

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

Autora : Fernanda Neri

TI-Nspire™

### Objetivo Geral

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

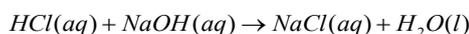
### 1. Metas Específicas

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.

### 2. Introdução Teórica

Quando se dá a reação entre um ácido e uma base é libertada energia para a vizinhança sob a forma de calor, a que chamamos calor de reação ou entalpia de neutralização.

A reação que ocorre entre o hidróxido de sódio e o ácido clorídrico pode ser traduzida pela seguinte equação química:



Mas numa perspetiva iónica podemos escrever:  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Uma vez que os iões  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  não sofrem hidrólise, pois são iões praticamente neutros, podemos então considerar a reação de neutralização descrita pela equação.  $\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Sendo a reação exotérmica e considerando o sistema isolado teremos que o calor libertado pela reação será igual ao calor absorvido pela solução. Pelo que  $\Delta H_r = Q_{\text{cedido}} = - Q_{\text{solução}} = m c \Delta T$

Em que  $m$  é a massa da solução e  $c$  a capacidade térmica mássica da solução. Para soluções diluídas a capacidade térmica mássica é aproximadamente igual à da água, ou seja  $c = 4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

O valor tabelado para a entalpia de neutralização para a reação entre o HCl e o NaOH a (298 K) é de  $57,1 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

### 3. Previsão

1. Que cuidados de segurança deverá ter na execução deste trabalho?
2. Numa titulação em que se gastam  $20,00 \text{ cm}^3$  de  $\text{NaOH}(\text{aq})$  de concentração  $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$  e  $\text{HCl}(\text{aq})$  com uma concentração aproximadamente igual, que volume de  $\text{HCl}(\text{aq})$  deverá ser adicionado à solução de  $\text{NaOH}(\text{aq})$  para atingir o ponto de equivalência?
3. Será importante manter o sistema reacional isolado?



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
- HCl (aq) 2,00 mol dm<sup>-3</sup>
- NaOH (aq) 2,00 mol dm<sup>-3</sup>
- Água destilada
- Funil de vidro
- Bureta 50 ml
- Pipeta 20,00 ml
- Pompete
- Suporte universal
- Garra para bureta
- Balança eletrônica
- Copos de precipitação
- Óculos de proteção
- Proveta de 100mL



Montagem experimental

## 5. Procedimento

Coloque a unidade portátil no Lab Cradle.

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

Nota: o sensor de pH nunca deve tocar no fundo do recipiente para não ser danificado.

Abra a aplicação Vernier Data Quest 

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

Se este sensor 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**

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)

Faça a montagem experimental para uma titulação.

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 titulando e registre-a.

Meça 20 mL de HCl 2,00 mol dm<sup>-3</sup> e coloque no copo de precipitação.



Coloque o agitador magnético do Drop Counter adaptado ao sensor de pH e adicione 3 gotas de fenolftaleína (se não tiver o agitador do Drop Counter utilize uma barra magnética).

Adicione cerca de 70 mL de água desionizada de modo que o sensor de temperatura e pH fiquem devidamente mergulhados na solução e no caso de usar uma barra magnética esta não bata no sensor.

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

Deixe cair o titulante gota a gota.

Quando atingir o ponto de equivalência prima terminar (botão vermelho) 

Meça a massa do copo que contém a solução.

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<sup>-3</sup>
- NaOH (aq) 2,00 mol dm<sup>-3</sup>
- 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

## 5. Procedimento

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 registe-a.

Abra a aplicação Vernier Data Quest 

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

Meça e registe 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<sup>-3</sup>, coloque no copo de precipitação e adicione 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 um 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 o dados anteriores pressione o botão 

## 6. Resultados

Preencha a seguinte tabela:

	Material/Instrumento de medição	Incerteza de leitura	Medida
Massa do copo			
Massa da solução			
Temperatura inicial dos reagentes			
Temperatura final da solução			
Volume de HCl			
Volume de NaOH gasto até ao ponto de equivalência			

## 7. Cálculos

1. Determine a entalpia de neutralização.
2. Determine o erro percentual.

## 8. Reflexão

1. Compare com base no erro percentual o valor da entalpia de neutralização molar determinado. com o valor tabelado e identifique as fontes de erro e procedimentos mais importantes que terão ocorrido na determinação do calor de neutralização.
2. Dê uma breve explicação de como se poderia conhecer a concentração do titulado numa titulação termométrica, mesmo não possuindo qualquer forma de identificar o pH da solução.



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/>

