

Proceso endotérmico

Fundamento

Cuando un soluto, sólido, líquido o gaseoso, se disuelve en un disolvente líquido, pueden ocurrir dos casos: a) Que la mezcla de ambos adquiera una temperatura mayor que la inicial, proceso que se denomina exotérmico. b) Que la mezcla disminuya de temperatura, proceso que se denomina endotérmico.

Un proceso endotérmico, fácil y barato de realizar, es utilizar como soluto el nitrato de amonio y como disolvente el agua. El planteamiento del experimento puede hacerse de dos formas. Una, la más sencilla, es utilizar una cantidad de soluto del orden de los 100 gramos y unos 250 mL del disolvente agua, con lo que se obtiene una disminución de temperatura de aproximadamente 20°C. Si se usa este método debe elegirse una temperatura inicial del agua menor de 20 grados para que así la temperatura final de la disolución sea inferior a cero grados y por ello aprovechar el hecho para explicar que el punto de congelación de una disolución acuosa es inferior a cero grados y también poder explicar el fundamento de los paquetes de “frio” que se venden en las farmacias.

La otra forma consiste en realizar el mismo experimento acompañado de cálculos sencillos que permitan determinar, aproximadamente, la variación de entalpía del proceso endotérmico y comparar los valores obtenidos con los que proporciona la bibliografía. Este segundo método es el que exponemos.

Material

Calorímetro
Termómetro
Nitrato de amonio, NH_4NO_3
Balanza
Probeta de 250 mL
Dispositivo para colocar el termómetro (base, varilla y pinza).
Agitador magnético
Cristalizador
Vasos de precipitados (3)

Puede usarse como calorímetro uno de plástico de los que suele haber en los centros escolares, o fabricarse uno con dos vasos de precipitados, uno de 1000 mL, (vaso exterior), y otro de 400 mL, (vaso interior), aislados entre sí mediante papel. (ver las fotografías).

El soluto nitrato de amonio suele formar terrones por lo que debe molerse lo más finamente posible. Si no se dispone de agitador magnético, puede utilizarse una varilla de vidrio como agitador manual.

Si se desea recuperar el nitrato de amonio, las disoluciones de cada una de las medidas se añaden en el cristalizador y se deja evaporar el agua.

Procedimiento

1) Haga el montaje de la fotografía 1.

Añada en el vaso interior del calorímetro 250 mL de agua.

Pese 25 gramos de nitrato de amonio

Ponga en marcha el agitador de forma suave

Anote la temperatura indicada por el termómetro. En el que nosotros utilizamos, si el nivel del líquido termométrico queda entre dos divisiones, adjudicamos la temperatura a la división que esté más cercana al nivel del líquido termométrico. Por ejemplo si el nivel está entre las divisiones 20 y 21 y más cerca de 21, anotamos 21°C y si está más cerca de 20 leemos 20°C. Si estuviese en el medio de las dos divisiones anotamos 20,5°C .



Fotografía 1

En esta fotografía se observa: el calorímetro, fabricado con dos vasos de precipitados y con papel entre ellos como aislante , el termómetro, el agitador y 25 gramos del sólido nitrato de amonio contenido en un vaso . El vaso interior del calorímetro contiene 250 mL de agua. La agitación es suave.

2) Vierta el nitrato de amonio sobre el agua, observe cómo disminuye la temperatura y anote el valor más pequeño indicado por el termómetro (se alcanza ese mínimo en menos de dos minutos de agitación).

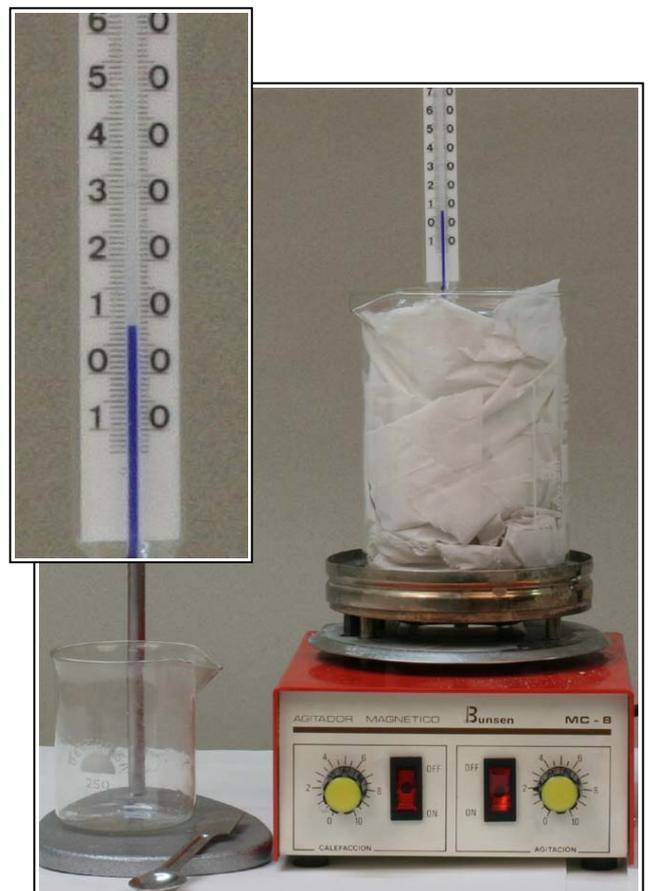
Fotografía 2

La fotografía se tomó cuando la temperatura alcanzó un mínimo, lo cual ocurrió al minuto y cuarto. Esa temperatura apenas aumenta durante algunos minutos, lo que indica que el aislamiento del calorímetro es eficaz.

3) Vierta el contenido del vaso interior en un cristalizador (así, dejando evaporar el agua podrá recuperar el sólido), lave el vaso interior del calorímetro y vuelva a añadir 250 mL de agua. Procure que la temperatura del agua sea igual a la anterior o muy próxima a ella. Repita la operación, pero ahora con 50 gramos de sal.



Fotografía 3



Fotografía 4

En la fotografía 3 el vaso contiene 50 gramos de nitrato de amonio y en el calorímetro 250 mL de agua. En la fotografía 4 ya se ha añadido el nitrato de amonio y se ha esperado hasta que la temperatura alcance un mínimo

4) Haga otras medidas, siguiendo el procedimiento indicado con 75, y 100 gramos de nitrato de amonio (vea la secuencia de fotografías).



Fotografía 5



Fotografía 6

En la fotografía 5 el vaso contiene 75 gramos de nitrato de amonio y en el calorímetro 250 mL de agua. En la fotografía 6 ya se ha añadido el nitrato de amonio y se ha esperado hasta que la temperatura alcance un mínimo



Fotografía 7



Fotografía 8

En la fotografía 7 el vaso contiene 100 gramos de nitrato de amonio y en el calorímetro 250 mL de agua. En la fotografía 8 ya se ha añadido el nitrato de amonio y se ha esperado hasta que la temperatura alcance un mínimo

Cálculos

Calcule la disminución de la energía calorífica de la disolución mediante la expresión:

$$Q = M \cdot c \cdot \Delta t$$

Siendo M la masa del agua y del soluto, expresada en kg.

Como calor específico de la disolución tomamos el del agua $c = 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

La variación de temperatura Δt es la diferencia entre la temperatura inicial y la final.

Q es la energía calorífica en kJ por m gramos de nitrato de amonio, por lo que

$$\frac{Q}{m} = \frac{\Delta H}{M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}} \Rightarrow \Delta H = \frac{Q \cdot M_{\text{NH}_4\text{NO}_3}}{m} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$