



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

## Práctica virtual de Laboratorio de Química: Determinación del calor de reacción entre el óxido de magnesio y el ácido clorhídrico

J. M. Fernández Solís<sup>2\*</sup>, R. Casanova Pérez<sup>2</sup>, E. González Soto<sup>1</sup>, S. Fernández Alonso<sup>2</sup>, M. J. Rodríguez Guerreiro<sup>1</sup>,

Departamento<sup>1</sup> y Laboratorio<sup>2</sup> de Química, Escola Politécnica de Enxeñaría de Ferrol (EPEF), Universidade da Coruña (UDC)

[jose.maria.fsolis@udc.es](mailto:jose.maria.fsolis@udc.es)\*

### I. INTRODUCCIÓN

El comienzo de nuevos planes de estudio supone, en diversos casos, ciertas dificultades en lo que se refiere a la impartición de las clases prácticas de laboratorio. Así, por ejemplo, hay titulaciones de EEES que se inician en edificios nuevos pero que no disponen de suficiente dotación de material fungible, reactivos o/e instrumentos.

Por otra parte, debido a la disminución de horas dedicadas al estudio de la Química en los grados de ingeniería, el tiempo que el profesorado dedica a las prácticas de laboratorio es mínimo, quedando reducida la presencia del alumnado en el laboratorio a un valor casi testimonial. En consecuencia, la presentación de vídeos descriptivos sobre prácticas virtuales, permitirá al profesorado explicar con detalle el tema correspondiente, promoviendo el debate con los/las estudiantes, lo que favorecerá una mejor comprensión de los conceptos expuestos.

Las consideraciones anteriores nos han conducido a llevar a cabo un estudio sobre las prácticas virtuales que pudieran complementar a las efectuadas en el laboratorio, sin pretender que llegasen a sustituirlas, ya que se considera imprescindible que el alumnado realice trabajo experimental en el laboratorio.

Para ello se escogieron y realizaron prácticas, dentro de los campos de la Química General y Analítica, relativas a: preparación de disoluciones [1,2,3], calor de reacción [2,3,4], valoraciones ácido-base [1], identificación de metales a la llama y de iones en disolución a partir de sus mezclas [5], determinación de magnitudes físicas o propiedades termodinámicas [6,7]. Con ese fin se utilizó el programa Virtual ChemLab, General Chemistry Laboratories, v.2.5, anexo al texto de Pearson Educación [8].

En la presente comunicación se lleva a cabo, de forma virtual, una experiencia en la que se mezclan en un calorímetro óxido de magnesio sólido (MgO) y disolución de ácido clorhídrico (HCl), obteniéndose los datos de la variación de la temperatura frente al tiempo del sistema contenido en el calorímetro.

### II. PROCEDIMIENTO Y CÁLCULO DEL CALOR DE REACCIÓN

1ª parte: Se inicia la práctica abriendo el Laboratorio de Calorimetría [8]. Se hace clic en el libro de laboratorio y en la ventana del termómetro para guardar y registrar los datos, permitiendo que transcurran de 20 a 30 segundos para obtener la temperatura basal de 100 mL de disolución de ácido clorhídrico 1,000 M contenida en un calorímetro situado sobre la mesa del laboratorio. Dicha temperatura resulta ser de 25,00 °C.

2ª parte: Se pesan en la balanza, mediante un papel de filtro, 2,801 g de óxido de magnesio y se vierten en el calorímetro sobre los 100 mL de disolución de HCl 1,000 M. Se cierra el calorímetro y se observa el cambio de temperatura del sistema hasta que se alcance un valor máximo, anotándose también datos de 20 a 30 segundos más. El valor máximo obtenido ha sido de 44,71 °C.

Ecuación química correspondiente a la reacción:  $MgO(s) + 2HCl(ac) \rightarrow MgCl_2(ac) + H_2O(l)$

- Cálculo del cambio de temperatura ( $\Delta T$ ):  $\Delta T = T_f - T_i = (44,71 - 25,00) \text{ °C} = 19,71 \text{ °C}$

- Cálculo de la masa de la mezcla reaccionante contenida en el calorímetro:

Volumen disolución HCl =  $V_{HCl} = 100 \text{ mL}$

Se supone que la densidad de la disolución es igual a la del agua pura ( $d = 1,0 \frac{g}{mL}$ )

Masa de la disolución HCl (m) =  $V \cdot d = 100 \text{ mL} \cdot 1,0 \frac{g}{mL} = 100 \text{ g}$

Masa del sistema reaccionante:  $100 \text{ g disolución HCl} + 2,801 \text{ g MgO} = 102,801 \text{ g} \approx 102,80 \text{ g}$

- Cálculo del calor liberado en la reacción, suponiendo que el calor específico de la disolución es igual al del agua pura ( $4,184 \frac{J}{g \cdot \text{°C}}$ )

$Q_{reacc.} = m \cdot C_e \cdot \Delta T = 102,80 \text{ g} \cdot 4,184 \frac{J}{g \cdot \text{°C}} \cdot 19,71 \text{ °C} = 8477,57 \text{ J} \approx 8477,6 \text{ J}$

En este caso  $\Delta T > 0$  y el calor ( $Q_{reacc.}$ ) positivo y, por tanto, la variación de entalpía ( $\Delta H_{reacc.}$ ) negativa, por lo que el proceso de reacción entre el MgO y el HCl, en disolución, es exotérmica.

- Cálculo del número de moles (n) de HCl usados en la reacción (en este caso se comprueba que el HCl es el reactivo limitante y el MgO es el reactivo que se encuentra en exceso [9]):

Número de moles (n) =  $Volumen \cdot Molaridad = 100 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot 1,000 \frac{\text{moles}}{\text{L}} = 0,100 \text{ moles}$

- Cálculo de  $\Delta H_{reacc.}$  En kJ/mol de MgO o de MgCl<sub>2</sub>:

$\Delta H_{reacc.} \left( \frac{kJ}{mol} \right) = - Q_{reacc.} = \frac{-8477,6 \text{ J}}{0,100 \text{ moles HCl}} \cdot \frac{2 \text{ moles HCl}}{1 \text{ mol MgO}} \cdot \frac{1 \text{ kJ}}{1000 \text{ J}} = -169,55 \frac{kJ}{mol}$

El calor (o entalpía) de la reacción, obtenido a partir de datos de calores de formación [9], es de:  $-147,89 \frac{kJ}{mol}$

- Para determinar el % error (error relativo) se utiliza la ecuación siguiente:

$\% \text{ error} = \frac{|\text{Valor obtenido} - \text{Valor aceptado}|}{|\text{Valor aceptado}|} \cdot 100$ ;  $\% \text{ error} = \frac{|-169,55 \frac{kJ}{mol} - (-147,89 \frac{kJ}{mol})|}{|-147,89 \frac{kJ}{mol}|} \cdot 100 = 14,64 \%$

Como se puede observar, se obtiene un error relativo de 14,64 %.

### III. PRÁCTICA VIRTUAL

El programa informático usado permite elaborar un vídeo de 3,1 minutos de duración, en el que se describen con detalle todas las etapas del experimento. Es decir, la mezcla de óxido de magnesio (MgO) con 100 mL de disolución de ácido clorhídrico (HCl) 1,000 M en el interior del calorímetro y la obtención de datos de la temperatura frente al tiempo de dicho sistema contenido en el calorímetro y formado por la mezcla reaccionante de las dos sustancias.

Además, el citado programa proporciona valores de los distintos parámetros necesarios para llevar a cabo los cálculos del apartado II anterior, es decir, masa de partida del MgO y volumen de la disolución de HCl 1,000 M, temperatura inicial de la disolución de HCl 1,000 M y temperatura máxima alcanzada por la mezcla reaccionante en cuestión.

El planteamiento escogido para el desarrollo de la práctica es el siguiente: el alumnado visualiza el vídeo y toma nota de los valores de los parámetros implicados en los cálculos para obtener el calor de la reacción entre el óxido de magnesio y el ácido clorhídrico en disolución. Los cálculos se pueden hacer con ayuda de una calculadora de bolsillo o mediante un ordenador [10].

Una vez finalizada la práctica, con la finalidad de verificar si el estudiantado ha comprendido y asimilado los conocimientos presentados, este responderá en la misma sesión de trabajo a unas cuestiones sencillas relativas a dicha práctica.

### IV. CUESTIONES SOBRE LA PRÁCTICA

Se han seleccionado las siguientes cuestiones en relación con la práctica:

1º) ¿De qué tipo es la reacción producida al mezclar óxido de magnesio con disolución de ácido clorhídrico 1,000 M, teniendo en cuenta que durante la misma aumenta la temperatura de la disolución resultante?.

2º) Se sabe que la disolución de nitrato de sodio en agua es un proceso endotérmico, ¿cuál es el signo de  $Q_{reacc.}$ ? Al añadir nitrato de sodio a un matraz con agua, ¿se notaría caliente o frío?.

3º) Justifique mediante cálculo, en esta práctica en concreto, ¿por qué el HCl es el reactivo limitante y el MgO el reactivo en exceso en la reacción que tiene lugar entre las dos sustancias?.

### V. PRINCIPALES CONCLUSIONES

De todo lo anteriormente expuesto se llega a las siguientes conclusiones:

Se parte de una práctica virtual en la que se lleva a cabo una mezcla de óxido de magnesio (MgO) con disolución de ácido clorhídrico (HCl) 1,000 M, que reaccionan en un calorímetro a presión constante.

La práctica virtual permite asimismo obtener datos de la variación de la temperatura frente al tiempo en el transcurso de la reacción entre las dos sustancias químicas.

A partir de los datos obtenidos en el experimento, se efectúan los cálculos (con un dispositivo adecuado) para hallar el calor (o entalpía) de reacción entre el MgO y el HCl en disolución.

Finalizada la práctica, y con el fin de verificar si el estudiantado ha entendido y asimilado los conocimientos expuestos, este deberá responder a las cuestiones relacionadas con la misma.

### VI. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Universidade da Coruña por la concesión de una Beca de Colaboración del Programa de Formación Complementaria a la alumna Rebeca Casanova Pérez.

### VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Casanova, R.; Filgueira, A.; Fernández, J.; Muñoz, E. Prácticas virtuales de laboratorio en la asignatura Química de primer curso de los grados relacionados con la Ingeniería Industrial. En P. Membiela; N. Casado; M. I. Cebreiros (Eds.), *Panorama actual de la docencia universitaria*. 2014, 545-549. Ourense: Educación Editora.

[2] Heredia, N.; Filgueira, A.; Fernández, J.; Muñoz, E. Práctica virtual de Laboratorio de Química: Determinación del calor de reacción de disolución del hidróxido de sodio en agua. En P. Membiela, N. Casado; M. I. Cebreiros (Eds.), *Nuevos escenarios en la docencia universitaria*. 2016, 529-533. Ourense: Educación Editora.

[3] Lourido, R.; Fernández, J.; González, E.; González, V.; Alonso, E.; Castro, J. Verificación de la ley de Hess por medio de una práctica virtual de Laboratorio de Química. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros, M. Vidal (Eds.), *Nuevos desafíos en la enseñanza superior*. 2018, 95-99. Ourense: Educación Editora.

[4] Fernández, J.; Gómez, A.; Rodríguez, M.; Fernández, S.; Castro, J.; González, E. Determinación de los calores de combustión y de formación de la sacarosa, mediante una práctica virtual de laboratorio de Química. *Galicia Química*, 8(1) (2026), 63.

[5] Fernández, J.; González, E.; Heredia, N.; Fernández, S.; Castro, J. Separación e identificación de los iones:  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  y  $Ag^+$ , mediante una práctica virtual de laboratorio de Química. *Actualidad Analítica*, 74 (2021), 10.

[6] Lourido, R.; Fernández, S.; Fernández, J.; González, E.; Castro, J. Determinación del calor de fusión del hielo mediante una práctica virtual de Laboratorio de Química. *Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ)*, 33 (2018-19), 88.

[7] Fernández, J.; Lourido, R.; Fernández, S.; González, E.; Castro, J. Determinación del calor de vaporización del agua, mediante una práctica virtual de laboratorio de Química. *Galicia Química*, 5(2) (2023), 24.

[8] Laboratorio Virtual de Química General (3ª Edición). R. Fuerte, C. Martínez (Eds.), México: Pearson Educación. 2009.

[9] Química General. Principios y Aplicaciones Modernas (11ª Edición). M. Martín (Eds.), Madrid: Pearson Educación, S. A., 2017.

[10] Estadística Sencilla para Estudiantes de Ciencias. C. Seoane (Eds.), Madrid: Editorial Síntesis, S. A., 2012.

Calorímetro utilizado



Representación de la temperatura frente al tiempo

