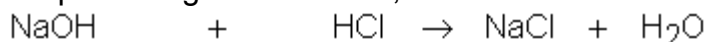


# Química

## Prof. João Neto

### Titulação – Exercícios Resolvidos

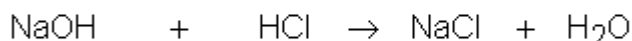
1. Barrilha, que é carbonato de sódio impuro, é um insumo básico da indústria química. Uma amostra de barrilha de 10 g foi totalmente dissolvida em 800 mL de ácido clorídrico 0,2 mol/L. O excesso de ácido clorídrico foi neutralizado por 250 mL de NaOH 0,1 mol/L. Qual é o teor de carbonato de sódio, em porcentagem de massa, na amostra da barrilha?



$$V = 250 \text{ mL}$$

$$M = 0,1 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,1 = \frac{n_1}{0,25} \rightarrow 0,025 \text{ mol} = n_1$$



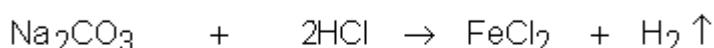
$$1 \text{ mol} \text{ ----- } 1 \text{ mol}$$

$$0,025 \text{ mol} \text{ ----- } x$$

$$x = 0,025 \text{ mol} \quad (\text{ácido em excesso})$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,2 = \frac{n_1}{0,8} \rightarrow n_1 = 0,16 \text{ mol} \quad (\text{ácido inicial})$$

$$\text{Ácido que reagiu} = 0,16 - 0,025 \rightarrow 0,135 \text{ mol}$$



$$106 \text{ g} \text{ ----- } 2 \text{ mol}$$

$$y \text{ ----- } 0,135 \text{ mol}$$

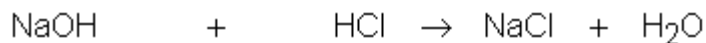
$$y = 7,155 \text{ g} \quad (\text{massa necessária para reagir})$$

$$10 \text{ g} \text{ ----- } 100\%$$

$$7,155 \text{ g} \text{ ----- } t$$

$$t = 71,55 \%$$

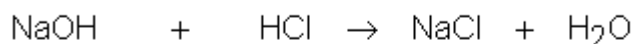
2. 1,24g de ferro impuro foi dissolvido em 20 mL de HCl 3 molar, produzindo cloreto ferroso e hidrogênio. Após essa reação, o excesso de HCl foi neutralizado por 10 mL de NaOH 2 molar. Qual é a porcentagem de pureza do ferro analisado?



$$V = 10 \text{ mL}$$

$$M = 2 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 2 = \frac{n_1}{0,010} \rightarrow 0,020 \text{ mol} = n_1$$



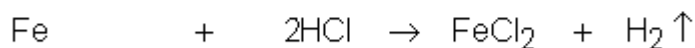
$$1 \text{ mol} \text{ ----- } 1 \text{ mol}$$

$$0,020 \text{ mol} \text{ ----- } x$$

$$x = 0,020 \text{ mol} \quad (\text{ácido em excesso})$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 3 = \frac{n_1}{0,020} \rightarrow n_1 = 0,060 \text{ mol} \quad (\text{ácido inicial})$$

$$\text{Ácido que reagiu} = 0,060 - 0,020 \rightarrow 0,040 \text{ mol}$$



$$56 \text{ g} \text{ ----- } 2 \text{ mol}$$

$$y \text{ ----- } 0,040 \text{ mol}$$

$$y = 1,12 \text{ g} \quad (\text{massa necessária para reagir})$$

$$1,24 \text{ g} \text{ ----- } 100\%$$

$$1,12 \text{ g} \text{ ----- } t$$

$$t = 90,32 \%$$

3. O rótulo de um produto de limpeza diz que a concentração de amônia ( $\text{NH}_3$ ) é de 9,5 g/L. Com o intuito de verificar se a concentração de amônia corresponde à indicada no rótulo, 5 mL desse produto foram titulados com ácido clorídrico (HCl) de concentração 0,1 mol/L. Para consumir toda a amônia dessa amostra, foram gastos 25 mL do ácido. Qual a concentração, em g/L, da solução, calculada com os dados da titulação?



$$V = 25 \text{ mL}$$

$$M = 0,1 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,1 = \frac{n_1}{0,025} \rightarrow 0,0025 \text{ mol} = n_1$$



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

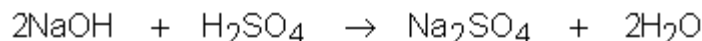
$$x \text{ ----- } 0,0025 \text{ mol}$$

$$x = 0,0025 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow M = \frac{0,0025}{0,005} \rightarrow M = 0,5 \text{ mol / L}$$

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{m_1}{V} \\ M = \frac{m_1}{M_1 \times V} \end{array} \right\} C = M \times M_1 \rightarrow C = 0,5 \times 17 \rightarrow C = 8,5 \text{ g/L}$$

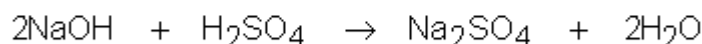
4. 25g de hidróxido de sódio (NaOH) impuro são dissolvidos em água suficiente para 500 mL de solução. Uma alíquota de 50 mL dessa solução gasta, na titulação, 25 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1 molar. Qual é a porcentagem de pureza do hidróxido de sódio?



$$V = 25 \text{ mL}$$

$$M = 1 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 1 = \frac{n_1}{0,025} \rightarrow 0,025 \text{ mol} = n_1$$



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

$$x \text{ ----- } 0,025 \text{ mol}$$

$$x = 0,050 \text{ mol}$$

$$50 \text{ mL} \text{ ----- } 0,050 \text{ mol}$$

$$500 \text{ mL} \text{ ----- } y$$

$$y = 0,5 \text{ mol}$$

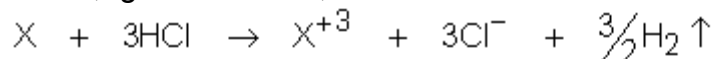
$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} \rightarrow 0,5 = \frac{m_1}{40} \rightarrow 20 \text{ g} = m_1$$

$$25 \text{ g} \text{ ----- } 100\%$$

$$20 \text{ g} \text{ ----- } z$$

$$z = 80\%$$

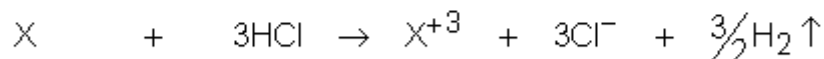
5. O metal X reage com ácido clorídrico de acordo com a equação balanceada:  $X + 3HCl \rightarrow X^{+3} + 3Cl^{-} + \frac{3}{2}H_2 \uparrow$ . Considerando que 500 mL de uma solução 3M de ácido clorídrico reagem completamente com 26,0g desse metal, calcule a massa atômica de X.



$$V = 500 \text{ mL}$$

$$M = 3 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 3 = \frac{n_1}{0,5} \rightarrow 1,5 \text{ mol} = n_1$$

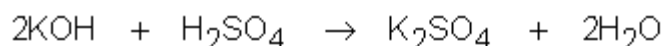


$$x \text{ ----- } 3 \text{ mol}$$

$$26g \text{ ----- } 1,5 \text{ mol}$$

$$x = 52 \text{ g} \rightarrow x = 52 \text{ u}$$

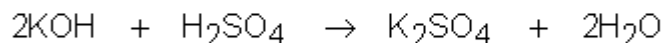
6. Uma amostra impura de hidróxido de potássio (KOH), com massa igual a 16,8g foi dissolvida em água até obter-se 300 mL de solução. Uma amostra de 250 mL desta solução foi neutralizada totalmente por 50 mL de  $H_2SO_4$  2 molar. Admitindo que as impurezas não reagem com ácido, determine a molaridade da solução de KOH e o teor de pureza do hidróxido de potássio.



$$V = 50 \text{ mL}$$

$$M = 2 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 2 = \frac{n_1}{0,050} \rightarrow 0,1 \text{ mol} = n_1$$



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

$$x \text{ ----- } 0,1 \text{ mol}$$

$$x = 0,2 \text{ mol}$$

$$KOH \left\{ \begin{array}{l} K = 39 \times 1 = 39 \\ O = 16 \times 1 = 16 \\ H = 1 \times 1 = 1 \\ \hline 56 \text{ g/mol} \end{array} \right.$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow M = \frac{0,2}{0,25} \rightarrow M = 0,8 \text{ mol/L}$$

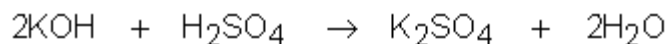
$$0,8 = \frac{m_1}{M_1 \times V} \rightarrow 0,8 = \frac{m_1}{56 \times 0,3} \rightarrow 0,8 = \frac{m_1}{16,8} \rightarrow 13,44g = m_1$$

$$16,8g \text{ ----- } 100\%$$

$$13,44g \text{ ----- } t$$

$$t = 80\%$$

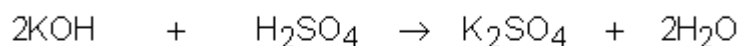
7. 0,195g de um metal bivalente foi dissolvido em 10 mL de ácido sulfúrico 0,50 molar. O excesso de ácido foi neutralizado por 16 mL de hidróxido de potássio 0,25 molar. Calcule a massa atômica do metal.



$$V = 16 \text{ mL}$$

$$M = 0,25 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,25 = \frac{n_1}{0,016} \rightarrow 0,004 \text{ mol} = n_1$$



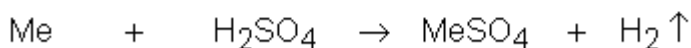
$$2 \text{ mol} \text{ ----- } 1 \text{ mol}$$

$$0,004 \text{ mol} \text{ ----- } x$$

$$x = 0,002 \text{ mol} \quad (\text{ácido em excesso})$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,50 = \frac{n_1}{0,01} \rightarrow n_1 = 0,005 \text{ mol} \quad (\text{ácido inicial})$$

$$\text{Ácido que reagiu} = 0,005 - 0,002 \rightarrow 0,003 \text{ mol}$$

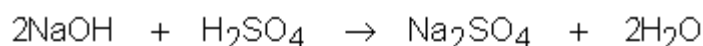


$$0,195 \text{ mol} \text{ --- } 0,003 \text{ mol}$$

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

$$z = 65 \text{ u}$$

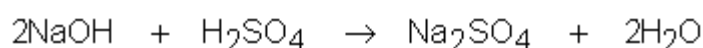
8. Para realizar a titulação de 20 mL de hidróxido de sódio (NaOH) de molaridade desconhecida, foram utilizados 50 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,2 molar. Qual a molaridade do hidróxido de sódio?



$$V = 50 \text{ mL}$$

$$M = 0,2 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,2 = \frac{n_1}{0,050} \rightarrow 0,01 \text{ mol} = n_1$$



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

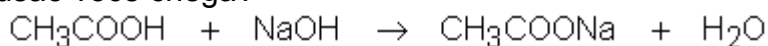
$$x \text{ ---- } 0,01 \text{ mol}$$

$$x = 0,02 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow M = \frac{0,02}{0,020} \rightarrow M = 1,0 \text{ mol / L}$$

9. Por lei, o vinagre (solução aquosa de ácido acético) pode conter, no máximo, 4% em massa de ácido acético ( $M = 0,67 \text{ mol/L}$ ). Suponha que você queira verificar se o vinagre utilizado em sua casa atende as especificações legais. Para isso, você verifica que 40 mL de vinagre são

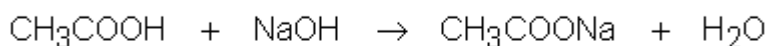
completamente neutralizados por 15 mL de uma solução aquosa de hidróxido de sódio 2,0 molar. A que conclusão você chega?



$$V = 15 \text{ mL}$$

$$M = 2,0 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 2 = \frac{n_1}{0,015} \rightarrow 0,03 \text{ mol} = n_1$$



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

$$x \text{ ----- } 0,03 \text{ mol}$$

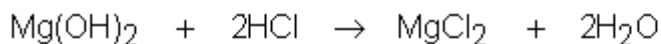
$$x = 0,03 \text{ mol}$$

$$\text{NaOH} \left\{ \begin{array}{l} \text{Na} = 23 \times 1 = 23 \\ \text{O} = 16 \times 1 = 16 \\ \text{H} = 1 \times 1 = 1 \\ \hline 40 \text{ g/mol} \end{array} \right.$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow M = \frac{0,03}{0,04} \rightarrow M = 0,75 \text{ mol/L}$$

SUPERIOR AO PERMITIDO (0,75 > 0,67)

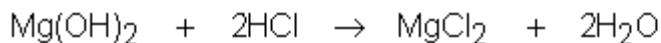
10. Qual o volume de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  0,4 molar necessário para neutralizar 80 mL de ácido clorídrico (HCl) 1,5 molar?



$$V = 80 \text{ mL}$$

$$M = 1,5 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 1,5 = \frac{n_1}{0,08} \rightarrow 0,12 \text{ mol} = n_1$$



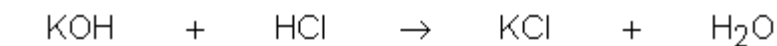
$$1 \text{ mol} \text{ ----- } 2 \text{ mol}$$

$$x \text{ ----- } 0,12 \text{ mol}$$

$$x = 0,06 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,4 = \frac{0,06}{V} \rightarrow V = \frac{0,06}{0,4} \rightarrow V = 0,15 \text{ L} \quad \text{ou} \quad V = 150 \text{ mL}$$

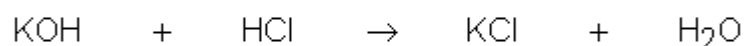
11. Um estudante verifica que 20 mL de hidróxido de potássio (KOH) 0,3 molar são necessários para neutralizar uma amostra de 30 mL de ácido clorídrico (HCl). Determine a molaridade do HCl.



$$V = 20 \text{ mL}$$

$$M = 0,3 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,3 = \frac{n_1}{0,02} \rightarrow 0,006 \text{ mol} = n_1$$



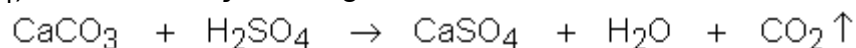
$$1 \text{ mol} \text{-----} 1 \text{ mol}$$

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

$$x = 0,006 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow M = \frac{0,006}{0,03} \rightarrow M = 0,2 \text{ mol/L}$$

12. Que massa de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) é necessária para neutralizar 20 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) de concentração 490 g/L?



$$V = 20 \text{ mL}$$

$$C = 490 \text{ g/L}$$

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{m_1}{V} \\ M = \frac{m_1}{M_1 \times V} \end{array} \right\} C = M \times M_1 \rightarrow 490 = M \times 98 \rightarrow 5 \text{ mol/L} = M$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 5 = \frac{n_1}{0,02} \rightarrow 0,10 \text{ mol} = n_1$$



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

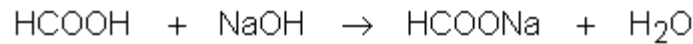
$$x \text{-----} 0,10 \text{ mol}$$

$$x = 0,10 \text{ mol}$$

$$\text{CaCO}_3 \left\{ \begin{array}{l} \text{Ca} = 40 \times 1 = 40 \\ \text{C} = 12 \times 1 = 12 \\ \text{O} = 16 \times 3 = 48 \\ \hline 100 \text{ g/mol} \end{array} \right.$$

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} \rightarrow 0,10 = \frac{m_1}{100} \rightarrow m_1 = 10 \text{ g}$$

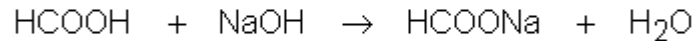
13. Qual a massa de ácido fórmico ( $\text{HCOOH}$ ), que, dissolvida em 500 mL de água, resulta em uma solução que é completamente neutralizada por 500 mL de uma solução de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) 1 molar?



$$V = 500 \text{ mL}$$

$$M = 1,0 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 1 = \frac{n_1}{0,5} \rightarrow 0,5 \text{ mol} = n_1$$



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

$$x \text{ ----- } 0,5 \text{ mol}$$

$$x = 0,5 \text{ mol}$$

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} \rightarrow 0,5 = \frac{m_1}{46} \rightarrow 23 \text{ g} = m_1$$

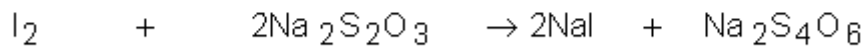
14. 1,4 g de iodo foi dissolvido em álcool; a seguir, juntou-se água até o volume de 250 mL. Dessa solução, retiraram-se 25 mL, que foi titulados com 5 mL de tiosulfato de sódio 0,2 molar. Qual é a porcentagem de pureza do iodo analisado? Dado:  $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$



$$V = 5 \text{ mL}$$

$$M = 0,2 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,2 = \frac{n_1}{0,005} \rightarrow 0,001 \text{ mol} = n_1$$



$$254 \text{ g} \text{ ----- } 2 \text{ mol}$$

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

$$x = 0,127 \text{ g}$$

$$0,127 \text{ g} \text{ ----- } 25 \text{ mL}$$

$$y \text{ ----- } 250 \text{ mL}$$

$$y = 1,27 \text{ g (massa necessária para reagir)}$$

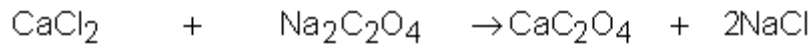
$$1,40 \text{ g} \text{ ----- } 100 \%$$

$$1,27 \text{ g} \text{ ----- } t$$

$$t = 90,71 \%$$

15. 0,3g de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) impuro é dissolvido em água e a solução é titulada, gastando 25 mL de oxalato de sódio ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) 0,1 molar. Qual é a porcentagem de pureza do cloreto de cálcio?

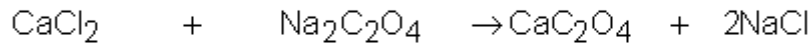




$$V = 25 \text{ mL}$$

$$M = 0,1 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,1 = \frac{n_1}{0,025} \rightarrow 0,0025 \text{ mol} = n_1$$



$$111 \text{ g} \text{-----} 1 \text{ mol}$$

$$X \text{-----} 0,0025 \text{ mol}$$

$$x = 0,2775 \text{ g (massa necessária para reagir)}$$

$$0,30 \text{ g} \text{-----} 100\%$$

$$0,2775 \text{ g} \text{-----} t$$

$$t = 92,5 \%$$

16. Para determinar a porcentagem de prata em uma liga, um analista dissolve uma amostra de 0,8g da liga em ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Isso causa a dissolução da prata como íons  $\text{Ag}^+$ . A solução é diluída com água e titulada com uma solução 0,15 molar de tiocianato de potássio ( $\text{KSCN}$ ). É formado, então, um precipitado:  $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightarrow \text{AgSCN}$ . E o analista descobre que são necessários 42 mL de solução de  $\text{KSCN}$  para a titulação. Qual é a porcentagem em massa de prata na liga?



$$V = 42 \text{ mL}$$

$$M = 0,15 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,15 = \frac{n_1}{0,042} \rightarrow 0,0063 \text{ mol} = n_1$$



$$108 \text{ g} \text{-----} 1 \text{ mol}$$

$$X \text{-----} 0,0063 \text{ mol}$$

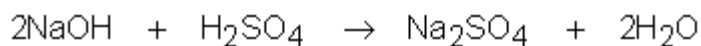
$$x = 0,6804 \text{ g (massa necessária para reagir)}$$

$$0,80 \text{ g} \text{-----} 100\%$$

$$0,6804 \text{ g} \text{-----} t$$

$$t = 85,05 \%$$

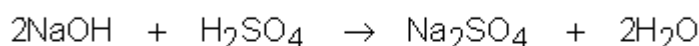
17. 10 g de hidróxido de sódio impuro são dissolvidos em água suficiente para 500 mL de solução. Uma alíquota de 50 mL dessa solução gasta, na titulação, 15 mL de ácido sulfúrico 0,5 molar. Qual a porcentagem de pureza do hidróxido de sódio inicial?



$$V = 15 \text{ mL}$$

$$M = 0,5 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,5 = \frac{n_1}{0,015} \rightarrow 0,0075 \text{ mol} = n_1$$



$$2 \times 40 \text{ g} \text{ --- } 1 \text{ mol}$$

$$x \text{ --- } 0,0075 \text{ mol}$$

$$x = 0,6 \text{ g}$$

$$0,6 \text{ g} \text{ --- } 50 \text{ mL}$$

$$y \text{ --- } 500 \text{ mL}$$

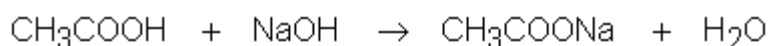
$$y = 6 \text{ g}$$

$$10 \text{ g} \text{ --- } 100 \%$$

$$6 \text{ g} \text{ --- } z$$

$$z = 60 \%$$

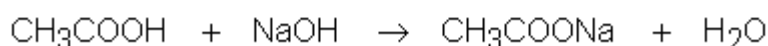
18. Para sua completa neutralização, uma amostra de vinagre de 5,0 mL consumiu 25 mL de uma solução que contém 0,20 mol/L de hidróxido de sódio. Supondo que o único componente ácido do vinagre seja o ácido acético ( $\text{H}_3\text{CCOOH}$ ), calcule a massa, em gramas, do ácido contida em 1 L de vinagre.



$$V = 25 \text{ mL}$$

$$M = 0,20 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,2 = \frac{n_1}{0,025} \rightarrow 0,005 \text{ mol} = n_1$$



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

$$x \text{ --- } 0,005 \text{ mol}$$

$$x = 0,005 \text{ mol}$$

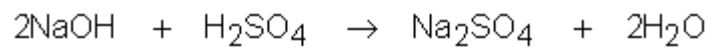
$$0,005 \text{ mol} \text{ --- } 5 \text{ mL}$$

$$y \text{ --- } 1000 \text{ mL}$$

$$y = 1 \text{ mol} \text{ (mol do ácido acético é } 60 \text{ g.)}$$

$$R = 60 \text{ g}$$

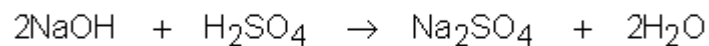
19. O eletrólito empregado em baterias de automóvel é uma solução aquosa de ácido sulfúrico. Uma amostra de 7,50 mL da solução de uma bateria requer 40,0 mL de hidróxido de sódio 0,75 M para sua neutralização completa. Calcule a concentração molar do ácido na solução da bateria.



$$V = 40 \text{ mL}$$

$$M = 0,75 \text{ molar}$$

$$M = \frac{n_1}{V} \rightarrow 0,75 = \frac{n_1}{0,04} \rightarrow 0,03 \text{ mol} = n_1$$



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

$$0,03 \text{ mol} \text{ ---- } x$$

$$x = 0,015 \text{ mol}$$

$$0,015 \text{ mol} \text{ ----- } 7,50 \text{ mL}$$

$$y \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$y = 2 \text{ mol}$$

$$M = 2 \text{ mol / L}$$

[Retornar](#)