

Valoració termomètrica

Objectius

- Comprovar que quan té lloc una reacció àcid-base hi ha un alliberament d'energia en forma de calor.
- Determinar les entalpies de reacció d'un àcid fort i d'un àcid feble amb una base forta, i comparar-les.
- Comprovar com en el punt d'equivalència d'una reacció àcid-base, s'assoleix un màxim de temperatura.

Introducció

En una reacció àcid-base, s'allibera energia en forma de calor fins que s'arriba al punt d'equivalència. Quan s'ha superat aquest, encara que es continui afegint reactiu, ja no s'allibera calor. La mesura de la temperatura en una valoració àcid-base, es pot fer servir per detectar el punt final, per això aquesta valoració s'anomena termomètrica.



En l'experiència, utilitzareu un sensor de temperatura per mesurar aquesta magnitud durant la valoració:

- d'un àcid fort, HCl, amb una base forta, NaOH
- d'un àcid feble, CH₃COOH, amb una base forta, NaOH

A fi d'evitar al màxim els bescanvis de calor entre el que es considera l'entorn del sistema i la resta d'objectes, utilitzareu un recipient de plàstic amb aïllament, que pot ser de *porexpan* o de llana de vidre.

A cada valoració, per comprovar que en el punt d'equivalència s'assoleix la màxima temperatura, emprareu un sensor de pH, a més del de temperatura.

Equipament

<p>Material de laboratori Vas de plàstic Vas aïllant (recipient de <i>porexpan</i>, p.e) Bureta de 50 cm³ Proveta de 50 cm³ Agitador magnètic (si és possible)</p> <p>Elements de l'equip Multilog Interfície MultilogPro amb cable USB Sensor de temperatura (rang: -25°C a 110°C; resolució: 0,13°C) Sensor de pH (rang: 0 a 14; resolució: 0,02)</p> <p>Ordinador</p>	<p>Reactius Dissolució d'àcid clorhídric 2 M Dissolució d'àcid etanoic 2 M Dissolució d'hidròxid de sodi 1 M</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 20px;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Ulleres de seguretat i guants</p> </div> </div>
---	---

Procediment

Primera part: Valoració de l'àcid clorhídric amb hidròxid de sodi

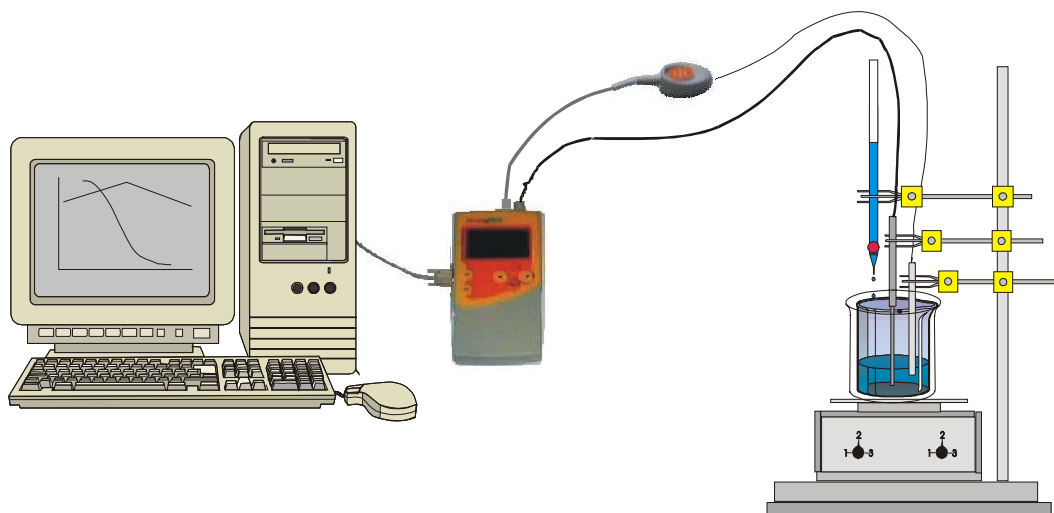
Muntatge de l'experiència


1. Ompliu la bureta de la dissolució d'àcid clorhídric i l'enraseu.



Tingueu molta cura quan treballeu amb dissolucions d'àcids i bases forts. En cas d'esquitxos renteu-vos la pell ràpidament amb aigua. Utilitzeu guants de goma i ulleres de seguretat.

2. Poseu 50,0 mL de la dissolució d'hidròxid de sodi mesurats amb la proveta en el vas de plàstic, i aquest dins del vas aïllant.



3. Connecteu el sensor de temperatura a l'entrada 1 i el de pH a l'entrada 2 de la interfície, en aquest ordre.
4. Prepareu el muntatge de la figura. Introduïu en la dissolució d'hidròxid de sodi els sensors de temperatura i de pH. Subjecteu-los amb les pinces al suport. El bulb del sensor de pH ha de quedar a una alçada aproximada d'1 cm del fons.
5. Poseu dintre del vas la barreta imantada i engegueu l'agitador magnètic. Si no disposeu d'aquest aparell, haureu d'agitar el vas manualment mentre feu la valoració.
6. Engegueu la interfície i l'ordinador.
7. Obriu el programa **Multilab** 

Configuració del sistema

Ara configurareu el programa per capturar les dades de pH i T en funció del volum d'àcid afegit de forma manual durant la valoració:

1. Cliqueu el botó **Configurar ajudant**  .

Veureu que s'obre la finestra que detecta a les entrades 1 i 2 **els sensors de temperatura i de pH**, respectivament.



Cliqueu **Proper** per obrir la finestra següent.



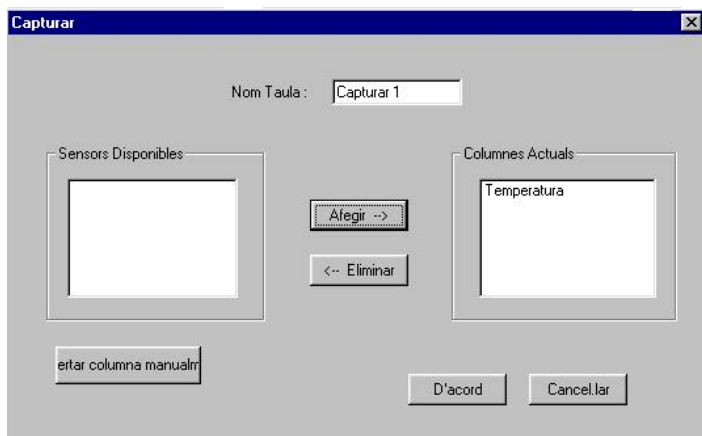
Seleccioneu:
 Freqüència: **Manual**
 Mode d'escalat: **Escala completa**
 Mode de gravació: **Substituir**

Cliqueu **Proper** per passar a la finestra següent:



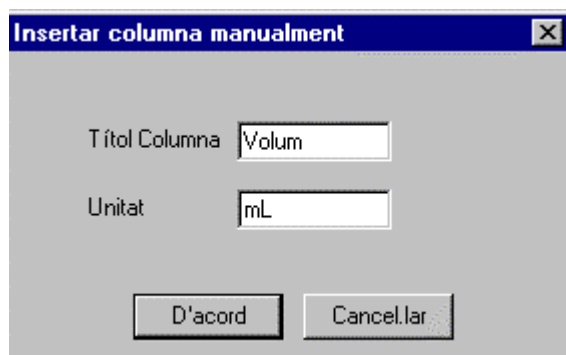
Seleccioneu:
 Per mostres: **20** i cliqueu **Acabar**.

2. Seleccioneu al menú **Taula**, l'opció **Mode de captura** i s'obrirà la finestra següent:



A **Sensors Disponibles** seleccioneu **Temperatura, pH** i cliqueu **Afegir**.

A continuació cliqueu **Inserir columna manualment**. S'obrirà una finestra on indicareu el títol i la unitat en la columna:



Títol: **Volum**
Unitat: **mL**
Cliqueu **D'acord**.

3. Introduireu manualment, a la taula, els valors dels volums d'àcid, per als quals capturareu els corresponents de pH i de temperatura.

	Capturar 1	Capturar 1	Capturar 1
	Temperatura (°C)	pH (pH)	Volum (mL)
0			0.00
1			5.00
2			10.00
3			15.00
4			20.00
5			25.00
6			30.00

Poseu els valors dels volums des de 0 mL fins a 50 mL, amb increments de 5 mL.


Predicció

Els sensors de temperatura i de pH permeten visualitzar els gràfics d'aquestes magnituds en funció del volum d'àcid afegit a la dissolució d'hidròxid de sodi. Abans d'obtenir-los, intenteu dibuixar, de manera aproximada, la forma que al vostre parer tindran els gràfics de cada una de les valoracions.

Enregistrament de les dades

Quan tot estigui a punt, podeu començar la valoració. A partir del volum 0 mL d'àcid clorhídric, en deixareu caure 5 mL a la dissolució d'hidròxid de sodi i capturareu les dades de T i pH corresponents.

1. Comenceu la captació clicant el botó **Executar**  .

2. Primera dada: Per al volum inicial de 0 mL:
Cliqueu el botó **Eina de Captura**  .

3. Segona dada i successives:

Deixeu caure 5 mL d'àcid clorhídric a la dissolució. **Espereu uns 10 segons,**

premeu el botó **Enter**  de la interfície i, a continuació,

cliqueu el botó **Eina de captura**  .

Així successivament fins haver afegit un total de 50,0 mL de la dissolució d'àcid.

Amb el botó **Stop**  finalitzeu les captacions

4. Anomeneu i guardeu l'arxiu amb l'opció **Guardar com** del menú **Arxiu**

Segona part: Valoració de l'àcid etanoic amb hidròxid de sodi

Seguiu el mateix procediment que heu realitzat per a l'àcid clorhídric, substituint-lo ara per àcid etanoic.

Anàlisi i tractament de les dades


A cada valoració, trobeu el volum d'àcid que ha reaccionat amb l'hidròxid de sodi i la variació de temperatura.

1. Cliqueu el botó **Editar gràfic**  de la barra d'eines del gràfic.

Anomeneu el gràfic i seleccioneu els conjunts de valors que han d'aparèixer representats als eixos:

A l'eix x: **Capturar 1(volum)**

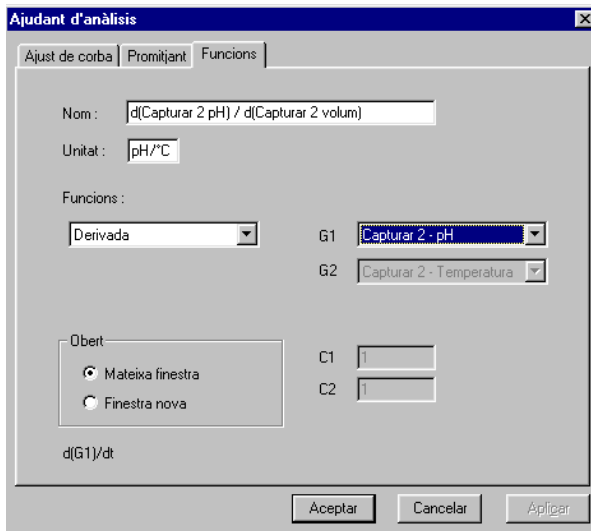
A l'eix y: **Capturar 1 (Temperatura)** i **Capturar 1 (pH)** i, a continuació, cliqueu **Acceptar**.

2. Amb el botó **Commutar primer cursor**  determineu, en el gràfic, les temperatures inicial i màxima, i el volum d'àcid que ha reaccionat en l'instant d'assolir la temperatura màxima. Completeu les dades de la taula següent:

	Valoració àcid clorhídric	Valoració àcid etanoic
Temperatura inicial (°C)		
Temperatura màxima (°C)		
Variació de temperatura (K) ΔT		
Volum d'àcid que ha reaccionat (mL)		


3. Heu de comprovar que el punt d'inflexió de la corba de pH coincideix amb el punt en què la temperatura és màxima. Per trobar aquest punt, feu la derivada de la corba de pH en funció del volum d'àcid afegit:

Seleccioneu, del menú, l'opció **Ajudant d'anàlisi**.




S'obre una finestra com la del costat. Seleccioneu **Funcions**.

Trieu:
 Funcions: **Derivada**
 G₁: **Capturar 2 pH**.
 Cliqueu **Aceptar**

4. Amb el botó **Commutar primer cursor**  determineu en el gràfic de cada valoració, el volum d'àcid que ha reaccionat en el punt d'inflexió.

El volum d'àcid que ha reaccionat quan la temperatura és màxima és el mateix que el del punt d'inflexió?

5. Per guardar cada un d'aquests gràfics amb la funció derivada, cliqueu el botó **Afegir gràfic a projecte**  i, a continuació, l'opció **Guardar com** del menú **Arxiu**.

6. Calculeu amb les dades obtingudes per a cada un dels gràfics:

	Valoració de l'àcid clorhídric	Valoració de l'àcid etanoic
Energia transferida en la reacció de neutralització dels reactius a l'entorn (es considera només l'aigua) (J) $E = m \cdot c_e \Delta T$		
Quantitat d'àcid que ha reaccionat (mol)		
Concentració de l'àcid (mol.L ⁻¹)		
Entalpia de reacció (kJ/mol)		

La capacitat calorífica específica de l'aigua, $c_e = 4,18 \times 10^3 \text{ kJ kg}^{-1} \text{K}^{-1}$.

Es pot considerar que la densitat de la dissolució és aproximadament igual a la de l'aigua, 1 kg/dm^3 .

7.- La variació d'entalpia de neutralització entre un àcid fort i una base forta és de $\Delta H = - 57,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Compareu aquest valor amb els resultats que heu obtingut per als àcids que heu valorat, i feu una relació dels possibles errors experimentals.

Qüestionari

1. Compareu els gràfics predits amb els obtinguts experimentalment i comenteu les similituds i les diferències.
2. La variació d'entalpia de neutralització entre un àcid fort i una base forta és de $\Delta H = - 57,4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Aquest valor és constant per a qualsevol àcid fort. Per què és així? Suggerix explicacions si els teus resultats no corresponen a aquest valor.
3. El gràfic obtingut mostra que, en afegir àcid, la temperatura augmenta fins a un màxim, per anar disminuint gradualment després. Per què va disminuint la temperatura malgrat que el recipient està aïllat tèrmicament i s'hi va afegint un reactiu?
4. Què hauríem de canviar a fi d'aconseguir que la temperatura màxima fos més elevada? Es modificaria el valor de l'entalpia de reacció?
5. Supposeu que es repeteix l'experiment emprant el mateix volum, però fent servir dissolucions $1,0 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ d'àcid clorhídric i d'hidròxid de sodi. Quin aspecte tindria el gràfic ara?
6. A quin valor de pH correspon el màxim de la corba de temperatura-temps en cada una de les valoracions que heu realitzat? Expliqueu per què s'obté precisament aquest valor.
7. Probablement ja heu fet en altres treballs pràctics una valoració àcid-base amb la finalitat de trobar una concentració desconeguda. De quina manera s'acostuma a determinar el punt final en les reaccions de neutralització?
8. Si només es disposa del sensor de temperatura, creieu que el procediment d'obtenció del gràfic temperatura - temps d'una reacció de neutralització seria un mètode raonable per valorar una concentració desconeguda?

Informe

Redacteu un informe de l'experiència. En aquest informe s'han de distingir clarament les següents parts: objectius, realització i conclusió, junt amb les respostes al qüestionari.