4	3,95	5,7

Com base nas informações da tabela e em seus próprios conhecimentos sobre o processo de fotossíntese, um pesquisador registrou três conclusões:

- I. Nessas amostras, existe uma forte correlação entre as concentrações de nitrato e de oxigênio dissolvidos na água.
- II. As amostras de água coletadas em novembro devem ter menos CO_2 dissolvido do que aquelas coletadas em maio.

III. Se as coletas tivessem sido feitas à noite, o pH das quatro amostras de água seria mais baixo do que o observado.

É correto o que o pesquisador concluiu em

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

Resolução: Alternativa D

Análise das afirmações:

I. Incorreta. Nessas amostras, não se verifica correlação entre a concentração de nitrato e a de oxigênio, o pH diminui e as concentrações oscilam:

	pH	Concentração de nitrato (mg/L)	Concentração de oxigênio (mg/L)
Ponto A (novembro)	9,8	0,14	6,5
Ponto B (novembro)	9,1	0,15	5,8
Ponto A (maio)	7,3	7,71	5,6
Ponto B (maio)	7,4	3,95	5,7

II. Correta. As amostras de água coletadas em novembro devem ter menos CO_2 dissolvido do que aquelas coletadas em maio, pois o pH em maio é menor, ou seja, a concentração de íons H^+ devido a presença do gás carbônico é maior.

	pH	Concentração de nitrato (mg/L)
Ponto B (novembro)	9,1	0,15
Ponto A (maio)	7,3	7,71

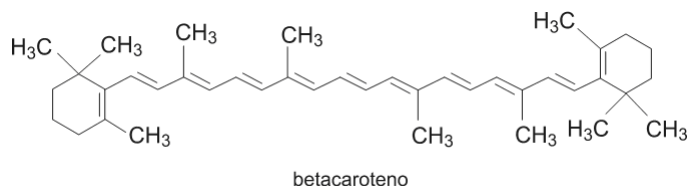
III. Correta. Se as coletas tivessem sido feitas à noite, o pH das quatro amostras de água seria mais baixo do que o observado, pois a concentração de gás carbônico é maior neste período.

11. Admite-se que as cenouras sejam originárias da região do atual Afeganistão, tendo sido levadas para outras partes do mundo por viajantes ou invasores. Com base em relatos escritos, pode-se dizer que as cenouras devem ter sido levadas à Europa no século XII e, às Américas, no início do século XVII.

Em escritos anteriores ao século XVI, há referência apenas a cenouras de cor roxa, amarela ou vermelha. É possível que as cenouras de cor laranja sejam originárias dos

Países Baixos, e que tenham sido desenvolvidas, inicialmente, à época do Príncipe de Orange (1533-1584).

No Brasil, são comuns apenas as cenouras laranja, cuja cor se deve à presença do pigmento betacaroteno, representado a seguir.



Com base no descrito acima, e considerando corretas as hipóteses ali aventadas, é possível afirmar que as cenouras de coloração laranja

- podem ter sido levadas à Europa pela Companhia das Índias Ocidentais e contêm um pigmento que é um polifenol insaturado.
- podem ter sido levadas à Europa por rotas comerciais norte-africanas e contêm um pigmento cuja molécula possui apenas duplas ligações cis.
- podem ter sido levadas à Europa pelos chineses e contêm um pigmento natural que é um poliéster saturado.
- podem ter sido trazidas ao Brasil pelos primeiros degredados e contêm um pigmento que é um polímero natural cujo monômero é o etileno.
- podem ter sido trazidas a Pernambuco durante a invasão holandesa e contêm um pigmento natural que é um hidrocarboneto insaturado.

Resolução: Alternativa E

As cenouras de coloração laranja podem ter sido trazidas a Pernambuco durante a invasão holandesa e contêm um pigmento natural que é um hidrocarboneto insaturado, que é o caso do betacaroteno, de acordo com a fórmula estrutural fornecida no texto da questão, que apresenta duplas ligações conjugadas e isomeria trans (na cadeia aberta).

12. Louis Pasteur realizou experimentos pioneiros em Microbiologia. Para tornar estéril um meio de cultura, o qual poderia estar contaminado com agentes causadores de doenças, Pasteur mergulhava o recipiente que o continha em um banho de água aquecida à ebulição e à qual adicionava cloreto de sódio.

Com a adição de cloreto de sódio, a temperatura de ebulição da água do banho, com relação à da água pura, era _____. O aquecimento do meio de cultura provocava _____.

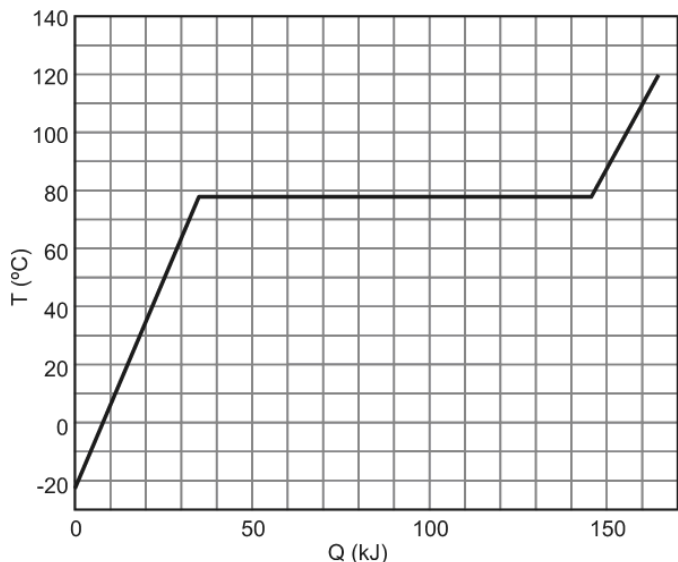
As lacunas podem ser corretamente preenchidas, respectivamente, por:

- maior; desnaturação das proteínas das bactérias presentes.
- menor; rompimento da membrana celular das bactérias presentes.
- a mesma; desnaturação das proteínas das bactérias.
- maior; rompimento da membrana celular dos vírus.
- menor; alterações no DNA dos vírus e das bactérias.

Resolução: Alternativa A

Com a adição de cloreto de sódio, a temperatura de ebulição da água do banho, com relação à da água pura, era maior devido ao aumento do número de partículas de soluto (efeito ebulioscópico). O aquecimento do meio de cultura provocava a desnaturação da proteína, ou seja, a proteína perdia a sua estrutura tridimensional.

13. Em um recipiente termicamente isolado e mantido a pressão constante, são colocados 138 g de etanol líquido. A seguir, o etanol é aquecido e sua temperatura T é medida como função da quantidade de calor Q a ele transferida. A partir do gráfico de $T \times Q$, apresentado na figura abaixo, pode-se determinar o calor específico molar para o estado líquido e o calor latente molar de vaporização do etanol como sendo, respectivamente, próximos de



Dados: Fórmula do etanol = C_2H_5OH ; Massas molares = C(12g/mol), H(1g/mol), O(16g/mol).

- a) 0,12 kJ/(mol°C) e 36 kJ/mol.
- b) 0,12 kJ/(mol°C) e 48 kJ/mol.
- c) 0,21 kJ/(mol°C) e 36 kJ/mol.
- d) 0,21 kJ/(mol°C) e 48 kJ/mol.
- e) 0,35 kJ/(mol°C) e 110 kJ/mol.

Resolução: Alternativa A

Dados: Fórmula do etanol = C_2H_5OH ; Massas molares = C(12g/mol), H(1g/mol), O(16g/mol); $m = 138$ g

Calculando a massa molar do etanol:

$$M = 2(12) + 5(1) + 16 + 1 = 46 \text{ g.}$$

O número de mols contido nessa amostra é:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{138}{46} \Rightarrow n = 3.$$

Analisando o gráfico, notamos que durante o aquecimento a energia absorvida na forma de calor sensível (Q_s) e a correspondente variação de temperatura ($\Delta\theta$) são, respectivamente:

$$Q_s \cong 35 \text{ kcal; } \Delta\theta \cong 78 - (-18) = 96 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Aplicando a equação do calor sensível na forma molar:

$$Q_s = n c_L \Delta\theta \Rightarrow c_L = \frac{Q}{n \Delta\theta} = \frac{35}{3(96)} \Rightarrow c_L \cong 0,12 \text{ kJ/mol}\cdot^\circ\text{C.}$$

Ainda do gráfico, a quantidade de calor absorvida durante a vaporização (Q_v) é:

$$Q = 145 - 35 = 110 \text{ kJ.}$$

Aplicando a equação do calor latente, também na forma molar:

$$Q_v = n L_v \Rightarrow L_v = \frac{Q_v}{n} = \frac{110}{3} \Rightarrow L_v = 36,7 \text{ kJ/mol.}$$

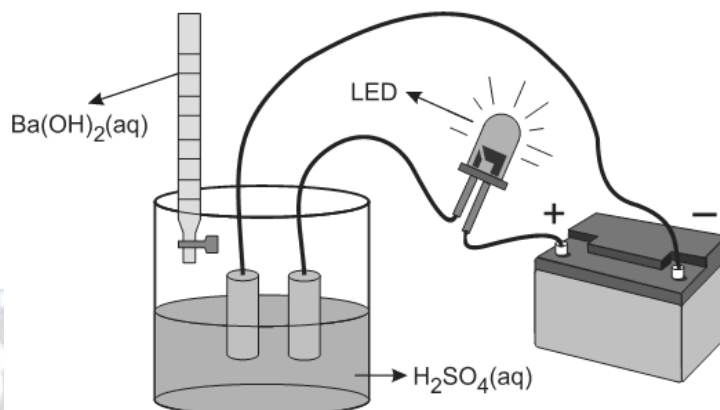
Gabarito dos testes

- TESTE 01 – Alternativa C
- TESTE 02 – Alternativa E
- TESTE 03 – Alternativa D
- TESTE 04 – Alternativa E
- TESTE 05 – Alternativa C
- TESTE 06 – Alternativa B
- TESTE 07 – Alternativa B
- TESTE 08 – Alternativa A
- TESTE 09 – Alternativa D
- TESTE 10 – Alternativa D
- TESTE 11 – Alternativa E
- TESTE 12 – Alternativa A

FUVEST 2013 – Segunda fase - Segundo dia

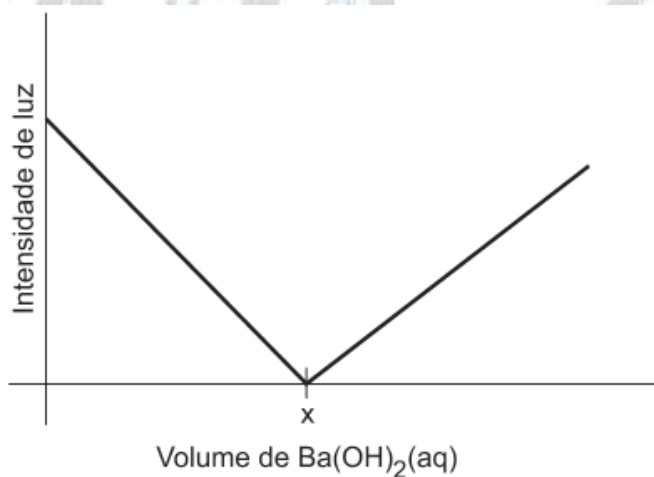
Segundo dia

Questão 1. Um recipiente contém 100 mL de uma solução aquosa de H_2SO_4 de concentração 0,1 mol/L. Duas placas de platina são inseridas na solução e conectadas a um LED (diodo emissor de luz) e a uma bateria, como representado abaixo.



A intensidade da luz emitida pelo LED é proporcional à concentração de íons na solução em que estão inseridas as placas de platina.

Nesse experimento, adicionou-se, gradativamente, uma solução aquosa de $\text{Ba}(\text{OH})_2$, de concentração 0,4 mol/L, à solução aquosa de H_2SO_4 , medindo-se a intensidade de luz a cada adição. Os resultados desse experimento estão representados no gráfico.

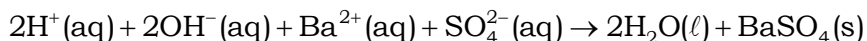


Sabe-se que a reação que ocorre no recipiente produz um composto insolúvel em água.

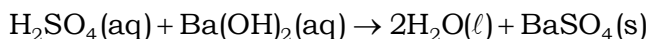
- Escreva a equação química que representa essa reação.
- Explique por que, com a adição de solução aquosa de $\text{Ba}(\text{OH})_2$, a intensidade de luz decresce até um valor mínimo, aumentando a seguir.
- Determine o volume adicionado da solução aquosa de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ que corresponde ao ponto **x** no gráfico. Mostre os cálculos.

Resolução:

a) A solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) conduz eletricidade, pois contém íons livres (H^+ e SO_4^{2-}), esses íons reagem com os íons da solução de $\text{Ba}(\text{OH})_2$:



ou



b) Conforme a solução de hidróxido de bário reage com a solução de ácido sulfúrico, a intensidade de luz decresce, pois ocorre a neutralização do ácido e a quantidade de íons disponíveis diminui. Após a neutralização total (número de mols de íons H^+ = número de mols de íons OH^-) a intensidade de luz tenderá a zero.

Com a contínua adição da solução de hidróxido de bário, o número de mols de íons livres volta a aumentar e a intensidade da luz também.

c) O recipiente contém 100 mL de uma solução aquosa de H_2SO_4 de concentração 0,1 mol/L, então:

$$0,1 \text{ mol } (\text{H}_2\text{SO}_4) \text{ ————— } 1000 \text{ mL}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{ ————— } 100 \text{ mL}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,01 \text{ mol}$$

Na neutralização total $n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-}$ e a intensidade da luz é muito baixa.

No experimento, adicionou-se, gradativamente, uma solução aquosa de $\text{Ba}(\text{OH})_2$, de concentração 0,4 mol/L, à solução aquosa de H_2SO_4 , medindo-se a intensidade de luz, a partir desta informação, teremos:

$$0,4 \text{ mol } (\text{Ba}(\text{OH})_2) \text{ ————— } 1000 \text{ mL}$$

$$0,01 \text{ mol } (\text{Ba}(\text{OH})_2) \text{ ————— } V_{\text{(utilizado na neutralização total)}}$$

$$V_{\text{(utilizado na neutralização total)}} = 25 \text{ mL de solução de } \text{Ba}(\text{OH})_2.$$

Questão 2. Uma estudante de Química elaborou um experimento para investigar a reação entre cobre metálico (Cu) e ácido nítrico ($\text{HNO}_3(\text{aq})$). Para isso, adicionou o ácido nítrico a um tubo de ensaio (I) e, em seguida, adicionou raspas de cobre metálico a esse mesmo tubo. Observou que houve liberação de calor e de um gás marrom, e que a solução se tornou azul. A seguir, adicionou raspas de cobre a dois outros tubos (II e III), contendo, respectivamente, soluções aquosas de ácido clorídrico ($\text{HCl}(\text{aq})$) e nitrato de sódio ($\text{NaNO}_3(\text{aq})$). Não observou qualquer mudança nos tubos II e III, ao realizar esses testes.

Sabe-se que soluções aquosas de íons Cu^{2+} são azuis e que o gás NO_2 é marrom.

a) Escreva, nos espaços delimitados abaixo, as equações que representam a semirreação de oxidação e a semirreação de redução que ocorrem no tubo I.

Semirreação de oxidação	
Semirreação de redução	

b) Qual foi o objetivo da estudante ao realizar os testes com $\text{HCl}(\text{aq})$ e $\text{NaNO}_3(\text{aq})$? Explique.

Resolução:

a) Teremos:

Semirreação de oxidação	$\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
Semirreação de redução	$2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{NO}_2(\text{g})$

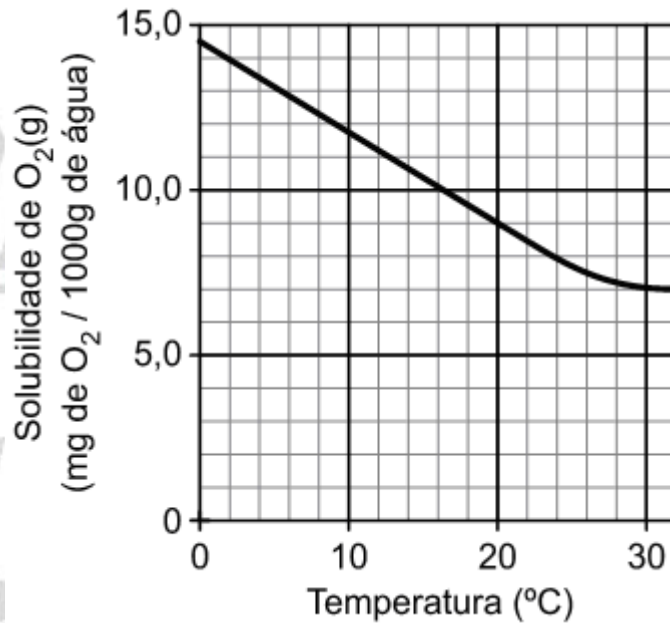
b) A estudante percebeu que o cobre metálico não reagiu com a solução de ácido clorídrico, ou seja, não reage com cátions H^+ .

A estudante percebeu, também, que o cobre metálico não reagiu com a solução de nitrato de sódio, ou seja, não reage com ânions NO_3^- .

Mas, a estudante mostrou que o cobre metálico reage com o ânion nitrato (NO_3^-) em meio ácido.

Questão 3. A vida dos peixes em um aquário depende, entre outros fatores, da quantidade de oxigênio (O_2) dissolvido, do pH e da temperatura da água. A concentração de oxigênio dissolvido deve ser mantida ao redor de 7 ppm (1 ppm de $\text{O}_2 = 1 \text{ mg de } \text{O}_2 \text{ em } 1000 \text{ g de água}$) e o pH deve permanecer entre 6,5 e 8,5.

Um aquário de paredes retangulares possui as seguintes dimensões: $40 \times 50 \times 60 \text{ cm}$ (largura x comprimento x altura) e possui água até a altura de 50 cm. O gráfico abaixo apresenta a solubilidade do O_2 em água, em diferentes temperaturas (a 1 atm).



a) A água do aquário mencionado contém 500 mg de oxigênio dissolvido a 25°C. Nessa condição, a água do aquário está saturada em oxigênio? Justifique.

Dado: densidade da água do aquário = $1,0 \text{ g/cm}^3$.

b) Deseja-se verificar se a água do aquário tem um pH adequado para a vida dos peixes. Com esse objetivo, o pH de uma amostra de água do aquário foi testado, utilizando-se o indicador azul de bromotimol, e se observou que ela ficou azul. Em outro teste, com uma nova amostra de água, qual dos outros dois indicadores da tabela dada deveria ser utilizado para verificar se o pH está adequado? Explique.

pH											Indicador				
4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	Vermelho de metila
vermelho		laranja			amarelo										
amarelo				verde			azul								Azul de bromotimol
incolor									rosa claro		rosa intenso			Fenolftaleína	

Resolução:

a) O aquário de paredes retangulares possui as seguintes dimensões: $40 \times 50 \times 60$ cm (largura x comprimento x altura) e possui água até a altura de 50 cm, então:

$$V_{\text{(água no aquário)}} = 40 \times 50 \times 50 = 100.000 \text{ cm}^3.$$

Como a densidade da água é de $1,0 \text{ g/cm}^3$, podemos calcular sua massa a partir do volume obtido:

$$1,0 \text{ g (água)} \text{ ————— } 1 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{água}} \text{ ————— } 100.000 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{água}} = 100.000 \text{ g}$$

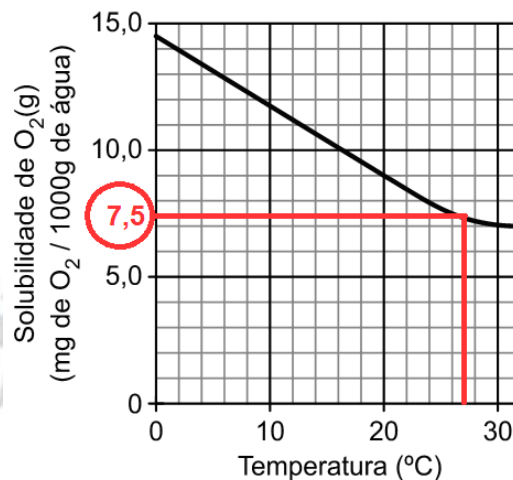
A água do aquário mencionado contém 500 mg de oxigênio dissolvido a 25°C , então:

$$100.000 \text{ g (água)} \text{ ————— } 500 \text{ mg O}_2$$

$$1000 \text{ g (água)} \text{ ————— } m_{\text{O}_2}$$

$$m_{\text{O}_2} = 5 \text{ mg}$$

Análise do gráfico:



A 25°C , a solubilidade de $\text{O}_2(\text{g})$ em 1000 g de água é de 7,5 mg.

Conclusão:

Nessa condição, a água do aquário não está saturada em oxigênio.

b) O pH deve permanecer entre 6,5 e 8,5.

Utilizando-se o indicador azul de bromotimol observou-se que a cor ficou azul e isto implica um pH maior do que 7,5.

Outro indicador que poderia ser utilizado seria a fenolftaleína, pois, entre pH 7,5 e 8,5, ficaria incolor e acima disso assumiria cor rosada.

Faixa adequada, de acordo com o enunciado

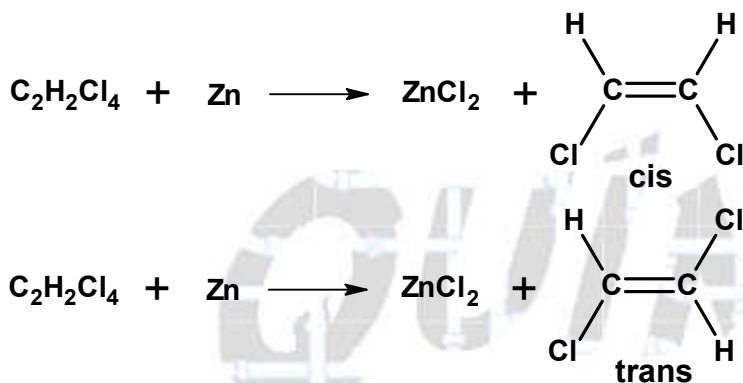
pH											Indicador				
4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	Vermelho de metila
vermelho		laranja			amarelo										
amarelo				verde			azul								Azul de bromotimol
incolor						incolor			rosa claro		rosa intenso			Fenolftaleína	

Questão 4. A reação do tetracloroetano ($C_2H_2Cl_4$) com zinco metálico produz cloreto de zinco e duas substâncias orgânicas isoméricas, em cujas moléculas há dupla ligação e dois átomos de cloro. Nessas moléculas, cada átomo de carbono está ligado a um único átomo de cloro.

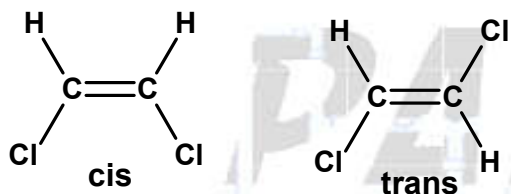
- a) Utilizando fórmulas estruturais, mostre a diferença na geometria molecular dos dois compostos orgânicos isoméricos formados na reação.
 b) Os produtos da reação podem ser separados por destilação fracionada. Qual dos dois isômeros tem maior ponto de ebulição? Justifique.

Resolução:

a) Os dois compostos isoméricos formados na reação são do tipo cis-trans:



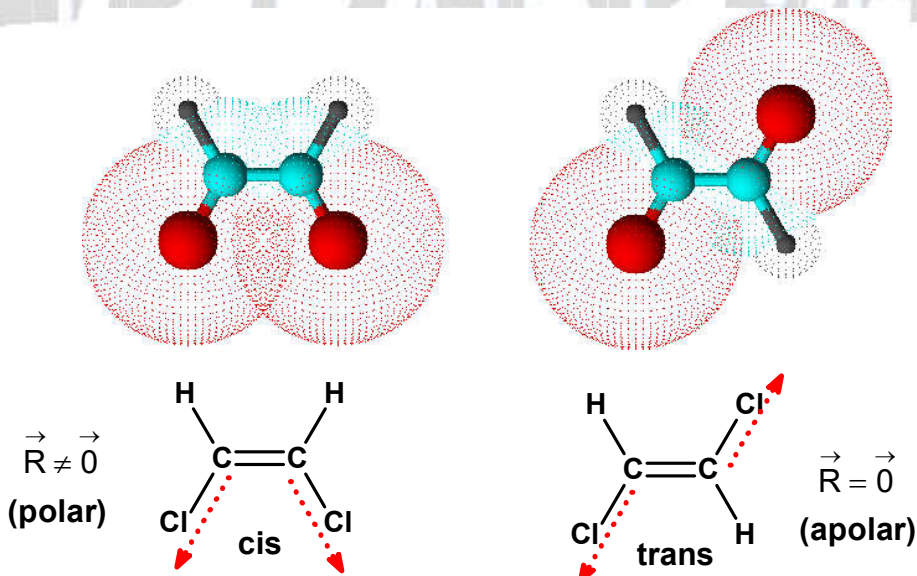
Conclusão:



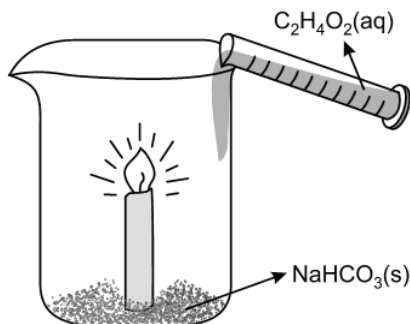
b) Sim. Os produtos da reação podem ser separados por destilação fracionada, pois apresentam polaridades diferentes, o isômero cis é polar e o isômero trans é apolar.

Como o isômero cis é polar, ele possui maior ponto de ebulição, pois neste caso as forças intermoleculares envolvidas (dipolo-dipolo) são mais intensas do que aquelas presentes no isômero trans.

Observação:



Questão 5. Uma vela foi colocada dentro de um recipiente cilíndrico e com raio igual a 10 cm, sem tampa, ao qual também foi adicionado hidrogenocarbonato de sódio sólido, NaHCO_3 . A vela foi acesa e adicionou-se ao recipiente, lentamente, solução aquosa de ácido acético, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, de tal forma que o nível da solução atingiu somente a parte inferior da vela, ficando distante da chama. Após 3 segundos, observou-se que a chama apagou.

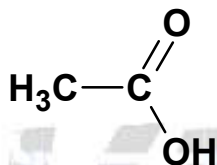


- Apresente a fórmula estrutural do ácido acético.
- Escreva a equação química balanceada da reação entre o sólido e a solução aquosa de ácido acético.
- O experimento foi repetido com outra vela de mesma altura e com as mesmas quantidades de reagentes utilizadas anteriormente. Mudou-se apenas o recipiente, que foi substituído por outro, de mesma altura que o anterior, mas com raio igual a 20 cm. Dessa vez, após os mesmos 3 segundos, observou-se que a chama não apagou. Proponha uma explicação para esse fato, considerando a densidade das substâncias gasosas presentes.

Dados: Massa molar (g/mol): C=12; N=14; O=16.

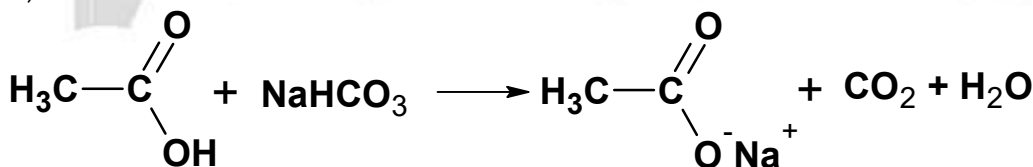
Resolução:

- Fórmula estrutural do ácido acético:



Ácido acético ou etanoico

- Teremos:



- Massa molares dos gases envolvidos:

$\text{CO}_2 = 44 \text{ g/mol}$ (produzido)

$\left. \begin{array}{l} \text{O}_2 = 32 \text{ g/mol} \\ \text{N}_2 = 28 \text{ g/mol} \end{array} \right\}$ (presentes no ar)

Nas mesmas condições de pressão e temperatura a densidade de um gás pode ser dada por:

$$d = \frac{M_{(\text{molar})}}{V_{(\text{molar})}}$$

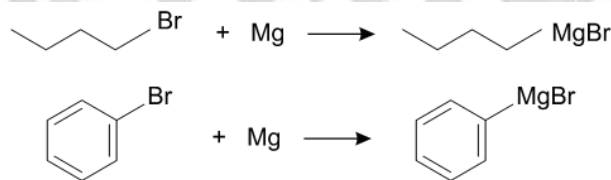
Como o volume molar é o mesmo, quanto maior a massa molar, mais denso será o gás e vice-versa.

O gás carbônico formado é mais denso do que os outros gases presentes no sistema e se acumula na parte de baixo do recipiente.

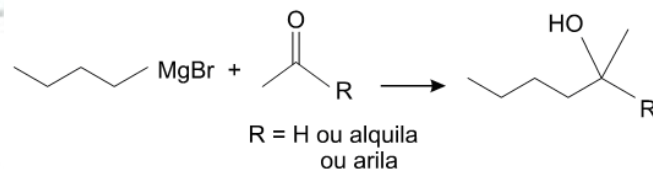
Quando o gás carbônico alcança o pavil da vela impede o contato do gás oxigênio com o pavil e a combustão cessa.

Com o aumento do raio do recipiente e supondo o mesmo volume de gás carbônico (em 3 segundos) o gás se acomodará na parte de baixo do recipiente e não atingirá o pavil e a vela continuará acesa.

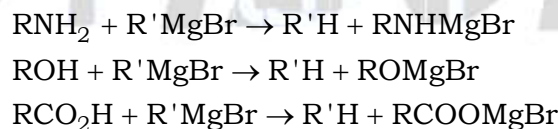
Questão 6. Os chamados “compostos de Grignard” foram preparados, pela primeira vez, por Victor Grignard no final do século XIX. Esses compostos podem ser obtidos pela reação de um haleto de alquila ou haleto de arila com magnésio metálico, utilizando um éter como solvente, conforme representado pelas seguintes equações químicas:



Os compostos de Grignard são muito úteis, por exemplo, para preparar alcoóis a partir de cetonas ou aldeídos, conforme representado abaixo:

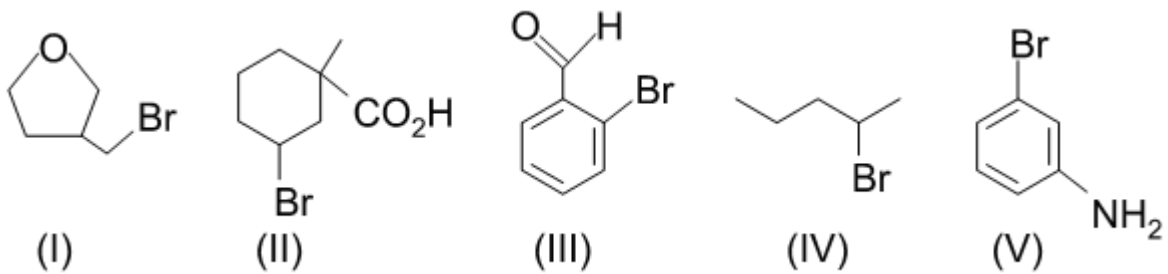


Os compostos de Grignard também reagem com aminas, alcoóis e ácidos carboxílicos, conforme representado pelas seguintes equações químicas:

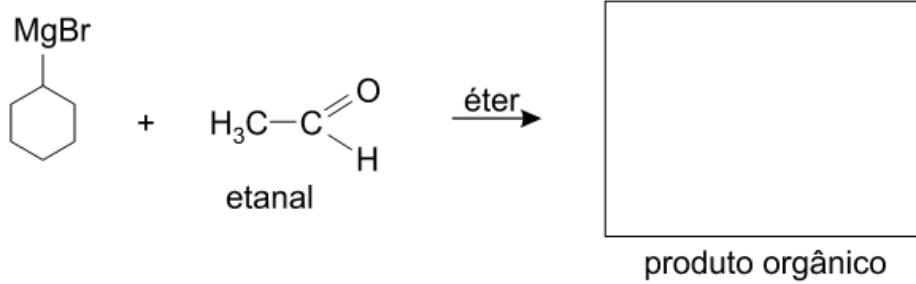


Assim sendo, para preparar um composto de Grignard, é preciso escolher corretamente o haleto orgânico, que não deve conter grupos funcionais que reajam com o composto de Grignard que se pretende preparar.

a) Dentre os cinco compostos representados abaixo, apenas dois são adequados para reagir com magnésio e preparar compostos de Grignard. Indique esses dois compostos, justificando sua escolha.



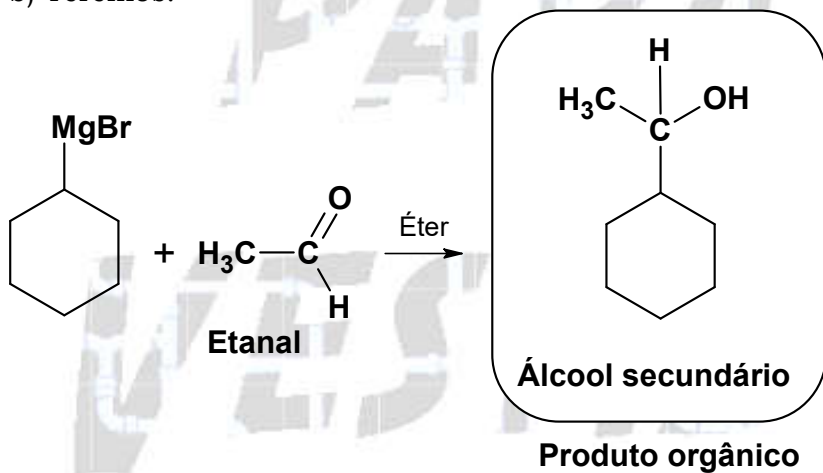
b) Escreva a fórmula estrutural do produto orgânico da reação representada abaixo.



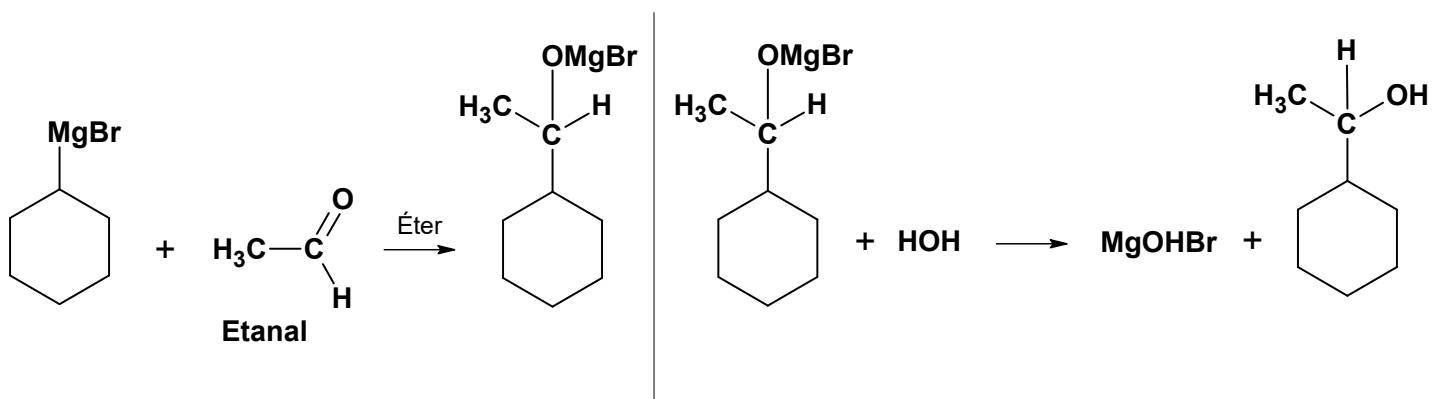
Resolução:

a) De acordo com o enunciado, para formar composto de Grignard o reagente tem que apresentar o bromo ligado diretamente a carbono saturado e não pode apresentar grupos funcionais que reajam com o composto formado, ou seja, carboxila, carbinol e amino. Neste caso os compostos I e IV se encaixam.

b) Teremos:



Observação teórica:



Terceiro dia

Questão 1. Antes do início dos Jogos Olímpicos de 2012, que aconteceram em Londres, a chama olímpica percorreu todo o Reino Unido, pelas mãos de cerca de 8000 pessoas, que se revezaram nessa tarefa. Cada pessoa correu durante um determinado tempo e transferiu a chama de sua tocha para a do próximo participante.

Suponha que

- (i) cada pessoa tenha recebido uma tocha contendo cerca de 1,02 g de uma mistura de butano e propano, em igual proporção, em mols;
- (ii) a vazão de gás de cada tocha fosse de 48 mL/minuto.

Calcule:

- a) a quantidade de matéria, em mols, da mistura butano+propano contida em cada tocha;
- b) o tempo durante o qual a chama de cada tocha podia ficar acesa.

Um determinado participante P do revezamento correu a uma velocidade média de 2,5 m/s. Sua tocha se apagou no exato instante em que a chama foi transferida para a tocha do participante que o sucedeu.

- c) Calcule a distância, em metros, percorrida pelo participante P enquanto a chama de sua tocha permaneceu acesa.

Dados: Massa molar (g/mol): butano = 58, propano = 44; Volume molar nas condições ambientes: 24 L/mol.

Resolução:

a) Teremos:

Para n mols de butano :

$$1 \text{ mol } C_4H_{10} \text{ ————— } 58 \text{ g}$$

$$n \text{ ————— } m_{C_4H_{10}}$$

$$m_{C_4H_{10}} = 58n \text{ g}$$

Para n mols de propano :

$$1 \text{ mol } C_3H_8 \text{ ————— } 44 \text{ g}$$

$$n \text{ ————— } m_{C_3H_8}$$

$$m_{C_3H_8} = 44n \text{ g}$$

$$m_{C_4H_{10}} + m_{C_3H_8} = 1,02 \text{ g}$$

$$58n \text{ g} + 44n \text{ g} = 1,02 \text{ g}$$

$$n = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{total}} = 2n = 2 \times 0,01 = 0,02 \text{ mol}$$

b) Para a mistura de propano e butano, teremos:

$$24 \text{ L ————— } 1 \text{ mol}$$

$$V \text{ ————— } 0,02 \text{ mol}$$

$$V = 0,48 \text{ L} = 480 \text{ mL}$$

$$\text{Vazão do gás} = \frac{V(\text{volume})}{\Delta t(\text{tempo})}$$

$$48 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{480 \text{ mL}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = 10 \text{ min}$$

c) Teremos:

$$\Delta t = 10 \text{ min} = 10 \times 60 \text{ s} = 600 \text{ s}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = \frac{\Delta S}{600 \text{ s}}$$

$$\Delta S = 1500 \text{ m}$$

ou

$$\Delta S = 1,5 \times 10^3 \text{ m}$$

Questão 2. A matriz energética brasileira é constituída, principalmente, por usinas hidrelétricas, termelétricas, nucleares e eólicas, e também por combustíveis fósseis (por exemplo, petróleo, gasolina e óleo diesel) e combustíveis renováveis (por exemplo, etanol e biodiesel).

a) Para cada tipo de usina da tabela abaixo, assinale no mapa seguinte, utilizando o símbolo correspondente, um estado, ou a divisa de estados limítrofes, em que tal usina pode ser encontrada.

Usina	Símbolo
Hidrelétrica binacional em operação	●
Hidrelétrica de grande porte em construção	■
Nuclear em operação	▲
Eólica em operação	Y



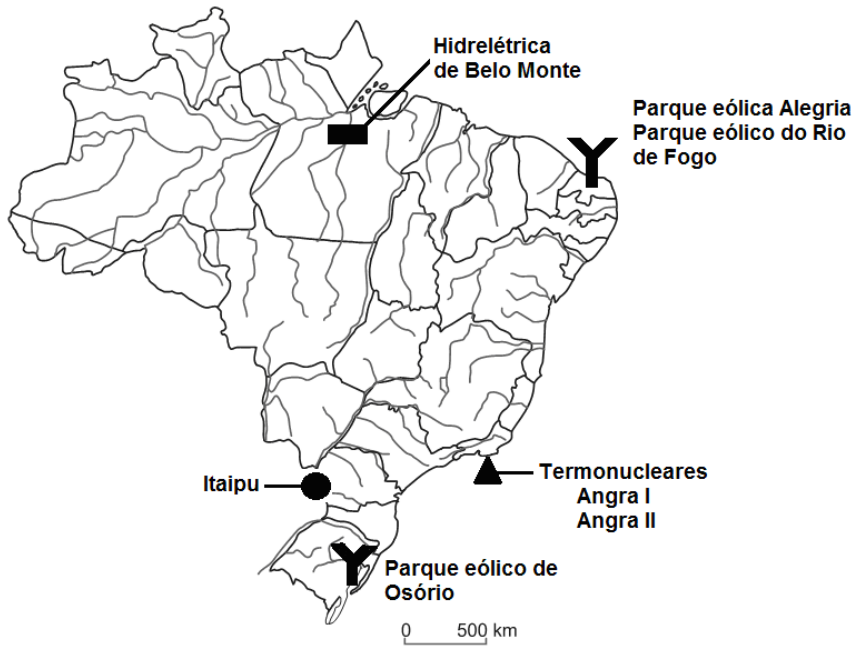
A entalpia de combustão do metano gasoso, principal componente do gás natural, corrigida para 25°C, é -213 kcal/mol e a do etanol líquido, à mesma temperatura, é -327 kcal/mol.

b) Calcule a energia liberada na combustão de um grama de metano e na combustão de um grama de etanol. Com base nesses valores, qual dos combustíveis é mais vantajoso sob o ponto de vista energético? Justifique.

Dados: Massa molar(g/mol): $\text{CH}_4 = 16$; $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 46$.

Resolução:

a) Teremos:



b) A entalpia de combustão do metano gasoso, principal componente do gás natural, corrigida para 25°C, é -213 kcal/mol, então:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol } \text{CH}_4 &\text{ ————— } 213 \text{ kcal liberados} \\ 16 \text{ g } \text{CH}_4 &\text{ ————— } 213 \text{ kcal liberados} \\ 1 \text{ g } \text{CH}_4 &\text{ ————— } E_{\text{CH}_4} \\ E_{\text{CH}_4} &= 13,31 \text{ kcal liberados} \end{aligned}$$

A entalpia de combustão do etanol líquido, à mesma temperatura, é de -327 kcal/mol, então:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} &\text{ ————— } 327 \text{ kcal liberados} \\ 46 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} &\text{ ————— } 327 \text{ kcal liberados} \\ 1 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} &\text{ ————— } E_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} \\ E_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} &= 7,11 \text{ kcal liberados} \end{aligned}$$

Conclusão: O combustível mais vantajoso sob o ponto de vista energético é o metano, pois seu poder calorífico é maior do que o do etanol líquido.

Questão 3. Em uma reação de síntese, induzida por luz vermelha de frequência f igual a $4,3 \times 10^{14}$ Hz, ocorreu a formação de 180 g de glicose. Determine

- o número N de mols de glicose produzido na reação;
- a energia E de um fóton de luz vermelha;
- o número mínimo n de fótons de luz vermelha necessário para a produção de 180 g de glicose;
- o volume V de oxigênio produzido na reação (CNTP).

Note e adote:

$6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{energia} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$; Massas molares: H (1g/mol), C (12g/mol), O (16g/mol);

Energia do fóton: $E = hf$; Constante de Planck: $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J·s.

Nessa reação são necessários 2800 kJ de energia para a formação de um mol de glicose; 1 mol de gás ocupa 22,4 L (CNTP – Condições Normais de Temperatura e Pressão).

Resolução:

a) De acordo com o enunciado ocorreu a formação de 180 g de glicose e este valor corresponde a um mol de glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 6 \times 12 + 12 \times 1 + 6 \times 16 = 180$).

b) Como a energia do fóton é dada por $E = hf$, onde $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J·s.

Na reação de síntese, induzida por luz vermelha de frequência f igual a $4,3 \times 10^{14}$ Hz, então:

$$E = h \times f$$

$$E = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 4,3 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} = 28,38 \times 10^{-20} = 2,84 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = 2,8 \times 10^{-19} \text{ J (um fóton)}$$

c) Nessa reação são necessários 2800 kJ ($2800 \text{ kJ} = 2,8 \times 10^6 \text{ J}$) de energia para a formação de um mol de glicose, então:

$$2,8 \times 10^{-19} \text{ J} \text{ ————— } 1 \text{ fóton}$$

$$2,8 \times 10^6 \text{ J} \text{ ————— } n$$

$$n = 10^{25} \text{ fótons}$$

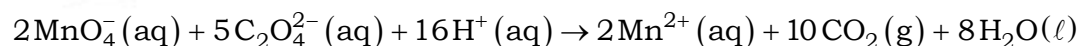
d) $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{energia} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$; CNTP.

$$1 \text{ mol (O}_2\text{)} \text{ ————— } 22,4 \text{ L}$$

$$6 \text{ mol (O}_2\text{)} \text{ ————— } V$$

$$V = 134,4 \text{ L}$$

Questão 4. A transformação representada pela equação química



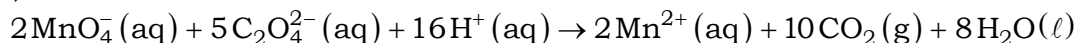
foi efetuada em condições de temperatura e pressão tais que o volume molar do $\text{CO}_2(\text{g})$ era de 22 L/mol. Se x é o número de mols de MnO_4^- , gastos na reação, e V é o volume, medido em litros, de $\text{CO}_2(\text{g})$ gerado pela reação, obtenha

a) V como função de x ;

b) a quantidade, em mols, de MnO_4^- que serão gastos para produzir 440 L de $\text{CO}_2(\text{g})$.

Resolução:

a) Teremos:

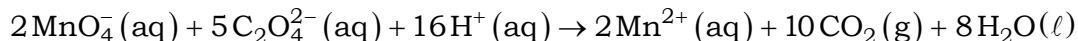


$$2 \text{ mol} \text{-----} 10 \times 22 \text{ L}$$

$$x \text{-----} V_{\text{CO}_2}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 110x \text{ L}$$

b) Na produção de 440 L de CO₂, vem:

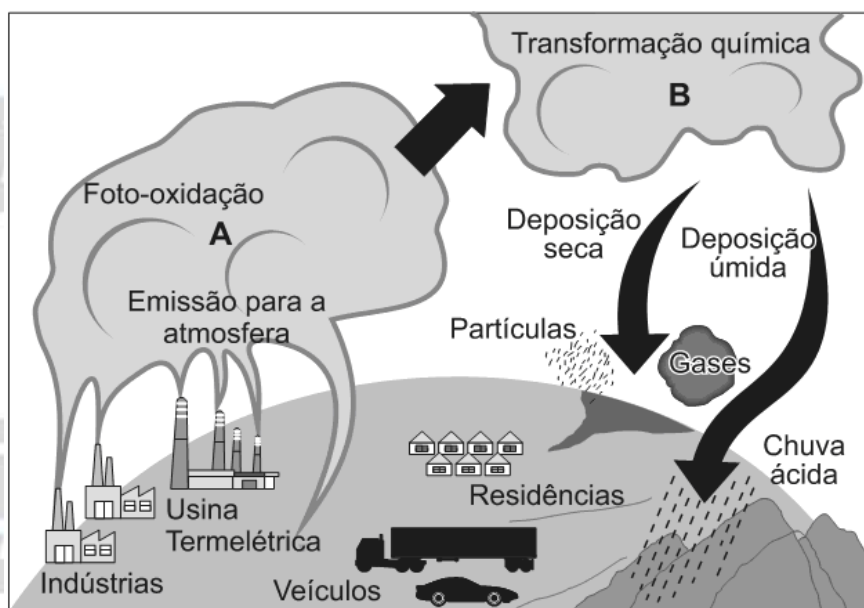


$$2 \text{ mol} \text{-----} 10 \times 22 \text{ L}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} \text{-----} 440 \text{ L}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = 4 \text{ mol}$$

Questão 5. Observe a imagem, que apresenta uma situação de intensa poluição do ar que danifica veículos, edifícios, monumentos, vegetação e acarreta transtornos ainda maiores para a população. Trata-se de chuvas com poluentes ácidos ou corrosivos produzidos por reações químicas na atmosfera.



Atlas do meio ambiente do Brasil: Embrapa, 1996. Adaptado.

Com base na figura e em seus conhecimentos,

a) identifique, em A, dois óxidos que se destacam e, em B, os ácidos que geram a chuva ácida, originados na transformação química desses óxidos. Responda no quadro abaixo.

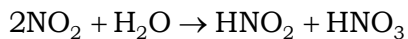
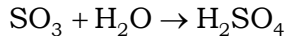
A	B

b) explique duas medidas adotadas pelo poder público para minimizar o problema da poluição atmosférica na cidade de São Paulo.

Resolução:

a) Em A se destacam: CO_2 , SO_3 e NO_2 .

Os óxidos que geram ácidos (chuva ácida):



Preenchendo o quadro fornecido no enunciado, teremos:

A	B
SO_3 e NO_2	H_2SO_4 e HNO_3

b) O rodízio municipal de veículos que visa diminuir a emissão de poluentes emitidos pelos motores e a inspeção veicular anual que colabora no controle de regulagem dos motores a combustão interna.