

AL 2.3 - Determinação da entalpia de Neutralização da reação $\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)}$

Autora: Fernanda Neri

TI-Nspire™

Palavras-chave:

Solução; Ácido; Base; pH; Titulação; Calor de reação; Entalpia de reação; Capacidade térmica mássica.

Ficheiros associados:

Entalpia de neutralização_atividade_professor; Entalpia de neutralização_atividade do aluno e entalpia.tns

1. Objetivo Geral

Determinar a variação de entalpia na reação de neutralização de soluções aquosas de hidróxido de sódio com o ácido clorídrico.

2. Metas Específicas

1. Realizar uma titulação termométrica.
2. Elaborar o gráfico de temperatura em função do volume de titulante.
3. Identificar o ponto de equivalência e associá-lo à temperatura mais elevada registada no decorrer da titulação.
4. Determinar a entalpia de neutralização.
5. Determinar o erro percentual.

3. Comentários

O documento “entalpia.tns” é um documento com resultados de uma atividade experimental efetuada.

Para que os resultados da titulação termométrica da reação que se vai efetuar sejam melhores não devemos usar soluções muito diluídas, uma vez que as variações de temperatura são mais pequenas.

O sensor de pH nunca deve tocar no fundo do recipiente para não ser danificado.

No final da atividade a bureta deve ser lavada de imediato e abundantemente com água da torneira pois o NaOH ataca o vidro.

Esta experiência pode ser feita usando o processo simples de ir adicionando mL a mL de titulante e registar o valor do volume adicionado e a temperatura da solução no decorrer da reação.

Reagente	Perigos físicos	Riscos	Pictogramas
HCl	corrosivo	Provoca queimaduras graves e dolorosas em contacto com a pele, olhos e mucosas. A inalação destes vapores provoca tosse, sufocação, irritação respiratória, em casos extremos pode provocar edema pulmonar e colapso cardiovascular. A sua ingestão provoca queimaduras (boca, garganta, esófago e estômago).	
NaOH	corrosivo	Provoca queimaduras na pele e lesões oculares graves	



Este trabalho é licenciado sob a Licença Internacional Creative Commons Attribution—NonCommercial 4.0.

Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Usando os sensores Drop Counter e de pH

4. Material

- Unidade portátil TI-Nspire CX
- Lab Cradle
- Vernier Drop – Counter
- Sensor de temperatura
- Sensor de pH
- Placa com agitação magnética
- Funil de vidro
- HCl (aq) 2,00 mol dm⁻³
- NaOH (aq) 2,00 mol dm⁻³
- Solução tampão de pH = 4 e de pH = 7 ou pH = 10
- Água destilada
- Óculos de proteção
- Proveta de 100 mL
- Garra para bureta
- Balança eletrônica
- Copos de precipitação
- Bureta 50 ml
- Pipeta de 20,00 ml e Pompete
- Suporte universal

5. Procedimento

Prepare as soluções de HCl 2,00 mol dm⁻³ e NaOH 2,00 mol dm⁻³.

Comece por calibrar os sensores de pH e Drop—Counter.

Coloque a unidade portátil no Lab Cradle.

Ligue o sensor de pH a um dos canais analógicos do Lab Cradle.

Abra a aplicação Vernier Data Quest. 

- **Calibração do sensor de pH:**

Mergulhe o sensor de pH dentro de uma solução tampão com pH = 4 e faça:

 → **1**:Experiência → **A**:Calibrar → **1**:pH → **2**: Dois pontos

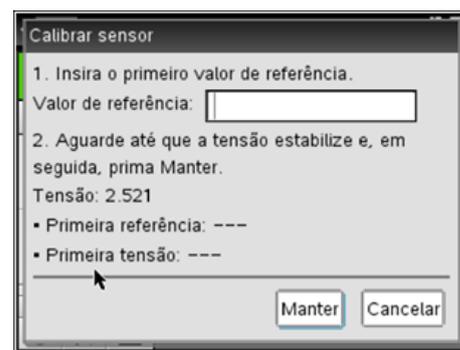
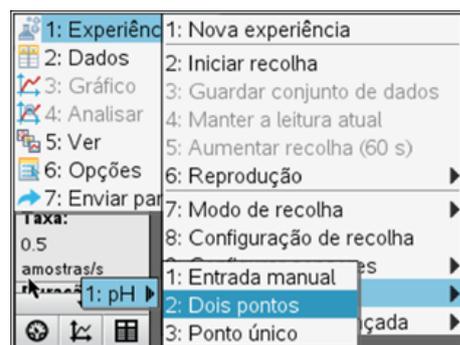
Quando o ecrã apresentado ao lado mostrar que o valor da diferença de potencial estabiliza, registre o valor “4”.

Lave cuidadosamente o sensor com água desionizada e limpe-o com papel absorvente macio. Coloque o sensor dentro de uma outra solução Tampão de pH = 7 e quando o valor da diferença de potencial estabilizar registre o valor “7”.

Ligue o sensor Drop Counter a um dos canais digitais do Lab Cradle.

Se o sensor de contagem de gotas não for reconhecido faça:

 -> **1**: Experiência-> **B**: Configuração avançada ->**2**: Configurar sensor-> escolha o canal onde se encontra ligado o sensor -> Selecione **conta-gotas**-> **Ok**



Calibração do sensor de drop Counter

[menu] -> [1]: Experiência-> [A]: Calibrar-> [1]: Conta-gotas-> [1]: Entrada Manual

Ligue o sensor de temperatura a um dos canais analógicos do Lab Cradle.

Meça e registre a temperatura da solução ácida e básica (se estas não se encontrarem à mesma temperatura deverá fazer a média).

Faça a montagem experimental.

Encha a bureta com solução de NaOH.

Meça a massa do copo de precipitação onde vai colocar o titulado.

Meça 20,00 mL de HCl 2,00 mol dm⁻³ e coloque no copo de precipitação.

Adicione cerca de 70 mL de água desionizada.

Coloque o agitador magnético adaptado ao sensor de pH e 3 gotas de fenolftaleína, ou introduza na solução uma barra magnética. Se não possuir agitador magnético deve agitar manualmente a solução enquanto vai adicionando o titulante.

Ligue a placa de agitação (apenas com o agitador)

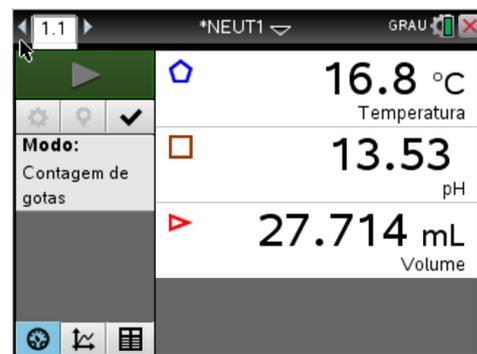
Inicie a recolha pressionando o botão iniciar recolha (canto superior esquerdo) 

Deixe cair o titulante gota a gota tal como fez para determinar o número de gotas para a calibração.

Quando se atingir o ponto de equivalência prima o botão vermelho 

Meça a massa do copo de precipitação com a solução final no seu interior.

Para obter um novo conjunto de resultados pressione o botão 



Usando apenas o sensor de temperatura

4. Material

- Unidade portátil TI-Nspire CX
- Lab Cradle
- Sensor de temperatura
- HCl (aq) 2,00 mol dm⁻³
- NaOH (aq) 2,00 mol dm⁻³
- Água destilada
- Bureta 50 ml
- Pipeta 20,00 ml
- Pompete
- Suporte universal
- Proveta de 20 mL
- Balança eletrónica
- Placa com agitação magnética
- Barra magnética
- Garra para bureta
- Copos de precipitação
- Óculos de proteção
- Funil de vidro



Faça a montagem experimental para uma titulação termométrica.

Encha a bureta com solução de NaOH depois de previamente lavada com um pouco de solução de NaOH.

Meça a massa do copo de precipitação onde vai ser colocado o titulado e registre-a.

Abra a aplicação Vernier Data Quest 

Ligue o sensor de temperatura a um dos canais analógicos do Lab Cradle.

Meça e registre a temperatura da solução ácida e básica (se estas não se encontrarem à mesma temperatura faça a média)

Meça 20 mL de HCl 2,00 mol dm⁻³ e coloque no copo de precipitação e 3 gotas de fenolftaleína.

Adicione cerca de 20 mL de água

Para fazer o registo do valor de temperatura para um dado volume de base adicionada faça:

 → : Experiência → : Modo de recolha → : **Eventos com entrada**.

Pode também pressionar no campo **Modo**  e selecionar **Eventos com entrada** marque como eventos “volume” e indique a unidade de medida a utilizar.

Inicie a experiência pressionando o botão iniciar 

Ao adicionar 1 mL de base registre o volume de titulante clicando no ícone 

Quando atingir o ponto de equivalência pressione o botão vermelho 

Meça a massa da solução

Se quiser repetir o ensaio sem apagar os dados anteriores pressione o botão 

6. Resultados e Cálculos

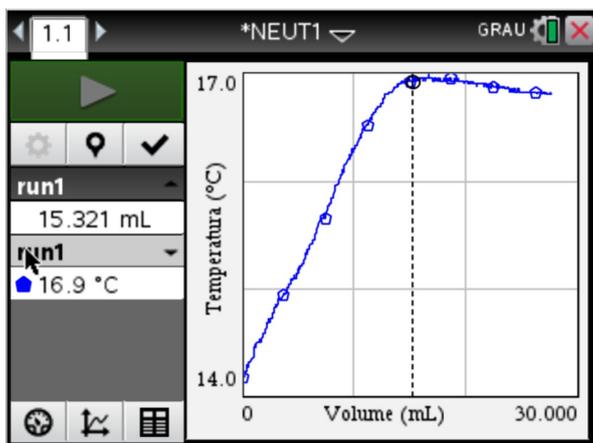


Gráfico a

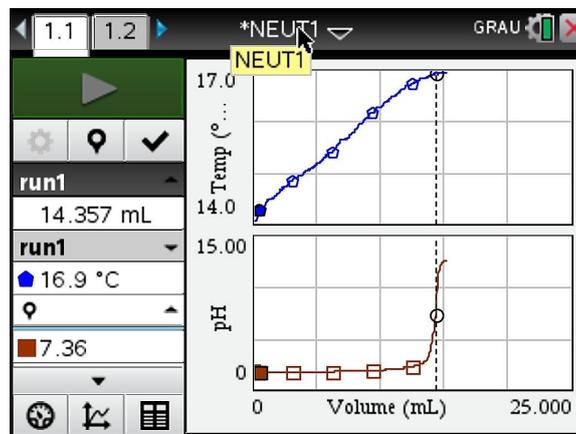


Gráfico b

No primeiro gráfico apresentado podemos observar qual foi a temperatura atingida no ponto de equivalência e que essa temperatura corresponde à temperatura mais alta atingida na reação. No entanto como se pretende determinar a entalpia de reação de neutralização, devemos parar a reação no instante em que é atingido o ponto de equivalência, ponto este que é facilmente observado pelo indicador adicionado.

Os resultados apresentado são referentes à titulação termométrica usando o Drop Counter (Gráfico b) sendo a massa de solução registada de 129,4 g, o $V_{\text{titulante gasto}} = 14,4 \times 10^{-3} \text{ dm}^3$ e $\Delta\theta = 2,7 \text{ }^\circ\text{C}$.

Como $\Delta H_r = Q_{\text{cedido}} = -Q_{\text{solução}} = m c \Delta T$ em que m é a massa da solução e c é a capacidade térmica mássica da solução, que para soluções diluídas o seu valor é aproximadamente igual ao da água, ou seja $c = 4,184 \text{ Jg}^{-1}\text{C}^{-1}$.

De acordo com a equação química desta reação $\text{HCl}(aq) + \text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{NaCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$

$n_A = n_B = 0,0289 \text{ mol}$, pelo que $\Delta H_r = -50\,757,2 \text{ J mol}^{-1}$

$$\% \text{Erro} = \frac{|V_{\text{verdadeiro}} - V_{\text{experimental}}|}{V_{\text{verdadeiro}}} \times 100$$

%Erro = 11 %

7. Conclusões

Nesta experiência, quanto mais lenta for a recolha de dados maior é a possibilidade de haver dissipação de energia para o exterior do sistema, pelo que devemos fazer a mesma usando um recipiente isolado, como por exemplo uma garrafa térmica. No entanto, como esta recolha de dados é rápida o erro obtido sem efetuar a atividade em sistema quase isolado não afeta muito os resultados.

O erro obtido foi calculado para um valor tabelado à temperatura de 298 K, não sendo esta a temperatura a que decorreu a experiência. Mas a discrepância entre o valor obtido experimentalmente e o valor teórico pode estar associado também a diversos fatores que conduzem a erros sistemáticos ou acidentais tais como:

Má calibração dos aparelhos de medida (balança, sensor de temperatura, sensor de pH e sensor Drop Counter);

Reagentes contendo impurezas;

Erros de paralaxe na medição do volume de titulado.

