

Escola Secundária Marques de Castilho

ÁGUEDA

ACÇÃO DE FORMAÇÃO

**UTILIZAÇÃO DOS NOVOS LABORATÓRIOS
ESCOLARES**

GUIÃO DE ACTIVIDADE PRÁTICA

“FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA TAMPÃO”

Formando:
Henrique Manuel Cerveira Duque

Formador:
Prof. Vítor Duarte Teodoro

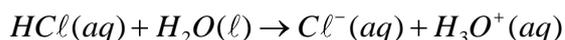
LEIRIA / JULHO 2010

FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA TAMPÃO (modelo-aluno)

1. Introdução Teórica

Nesta actividade vai verificar-se experimentalmente, o efeito de um sistema tampão numa titulação de uma base fraca (CO_3^{2-} existente na solução de Na_2CO_3) por um ácido forte (HCl).

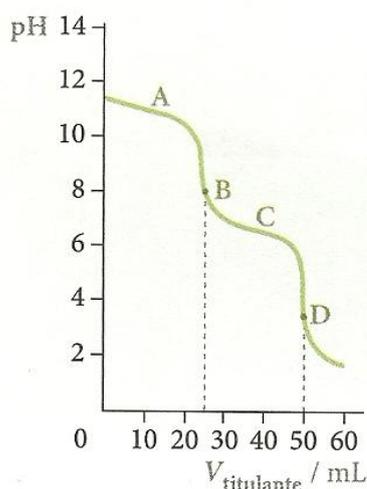
Em solução aquosa tem-se:



A solução de carbonato de sódio contém iões Na^+ e CO_3^{2-} :



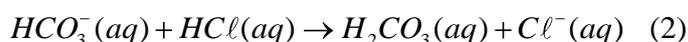
A figura seguinte mostra uma curva de titulação entre um ácido monoprotónico forte (HCl) e uma base diprótica fraca (Na_2CO_3).



Quando se começa a adicionar ácido clorídrico à solução de carbonato de sódio, os iões H_3O^+ provenientes do ácido reagem com os iões CO_3^{2-} até que estes se consumam completamente, originando iões HCO_3^- , de acordo com a seguinte equação:



À medida que se continua a adicionar ácido, este reage com o ião HCO_3^- , até que este se consuma na totalidade:



Antes de se atingir o primeiro ponto de equivalência (**B**), existe em solução uma mistura de CO_3^{2-} e HCO_3^- , o que justifica a variação muito pequena de pH, nessa zona.

Antes de se atingir o segundo ponto de equivalência, (**D**), existe em solução uma mistura de HCO_3^- e H_2CO_3 .

A partir do gráfico podemos ver que:

- existem dois pontos de equivalência (**B** e **D**);
- existem duas regiões tampão (**A** e **C**);
- a quantidade de ácido utilizada para atingir o segundo ponto de equivalência é duas vezes maior que o volume de ácido gasto para atingir o primeiro.

2. Objectivos

- Neutralizar uma solução aquosa de $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ com $\text{HCl}(\text{aq})$, fazendo uma titulação base fraca/ácido forte;
- Explicar a necessidade de um rigoroso controlo de variáveis;
- Medir o pH ao longo do processo;
- Traçar a curva de titulação.

3. Verificar significados ...

Escrever *breves descrições* dos seguintes termos:

termo	breve descrição
titulação	
titulado	
titulante	
ácido	
base	
ponto de equivalência	
neutralização	
solução tampão	

4. Aspectos de risco e de segurança

Carbonato de sódio	Ácido Clorídrico (solução concentrada)
R36 -	R34-
R37 -	R37-

Carbonato de sódio	Ácido Clorídrico (solução concentrada)
S22 -	S9 -
S26 -.	S26 -
	S36 -
	S37 -
	S39 -
	S45 -

5. Procedimento

Descreva o procedimento exemplificado nas fotografias seguintes, completando as frases:

5.1



Medir rigorosamente com uma _____
_____ e respectivo _____,
10,0 mL da solução de $Na_2CO_3(aq)$,
previamente preparada, para o _____
de _____ e adicionar 20,0 mL
de água destilada

5.2



Colocar o _____ sobre a
_____ com _____
e no seu interior a _____

5.3



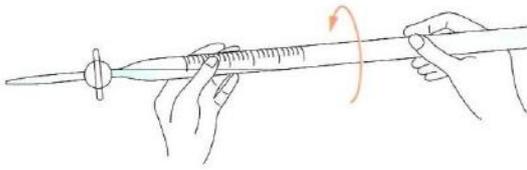
Calibrar o aparelho _____ de _____
tendo em conta as instruções que
acompanham o aparelho, utilizando as
soluções tampão de pH=4,0 e pH=7,0

5.4



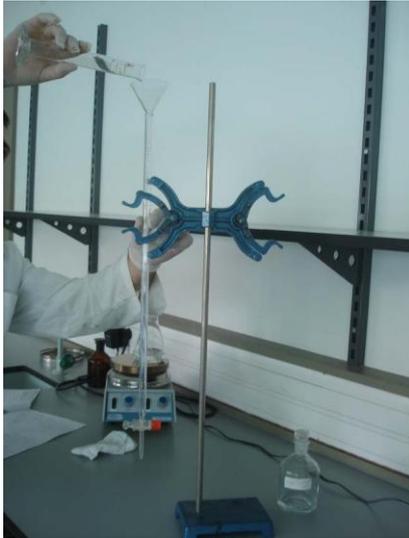
Lavar o _____ e o _____
do aparelho medidor de pH com água
desionizada antes de iniciar a experiência

5.5



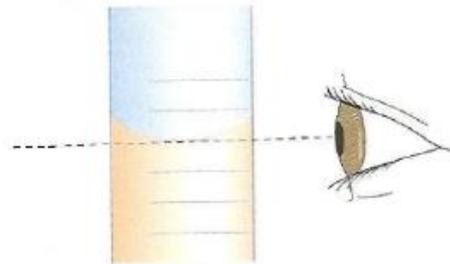
Preparar uma _____ de 25,0 mL com a solução de HCl $0,10 \text{ mol.dm}^{-3}$. Prepara-se a _____ lavando-a três vezes, com uma pequena quantidade de _____, rodando-a como mostra figura, escoando o líquido após cada lavagem

5.6



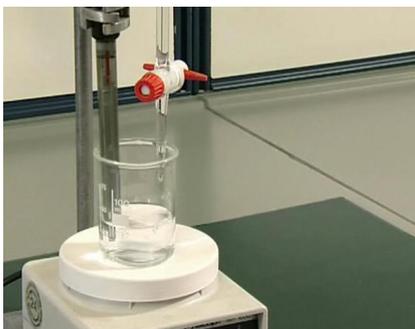
Encher completamente a _____, depois de devidamente preparada, com solução $0,10 \text{ mol.dm}^{-3}$ em HCl , usando um _____ de _____, tendo o cuidado de não existirem bolhas de ar.

5.7



Aferir o volume de solução na bureta com o zero da escala, abrindo a torneira devagar para escoar o excesso de titulante e tomando o cuidado ... para não cometer erros de leitura (erros de paralaxe) na observação do menisco da solução.

5.8



Introduzir o _____ do medidor do pH dentro do _____ e ligar o _____
certificar-se de que, ao rodar, a _____
_____ não toca no eléctrodo.

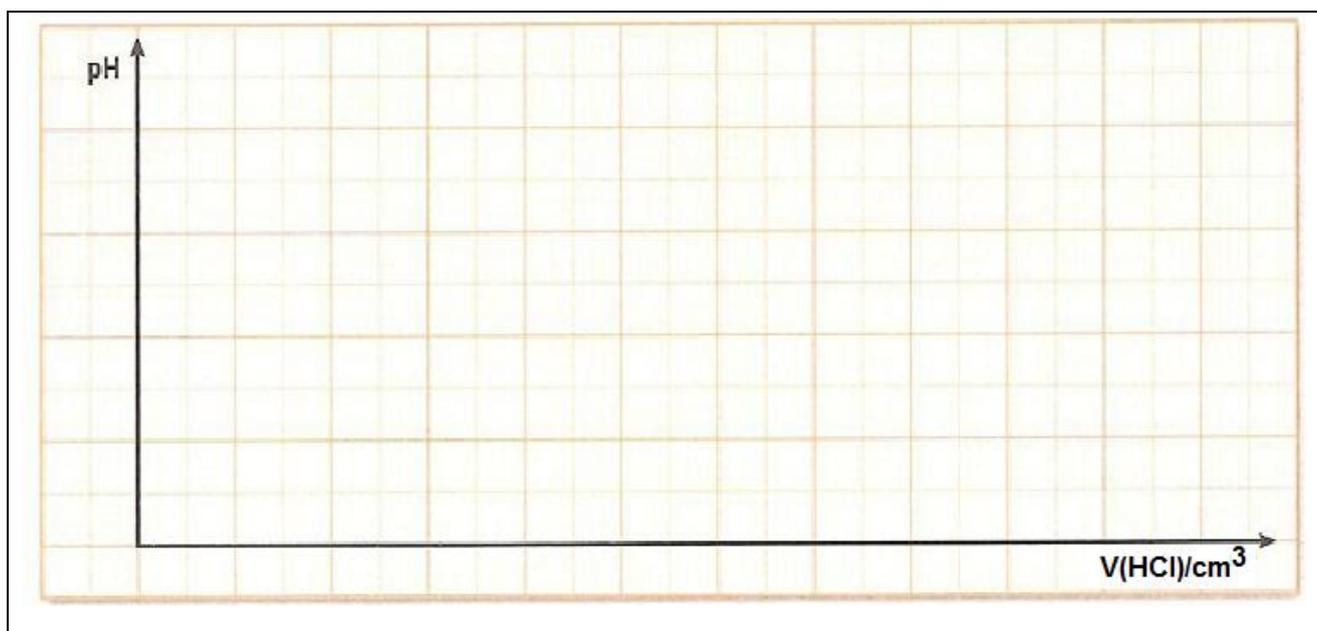
Registrar o valor do pH

5.9

8. Tratamento de dados

Neste ponto dever-se-á:

- 8.1 - Traçar a curva de titulação representando o pH em função do volume de ácido consumido, com base nos valores na tabela anterior (em papel milimétrico ou com folha de cálculo)



8.2- A partir da curva de titulação:

8.2.1- indicar o número de zonas tampão que o gráfico contém;

8.2.2- justificar o(s) pontos de equivalência.

9. Análise dos resultados obtidos / conclusões

Neste ponto dever-se-á:

9.1 - Identificar as partes do procedimento que conduziram a erros.

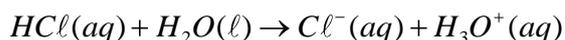
9.2 - Fazer uma estimativa do erro da determinação a partir da qualidade da curva.

FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA TAMPÃO (modelo-professor)

1. Introdução Teórica

Nesta actividade vai verificar-se experimentalmente, o efeito de um sistema tampão numa titulação de uma base fraca (CO_3^{2-} existente na solução de Na_2CO_3) por um ácido forte (HCl).

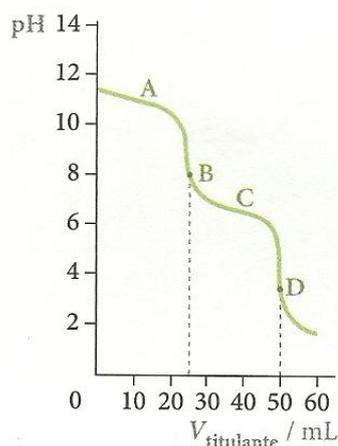
Em solução aquosa tem-se:



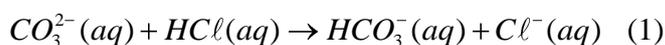
A solução de carbonato de sódio contém iões Na^+ e CO_3^{2-} :



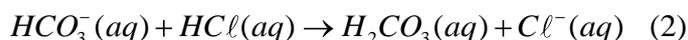
A figura seguinte mostra uma curva de titulação entre um ácido monoprotónico forte (HCl) e uma base diprótica fraca (Na_2CO_3).



Quando se começa a adicionar ácido clorídrico à solução de carbonato de sódio, os iões H_3O^+ provenientes do ácido reagem com os iões CO_3^{2-} até que estes se consumam completamente, originando iões HCO_3^- , de acordo com a seguinte equação:



À medida que se continua a adicionar ácido, este reage com o ião HCO_3^- , até que este se consuma na totalidade:



Antes de se atingir o primeiro ponto de equivalência (**B**), existe em solução uma mistura de CO_3^{2-} e HCO_3^- , o que justifica a variação muito pequena de pH, nessa zona.

Antes de se atingir o segundo ponto de equivalência, (**D**), existe em solução uma mistura de HCO_3^- e H_2CO_3 .

A partir do gráfico podemos ver que:

- existem dois pontos de equivalência (**B** e **D**);
- existem duas regiões tampão (**A** e **C**);
- a quantidade de ácido utilizada para atingir o segundo ponto de equivalência é duas vezes maior que o volume de ácido gasto para atingir o primeiro.

2. Objectivos

- Neutralizar uma solução aquosa de $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ com $\text{HCl}(\text{aq})$, fazendo uma titulação base fraca/ácido forte;
- Explicar a necessidade de um rigoroso controlo de variáveis;
- Medir o pH ao longo do processo;
- Traçar a curva de titulação.

3. Verificar significados ...

Termo	Breve descrição
titulação	<i>Reacção para determinar a concentração de uma solução, a que se chama titulado, usando outra de concentração conhecida, o titulante.</i>
titulado	<i>Solução cuja concentração se quer determinar.</i>
titulante	<i>Solução com concentração conhecida, que se coloca na bureta.</i>
ácido	<i>Espécie dadora de iões H^+</i>
base	<i>Espécie receptora de iões H^+</i>
ponto de equivalência	<i>Situação em que o ácido e a base estão em quantidades estequiométricas.</i>
neutralização	<i>Reacção de um ácido e uma base fortes em quantidades estequiométricas.</i>
solução tampão	<i>Solução cujo pH se mantém aproximadamente constante quando lhe são adicionadas pequenas quantidades de ácidos ou de bases fortes.</i>

4. Aspectos de risco e de segurança

Carbonato de sódio	Ácido Clorídrico (solução concentrada)
R36 - irritante para os olhos.	R34- Provoca queimaduras.
R37 - irritante para as vias respiratórias.	R37- Irritante para as vias respiratórias.

Carbonato de sódio	Ácido Clorídrico (solução concentrada)
S22 - Não respirar o pó.	S9 - Manter o recipiente num local bem ventilado: hotte.
S26 - Em caso de contacto com os olhos lavar imediata abundantemente em água e consultar um médico.	S26 - Em caso de contacto com os olhos lavar imediata e abundantemente com água e chamar um médico.
	S36 - Usar vestuário de protecção adequado: bata.
	S37 - Usar luvas.
	S39 - Usar protecção adequada para os olhos: óculos de segurança.
	S45 - Em caso de acidente ou indisposição consultar imediatamente um médico (se possível mostrar-lhe o rótulo do produto)

5. Procedimento

- 5.1- Medir rigorosamente com uma pipeta graduada e respectivo macrocontrolador, 10,0 mL da solução de $Na_2CO_3(aq)$, previamente preparada, para o balão de Erlenmeyer e adicionar 20,0 mL de água destilada
- 5.2- Colocar o Erlenmeyer sobre a placa com agitação magnética e no seu interior a barra magnética.
- 5.3 - Calibrar o aparelho medidor de pH tendo em conta as instruções que acompanham o aparelho, utilizando as soluções tampão de pH=4,0 e pH=7,0.
- 5.4 - Lavar o eléctrodo e o sensor do aparelho medidor de pH com água desionizada antes de iniciar a experiência.
- 5.5 - Preparar uma bureta de 25,0 mL com a solução de HCl $0,10 \text{ mol.dm}^{-3}$. Prepara-se a bureta lavando-a três vezes, com uma pequena quantidade de titulante, rodando-a como mostra figura, escoando o líquido após cada lavagem.
- 5.6 - Encher completamente a bureta, depois de devidamente preparada, com solução $0,10 \text{ mol.dm}^{-3}$ em HCl , usando um funil de líquidos, e uma proveta tendo o cuidado de não existirem bolhas de ar.
- 5.7 - Aferir o volume de solução na bureta com o zero da escala, abrindo a torneira devagar para escoar o excesso de titulante e tomando o cuidado ... para não cometer erros de leitura (erros de paralaxe) na observação do menisco da solução.
- 5.8 - Introduzir o eléctrodo do medidor do pH dentro do Erlenmeyer e ligar o agitador magnético. Certificar-se de que, ao rodar, a barra magnética não toca no eléctrodo. Registrar o valor do pH
- 5.9 - Retirar o eléctrodo e adicionar 1,0 ou 2,0 mL de HCl á solução de Na_2CO_3 ; ligar o agitador magnético.
- 5.10 - Desligar o agitador magnético, introduzir o eléctrodo e registar o valor de pH
- 5.11 - Repetir os procedimentos **5.9** e **5.10**, adicionando de cada vez, pequenas quantidade de titulante (1 ou 2 mL). Próximo dos pontos de equivalência, adicionar o titulante gota a gota.

Nota:

A medição do valor do pH, pode ser feita através da utilização de um sensor associado a uma calculadora, o que permite uma leitura mais rigorosa dos valores medidos e possibilita a obtenção do gráfico da titulação, o que facilita o acompanhamento da progressão da reacção.

6. Lista de material (por grupo)

Descrição	Quantidade
<i>Pipeta graduada de 25 mL</i>	<i>1</i>
<i>Macrocontrolador</i>	<i>1</i>
<i>Erlenmeyer de 200 mL</i>	<i>1</i>
<i>Placa com agitação magnética</i>	<i>1</i>
<i>Barra magnética</i>	<i>1</i>
<i>Aparelho medidor de pH</i>	<i>1</i>
<i>Bureta de 25 mL</i>	<i>1</i>
<i>Funil de líquidos</i>	<i>1</i>
<i>Suporte universal, garra e noz</i>	<i>1</i>
<i>Copo de precipitação de 50 mL</i>	<i>3</i>
<i>Luvas de borracha</i>	<i>3 (pares)</i>

Reagentes (por grupo)

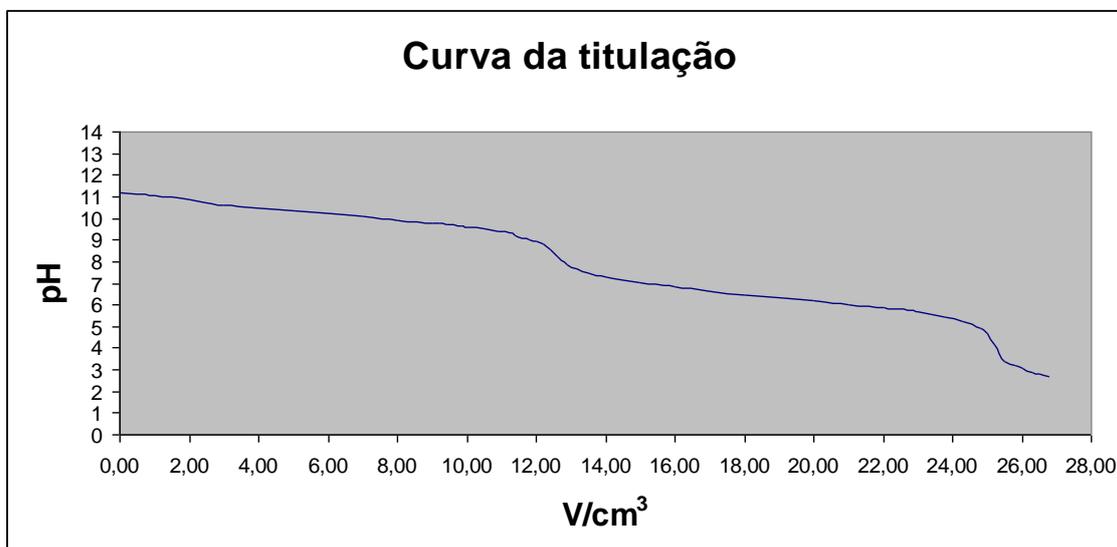
- água desionizada
- Solução $0,10 \text{ mol/dm}^3$ em ácido clorídrico
- Solução $0,10 \text{ mol/dm}^3$ em carbonato de sódio

7.Registo das observações efectuadas

$V(HCl)/cm^3$	pH	$V(HCl)/cm^3$	pH
0,00	11,21	13,50	7,48
0,50	11,14	14,00	7,27
1,00	11,04	15,00	7,01
2,00	10,84	16,00	6,81
3,00	10,63	18,00	6,47
5,00	10,35	20,00	6,19
7,00	10,08	21,00	6,04
8,00	9,94	22,00	5,86
9,00	9,78	22,20	5,83
9,20	9,76	22,40	5,80
9,40	9,73	22,80	5,75
9,80	9,66	23,00	5,71
10,00	9,61	23,40	5,54
10,50	9,50	23,80	5,44
10,90	9,41	24,30	5,26
11,30	9,32	24,80	4,90
11,40	9,23	25,00	4,64
11,80	9,04	25,20	4,18
12,00	8,93	25,50	3,41
12,20	8,81	25,80	3,18
12,40	8,54	26,00	3,06
12,60	8,22	26,30	2,85
12,90	7,85	26,50	2,79
		26,80	2,70

8. Tratamento de dados

8.1- Curva da titulação base fraca/ácido forte (Na_2CO_3 / HCl)

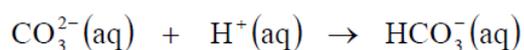


8.2- A partir da curva de titulação:

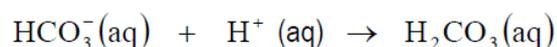
8.2.1- *Duas zonas tampão*

8.2.2- Justificar o(s) pontos de equivalência.

Como o carbonato de sódio é uma base diprótica a curva da sua titulação tem dois pontos de equivalência. O primeiro surge para o valor $pH=7,85$ e corresponde à conversão do carbonato em hidrogenocarbonato cuja equação química se encontra representada



O segundo ponto de equivalência surge a $pH=2,7$ e diz respeito à conversão do hidrogenocarbonato a ácido carbónico está representado na equação química



9. Análise dos resultados / conclusões

9.1- *Incorrecções nas leituras de valores da bureta, na preparação incorrecta das soluções, bem como os erros inerentes aos instrumentos de medida, em particular a calibração incorrecta do eléctrodo.*

9.3- *Da análise da curva podemos concluir que se cometeram erros, pois os resultados obtidos não foram os esperados teoricamente, isto é, o primeiro ponto de equivalência devia-se obter para um valor de $pH=8,3$ e o segundo ponto de equivalência para um $pH=3,7$.*

10. Bibliografia:

- *Maria da Conceição Dantas, Maria Duarte Ramalho; Jogo de Partículas; Química 12.ºAno-Texto Editores*
- *Elsa Pereira e Jorge Magalhães; Elementos-Caderno de Actividade Laboratoriais; Química 12.ºAno- Santillana*