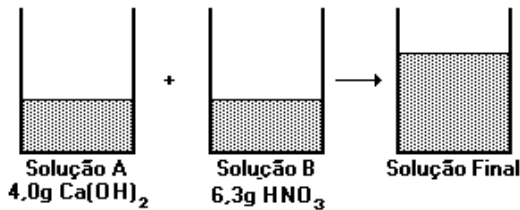


## Titulação

1. (Ufrs 1997) Misturam-se duas soluções aquosas conforme o esquema a seguir.

Dados:

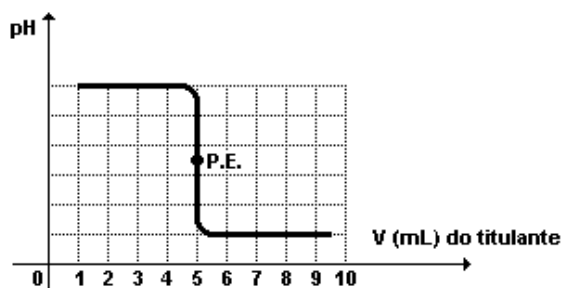
Massas molares:  $\text{HNO}_3 = 63 \text{ g/mol}$ ;  $\text{Ca(OH)}_2 = 74 \text{ g/mol}$



Após a reação, observa-se que a solução final é

- neutra, pois não há reagente em excesso.
- ácida, devido a um excesso de  $0,6 \text{ g}$  de  $\text{HNO}_3$ .
- ácida, devido a um excesso de  $0,3 \text{ g}$  de  $\text{HNO}_3$ .
- neutra, devido à formação de  $\text{Ca(NO}_3)_2$ .
- básica, devido a um excesso de  $0,3 \text{ g}$  de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

2. (Ufsm 1999) A titulação de  $50 \text{ mL}$  de uma base forte com ácido forte  $0,1 \text{ mol/L}$ , que reagem com estequiometria  $1:1$ , pode ser representada através do gráfico, onde P.E. = ponto de equivalência.



Considerando a informação dada, assinale a alternativa correta.

- A concentração da base é  $0,01 \text{ mol/L}$ .
- O pH no P.E. é  $12,0$ .
- A concentração da base é  $1,0 \text{ mol/L}$ .
- A concentração da base é  $0,05 \text{ mol/L}$ .
- O pH da base é  $12,7$ .

3. (Puccamp 2000) Em uma titulação de solução de um ácido orgânico monocarboxílico, para atingir o "ponto de equivalência", utilizaram-se  $25,0 \text{ mL}$  de solução aquosa de soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) de concentração  $0,20 \text{ mol/L}$ , e  $25,0 \text{ mL}$  de solução aquosa do ácido orgânico. No ponto de equivalência, a concentração, em  $\text{mol/L}$ , do monocarboxilato de sódio na SOLUÇÃO FINAL é

- $2,0 \times 10^{-3}$
- $2,0 \times 10^{-2}$
- $2,0 \times 10^{-1}$
- $1,0 \times 10^{-2}$
- $1,0 \times 10^{-1}$

4. (Ufsm 2000) Para neutralizar totalmente  $20 \text{ mL}$  de vinagre, cujo teor de acidez, devido ao ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), é de  $5\%$ , o volume necessário de  $\text{NaOH}$  de concentração igual a  $40 \text{ g/L}$  é, em  $\text{mL}$ ,

Dados:

Massas molares ( $\text{g/mol}$ ):  $\text{CH}_3\text{COOH} = 60,0$ ;  $\text{NaOH} = 40,0$

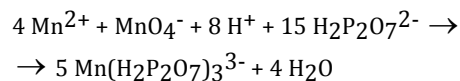
- $20,00$
- $16,6$
- $10,00$
- $100,00$
- $166,00$

5. (Ufu 2001) Soluções aquosas de  $\text{HCl}$  e de  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , ambos em concentração  $0,1 \text{ mol/L}$ , apresentam  $[\text{H}^+]$  livre iguais a  $0,1$  e  $1,34 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ , respectivamente. Para a neutralização completa de  $10 \text{ mL}$  das soluções de  $\text{HCl}$  e de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  com solução de  $\text{NaOH}$   $0,05 \text{ mol/L}$ , serão gastos, respectivamente,

- $20 \text{ mL}$  e  $0,268 \text{ mL}$ .
- $20 \text{ mL}$  e  $20 \text{ mL}$ .
- $10 \text{ mL}$  e  $1,07 \text{ mL}$ .
- $5 \text{ mL}$  e  $0,268 \text{ mL}$ .

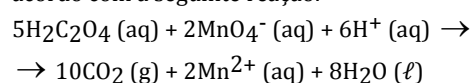
6. (Ufes 2000) O aço pode ser classificado como aço-carbono ou aço-liga. Quanto ao teor de manganês, se este exceder  $1,65\%$  em massa, o aço é classificado como aço-liga.

$10 \text{ gramas}$  de aço foram tratados de forma que todo o manganês presente na amostra foi oxidado a  $\text{Mn}^{2+}$  e posteriormente titulado com permanganato em solução de pirofosfato neutro, conforme a reação:



Sabendo-se que a concentração de permanganato de sódio é de  $0,02 \text{ mol/L}$  e que foram gastos  $22,5 \text{ mL}$  de solução para titular todo manganês, classifique, justificando por meio de cálculos, o tipo de aço da amostra.

7. (Ufc 2002) O ácido oxálico é encontrado, em baixas concentrações, em alguns vegetais importantes na alimentação humana, tal como o espinafre. Apesar de ser uma substância tóxica, é bem tolerado pelo organismo humano em concentrações abaixo do limite de toxicidade. Os sucos concentrados de espinafre, entretanto, podem conter quantidades excessivas do ácido oxálico, que ultrapassem tais limites. Por este motivo, a indústria de sucos de espinafre exerce um controle rigoroso em seus produtos, analisando os teores de ácido oxálico, através de titulação com o íon permanganato, de acordo com a seguinte reação:



- Represente a configuração eletrônica do manganês, tal como se encontra nos reagentes e produtos.
- Sabendo-se que uma amostra de  $20 \text{ mL}$  de suco de espinafre reagiu completamente com  $24 \text{ mL}$  de uma solução  $0,20 \text{ M}$  em íons permanganato, calcule a concentração molar, em ácido oxálico, neste suco.

**8. (Ufv 2002)** A soda cáustica é um sólido constituído principalmente de hidróxido de sódio (NaOH). Para analisar a qualidade de uma certa marca de soda cáustica comercial, uma amostra de 0,480g foi dissolvida em água suficiente para formar 100,0mL de solução. Uma alíquota de 10,00mL desta solução foi titulada com solução de HNO<sub>3</sub> 0,100mol.L<sup>-1</sup>, consumindo 6,00mL da solução de HNO<sub>3</sub>.

- a) Escreva a equação balanceada da reação que ocorre durante a titulação.  
 b) A concentração da solução de NaOH preparada é de \_\_\_\_ mol.L<sup>-1</sup>.  
 c) A percentagem (em massa) de NaOH na soda cáustica analisada é de \_\_\_\_%.

**9. (Pucpr 2003)** Uma solução de ácido sulfúrico é titulada com outra solução 0,20 molar de NaOH. Quantos mL da solução básica serão necessários para neutralizar completamente 0,098 g deste ácido?

Dados:

H = 1,00 g/mol  
 O = 16,00 g/mol  
 Na = 23,00 g/mol  
 S = 32,00 g/mol

- a) 5,00 mL  
 b) 2,50 mL  
 c) 10,00 mL  
 d) 15,00 mL  
 e) 20,00 mL

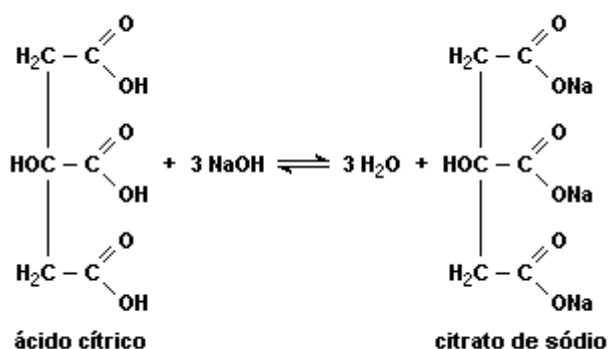
**10. (Unifesp 2005)** Os dados do rótulo de um frasco de eletrólito de bateria de automóvel informam que cada litro da solução deve conter aproximadamente 390 g de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> puro.

Com a finalidade de verificar se a concentração de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atende às especificações, 4,00 mL desse produto foram titulados com solução de NaOH 0,800 mol/L. Para consumir todo o ácido sulfúrico dessa amostra foram gastos 40,0 mL da solução de NaOH.

(Dado: massa molar de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = 98,0 g/mol)

- a) Com base nos dados obtidos na titulação, discuta se a especificação do rótulo é atendida.  
 b) Escreva a fórmula e o nome oficial do produto que pode ser obtido pela evaporação total da água contida na solução resultante do processo de titulação efetuado.

**11. (Fatec 2006)** Ácido cítrico reage com hidróxido de sódio segundo a equação:



Considere que a acidez de um certo suco de laranja provenha apenas do ácido cítrico. Uma alíquota de 5,0 mL desse suco foi

titulada com NaOH 0,1 mol/L, consumindo-se 6,0 mL da solução básica para completa neutralização da amostra analisada.

Levando em conta estas informações e a equação química apresentada, é correto afirmar que a concentração de ácido cítrico no referido suco, em mol/L, é:

- a)  $2,0 \times 10^{-4}$   
 b)  $6,0 \times 10^{-4}$   
 c)  $1,0 \times 10^{-2}$   
 d)  $1,2 \times 10^{-2}$   
 e)  $4,0 \times 10^{-2}$

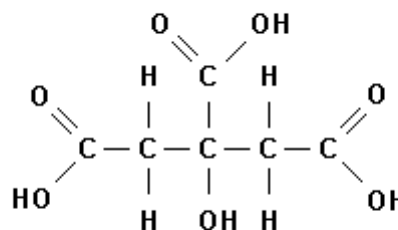
**12. (Puc-rio 2006)** Um técnico de laboratório recebeu um frasco com 300 cm<sup>3</sup> de ácido clorídrico de molaridade desconhecida, a fim de determiná-la. Para isso, retirou uma alíquota de 10 mL do frasco original e transferiu para um balão volumétrico de 50 mL, o qual foi completado com água destilada. Após homogeneização, ele retirou 10 mL dessa solução e transferiu para um frasco Erlenmeyer. Essa solução foi, em seguida, titulada com uma solução aquosa padrão de hidróxido de sódio de molaridade exata igual a 0,500 mol L<sup>-1</sup>. Sabendo-se que, nessa titulação, foram consumidos 12 mL da solução padrão de hidróxido de sódio:

- a) escreva a reação química que ocorre no processo de titulação do ácido clorídrico pelo hidróxido de sódio;  
 b) calcule a quantidade de hidróxido de sódio (em mol) contida nos 12 mL de solução usada para a titulação do ácido;  
 c) calcule a molaridade da solução de ácido clorídrico do frasco original.

**13. (Ufpr 2007)** Uma amostra impura de ácido cítrico de fórmula molecular C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>, de 0,384 g, com a fórmula estrutural apresentada a seguir, foi titulada com 30 mL de uma solução de NaOH 0,1 mol/L.

Descreva as reações envolvidas na titulação total e o teor de ácido cítrico na amostra analisada em g % (m/m).

Massas atômicas: C = 12; H = 1; O = 16; Na = 23.



**14. (Unesp 2010)** Um analista químico de uma indústria de condimentos analisa o vinagre produzido por meio de titulação volumétrica, utilizando solução padrão de hidróxido de sódio tendo fenolftaleína como indicador. Sabendo-se que são utilizados 25 mL de vinagre em cada análise - vinagre é uma solução contendo 4,8% (m/v) de ácido etanoico -, que a concentração do titulante é igual 1,0 mol L<sup>-1</sup>, que são realizadas três análises por lote e que são analisados quatro lotes por dia, calcule a quantidade média, em gramas, de hidróxido de sódio consumida para a realização das 264 análises feitas por esse analista em um mês de trabalho. Apresente seus cálculos.

**Dados:**

Massas molares ( $\text{g mol}^{-1}$ ): H = 1,0 C = 12,0 O = 16,0 Na = 23,0

15. (Ufg 2010) Um suco de laranja industrializado tem seu valor de pH determinado pelo controle de qualidade. Na análise, 20 mL desse suco foram neutralizados com 2 mL de NaOH 0,001 mol/L. Tendo em vista o exposto,

- determine o pH desse suco;
- qual a técnica empregada nesse controle de qualidade?
- como identificar que a neutralização ocorreu?

**Gabarito:****Resposta da questão 1:** [E]**Resposta da questão 2:** [A]**Resposta da questão 3:** [E]**Resposta da questão 4:** [B]**Resposta da questão 5:** [B]**Resposta da questão 6:**

A porcentagem de manganês (0,99 %) é inferior a 1,65 %. Não é aço-liga.

**Resposta da questão 7:**

a)

Nos reagentes ( $\text{MnO}_4^-$ ):  $\text{Mn}^{+7}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Nos produtos ( $\text{Mn}^{2+}$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

b)  $0,6 \text{ mol L}^{-1}$ **Resposta da questão 8:**a)  $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3$ b)  $0,06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 

c) 50 %

**Resposta da questão 9:** [C]**Resposta da questão 10:**a) Temos:  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 

$$2 \text{ mol} \text{ ----- } 1 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaOH}) \text{ ----- } n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

Como  $n = \text{molaridade} \times \text{volume}$ , então:

$$0,800 \text{ mol/L} \times 40,0 \text{ mL} = 2 \times M(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 4,00 \text{ mL}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4,00 \text{ mol/L}$$

$$1 \text{ mol } (\text{H}_2\text{SO}_4) \text{ ----- } 98,0 \text{ g}$$

$$4,00 \text{ mol} \text{ ----- } x$$

$$x = 392 \text{ g}$$

A especificação é atendida.

b) O sal obtido a partir da neutralização total é o sulfato de sódio, cuja fórmula é  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

**Resposta da questão 11:** [E]**Resposta da questão 12:**

a) Reação química:

$$\text{HCl} (\text{aq}) + \text{NaOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\ell)$$
b)  $0,500 \text{ mol NaOH} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$ 

$$n \text{ ----- } 12 \text{ mL}$$

$$n = 0,006 \text{ mol de NaOH.}$$
c)  $\text{HCl} (\text{aq}) + \text{NaOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\ell)$ 

$$0,006 \text{ mol} \text{ ---- } 0,006 \text{ mol}$$

Molaridade (HCl) =  $0,006 \text{ mol} / 0,010 \text{ L} = 0,6 \text{ M}$

Com a diluição o número de mols do ácido é constante, então:

$$M(\text{antes})V(\text{antes}) = M(\text{depois})V(\text{depois})$$

$$M(\text{antes}) \times 0,01 = 0,6 \times 0,05$$

$$M(\text{antes}) = 3,00 \text{ mol L}^{-1} \text{ (no frasco original).}$$
**Resposta da questão 13:**

$$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \rightarrow 3\text{H}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^-$$

$$3\text{NaOH} \rightarrow 3\text{Na}^+ + 3\text{OH}^-$$

Equação global:

$$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + 3\text{NaOH} \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3$$

30 mL de uma solução de NaOH 0,1 mol/L:

$$0,1 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$n(\text{NaOH}) \text{ ----- } 30 \text{ mL}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,003 \text{ mol.}$$

$$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + 3\text{NaOH} \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3$$

$$1 \text{ mol} \text{ ---- } 3 \text{ mols}$$

$$0,001 \text{ mol} \text{ ---- } 0,003 \text{ mol}$$

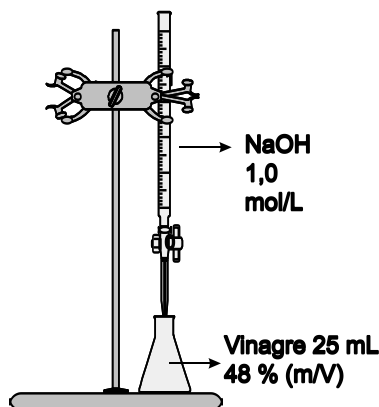
$$0,001 \text{ mol } (\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 0,001 \times 192 \text{ g} = 0,192 \text{ g.}$$

$$0,384 \text{ g} \text{ ----- } 100 \% \text{ da amostra}$$

$$0,192 \text{ g} \text{ ----- } \% \text{ (m/m)}$$

$$\% \text{ (m/m)} = 50 \%$$
**Resposta da questão 14:**

Teremos:



$$4,8 \% \text{ (m/V):}$$

$$100 \text{ mL} \text{ } \frac{3}{4} \text{ } 4,8 \text{ g de ácido acético}$$

$$25 \text{ mL} \text{ } \frac{3}{4} \text{ } m$$

$$m = 1,2 \text{ g de ácido acético}$$

1 mol de NaOH (40,0 g) neutraliza 1 mol de ácido acético (60,0 g), logo:

$$40,0 \text{ g} \text{ } \frac{3}{4} \text{ } 60,0 \text{ g}$$

$$m' \text{ } \frac{3}{4} \text{ } 1,2 \text{ g}$$

$$m' = 0,8 \text{ g de NaOH}$$

Como em uma análise utiliza-se 0,8 g de NaOH, em 264 análises serão consumidos ( $264 \times 0,8 \text{ g}$ ) 211,20 g de NaOH.

**Resposta da questão 15:**a) 2 mL de NaOH 0,001 mol/L possuem  $2 \times 10^{-6} \text{ mol}$  de  $\text{OH}^-$ .

Assim,  $[\text{H}^+]$  em 20 mL do suco é igual a  $2 \times 10^{-6} / 0,02 = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ . Como  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ;  $\text{pH} = 4,0$ .

b) Titulação.

c) Através da mudança de cor da solução, causada pela adição de um indicador ácido-base.