

Entalpia d'una reacció endotèrmica

Objectius

- Relacionar la transferència d'energia en forma de calor amb l'existència d'una reacció química.
- Determinar l'entalpia d'una reacció endotèrmica.

Introducció

En una reacció endotèrmica l'entorn cedeix calor al sistema reaccionant. El que observareu, per tant, és una disminució de temperatura de l'entorn.

En aquest treball pràctic, determinareu l'entalpia de la reacció endotèrmica entre l'àcid clorhídric i l'hidrogencarbonat de sodi:



La calor transferida de l'entorn (en aquest cas format pel recipient i l'aigua de la dissolució) al sistema es pot determinar de dues maneres diferents:

- En la primera, es considera que només és l'aigua que forma la dissolució d'un dels reactius, HCl (aq), la que es refreda, cedint calor al sistema reaccionant. La calor cedida es calcularà a partir del descens de temperatura de la dissolució, ΔT , mesurant la temperatura just abans de començar la reacció i la temperatura més baixa que s'obté.

Així, l'energia transferida en forma de calor que cedeix l'aigua es calcula suposant que el volum de la dissolució, en mL, és aproximadament igual a la massa d'aigua m , en grams:



$$E = m c_e \Delta T$$

- La segona manera consisteix que un cop l'entorn ha assolit la temperatura més baixa, s'afegeix aigua calenta fins a obtenir la temperatura que hi havia just abans d'iniciar-se la reacció. Aquest procediment és més precís, perquè la calor cedida per l'aigua calenta afegida equival a la calor absorbida pel sistema reaccionant, l'aigua i el recipient.

$$E = m' c_e \Delta T'$$

On m' és la massa d'aigua calenta afegida i $\Delta T'$ és la variació de temperatura de l'aigua calenta afegida.

Equipament

Material de laboratori Balança Recipient de "porexpan" (poliestirè expansionat), com a aïllant Vas de precipitats de 150 mL Proveta de 50 mL Erlenmeyer de 250 mL Bossa d'infusió (per posar l'hidrogencarbonat de sodi) Espàtula Tisores Bec Bunsen Trespeus amb reixeta Termòmetre	Reactius -Hidrogencarbonat de sodi 4,2g (0,050mol) -HCl 2 molar....100 ml  
	Ulleres de seguretat i guants Elements de l'equip Multilog Interfície MultilogPro amb cable USB Sensor de temperatura (rang: -25°C a 110°C; resolució: 0,13°C) Ordinador

Procediment

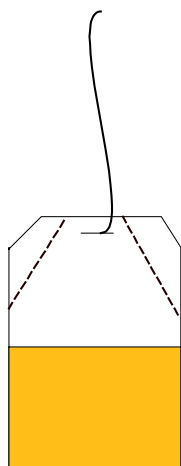
Muntatge i execució de l'experiència

1. Poseu uns 150 mL, aproximadament, d'aigua a l'erlenmeyer, mesureu la massa total de l'erlenmeyer amb l'aigua i l'escalfeu fins a uns 40°C. Amb el termòmetre controleu la seva temperatura. Mentre s'escalfa seguïu el procediment.
2. Mesureu amb la proveta 50 mL HCl 2 molar i els aboqueu dins del vas de precipitats. Poseu el vas dins del recipient de *porexpan*.

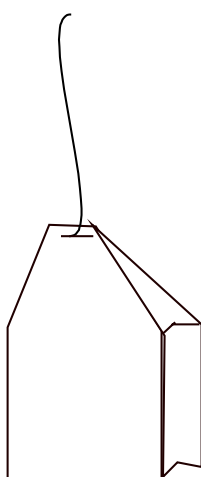


Atenció amb la dissolució d'àcid clorhídric que és corrosiva. Si cau a la pell o als ulls cal rentar-se amb aigua ràpidament.

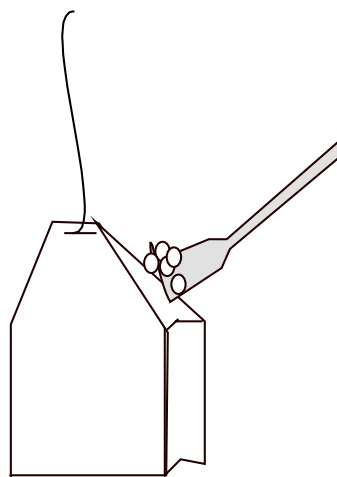
3. L'hidrogencarbonat de sodi s'ha de posar dintre de la bossa d'infusió:



1 Talleu la bossa seguint les línies de punts




2 Buideu-la del seu contingut i mesureu la seva massa



3 Ompliu-la amb l'hidrogencarbonat de sodi i mesureu la seva massa un cop està plena

4. Completeu les dades de la taula següent:

Massa de la bossa buida (g)	
Massa de la bossa amb hidrogencarbonat (g)	
Massa d'hidrogencarbonat de sodi (g)	
Quantitat d'hidrogencarbonat de sodi (mol)	
Massa inicial de l'erenmeyer amb aigua (g)	

- Connecteu el sensor de temperatura a l'entrada 1 de la interfície i introduïu la sonda dintre del vas amb la dissolució d'àcid clorhídric.
- Connecteu la interfície a l'ordinador.
- Engegueu la interfície i després l'ordinador.
- Obriu el programa **Multilab** .
- Quan tot estigui a punt i la temperatura de l'aigua de l'erenmeyer sigui d'uns 40°C podeu configurar el sistema.

Configuració del sistema

Heu de configurar el programa perquè enregistri les dades de temperatura en funció del temps:

- Cliqueu el botó **Configurar ajudant** .



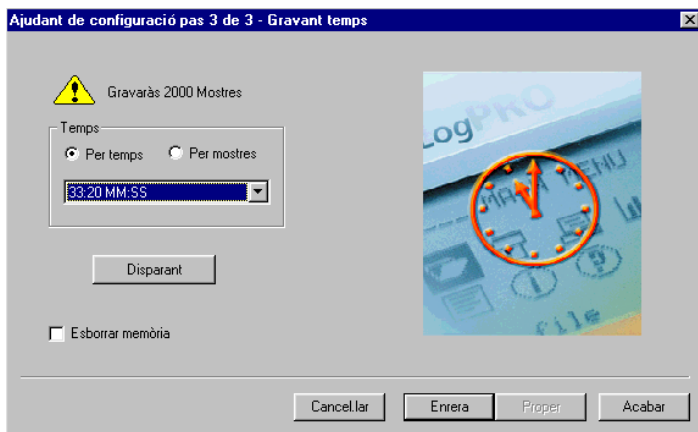
Veureu que s'obre la finestra que detecta a l'entrada 1 el **sensor de temperatura de -25°C/110°C**

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



Seleccioneu:
 Escollir freqüència: **Cada segon**
 Escollir mode d'escalat: **Escala completa**
 Mode de gravació: **Substituir**

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




Seleccioneu:
Per temps: **33:20 min**

4. Cliqueu **Acabar**

Predicció

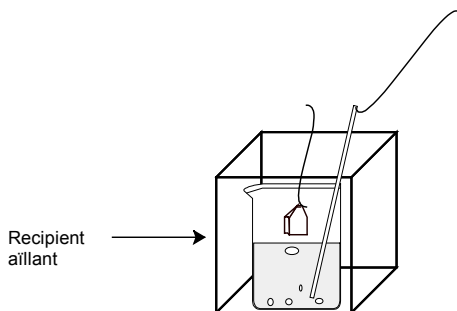
El sensor de temperatura permet visualitzar el gràfic de la temperatura en funció del temps. Abans d'obtenir-lo, intenteu dibuixar, de manera aproximada, la forma que al vostre parer tindrà el gràfic.

Enregistrament de les dades

1. Per començar la captació, cliqueu el botó **Executar** , i quan s'hagi estabilitzat la temperatura de la dissolució d'àcid clorhídric, anoteu la temperatura inicial de la dissolució.

Temperatura inicial de la dissolució (°C)


2. Ara s'ha d'introduir l'hidrogencarbonat de sodi dintre de la dissolució d'àcid clorhídric, **però sense deixar que es produeixi molta efervescència** i es perdi volum de líquid. Per aconseguir-ho:



Agafeu la bossa amb l'hidrogencarbonat pel fil, introduïu-la, només una mica, dintre de la dissolució d'àcid i aixequen quan vegeu que es produeix molta efervescència. Seguiu introduint la bossa a poc a poc fins que l'hidrogencarbonat reaccioni tot, però controlant l'efervescència.

3. Després de finalitzada la reacció, deixeu transcórrer uns segons fins que la temperatura s'estabilitzi. Una vegada estabilitzada, heu d'afegir aigua calenta per aconseguir obtenir la temperatura inicial:

- Anoteu la temperatura de l'aigua calenta
- Afegiu una mica d'aigua calenta al contingut del vas
- Mireu a les dades de la taula a quina temperatura s'arriba, i afegiu-n'hi una mica més si encara no s'ha arribat a la temperatura inicial. **Cal deixar d'afegir aigua quan falta aproximadament 1°C o 2°C per arribar a aquesta temperatura**, ja que la temperatura continua augmentant uns segons després d'afegir l'aigua.



4. Quan vulgueu aturar la captació de dades cliqueu el botó **Stop**  .

5. Mesureu la massa final de l'erenmeyer amb l'aigua.

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

Anàlisi i tractament de les dades

Per determinar l'entalpia de la reacció:

1. Amb els botons **Commutar primer cursor**  i **Commutar segon cursor**  determineu la disminució de temperatura durant la reacció del clorhídric amb l'hidrogencarbonat, així com la temperatura final després d'afegir l'aigua calenta.
2. Completeu les dades de la taula següent:

Temperatura inicial de l'aigua calenta (°C)	
Temperatura final de l'aigua calenta afegida (°C)	
Variació de temperatura de l'aigua calenta afegida (°C)	
Massa d'aigua calenta afegida (kg)	

3. Calculeu l'entalpia de la reacció pels dos mètodes proposats a la introducció.
4. El valor del canvi d'entalpia per a la reacció entre l'hidrogencarbonat de sodi i l'HCl és de 32,3 kJ mol⁻¹. Compareu els valors obtinguts i feu una relació dels possibles errors experimentals en cada mètode.

Qüestionari

1. Compareu el gràfic obtingut amb el de la vostra predicció. Comenteu les similituds i les diferències.
2. Amb quin dels dos càlculs l'error relatiu és menor? Proposeu una explicació del perquè s'obtenen valors diferents.
3. Dibuixeu un diagrama entàlpic per a la reacció que ha tingut lloc en aquest experiment.
4. Si es fa reaccionar un altre àcid, com per exemple, àcid cítric en lloc d'àcid clorhídric, creieu que la reacció seria també endotèrmica?
5. Aquesta reacció és espontània malgrat que és endotèrmica. Quin seria el signe de ΔS i ΔG de la reacció?
6. Com es podrien minimitzar les possibles fonts d'error en l'experiència?

Informe

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