

1

---

Karl Marx afirmou mais de uma vez que, na antiguidade romana, era o Estado que sustentava o proletariado e não este àquele, como ocorre na modernidade. Com base nessa afirmação, explique:

- a) Como o Estado romano sustentava o proletariado?
- b) Por que é possível sustentar que a derrota do programa de reforma agrária dos irmãos Graco abriu caminho para tal política?

**Resolução**

- a) *Por meio da "política do pão e circo".*
- b) *A plebe romana, já desempregada em consequência do crescimento do escravismo, não conseguiu obter os novos meios de subsistência que lhe seriam proporcionados por uma reforma agrária. Por causa disso, tornou-se dependente do assistencialismo do Estado Romano.*

2

---

Curiosamente, apesar das limitações impostas por uma base material e técnica rudimentar, a Europa medieval tardia (séculos XII a XV) vivenciou, pelo menos no plano da religião e do ensino nas universidades, uma unidade tão ou mais intensa do que a da atual União Européia, alicerçada na complexa economia capitalista. Em face disso, indique:

- a) Como foi possível, naquela época, diante da precariedade das comunicações e da base material, ocorrer essa integração?
- b) As principais características das universidades medievais.

**Resolução**

- a) *Graças à existência de uma certa unidade intelectual, resultante de uma base cristã comum e também das mudanças mentais ocorridas na Europa durante a Baixa Idade Média.*
- b) *Centros urbanos irradiadores de produção cultural, enfatizando a área de Humanidades e com um método pedagógico baseado na memorização.*

**“O pano ou tecido deste Reino... interessa tanto ao soberano quanto ao súdito, ao nobre e ao plebeu, até mesmo a toda profissão, condição e espécie de homem desta nação”.**

Thomas Middleton, 1622.

- a) Por que a produção têxtil inglesa interessava ao rei, à nobreza e aos plebeus?
- b) Qual a importância da produção têxtil para a futura Revolução Industrial inglesa?

**Resolução**

- a) *Interessava ao rei (na época em processo de fortalecimento do próprio poder) como fonte de arrecadação tributária. Interessava à nobreza fundiária e ovinocultora por ser a grande fornecedora de lã – que constituía a matéria-prima têxtil dominante na Inglaterra da época. Interessava aos plebeus (entendidos como não-nobres) de diversas formas: para os burgueses, trazia lucros decorrentes da produção e comercialização dos tecidos de lã; para os artesãos-manufatureiros, proporcionava trabalho remunerado; e, para os camponeses, oferecia uma fonte de renda adicional, graças ao sistema doméstico de produção adotado na fiação da lã.*
- b) *A Revolução Industrial desenvolveu-se com base na produção têxtil.*

**“A mais extravagante idéia que possa germinar no cérebro de um político é acreditar que basta a um povo entrar de mão armada num país estrangeiro para lhe fazer adotar as suas leis e a sua Constituição. Ninguém estima os missionários armados, e o primeiro conselho que a natureza e a prudência dão é repeli-los como inimigos.”**

Robespierre, janeiro de 1792.

- Por que a ocupação da Espanha pelo exército napoleônico, em 1806, tornou o texto profético?
- Há no momento atual alguma situação à qual o texto pode ser referido? Por quê?

#### **Resolução**

a) *Porque, embora as tropas napoleônicas representassem, de certa forma, um ideal de liberdade e modernização em relação ao Antigo Regime vigente na Espanha, sua presença em terras espanholas suscitou uma revolta generalizada da população.*

*Obs. – A intervenção francesa na Espanha se deu em 1808 (e não em 1806), quando Napoleão substituiu o rei Fernando VII por José Bonaparte.*

b) *Sim. Pode-se estabelecer uma analogia com a ocupação do Iraque pelos norte-americanos porque estes, embora afirmem representar ideais de democracia e liberdade, vêm enfrentando forte resistência de numerosos grupos nacionalistas iraquianos. Analogia semelhante poderia ser estabelecida com a Chechênia sob ocupação russa.*

Neste início de século XXI, o Japão ainda possui a economia mais avançada da Ásia e, embora produza energia nuclear, não dispõe nem de armas atômicas, nem de forças armadas consideráveis, ao passo que a Índia e a China, com economias mais atrasadas possuem armas nucleares e grandes exércitos. Indique os processos e/ou acontecimentos históricos cruciais que, nas décadas de 40 e 50 do século passado, estiveram na origem do

- poder econômico, mas não militar, do Japão.
- poder militar, maior do que o econômico, da Índia e da China.

#### **Resolução**

a) *Derrotado na Segunda Guerra Mundial (1939-45), o Japão foi ocupado pelos Estados Unidos. Estes, a partir dos anos 50, favoreceram a recuperação da economia japonesa, impondo, por outro lado, a proibição de o Japão possuir Forças Armadas com potencial ofensivo.*

b) *Na Índia, a origem de seu poder militar encontra-se na independência do país (1947). Na China, a origem de seu poder militar remonta à vitória do Exército Popular de Mao Tse-tung, em 1949, dando origem à República Popular da China (ou China Comunista).*

**“De puramente defensiva, tal qual era, em sua origem, a doutrina Monroe, graças à extensão do poder norte-americano e às transformações sucessivas do espírito nacional, converteu-se em verdadeira arma de combate sob a liderança de Teodoro Roosevelt”**

Barral-Montferrat, 1909.

- a) Qual a proposta da doutrina Monroe?
- b) Explique a razão pela qual a doutrina se **“converteu em arma de combate sob a liderança de Teodoro Roosevelt”**. Exemplifique.

**Resolução**

- a) *Proteger a independência dos países da América Latina contra qualquer tentativa de recolonização.*
- b) *Sob a liderança de Theodore Roosevelt, a Doutrina Monroe foi substituída pela “Big Stick Policy” (Política do Porrete); esta refletia a postura adotada pelos EUA no contexto do imperialismo praticado pelas potências industriais. Exemplo: a intervenção dos EUA para libertar Cuba do domínio espanhol, em 1898.*

Com relação ao povoamento e à colonização da região norte do Brasil, nos séculos XVII e XVIII, explique:

- a) As particularidades da administração política e religiosa da região.
- b) A importância da exploração econômica dessa região para a Metrópole.

**Resolução**

- a) *Particularidade da administração política: existência do Estado do Grão-Pará e Maranhão, separado do restante do território brasileiro (Estado do Brasil). Particularidade da administração religiosa: intensa atividade missionária das ordens religiosas junto às populações indígenas.*
- b) *Produção de açúcar e algodão no Maranhão e extração de drogas do sertão na Amazônia.*

“Este comércio de carne humana é, pois, um cancro que corrói as entranhas do Brasil ... Acabe-se de uma vez o infame tráfico de escravatura africana... Torno a dizer, porém, que eu não desejo ver abolida de repente a escravidão; tal acontecimento traria consigo grandes males. Para emancipar escravos, sem prejuízo da sociedade, cumpre fazê-los primeiramente dignos da liberdade: cumpre que sejamos forçados pela razão e pela lei a convertê-los gradualmente de vis escravos em homens livres e ativos”.

José Bonifácio, 1823.

- a) Qual a posição do autor com relação à escravidão no Brasil?
- b) Essas idéias estão relacionadas ao contexto sócio-econômico brasileiro? Por quê?

#### **Resolução**

- a) *Embora José Bonifácio se manifeste claramente contra o tráfico negreiro, sua posição com relação à escravidão no Brasil é bastante conservadora, pois admite sua abolição somente em tese e depois de cumpridas determinadas condições.*
- b) *Sim, pois a Independência não alterou a estrutura socioeconômica brasileira, que continuou latifundiária, agro-exportadora e dependente do trabalho escravo.*

**“... o que avulta entre os fatores da revolução de 1930 é o sentimento regionalista, na luta pelo equilíbrio das forças entre os estados federados. Minas Gerais, aliando-se ao Rio Grande do Sul, combatia a hegemonia paulista, que a candidatura do Sr. Júlio Prestes asseguraria por mais quatro anos”.**

Barbosa Lima Sobrinho, *A verdade sobre a revolução de outubro – 1930* (1933).

- a) Explique a questão do regionalismo político no período que antecedeu 1930.
- b) Apresente a situação política de São Paulo na federação, depois da tomada do poder, por Getúlio Vargas, em 1930.

#### **Resolução**

- a) *A Constituição de 1891, que estabeleceu o sistema federativo, e a “Política dos Governadores”, criada por Campos Sales, permitiram que os regionalismos estaduais fossem preservados em nível local. Com a ruptura da “Política do Café-com-Leite” por Washington Luís, abriu-se espaço para que o sentimento regionalista gaúcho, aliado ao sentimento ferido do regionalismo mineiro, pudesse conquistar o poder até então exercido pelo regionalismo paulista.*
- b) *Após a Revolução de 30, São Paulo perdeu o poder de que desfrutava no nível federal e ficou praticamente marginalizado dentro da Federação. Esse isolamento político foi um dos fatores determinantes da Revolução Paulista de 1932.*



Esta fotografia mostra São Paulo, em 1950. Observe-a e responda:

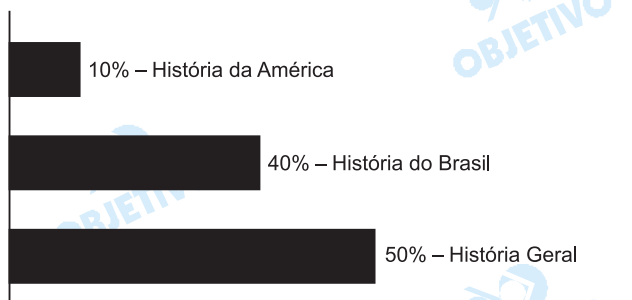
- Que símbolos da modernidade nela aparecem?
- Por que São Paulo, a exemplo de outras cidades brasileiras, cresceu tanto a partir da década de 1950?

#### Resolução

- Grandes avenidas e viadutos, verticalização urbana e iluminação elétrica.
- Porque a aceleração do processo de industrialização, notadamente no quinquênio de JK (1956-61), provocou um forte deslocamento de populações rurais em direção aos centros urbanos industriais.

#### Comentário de História

A prova de História da 2ª fase da Fuvest – 2005 abordou temas constantes do conteúdo programático do Ensino Médio. Além disso, mesclou a história interpretativa com a factual, apresentando um grau de dificuldade mediana para difícil. Entretanto, errou a data da ocupação da Espanha pelo exército napoleônico (1808 e não 1806) e imprimiu caráter ideológico nas perguntas sobre os Estados Unidos.



"Palíndromo – Diz-se da frase ou palavra que, ou se leia da esquerda para a direita, ou da direita para a esquerda, tem o mesmo sentido."

Aurélio. Novo Dicionário da Língua Portuguesa, 2ª ed., 40ª imp., Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira, 1986, p.1251.

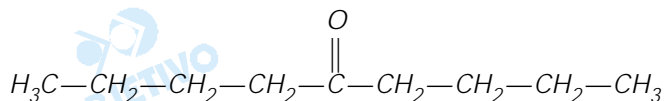
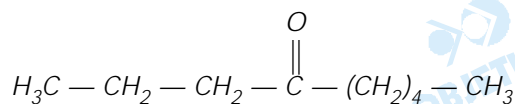
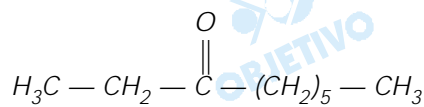
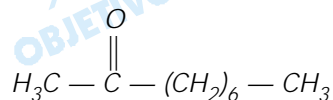
"Roma me tem amor" e "a nonanona" são exemplos de palíndromo.

A nonanona é um composto de cadeia linear. Existem quatro nonanonas isômeras.

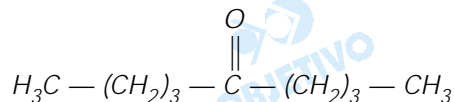
- Escreva a fórmula estrutural de cada uma dessas nonanonas.
- Dentre as fórmulas do item a, assinale aquela que poderia ser considerada um palíndromo.
- De acordo com a nomenclatura química, podem-se dar dois nomes para o isômero do item b. Quais são esses nomes?

### Resolução

- a) As fórmulas estruturais de cada isômero:



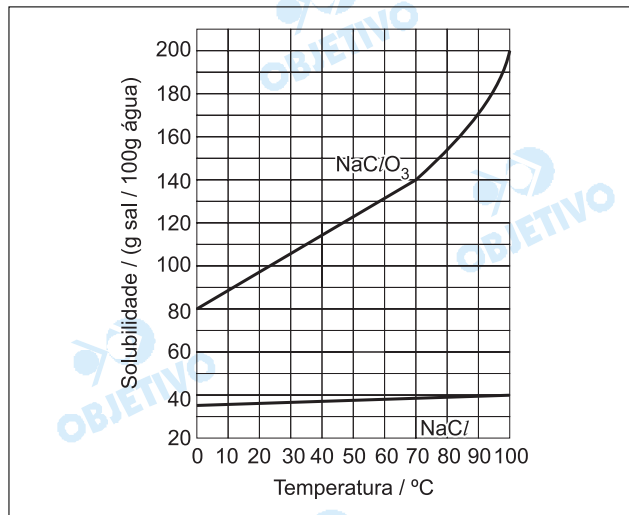
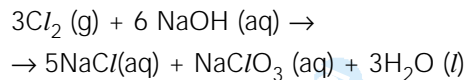
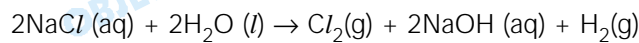
- b) A cetona que corresponde a um palíndromo é:



- c) Nome oficial: (1993): nonan-5-ona  
(1979): 5-nonanona  
Nome usual: cetona dibutílica ou dibutilcetona



Industrialmente, o clorato de sódio é produzido pela eletrólise da salmoura\* aquecida, em uma cuba eletrolítica, de tal maneira que o cloro formado no anodo se misture e reaja com o hidróxido de sódio formado no catodo. A solução resultante contém cloreto de sódio e clorato de sódio.



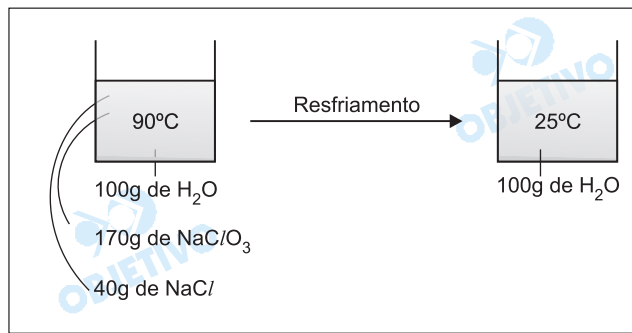
Ao final de uma eletrólise de salmoura, retiraram-se da cuba eletrolítica, a 90°C, 310g de solução aquosa saturada tanto de cloreto de sódio quanto de clorato de sódio. Essa amostra foi resfriada a 25°C, ocorrendo a separação de material sólido.

- Quais as massas de cloreto de sódio e de clorato de sódio presentes nos 310 g da amostra retirada a 90°C? Explique.
- No sólido formado pelo resfriamento da amostra a 25°C, qual o grau de pureza (% em massa) do composto presente em maior quantidade?
- A dissolução, em água, do clorato de sódio libera ou absorve calor? Explique.

\* salmoura = solução aquosa saturada de cloreto de sódio

### Resolução

Pelo gráfico, observamos que a 90°C uma solução saturada de clorato de sódio ( $\text{NaClO}_3$ ) contém 170g do sal dissolvidos em 100g de água, e a solução saturada de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) contém 40g do sal dissolvidos nos mesmos 100g de água.



Massa total da solução saturada a  $90^{\circ}\text{C}$  =  $100\text{g}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  +  $170\text{g}$  de  $\text{NaClO}_3$  +  $40\text{g}$  de  $\text{NaCl}$  =  $310\text{g}$

- a) Em  $310\text{g}$  de solução saturada a  $90^{\circ}\text{C}$  contendo  $100\text{g}$  de  $\text{H}_2\text{O}$  existem  $170\text{g}$  de  $\text{NaClO}_3$  e  $40\text{g}$  de  $\text{NaCl}$ .
- b) Pelo gráfico, a  $25^{\circ}\text{C}$  dissolvem-se aproximadamente  $102\text{g}$  de  $\text{NaClO}_3$  e  $38\text{g}$  de  $\text{NaCl}$  em  $100\text{g}$  de  $\text{H}_2\text{O}$ . Cálculo das massas de  $\text{NaClO}_3$  e  $\text{NaCl}$  que se cristalizam pelo resfriamento da solução saturada de  $90^{\circ}\text{C}$  para  $25^{\circ}\text{C}$ .

$$\boxed{\text{NaClO}_3} \Rightarrow m = 170\text{g} - 102\text{g} = 68\text{g de NaClO}_3$$

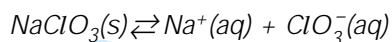
$$\boxed{\text{NaCl}} \Rightarrow m' = 40\text{g} - 38\text{g} = 2\text{g de NaCl}$$

Massa total de sólidos cristalizados =  $68\text{g} + 2\text{g} = 70\text{g}$

Cálculo da porcentagem em massa de pureza de  $\text{NaClO}_3$  (substância em maior quantidade na amostra que se cristalizou):

$$\begin{array}{l} 70\text{g} \text{-----} 100\% \\ 68\text{g de NaClO}_3 \text{-----} x \\ x = 97,1\% \text{ de pureza em NaClO}_3 \end{array}$$

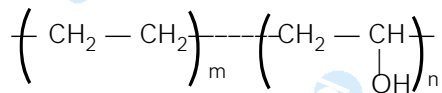
- c) Pelo gráfico, observamos que com o aumento da temperatura aumenta a solubilidade do  $\text{NaClO}_3$ :



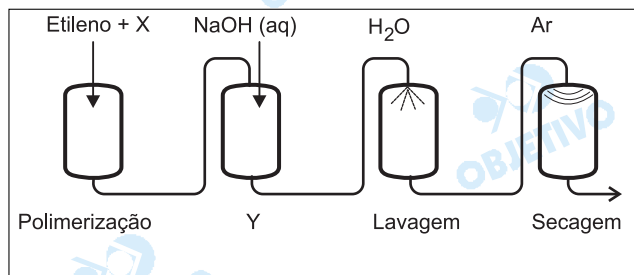
Trata-se, portanto, de uma dissolução endotérmica (absorve calor).

Um aumento da temperatura implica o deslocamento do equilíbrio de solubilidade do  $\text{NaClO}_3$  para a direita. Quanto maior a quantidade de calor fornecida, maior a quantidade de íons dissolvidos na solução.

Para aumentar a vida útil de alimentos que se deterioram em contacto com o oxigênio do ar, foram criadas embalagens compostas de várias camadas de materiais poliméricos, um dos quais é pouco resistente à umidade, mas não permite a passagem de gases. Este material, um copolímero, tem a seguinte fórmula



e é produzido por meio de um processo de quatro etapas, esquematizado abaixo.



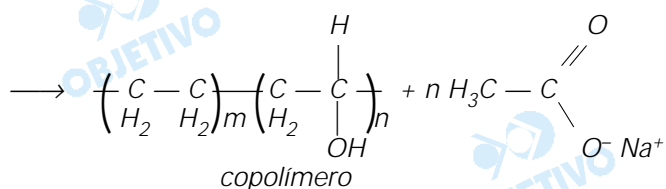
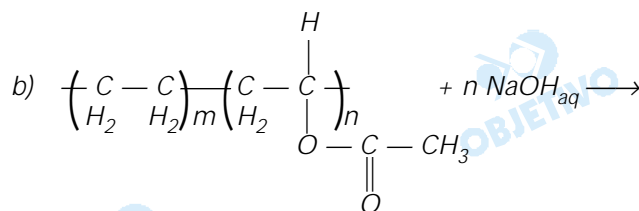
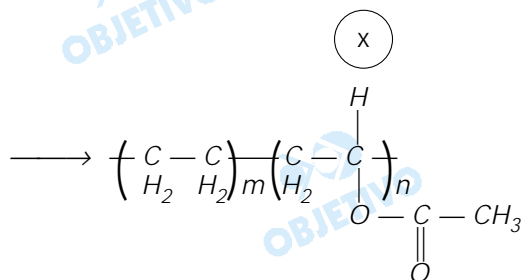
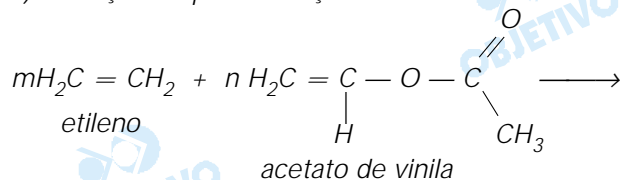
a) Dentre os compostos, vinilbenzeno (estireno), acetato de vinila, propeno, propenoato de metila, qual pode ser o monômero X? Dê sua fórmula estrutural.



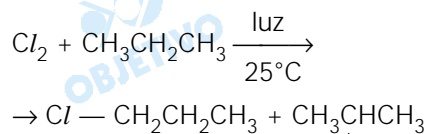
b) Escreva a equação química que representa a transformação que ocorre na etapa Y do processo.

#### Resolução

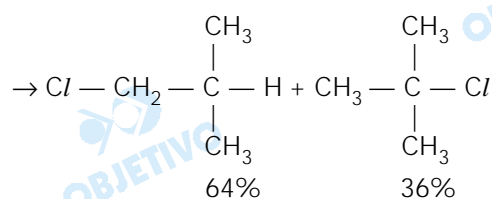
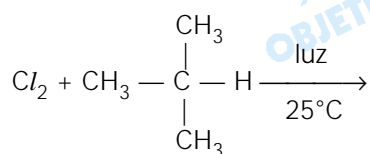
a) *Reação de polimerização*



Alcanos reagem com cloro, em condições apropriadas, produzindo alcanos monoclorados, por substituição de átomos de hidrogênio por átomos de cloro, como esquematizado:



43%                      57%



Considerando os rendimentos percentuais de cada produto e o número de átomos de hidrogênio de mesmo tipo (primário, secundário ou terciário), presentes nos alcanos acima, pode-se afirmar que, na reação de cloração, efetuada a 25°C,

- um átomo de hidrogênio terciário é cinco vezes mais reativo do que um átomo de hidrogênio primário.
- um átomo de hidrogênio secundário é quatro vezes mais reativo do que um átomo de hidrogênio primário.

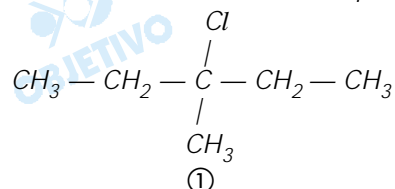
Observação: Hidrogênios primário, secundário e terciário são os que se ligam, respectivamente, a carbonos primário, secundário e terciário.

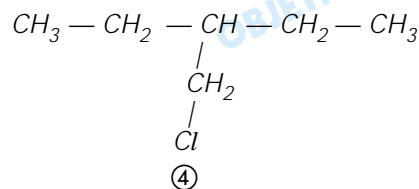
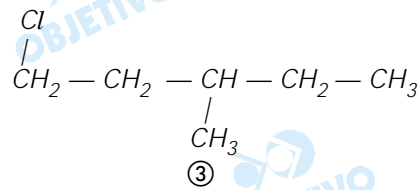
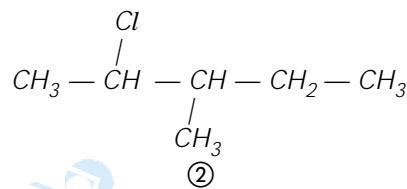
A monocloração do 3-metilpentano, a 25°C, na presença de luz, resulta em quatro produtos, um dos quais é o 3-cloro-3-metilpentano, obtido com 17% de rendimento.

- Escreva a fórmula estrutural de cada um dos quatro produtos formados.
- Com base na porcentagem de 3-cloro-3-metilpentano formado, calcule a porcentagem de cada um dos outros três produtos.

### Resolução

- As fórmulas estruturais dos quatro produtos são:





b) Um átomo de hidrogênio terciário é cinco vezes mais reativo do que um átomo de hidrogênio primário.

Reatividade do H terciário = 17%

$$\text{Reatividade do H primário} = \frac{17\%}{5} = 3,4\%$$

produto ③: temos 6H primários equivalentes:

$$6 \cdot 3,4\% \cong 20\%$$

produto ④: temos 3H primários equivalentes:

$$3 \cdot 3,4\% \cong 10\%$$

Um átomo de hidrogênio secundário é quatro vezes mais reativo do que um átomo de hidrogênio primário.

$$\text{Reatividade do H primário} = 3,4\%$$

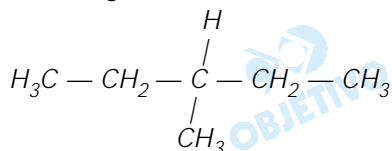
$$\text{Reatividade do H secundário} = 4 \cdot 3,4\% = 13,6\%$$

produto ②: temos 4H secundários:

$$4 \cdot 13,6\% \cong 54\%$$

Resolução alternativa:

No 3-metilpentano, há 9 átomos de hidrogênio primário, 4 átomos de hidrogênio secundário e 1 átomo de hidrogênio terciário:



Admitindo a soma das porcentagens de reatividade dos átomos de hidrogênio igual a 100, temos:

$$9P + 4S + 1T = 100\%$$

Substituindo em função da reatividade dos átomos de H primário, vem:

$$9P + 4 \cdot 4P + 1 \cdot 5P = 100\%$$

$$30P = 100\%$$

$$P = \frac{10}{3} \%$$

$$S = 4 \cdot \frac{10}{3} \%$$

$$T = 5 \cdot \frac{10}{3} \%$$

Porcentagens dos produtos formados:  
produto ①: 17% (dado da questão)

$$\text{produto ②: } 4 \cdot \frac{40}{3} \% = 53\%$$

$$\text{produto ③: } 6 \cdot \frac{10}{3} \% = 20\%$$

$$\text{produto ④: } 3 \cdot \frac{10}{3} \% = 10\%$$

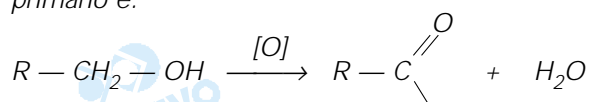
Um ácido monocarboxílico saturado foi preparado pela oxidação de 2,0 g de um álcool primário, com rendimento de 74%. Para identificar o ácido formado, efetuou-se sua titulação com solução aquosa de hidróxido de sódio de concentração igual a  $0,20 \text{ mol L}^{-1}$ . Gastaram-se 100 mL para consumir todo o ácido.

Elemento	H	C	O
massa molar/g $\text{mol}^{-1}$	1	12	16

- Determine a massa molar do álcool empregado.
- Escreva a fórmula molecular do ácido carboxílico resultante da oxidação do álcool primário.
- Escreva as fórmulas estruturais dos ácidos carboxílicos, cuja fórmula molecular é a obtida no item **b**.

### Resolução

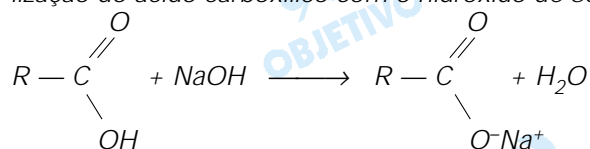
A equação química que representa a oxidação do álcool primário é:



álcool primário

ácido carboxílico

A equação química que representa a reação de neutralização do ácido carboxílico com o hidróxido de sódio é:



- Cálculo da quantidade em mol de NaOH utilizada na neutralização:

$$\begin{array}{l} 0,20 \text{ mol de NaOH} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ ----- } 100 \text{ mL} \\ x = \frac{0,20 \text{ mol} \cdot 100 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} = 0,020 \text{ mol de NaOH} \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de ácido utilizada:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de NaOH} \text{ ----- } 1 \text{ mol de ácido} \\ 0,020 \text{ mol de NaOH} \text{ ----- } y \\ y = 0,020 \text{ mol de ácido} \end{array}$$

Cálculo da quantidade em mol de álcool que reagiu com rendimento de 74%:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de álcool} \text{ ----- } 1 \text{ mol de ácido} \\ z \text{ ----- } 0,020 \text{ mol de ácido} \end{array}$$

$$z = 0,020 \text{ mol de álcool}$$

Cálculo da quantidade total de álcool:

Rendimento

100% ----- w

74% ----- 0,020 mol

w = 0,027 mol

Cálculo da massa molar do álcool:

1 mol ----- u

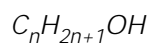
0,027 mol ----- 2g

u = 74g

A massa molar do álcool é 74g/mol.

b) Determinação da fórmula molecular do álcool:

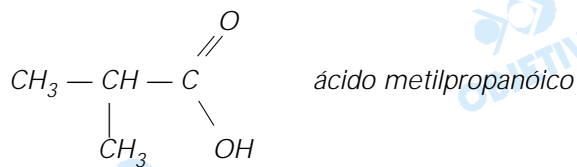
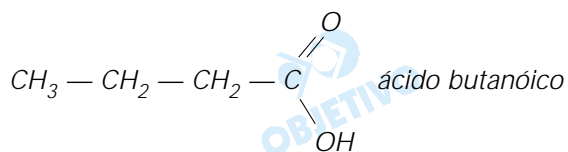
A fórmula mínima de um álcool primário acíclico saturado é:



$$12n + (2n + 1) \cdot 1 + 16 + 1 = 74 \Rightarrow n = 4$$

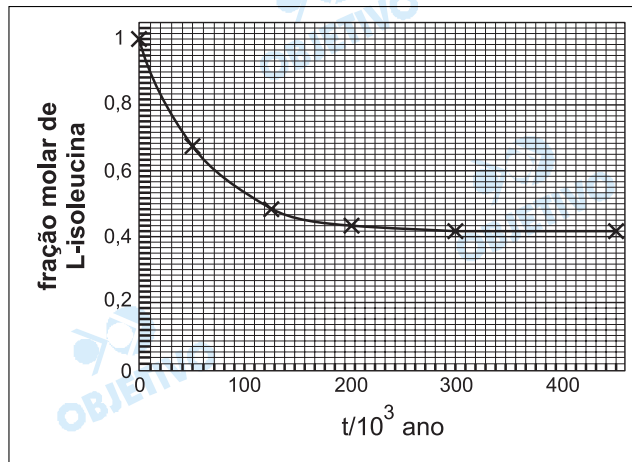
A fórmula do álcool é  $C_4H_{10}OH$ ; logo, a fórmula molecular do ácido é  $C_4H_8O_2$ .

c) Com a fórmula molecular  $C_4H_8O_2$  obtêm-se as seguintes fórmulas estruturais:





A L-isoleucina é um aminoácido que, em milhares de anos, se transforma no seu isômero, a D-isoleucina. Assim, quando um animal morre e aminoácidos deixam de ser incorporados, o quociente entre as quantidades, em mol, de D-isoleucina e de L-isoleucina, que é igual a zero no momento da morte, aumenta gradativamente até atingir o valor da constante de equilíbrio. A determinação desses aminoácidos, num fóssil, permite datá-lo. O gráfico traz a fração molar de L-isoleucina, em uma mistura dos isômeros D e L, em função do tempo.



- Leia no gráfico as frações molares de L-isoleucina indicadas com uma cruz e construa uma tabela com esses valores e com os tempos correspondentes.
- Complete sua tabela com os valores da fração molar de D-isoleucina formada nos tempos indicados. Explique.
- Calcule a constante do equilíbrio da isomerização L-isoleucina  $\rightleftharpoons$  D-isoleucina
- Qual é a idade de um osso fóssil em que o quociente entre as quantidades de D-isoleucina e L-isoleucina é igual a 1?

#### Resolução

a) Tabela

Tempo (t/10³ano)	Fração molar de L-isoleucina
0	1
50	0,68
125	0,50
200	0,44
300	0,42
450	0,42

b) A fração molar de uma substância é a relação entre a quantidade de matéria da substância e a quantidade de matéria total:

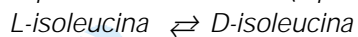
$$x = \frac{n}{n_{total}}$$

Para a L-isoleucina,  $x = \frac{n_{L\text{-isoleucina}}}{n_{\text{total}}}$

Para a D-isoleucina,  $x' = 1 - x$

Tempo (t/10 <sup>3</sup> ano)	Fração molar de L-isoleucina	Fração molar de D-isoleucina
0	1	0
50	0,68	0,32
125	0,50	0,50
200	0,44	0,56
300	0,42	0,58
450	0,42	0,58

- c) O equilíbrio é atingido quando a fração molar de cada espécie ficar constante (a partir de 300 . 10<sup>3</sup>anos).



$$K = \frac{\frac{n_D}{V}}{\frac{n_L}{V}} = \frac{x_D \cdot n_{\text{total}}}{x_L \cdot n_{\text{total}}}$$

$$K = \frac{x_{D\text{-isoleucina}}}{x_{L\text{-isoleucina}}} = \frac{0,58}{0,42} = 1,38$$

- d) Quando o quociente entre as quantidades de matéria de D-isoleucina e L-isoleucina é igual a 1, as quantidades de matéria de cada substância são iguais. Logo, a fração molar dos isômeros D e L serão iguais a 0,5.

$$x = \frac{n}{n_{\text{total}}} = \frac{n}{n + n} = 0,5$$

Pelo gráfico, para fração molar igual a 0,5, a idade do osso fóssil será 125 . 10<sup>3</sup> anos.

Uma jovem senhora, não querendo revelar sua idade, a não ser às suas melhores amigas, convidou-as para festa de aniversário, no sótão de sua casa, que mede 3,0 m x 2,0 m x 2,0 m. O bolo de aniversário tinha velas em número igual à idade da jovem senhora, cada uma com 1,55 g de parafina. As velas foram queimadas inteiramente, numa reação de combustão completa. Após a queima, a porcentagem de gás carbônico, em volume, no sótão, medido nas condições-ambiente, aumentou de 0,88 %. Considere que esse aumento resultou, exclusivamente, da combustão das velas.

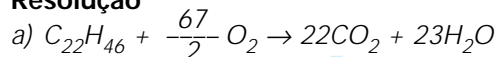
Dados:

massa molar da parafina,  $C_{22}H_{46}$ :  $310 \text{ g mol}^{-1}$

volume molar dos gases nas condições-ambiente de pressão e temperatura:  $24 \text{ L mol}^{-1}$

- Escreva a equação de combustão completa da parafina.
- Calcule a quantidade de gás carbônico, em mols, no sótão, após a queima das velas.
- Qual é a idade da jovem senhora? Mostre os cálculos.

#### Resolução



b) Cálculo do volume do sótão:

$$3,0m \times 2,0m \times 2,0m = 12,0m^3$$

$$1m^3 \text{ ----- } 1000 \text{ L}$$

$$12,0m^3 \text{ ----- } x$$

$$x = 12000 \text{ L}$$

Cálculo do volume de  $CO_2$  produzido admitindo que **corresponda a 0,88% do volume do sótão:**

$$12000 \text{ L} \text{ ----- } 100\%$$

$$y \text{ ----- } 0,88\%$$

$$y = 105,6 \text{ L}$$

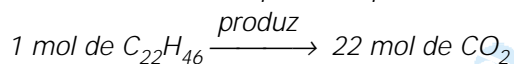
Cálculo da quantidade de  $CO_2$ , em mols:

$$24 \text{ L} \text{ ----- } 1 \text{ mol}$$

$$105,6 \text{ L} \text{ ----- } z$$

$$z = 4,4 \text{ mol}$$

c) Cálculo da massa de parafina queimada:



$$310g \text{ ----- } 22 \text{ mol}$$

$$w \text{ ----- } 4,4 \text{ mol}$$

$$w = 62 \text{ g}$$

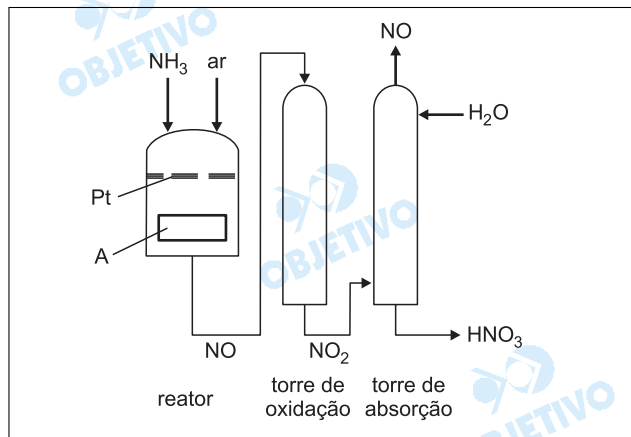
Cálculo do número de velas, que corresponde à idade da jovem senhora:

$$1 \text{ vela} \text{ ----- } 1,55 \text{ g}$$

$$t \text{ ----- } 62g$$

$$t = 40 \text{ velas} \quad \therefore \quad 40 \text{ anos}$$

Ácido nítrico é produzido pela oxidação de amônia com excesso de oxigênio, sobre um catalisador de platina, em uma seqüência de reações exotérmicas. Um esquema simplificado desse processo é

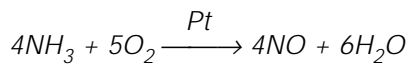


- a) Escreva as equações químicas balanceadas das reações que ocorrem no reator, na torre de oxidação e na torre de absorção. Note que, desta última, sai NO(g), nela gerado. A maior parte desse gás é aproveitada na própria torre, onde há oxigênio em excesso. Duas reações principais ocorrem nessa torre.
- b) A velocidade da reação que ocorre na torre de oxidação, ao contrário da velocidade da maioria das reações químicas, diminui com o aumento da temperatura. Baseando-se em tal informação, explique o que deve ser o dispositivo A.

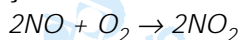
#### Resolução

- a) **Equação da reação que ocorre no reator:**

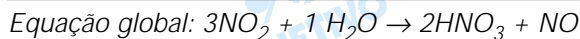
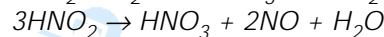
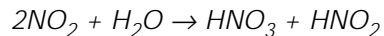
Oxidação da amônia:



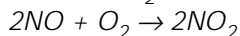
**Equação da reação que ocorre na torre de oxidação:**



**Equação das reações que ocorrem na torre de absorção:**



Como há  $\text{O}_2$  em excesso, temos:



- b) O dispositivo A deve ser um trocador de calor que diminua a temperatura do reator para aumentar a velocidade da reação.

Recentemente, foi lançado no mercado um tira-manchas, cujo componente ativo é  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ . Este, ao se dissolver em água, libera peróxido de hidrogênio, que atua sobre as manchas.

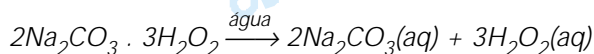
- a) Na dissolução desse tira-manchas, em água, forma-se uma solução neutra, ácida ou básica? Justifique sua resposta por meio de equações químicas balanceadas.
- b) A solução aquosa desse tira-manchas (incolor) descora rapidamente uma solução aquosa de iodo (marrom). Com base nos potenciais-padrão de redução indicados, escreva a equação química que representa essa transformação.
- c) No experimento descrito no item b, o peróxido de hidrogênio atua como oxidante ou como redutor? Justifique.

Semi-reação de redução	$E^\theta_{\text{redução}} / \text{volt}$
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1,77
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{aq})$	0,54
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	- 0,15

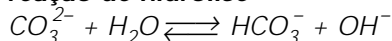
### Resolução

- a) A solução será básica devido a hidrólise do carbonato.

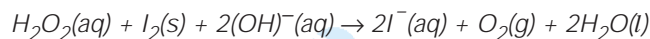
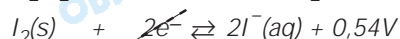
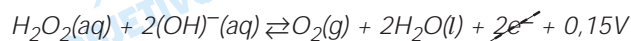
#### reação de dissolução



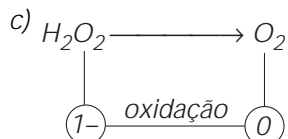
#### reação de hidrólise



- b) A solução aquosa do tira-manchas apresenta  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{OH}^-$  entre outras espécies químicas, logo, temos as seguintes equações:

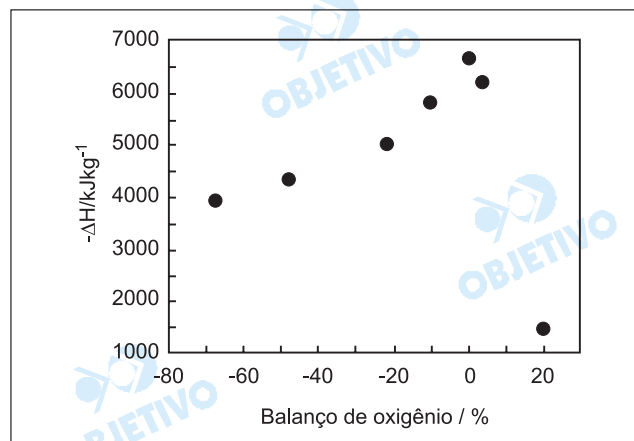


$$\Delta V = +0,69\text{V}$$



logo,  $\text{H}_2\text{O}_2$  é um redutor

Define-se balanço de oxigênio de um explosivo, expresso em porcentagem, como a **massa de oxigênio** faltante (sinal negativo) ou em excesso (sinal positivo), desse explosivo, para transformar todo o carbono, se houver, em gás carbônico e todo o hidrogênio, se houver, em água, **dividida** pela **massa molar** do explosivo e **multiplicada por 100**. O gráfico abaixo traz o calor liberado na decomposição de diversos explosivos, em função de seu balanço de oxigênio.



Um desses explosivos é o tetranitrato de pentaeritritol (PETN,  $\text{C}_5\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_{12}$ ). A equação química da decomposição desse explosivo pode ser obtida, seguindo-se as seguintes regras:

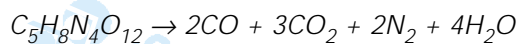
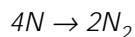
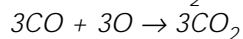
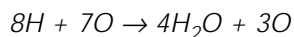
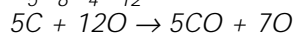
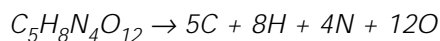
- Átomos de carbono são convertidos em monóxido de carbono.
- Se sobrar oxigênio, hidrogênio é convertido em água.
- Se ainda sobrar oxigênio, monóxido de carbono é convertido em dióxido de carbono.
- Todo o nitrogênio é convertido em nitrogênio gasoso diatômico.

- a) Escreva a equação química balanceada para a decomposição do PETN.
- b) Calcule, para o PETN, o balanço de oxigênio.
- c) Calcule o  $\Delta H$  de decomposição do PETN, utilizando as entalpias de formação das substâncias envolvidas nessa transformação.
- d) Que conclusão é possível tirar, do gráfico apresentado, relacionando calor liberado na decomposição de um explosivo e seu balanço de oxigênio?

Substância	O	PETN		
massa molar / $\text{g mol}^{-1}$	16	316		
Substância	PETN(s)	$\text{CO}_2$ (g)	CO (g)	$\text{H}_2\text{O}$ (g)
Entalpia de formação $\text{kJ mol}^{-1}$	- 538	- 394	- 110	- 242

### Resolução

- a) A equação química balanceada da decomposição do PETN:



- b) A equação para representar o cálculo do balanço de oxigênio é:

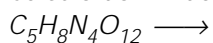


Para formar apenas  $CO_2$  e  $H_2O$ , são necessários 14 átomos de oxigênio no explosivo, mas o explosivo tem 12 átomos de O, portanto faltam 2 átomos de O.

$$\text{Massa faltante de O} = -2 \cdot 16g = -32g$$

$$\text{balanço de oxigênio} = \frac{-32}{316} \cdot 100 = -10,12\%$$

- c) Cálculo do  $\Delta H$  de decomposição de PETN:



$$-538\text{kJ/mol}$$



$$2(-110\text{kJ/mol}) \quad 4(-242\text{kJ/mol}) \quad 3(-394\text{kJ/mol}) \quad 0$$

$$\Delta H = H_p - H_R$$

$$\Delta H = (-220 - 968 - 1182) - (-538)$$

$$\Delta H = -1832 \text{ kJ/mol}$$

- d) Conforme o gráfico, quanto maior a quantidade de oxigênio no explosivo, maior a quantidade de calor liberado (no intervalo de -80% a 0%).

A partir daí, a quantidade de calor liberado diminui.

## Comentário de Química

A prova de Química da 2ª Fase da Fuvest apresentou um nível elevado de dificuldade e uma distribuição irregular dos assuntos. No entanto, foi uma prova bem elaborada, com questões originais, de grande criatividade. Faltou rigor na questão 7, na qual o **correto** seria afirmar que o aumento de volume do  $\text{CO}_2$  deveria ser 0,88% do volume do sódio.

