

Em um bate-papo na Internet, cinco estudantes de química decidiram não revelar seus nomes, mas apenas as duas primeiras letras, por meio de símbolos de elementos químicos. Nas mensagens, descreveram algumas características desses elementos.

– É produzido, a partir da bauxita, por um processo que consome muita energia elétrica. Entretanto, parte do que é produzido, após utilização, é reciclado.

– É o principal constituinte do aço. Reage com água e oxigênio, formando um óxido hidratado.

– É o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre. Na forma de óxido, está presente na areia. É empregado em componentes de computadores.

– Reage com água, despreendendo hidrogênio. Combina-se com cloro, formando o principal constituinte do sal de cozinha.

– Na forma de cátion, compõe o mármore e a cal.

Os nomes dos estudantes, na ordem em que estão apresentadas as mensagens, podem ser

a) Silvana, Carlos, Alberto, Nair, Fernando.

b) Alberto, Fernando, Silvana, Nair, Carlos.

c) Silvana, Carlos, Alberto, Fernando, Nair.

d) Nair, Alberto, Fernando, Silvana, Carlos.

e) Alberto, Fernando, Silvana, Carlos, Nair.

### Resolução

*O alumínio é obtido pela eletrólise ígnea do minério bauxita, processo que consome bastante energia.*

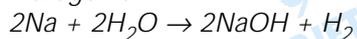
*O Brasil, hoje, é um dos países que mais reciclam alumínio, principalmente na forma de latinhas de bebidas.*

*O símbolo do alumínio é Al e corresponde ao nome **ALBERTO**.*

*O ferro é o principal constituinte do aço e é oxidado pela ação do oxigênio e água. Seu símbolo é Fe, correspondendo a **FERNANDO**.*

*O silício é um semimetal utilizado na confecção de chips de computadores, sendo o segundo elemento mais abundante na crosta (aproximadamente 28% em massa). Na forma de óxido, constitui a sílica, quartzo etc. Seu símbolo, Si, corresponde ao nome **SILVANA**.*

*O sódio é extremamente reativo. É um metal alcalino que reage violentamente com a água, produzindo gás hidrogênio:*

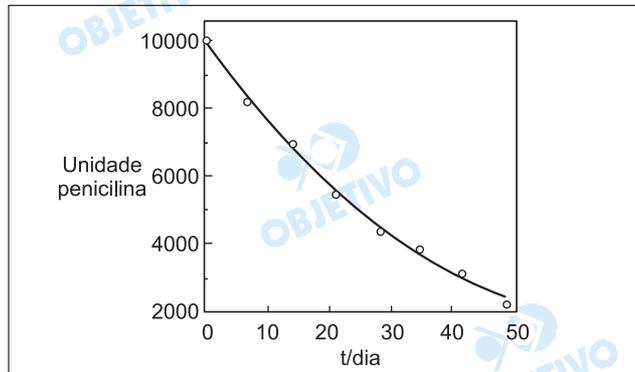


*O cloreto de sódio (NaCl) é o principal constituinte do sal de cozinha. O símbolo do sódio, Na, corresponde a **NAIR**.*

*O cálcio (Ca) é um metal alcalinoterroso, que, na forma de cátion  $\text{Ca}^{2+}$ , faz parte do mármore ( $\text{CaCO}_3$ ), da cal viva (CaO) e cal hidratada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). O nome correspondente é **CARLOS**.*

**70 a**

Uma solução aquosa de penicilina sofre degradação com o tempo, perdendo sua atividade antibiótica. Para determinar o prazo de validade dessa solução, sua capacidade antibiótica foi medida em unidades de penicilina G.\* Os resultados das medidas, obtidos durante sete semanas, estão no gráfico.



\* Uma unidade de penicilina G corresponde a  $0,6\mu\text{g}$  dessa substância.

Supondo-se como aceitável uma atividade de 90% da inicial, o prazo de validade da solução seria de

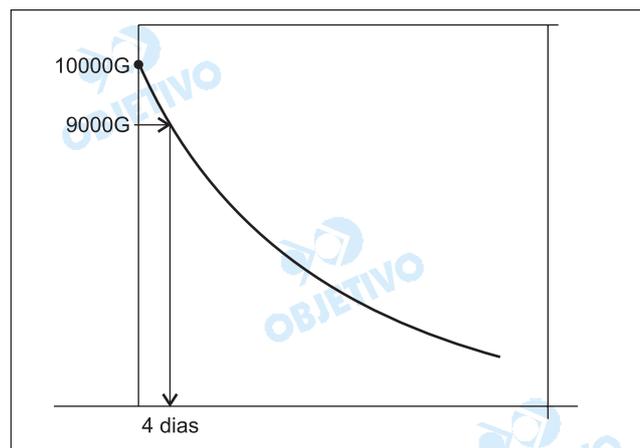
- a) 4 dias      b) 10 dias      c) 24 dias  
d) 35 dias      e) 49 dias

**Resolução**

Se é aceitável atividade correspondente a 90% da inicial temos:

$$\begin{array}{l} \text{inicial} \\ 10\ 000\ \text{G} \text{-----} 100\% \\ x \text{-----} 90\% \\ x = 9\ 000\ \text{G} \end{array}$$

Pela leitura do gráfico, para que tenhamos 9 000 G, a solução deverá ter um prazo de validade de aproximadamente 4 dias.



**71 d**

Utilizando um pulso de laser\*, dirigido contra um anteparo de ouro, cientistas britânicos conseguiram gerar radiação gama suficientemente energética para, atuando sobre um certo número de núcleos de iodo-129, transmutá-los em iodo-128, por liberação de nêutrons. A partir de 38,7 g de iodo-129, cada pulso produziu cerca de 3 milhões de núcleos de iodo-128. Para que todos os núcleos de iodo-129 dessa amostra pudessem ser transmutados, seriam necessários x pulsos, em que x é

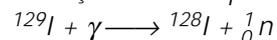
- a)  $1 \times 10^3$       b)  $2 \times 10^4$       c)  $3 \times 10^{12}$   
d)  $6 \times 10^{16}$       e)  $9 \times 10^{18}$

Dado: constante de Avogadro =  $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

\* laser = fonte de luz intensa

**Resolução**

A reação nuclear que ocorre é:



Cálculo da quantidade de núcleos existentes em 38,7g de  $^{129}\text{I}$ :

$$\frac{129\text{g}}{38,7\text{g}} \text{ ————— } \frac{6,0 \cdot 10^{23} \text{ núcleos}}{a}$$

$$a = 1,8 \cdot 10^{23} \text{ núcleos}$$

Cada pulso decompõe  $3 \cdot 10^6$  núcleos de  $^{129}\text{I}$ .

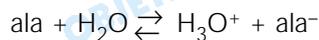
Cálculo do número de pulsos necessários para transformar 38,7g de  $^{129}\text{I}$  em  $^{128}\text{I}$ :

$$1 \text{ pulso ————— } 3 \cdot 10^6 \text{ núcleos}$$

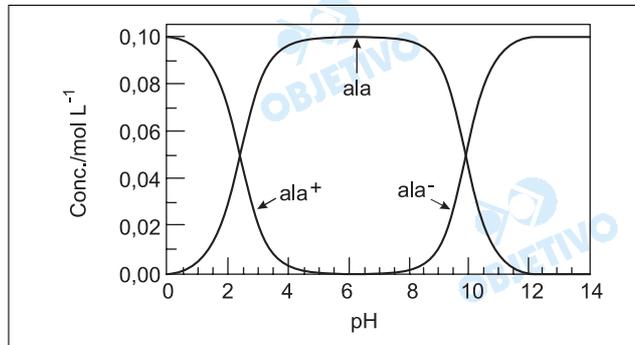
$$x \text{ ————— } 1,8 \cdot 10^{23} \text{ núcleos}$$

$$x = 6 \cdot 10^{16} \text{ pulsos}$$

Em água, o aminoácido alanina pode ser protonado, formando um cátion que será designado por  $\text{ala}^+$ ; pode ceder próton, formando um ânion designado por  $\text{ala}^-$ . Dessa forma, os seguintes equilíbrios podem ser escritos:



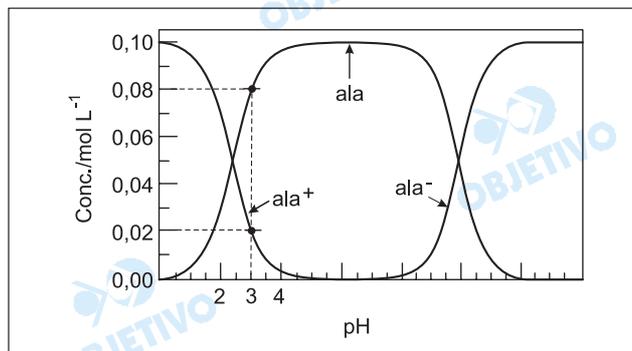
A concentração relativa dessas espécies depende do pH da solução, como mostrado no gráfico.



Quando  $[\text{ala}] = 0,08 \text{ mol L}^{-1}$ ,  $[\text{ala}^+] = 0,02 \text{ mol L}^{-1}$  e  $[\text{ala}^-]$  for desprezível, a concentração hidrogeniônica na solução, em  $\text{mol L}^{-1}$ , será aproximadamente igual a  
 a)  $10^{-11}$    b)  $10^{-9}$    c)  $10^{-6}$    d)  $10^{-3}$    e)  $10^{-1}$

#### Resolução

O gráfico relaciona as concentrações em mol/L dos componentes dos equilíbrios em função da variação de pH, onde temos:



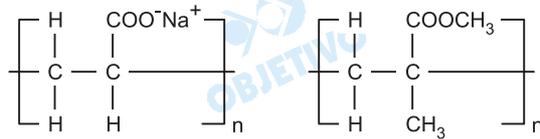
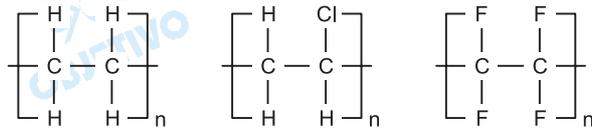
Para essas concentrações:

$$\text{pH} = 3$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+], \text{ portanto } [\text{H}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

**73 b**

Constituindo fraldas descartáveis, há um polímero capaz de absorver grande quantidade de água por um fenômeno de osmose, em que a membrana semi-permeável é o próprio polímero. Dentre as estruturas



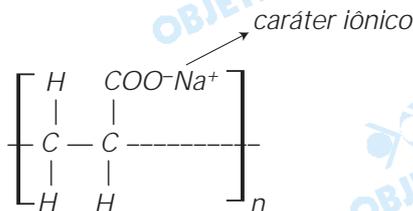
aquela que corresponde ao polímero adequado para essa finalidade é a do

- polietileno.
- poli(acrilato de sódio).
- poli(metacrilato de metila).
- poli(cloreto de vinila).
- politetrafluoroetileno.

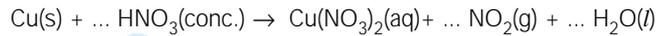
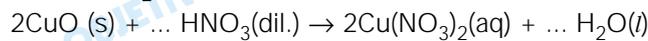
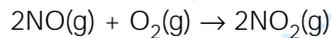
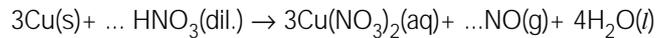
**Resolução**

A molécula da água é fortemente polar, portanto o polímero que absorve maior quantidade de água deve apresentar maior polaridade.

O polímero poli(acrilato de sódio) apresentando caráter iônico é, dentre os apresentados, o mais polar.



Nitrato de cobre é bastante utilizado nas indústrias gráficas e têxteis e pode ser preparado por três métodos:

**Método I:****Método II:****Método III:**

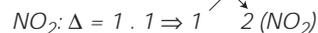
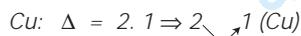
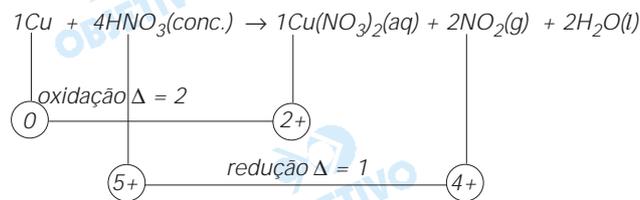
Para um mesmo consumo de cobre,

- os métodos I e II são igualmente poluentes.
- os métodos I e III são igualmente poluentes.
- os métodos II e III são igualmente poluentes.
- o método III é o mais poluente dos três.
- o método I é o mais poluente dos três.

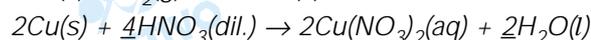
**Resolução**

Nos três processos de obtenção do nitrato de cobre encontramos como produtos finais as substâncias  $\text{H}_2\text{O}$  e/ou  $\text{NO}_2$  sendo apenas  $\text{NO}_2$  considerado poluente.

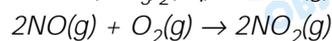
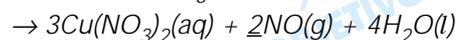
Balaceando as reações nos três métodos temos:



Logo, no método I, 1 mol de cobre produz 2 mols de  $\text{NO}_2(\text{g})$  (poluente).

**Método II**

Neste método não ocorre formação de  $\text{NO}_2(\text{g})$  (poluente)

**Método III**

Logo, neste método, 3 mols de cobre produzem 2 mols de  $\text{NO}_2$  (poluente)

Portanto,

no Método I: 1 mol de Cu  $\longrightarrow$  2 mols de  $\text{NO}_2$

no Método III: 3 mols de Cu  $\longrightarrow$  2 mols de  $\text{NO}_2$

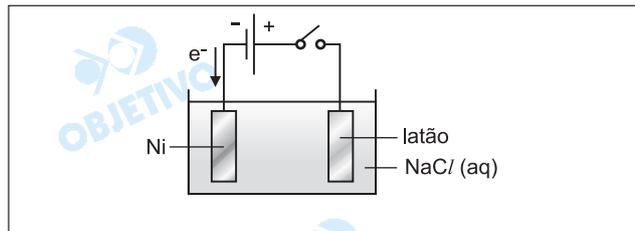
1 mol de Cu  $\longrightarrow$  x

x = 0,67 mol de  $\text{NO}_2$

Assim, o método I é mais poluente.

**75 d**

Com a finalidade de niquelar uma peça de latão, foi montado um circuito, utilizando-se fonte de corrente contínua, como representado na figura.

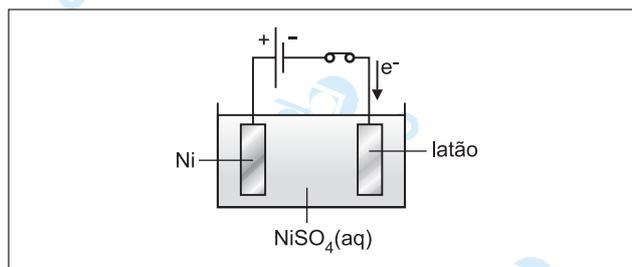


No entanto, devido a erros experimentais, ao fechar o circuito, não ocorreu a niquelação da peça. Para que essa ocorresse, foram sugeridas as alterações:

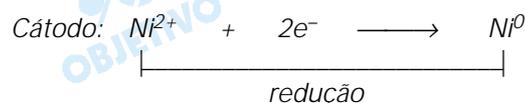
- I. Inverter a polaridade da fonte de corrente contínua.
- II. Substituir a solução aquosa de NaCl por solução aquosa de NiSO<sub>4</sub>.
- III. Substituir a fonte de corrente contínua por uma fonte de corrente alternada de alta frequência.

O êxito do experimento requereria apenas

- a) a alteração I.
- b) a alteração II.
- c) a alteração III.
- d) as alterações I e II.
- e) as alterações II e III.

**Resolução****Afirmção I, correta.**

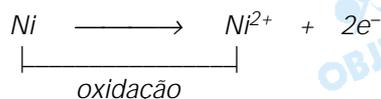
Para que haja deposição de níquel metálico na peça de latão, é necessário que ela atue como cátodo no circuito citado.



O íon Ni<sup>2+</sup> deve receber elétrons para se transformar em níquel metal.

A peça deve ser o pólo negativo da eletrólise e, portanto, devemos obrigatoriamente **inverter a polaridade da fonte de corrente contínua**.

**Obs.:** Com a inversão da polaridade, o ânodo seria de níquel, um metal que vai ser desgastado e se transformar em íons Ni<sup>2+</sup>.



Esses íons Ni<sup>2+</sup> iriam para a solução e, após "**algum tempo**", iriam se depositar no cátodo, niquelando a peça de latão.

**Afirmção II, correta.**

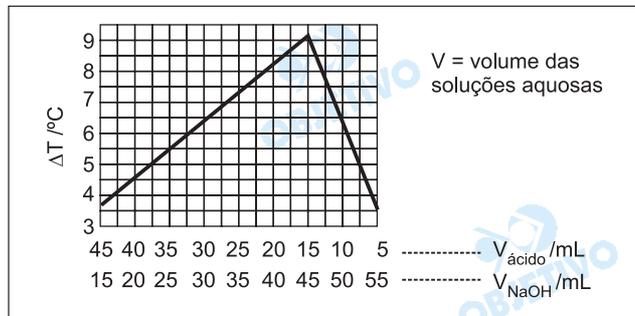
Para que ocorra niquelação, ao "**fechar o circuito**", é

necessária a presença de íons  $\text{Ni}^{2+}$  na solução.  
Para que haja imediata deposição, devemos trocar o sal da solução ( $\text{NaCl}$ )<sub>aq</sub> por um sal de  $\text{Ni}^{2+}$ , como, por exemplo, sulfato de níquel  $\text{NiSO}_4$ .

**Afirmção III, errada.**

Para que haja eletrólise, é necessário corrente contínua. **Não podemos substituir por uma fonte de corrente alternada de alta frequência.**

Em um experimento, para determinar o número  $x$  de grupos carboxílicos na molécula de um ácido carboxílico, volumes de soluções aquosas desse ácido e de hidróxido de sódio, de mesma concentração, em  $\text{mol L}^{-1}$ , à mesma temperatura, foram misturados de tal forma que o volume final fosse sempre 60 mL. Em cada caso, houve liberação de calor. No gráfico abaixo, estão as variações de temperatura ( $\Delta T$ ) em função dos volumes de ácido e base empregados:



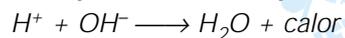
Partindo desses dados, pode-se concluir que o valor de  $x$  é

- a) 1      b) 2      c) 3      d) 4      e) 5

Nesse experimento, o calor envolvido na dissociação do ácido e o calor de diluição podem ser considerados desprezíveis.

### Resolução

A reação de neutralização é exotérmica:



Quanto maior a quantidade de partículas  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  que reagem, maior o calor liberado.

Como as concentrações de ácido e base nas soluções são as mesmas e o volume final da mistura é sempre o mesmo (60 mL), podemos concluir que haverá neutralização total quando a variação de temperatura for maior. Isso ocorre quando misturamos 15 mL de ácido com 45 mL de NaOH. Em todas as outras misturas, haverá excesso de íons  $\text{H}^+$  ou íons  $\text{OH}^-$ .

Podemos concluir que a proporção em quantidade de matéria que reage é de 1 mol de ácido para 3 mol de base.

$$M = \frac{n}{V} \therefore n = M \cdot V \left\{ \begin{array}{l} n_A = 0,015 \cdot M \\ n_B = 0,045 \cdot M \end{array} \right\} n_B = 3n_A$$

O ácido deverá, portanto, apresentar 3 grupos carboxila.

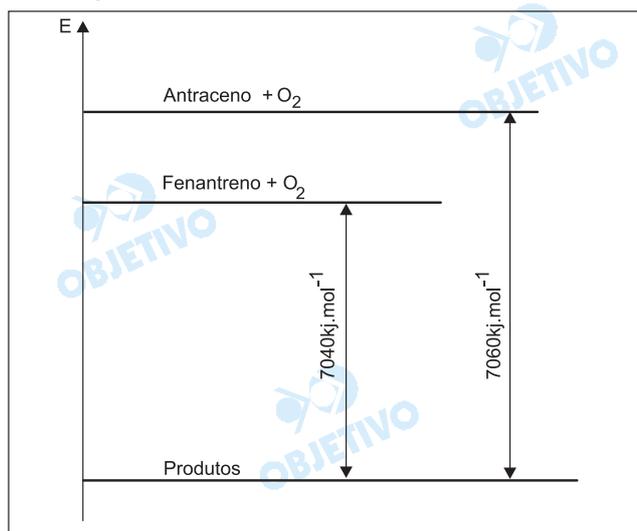


Os hidrocarbonetos isômeros antraceno e fenantreno diferem em suas entalpias (energias). Esta diferença de entalpia pode ser calculada, medindo-se o calor de combustão total desses compostos em idênticas condições de pressão e temperatura. Para o antraceno, há liberação de  $7060 \text{ kJ mol}^{-1}$  e para o fenantreno, há liberação de  $7040 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

Sendo assim, para 10 mols de cada composto, a diferença de entalpia é igual a

- 20 kJ, sendo o antraceno o mais energético.
- 20 kJ, sendo o fenantreno o mais energético.
- 200 kJ, sendo o antraceno o mais energético.
- 200 kJ, sendo o fenantreno o mais energético.
- 2000 kJ, sendo o antraceno o mais energético.

### Resolução



Pelo gráfico, observamos que o antraceno é mais energético que o fenantreno, e a diferença de entalpia entre eles é:

$$(7060 - 7040) \text{ kJ mol}^{-1} = 20 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Para 10 mols de cada composto, temos:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \text{ ----- } 20 \text{ kJ} \\ 10 \text{ mol} \text{ ----- } x \\ x = 200 \text{ kJ} \end{array}$$

**78 a**

O Brasil produz, anualmente, cerca de  $6 \times 10^6$  toneladas de ácido sulfúrico pelo processo de contacto. Em uma das etapas do processo há, em fase gasosa, o equilíbrio



que se estabelece à pressão total de  $P$  atm e temperatura constante. Nessa temperatura, para que o

valor da relação  $\frac{x_{\text{SO}_3}^2}{x_{\text{SO}_2}^2 x_{\text{O}_2}}$  seja igual a  $6,0 \times 10^4$ , o valor

de  $P$  deve ser

- a) 1,5    b) 3,0    c) 15    d) 30    e) 50

$x$  = fração em quantidade de matéria (fração molar) de cada constituinte na mistura gasosa

$K_p$  = constante de equilíbrio

**Resolução**

Para o equilíbrio dado, a expressão da constante de equilíbrio  $K_p$  é dada pela relação:

$$K_p = \frac{p_{\text{SO}_3}^2}{p_{\text{SO}_2}^2 \cdot p_{\text{O}_2}}$$

As pressões parciais são dadas por:

$$p_{\text{SO}_3} = X_{\text{SO}_3} P$$

$$p_{\text{O}_2} = X_{\text{O}_2} P$$

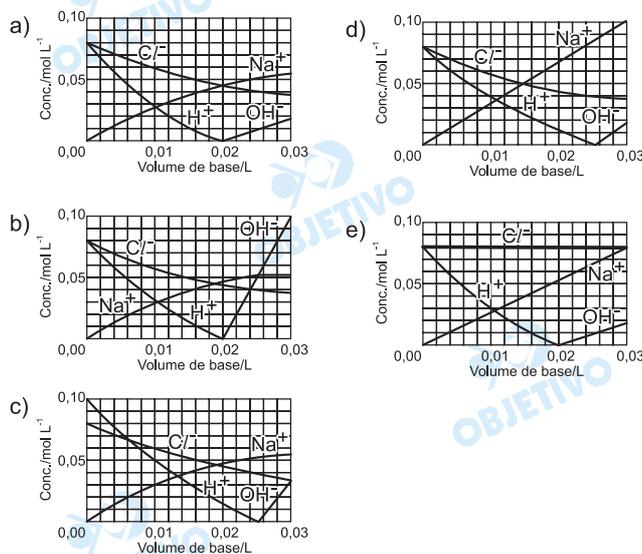
$$p_{\text{SO}_2} = X_{\text{SO}_2} P, \text{ logo:}$$

$$K_p = \frac{X_{\text{SO}_3}^2 \cdot P^2}{X_{\text{SO}_2}^2 \cdot P^2 \cdot X_{\text{O}_2} \cdot P}$$

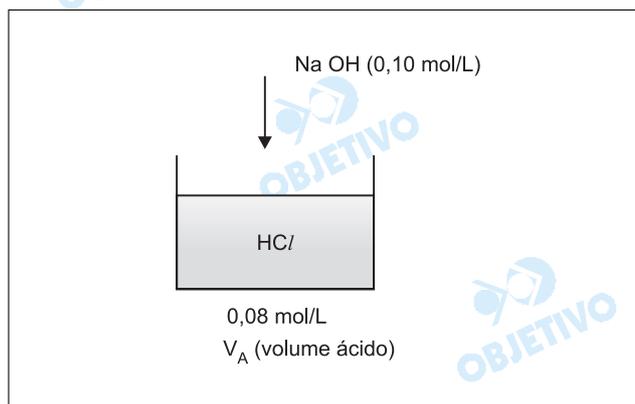
$$K_p = \frac{1}{P} \frac{X_{\text{SO}_3}^2}{X_{\text{SO}_2}^2 \cdot X_{\text{O}_2}} \Rightarrow 4,0 \cdot 10^4 = \frac{1}{P} \cdot 6,0 \cdot 10^4 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = 1,5 \text{ atm}$$

Uma solução aquosa de NaOH (base forte), de concentração  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ , foi gradualmente adicionada a uma solução aquosa de HCl (ácido forte), de concentração  $0,08 \text{ mol L}^{-1}$ . O gráfico que fornece as concentrações das diferentes espécies, durante essa adição é



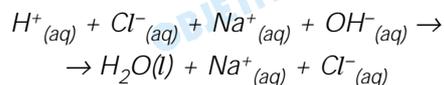
### Resolução



A concentração do íon  $\text{Cl}^-$  vai diminuindo, pois o volume do sistema está aumentando, em razão da adição da base.

A concentração do íon  $\text{Na}^+$  vai aumentando, pois estamos adicionando no sistema a base NaOH e, no início, não temos íons  $\text{Na}^+$ .

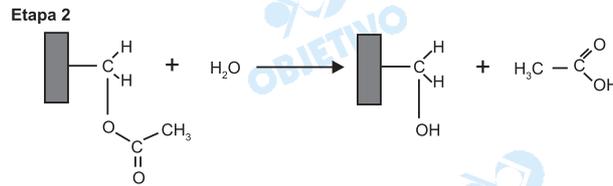
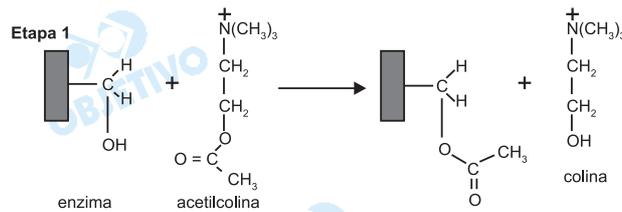
A equação química do processo é:



A concentração do íon  $\text{H}^+$  vai diminuindo, em razão da adição da base até a neutralização total ( $[\text{H}^+] = 0 \text{ mol/L}$ ). Esse ponto é representado no gráfico igual a  $0,02 \text{ L}$  de base adicionada. No instante que ocorreu a neutralização total, as concentrações dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  serão iguais. A partir desse instante, a concentração de íons  $\text{OH}^-$  aumenta.

O gráfico que melhor representa essa situação é o da alternativa **a**. No gráfico da alternativa **b**, a concentração de íons  $\text{Na}^+$  fica constante, com excesso de base, portanto, o gráfico não representa o sistema proposto.

A acetilcolina (neurotransmissor) é um composto que, em organismos vivos e pela ação de enzimas, é transformado e posteriormente regenerado:

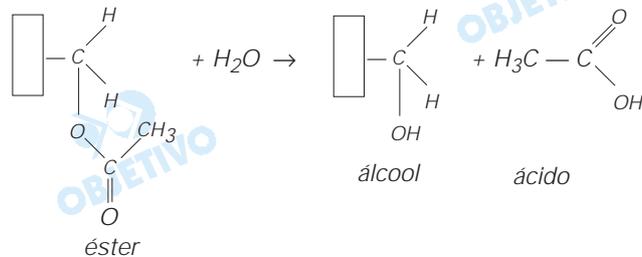


Na etapa 1, ocorre uma transesterificação. Nas etapas 2 e 3, ocorrem, respectivamente,

- desidratação e saponificação.
- desidratação e transesterificação.
- hidrólise e saponificação.
- hidratação e transesterificação.
- hidrólise e esterificação.

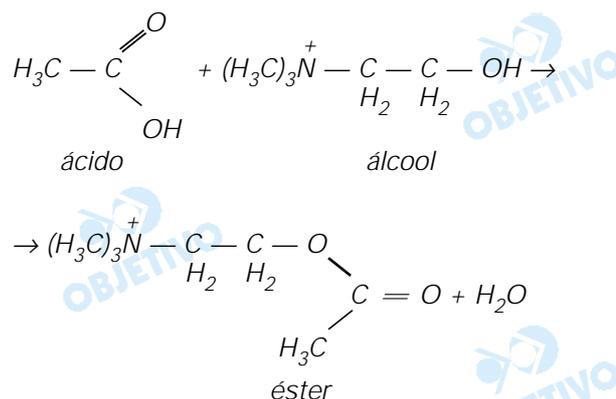
### Resolução

Na etapa 2 temos:



Nesta reação a substância  $\text{H}_2\text{O}$  quebra a molécula do éster produzindo álcool e ácido, logo temos uma reação de **hidrólise**.

Na etapa 3 temos



Neste caso é uma reação de formação de éster, logo temos uma reação de **esterificação**.

### Comentário de Química

Como tem ocorrido nos últimos vestibulares, a prova de Química apresentou questões originais e bem elaboradas, muitas delas exigindo interpretação de gráficos. No entanto, a distribuição dos assuntos não foi regular, pois mais da metade da prova foram assuntos de Físico-Química. A prova apresentou um grau de dificuldade de médio para difícil.

