¿Podemos confiar en la etiqueta? · José Juan Sirvent Carbonell

Esta experiencia ha sido galardonada con una MENCIÓN DE HONOR en la categoría Demostraciones de Química de los Premios a la Labor Docente en el Fomento de la Experimentación en Física y Química.

La demostración está dirigida a alumnos de 1.º Bachillerato y se basa en una práctica de valoración ácido-base adaptada para poner el foco en la elección del indicador y en la interpretación del resultado experimental. Sus objetivos son:

- Aplicar una valoración ácido-base para determinar experimentalmente la concentración de una disolución.
- Relacionar el volumen de titulante consumido con la estequiometría de la reacción.
- Comprender la función de los indicadores ácido-base y la diferencia entre cambio de color y punto final.
- Valorar la importancia de la elección del indicador en la obtención e interpretación de resultados experimentales.
- Contrastar experimentalmente la información del etiquetado de un reactivo.

Fundamento

La valoración ácido-base permite determinar la cantidad o concentración de una especie química mediante la adición controlada de una disolución de concentración conocida. La valoración no fue una técnica creada por una única persona. Su desarrollo se produjo progresivamente desde el siglo XVIII. François-Antoine-Henri Descroizilles desarrolló instrumentos graduados para determinaciones volumétricas. Posteriormente, Joseph Louis Gay-Lussac contribuyó a convertir la titrimetría en un método analítico sistemático y al desarrollo de la bureta. Karl Friedrich Mohr contribuyó a consolidar y difundir los métodos de valoración mediante su tratado de 1855. Esta evolución permite relacionar el material empleado actualmente con el desarrollo de la química analítica.

El punto de equivalencia corresponde al momento en que el titulante ha reaccionado con el analito de acuerdo con la estequiometría de la reacción. El indicador permite reconocer experimentalmente un punto final próximo a esa situación.
En esta experiencia se analiza ácido sulfúrico mediante una disolución de NaOH de concentración aproximada 0,4 $mol \cdot L^{-1}$, ya que no se ha estandarizado. Para la neutralización completa se considera la reacción:

$$H_2SO_4 + 2\ NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2\ H_2O \quad (1)$$

La muestra inicial, etiquetada como H_2SO_4 4,0 $mol \cdot L^{-1}$, se diluye previamente en una relación 1:10. Se comparan dos indicadores, fenolftaleína y púrpura de m-cresol. Este último indicador presenta más de una zona de cambio de color, lo que permite mostrar que un viraje no debe confundirse automáticamente con el punto final adecuado para el cálculo. La experiencia parte de una práctica habitual de valoración ácido-base de 1.º de Bachillerato, pero introduce una cuestión adicional, no solo se pretende calcular una concentración, sino analizar hasta qué punto el resultado experimental depende de cómo se identifica el punto final de la valoración.

ISSN: 2990-0271 Real Sociedad Española de Física y Real Sociedad Española de Química

Materiales y reactivos

- Ácido sulfúrico etiquetado como 4,0 mol·L^{-1}.
- NaOH 0,4 mol·L^{-1}.
- Bureta y soporte.
- Pipeta de 10,0 mL y material de aforo.
- Matraz Erlenmeyer.
- Agua destilada.
- Fenolftaleína.
- Púrpura de m-cresol.
- Material de protección individual y de laboratorio.

Procedimiento experimental

Se toman 10,0 mL de la disolución de ácido sulfúrico etiquetada como 4,0 mol·L^{-1} y se diluyen hasta 100,0 mL. De la disolución obtenida se toman 10,0 mL y se valoran con NaOH 0,4mol·L^{-1}. Se realiza la experiencia utilizando fenolftaleína y, en una segunda valoración, púrpura de m-cresol, observando y registrando los cambios de color.

Con fenolftaleína se registra un consumo de 20,5 mL de NaOH que según la reacción corresponde a una concentración calculada de 4,1 M. Con púrpura de m-cresol se observan dos cambios de color, uno a 17,9 mL y otro a 22,2 mL de NaOH, que proporcionan, respectivamente, 3,6 M y 4,4 M.

INDICADOR	Volumen de NaOH (mL)	Concentración calculada (M)
Fenolftalína	20,5	4,1
Purpura *m*-cresol	17,9	3,6
Purpura *m*-cresol	22,2	4,4

Tabla 1. Resultados de la valoración ácido-base.

Conclusiones

La experiencia permite contrastar experimentalmente la concentración indicada en una etiqueta mediante una valoración ácido-base. El resultado obtenido con fenolftaleína se aproxima a la concentración nominal de 4,0 mol·L^{-1}. Al utilizar púrpura de m-cresol aparecen dos cambios de color y se obtienen resultados diferentes según el punto de viraje considerado. La principal conclusión didáctica es que medir un volumen y realizar un cálculo no es suficiente, es necesario interpretar la reacción, identificar adecuadamente el punto final y seleccionar un indicador apropiado para el sistema estudiado.

José Juan Sirvent Carbonell
Colegio HH. Maristas Sagrado Corazón (Alicante)
Contacto: *jjscq@hotmail.com*

Bibliografía

- IUPAC (2025). *Compendium of Chemical Terminology (Gold Book).* Entradas: "titration", "equivalence-point" y "acid–base indicator".
- Szabadváry, F. (1978). Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) and analytical chemistry. *Talanta*, 25(11–12), pp. 611–617.
- Duval, C. (1951). François Descroizilles, the inventor of volumetric analysis. *Journal of Chemical Education*, 28(10), p. 508.
- Mohr, F. (1855-1856). *Lehrbuch der chemisch-analytischen Titrirmethode.* Braunschweig: Vieweg.
- Rancke-Madsen, E. (1988). The development of the titration methods: Some historical annotations. *Analytica Chimica Acta*, 206, pp. 97–109.

Declaración sobre el uso de Inteligencia Artificial: En la elaboración del vídeo y del presente guion se ha utilizado ChatGPT como herramienta de apoyo para la estructuración del contenido, la redacción y revisión del texto y la planificación de algunos recursos audiovisuales. La selección del procedimiento experimental, los datos obtenidos en el laboratorio y la interpretación final corresponden a la experiencia realizada por el autor.

