

Entalpia d'una reacció exotèrmica

Material per al professorat

Orientacions didàctiques

Temporització

- 1/2 hora per a l'experimentació
- 1/2 per a respondre el qüestionari

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de batxillerat

Orientacions metodològiques

- Abans d'iniciar la part experimental, és important que els alumnes s'adonin de la importància d'utilitzar un recipient aïllat a fi d'evitar al màxim els bescanvis de calor entre el que es considera l'entorn del sistema i la resta d'objectes. Un calorímetre o un recipient amb aïllament de *porexpan* o de llana de vidre són unes bones opcions.

Orientacions tècniques

- Per obtenir un millor resultat en el càlcul de l'entalpia de la reacció, és important tancar el recipient immediatament després d'haver-hi introduït el zinc i agitar-lo. L'agitació ha de ser suau però suficient perquè tot el zinc entri en contacte amb els ions coure (II) i es produeixi la reacció en el menor temps possible. L'augment de temperatura serà així més alta que si es barregen més lentament els reactius.

Gestió dels residus

- Els residus de la reacció entre el zinc i el sulfat de coure, es llencen en un recipient adient al qual s'afegeix carbonat de sodi sòlid per que precipitin els cations dels metalls pesats. En acabar el curs, es filtra o decanta el líquid i el residu sòlid es llença al contenidor de sòlids

Conclusions

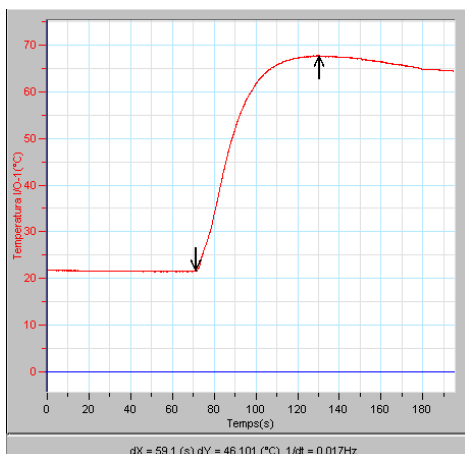
Resultats esperats

Determinació de l'entalpia de la reacció:

La quantitat de reactiu limitant que és l'ió coure (II) és:
 $n = 0,025 \text{ mL} \times 1 \text{ mol/L} = 0,025 \text{ mol}$

La temperatura abans de la reacció era de 21,52°C i la temperatura després de la reacció, de 67,62°C.

El gràfic mostra la variació de la temperatura en funció del temps corresponent a la reacció entre el $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ i el $\text{Zn}(\text{s})$.



L'augment de temperatura és:

$$\Delta T = 46,10^{\circ}\text{C}$$

Considerant que la massa de l'entorn, és a dir, l'aigua de la dissolució, és aproximadament igual a 25 g, l'energia transferida a l'entorn és:

$$E = 0,025 \times 4,18 \times 10^3 \times 46,10 = 4817,45 \text{ J}$$

ΔH de la reacció és:

$$\Delta H = E / n = -4817,45 / -0,025 = -192,7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

L'error absolut és:

$$\epsilon_a = 216,8 - 192,7 = 24,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

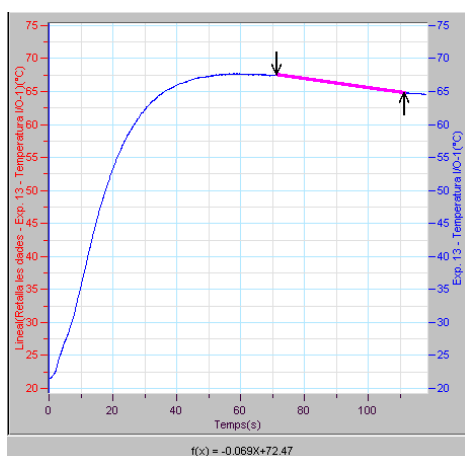
L'error relatiu és: $\% \epsilon_r = (\epsilon_a / \Delta H) \cdot 100 = (24,1 / 216,8) \cdot 100 = 11 \%$

Una altra possibilitat de trobar la variació de temperatura, que minimitza molt l'error de la mesura és extrapolar en el gràfic, la temperatura que assoliria l'entorn si tot el zinc reaccionés instantàniament amb l'ió Cu^{2+} . Per això, cal trobar quina seria la temperatura en l'instant d'haver afegit el zinc.

Els passos a seguir són els següents:

- Seleccionar, amb els cursors, l'interval entre l'instant en què s'ha afegit el zinc i el final de la gràfica.
- Amb l'eina **Retallar la gràfica**, deixeu només la part seleccionada.
- Amb els cursors, seleccioneu dos punts allunyats en el tram del gràfic amb pendent negatiu.
- Amb el botó d'**Ajust lineal**, trobeu l'equació de la recta. El terme independent, marca la temperatura màxima que hauria assolit l'entorn en l'instant d'haver afegit el zinc si la reacció fos instantània.
- L'increment de temperatura és la diferència entre aquest valor i la temperatura inicial.

A l'experiència, l'equació obtinguda és: $T = -0,069 t + 72,47$



La temperatura màxima és: $T = 72,47^{\circ}\text{C}$;
Com que la temperatura inicial és de $21,52^{\circ}\text{C}$; l'increment de temperatura és de: $\Delta T = 51^{\circ}\text{C}$

L'entalpia de la reacció és: $\Delta H = -213,2 \text{ kJ mol}^{-1}$

L'error relatiu és: $\% \epsilon_r = 2\%$

Respostes al qüestionari

2. La temperatura després de la reacció disminueix lentament pel fet que el vas no està suficientment aïllat.
3. L'instant en què finalitza la reacció és en el moment que la temperatura és màxima. (Encara que el sensor de temperatura té un temps de resposta.)
4. Com que el reactiu limitant és l'ió coure (II), encara que augmenti la quantitat de zinc, reaccionarà la mateixa quantitat d'ió coure (II). L'energia transferida a l'entorn serà la mateixa i l'augment de temperatura també.

En canvi, si s'augmenta la quantitat d'ió coure (II) l'energia transferida a l'entorn serà proporcional al nº de mols d'ió coure. L'augment de temperatura dependrà de la quantitat de dissolució de sulfat de coure (II). Si s'utilitza una dissolució de concentració 1 molar, per duplicar la quantitat d'ió coure, es necessiten 50 mL de dissolució. En tenir doble quantitat d'aigua es produirà el mateix augment de temperatura. Si s'utilitza una dissolució 2 molar, l'augment de temperatura serà el doble.

5. Abans d'afegir el zinc, la temperatura es manté constant per l'aïllament del recipient: s'ha assolit l'equilibri tèrmic i no hi ha reacció. Un cop s'ha afegit el zinc, la temperatura augmenta per la reacció i assoleix un màxim de temperatura. Després, hi ha una disminució per una transferència de calor cap a l'entorn (el vas i la resta de l'aïllament). Si esperéssim un temps suficientment llarg, la gràfica acabaria en un tram horitzontal.
6. Les possibles fonts d'error en aquesta experiència són:
 - El fet de no barrejar suficientment els reactius farà que reaccionï menys quantitat d'ió coure (II), ja que es diposita coure metàl·lic sobre el zinc en pols, cosa que dificulta el contacte entre els dos reactius. L'energia transferida a l'entorn serà inferior, i per tant la variació d'entalpia de la reacció serà també inferior al valor esperat. Per això és important agitar de seguida el recipient on s'ha introduït el zinc.
 - Que el vas que conté els reactius no estigui ben aïllat.
 - No considerar la calor que absorbeix el recipient que conté els reactius.
7. L'entalpia de la reacció entre el nitrat de coure (II) i el zinc serà la mateixa que entre el sulfat de coure (II) i el zinc, ja que la reacció que té lloc és entre els ions coure (II) i el zinc. Els anions de les sals romanen inalterats en les dissolucions durant les reaccions.