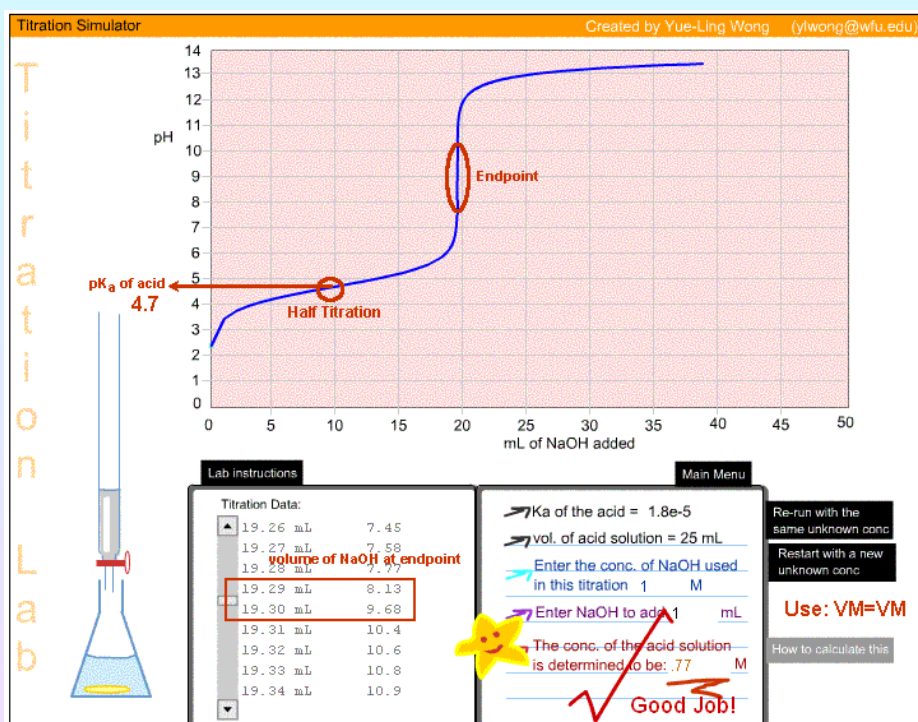


## MÉTODO EXPERIMENTAL 2

### TITULAÇÃO UTILIZANDO UM PROCEDIMENTO AUTOMÁTICO

Com este trabalho pretende-se determinar a concentração do ácido clorídrico (HCl), conhecendo rigorosamente a concentração da base hidróxido de sódio (NaOH). Esta neutralização irá ser detectada recorrendo ao uso de um sensor de pH.



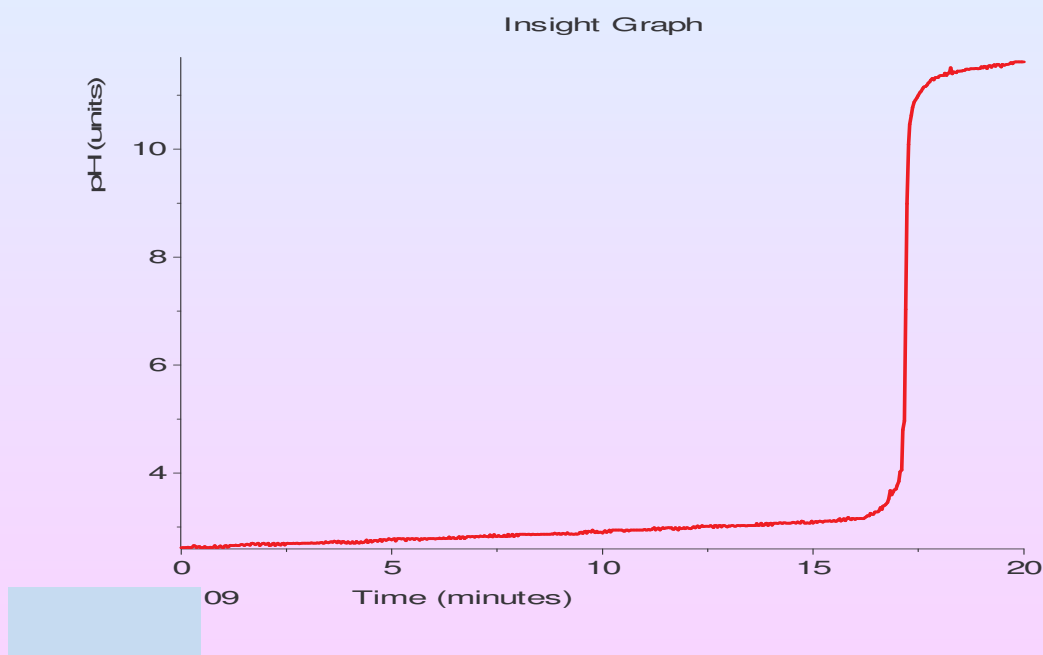
Ao executar a titulação obtém-se directamente o gráfico  $\text{pH} = f(t)$ . O cálculo do caudal do titulante permite traçar o gráfico  $\text{pH} = f(V_{\text{titulante}})$ . A partir deste gráfico ou do gráfico da função derivada é possível determinar, com precisão, o ponto final da titulação.



Figura 2

- ☺ Seleccionar e preparar o material adequado.
- ☺ Proceder à montagem representada na figura 2.
- ☺ Medir, rigorosamente,  $20 \text{ cm}^3$  de solução aquosa de HCl  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  para um balão de Erlenmeyer.
- ☺ Introduzir o sensor de pH no balão de Erlenmeyer tendo o cuidado para que este não toque no fundo.
- ☺ Encher a bureta com solução aquosa de NaHO de concentração conhecida ( $\sim 0,1 \text{ mol/dm}^3$ ).
- ☺ No computador abrir o programa de software a usar para aquisição de dados (Ex. Insight).
- ☺ Abrir a torneira da bureta e em simultâneo iniciar o programa (NOTA: o titulante deve cair gota a gota).
- ☺ Adicionar titulante de modo a traçar o gráfico  $\text{pH} = f(t)$  (NOTA: obter alguns pontos após o ponto final da titulação).

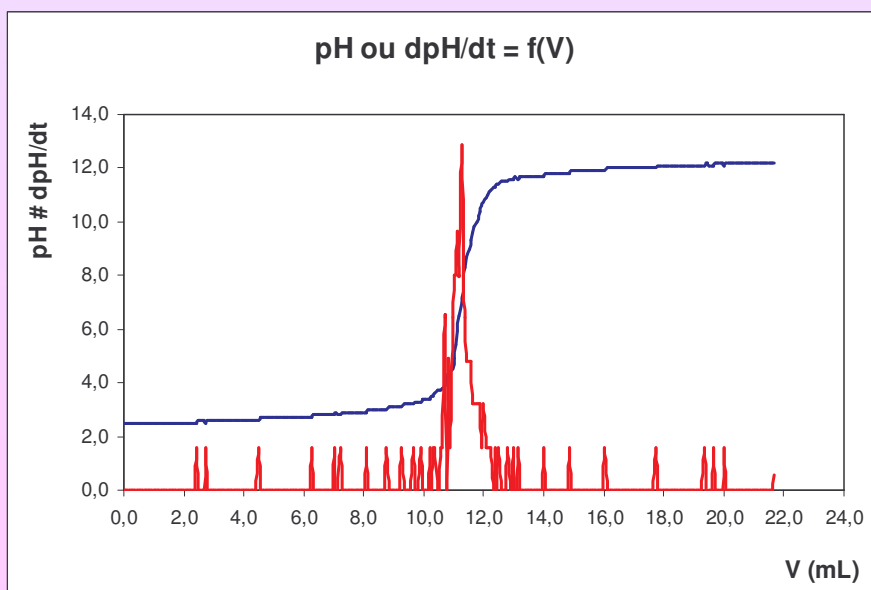
**Exemplo:**



- ☺ Esvaziar a bureta e lavá-la convenientemente.
- ☺ A partir do cálculo do caudal do titulante traça-se o gráfico  $\text{pH} = f(V_{\text{titulante}})$ , a partir do qual se traça o gráfico da primeira derivada, cujo ponto máximo nos indica o ponto final da titulação.

**Extracto de tabela com dados da titulação:**

Tempo (s)	Tempo (min)	pH	dpH/dV	Volume (mL)
167,00	2,78	3,60	1,61	10,38
168,00	2,80	3,70	0,00	10,44
169,00	2,82	3,70	0,00	10,51
170,00	2,83	3,70	1,61	10,57
171,00	2,85	3,80	1,61	10,63
172,00	2,87	3,90	6,43	10,69
173,00	2,88	4,30	-3,22	10,75
174,00	2,90	4,10	4,83	10,82
175,00	2,92	4,40	1,61	10,88
176,00	2,93	4,50	6,43	10,94
177,00	2,95	4,90	8,04	11,00
178,00	2,97	5,40	8,04	11,07
179,00	2,98	5,90	9,65	11,13
180,00	3,00	6,50	8,04	11,19
181,00	3,02	7,00	12,87	11,25
182,00	3,03	7,80	8,04	11,31
183,00	3,05	8,30	6,43	11,38
184,00	3,07	8,70	4,83	11,44
---	--	---	---	---

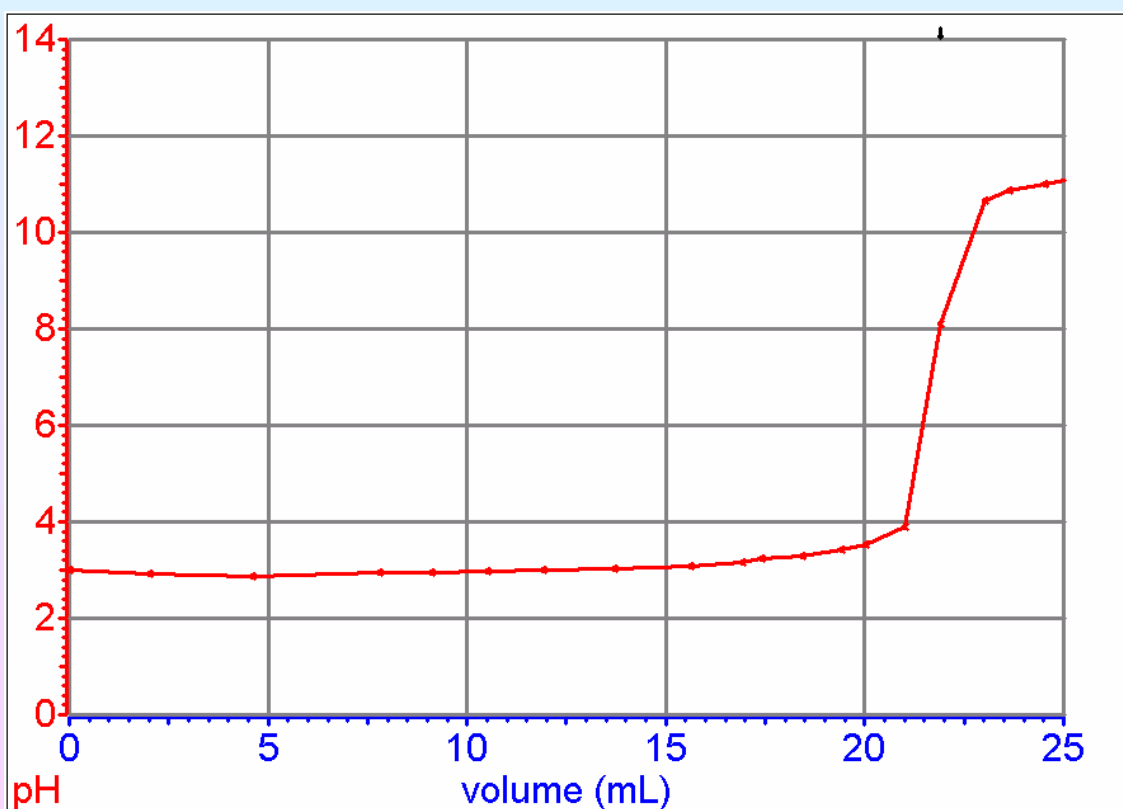


- ☺ Calcular a concentração rigorosa da solução aquosa de HCl, atendendo à estequiometria da reacção.



- 
- ☺ Repetir os mesmos procedimentos usando um outro programa de software para aquisição de dados (Ex. LogIT).
  - ☺ Abrir a torneira da bureta e em simultâneo iniciar o programa (NOTA: o titulante deve cair gota a gota).
  - ☺ Adicionar titulante de modo a traçar o gráfico  $\text{pH} = f(V)$  (NOTA: obter alguns pontos após o ponto final da titulação).

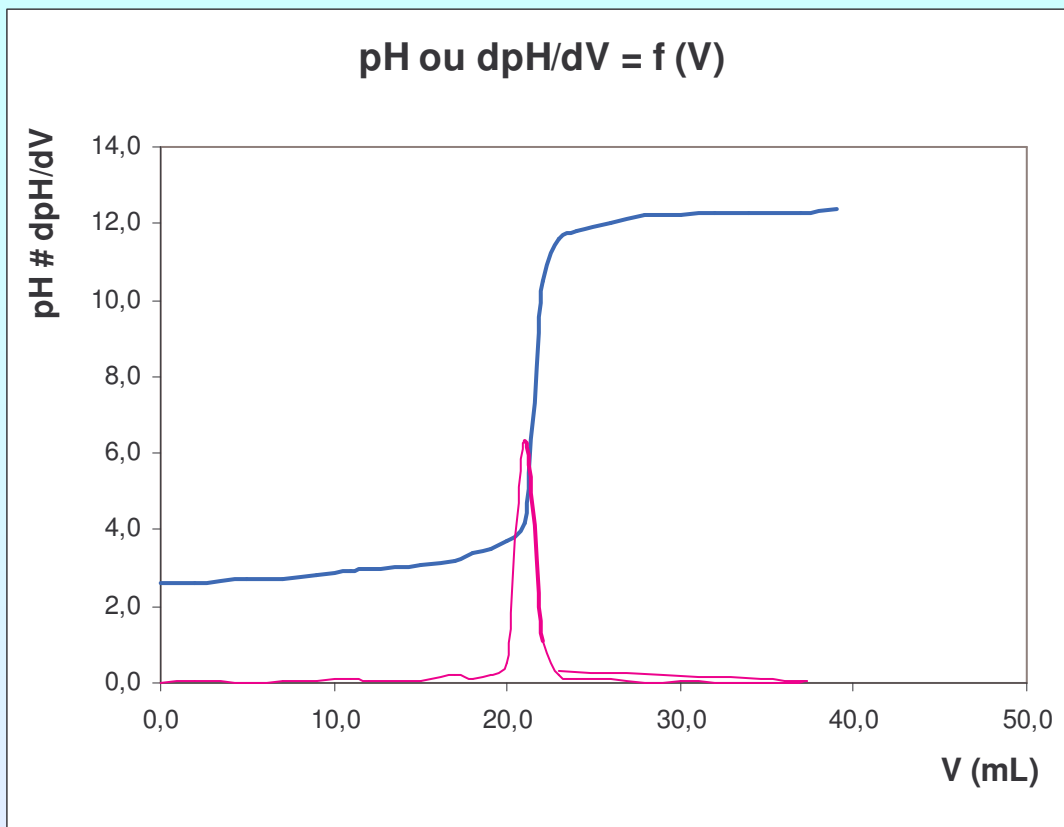
**Exemplo:**



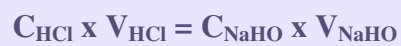
- ☺ Esvaziar a bureta e lavá-la convenientemente.
- ☺ Transportar o gráfico obtido no LogIT para o *Microsoft Excel*, no qual se traça o gráfico da primeira derivada, cujo ponto máximo nos indica o ponto final da titulação.

**Extracto de tabela com dados da titulação:**

<b>pH</b>	<b>dpH/dV</b>	<b>Volume (mL)</b>
2,6	0,0	0,0
2,6	0,0	2,0
2,7	0,0	5,0
2,7	0,0	7,0
2,8	0,1	9,0
2,9	0,1	11,0
3,0	0,0	12,0
3,1	0,1	15,0
3,2	0,2	17,0
3,4	0,1	18,0
3,5	0,2	19,0
3,7	0,5	20,0
4,2	6,3	21,0
10,5	1,1	22,0
11,6	0,2	23,0
11,8	0,1	24,0
12,0	0,1	26,0
12,2	0,0	28,0
12,2	0,1	30,0
12,3	0,0	32,0
12,3	0,0	34,0
12,3	0,0	37,0
12,4	0,3	39,0



- ☺ Calcular a concentração rigorosa da solução aquosa de HCl, atendendo à estequiometria da reação.



- ☺ Lavar e arrumar todo o material utilizado.