

# Determinación de las masas molares mediante la medición de la elevación del punto de ebullición (ebulloscopia)



Este montaje didáctico para entrenar y demostrar la determinación de las masas molares mediante la medición de la elevación del punto de ebullición. La elevación del punto de ebullición de soluciones acuosas de diferentes sustancias se determina utilizando un medidor de temperatura. La constante ebullioscópica del agua se calcula a partir de los resultados experimentales.

Química

Química General

Estequiométría



Nivel de dificultad

difícil



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

20 minutos



Tiempo de ejecución

30 minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6101bcafb1e4f90004e7ccc2>



# Información para el profesor

## Aplicación



Montaje experimental

La ebullioscopia es un método para determinar la masa molar de una sustancia B disuelta con la ayuda del aumento del punto de ebullición  $\Delta T$  del disolvente A. Además, la ebullioscopia puede utilizarse en el análisis térmico para comprobar la pureza de los líquidos. Este montaje didáctico para entrenar y demostrar la determinación de las masas molares mediante una medición de la elevación del punto de ebullición. La elevación del punto de ebullición de soluciones acuosas de diferentes sustancias se determina mediante un medidor de temperatura. La constante ebullioscópica del agua se calcula a partir de los resultados experimentales. La disolución de una sustancia no volátil en un disolvente volátil provoca un aumento del punto de ebullición. El aumento es proporcional a la constante ebullioscópica del disolvente y a la cantidad de sustancia disuelta. Disolviendo diferentes sulfatos de cobre en agua y midiendo los cambios de temperatura resultantes a lo largo del tiempo, los alumnos pueden calcular la entalpía de hidratación de los compuestos químicos observados.

## Información adicional para el profesor (1/4)

PHYWE

**Conocimiento****previo****Principio**

Los estudiantes deben estar familiarizados con los fundamentos de la termodinámica y las masas molares. Además, los estudiantes deben estar familiarizados con el trabajo autónomo con agentes químicos y estar familiarizados con las buenas prácticas de laboratorio.

La solución de medida (solución o disolvente) está en el recipiente interior. El disolvente se lleva al punto de ebullición en un matraz de fondo redondo. El vapor del disolvente fluye primero por el recipiente exterior y luego por el interior y así calienta la solución que está en el recipiente interior.

## Información adicional para el profesor (2/4)

PHYWE

**Objetivo****Tareas**

Los alumnos aprenden a determinar la masa molar de una sustancia en solución y a calcular la constante ebulloscópica de un disolvente.

1. Determinar la elevación del punto de ebullición de soluciones acuosas de diferentes sustancias
2. Calcular la constante ebulloscópica del agua a partir de los resultados experimentales

## Información adicional para el profesor (3/4)

### Notas

Para entrenar y demostrar la determinación de las masas molares mediante la medición de la elevación del punto de ebullición, es absolutamente suficiente el agua como disolvente y la urea o la hidroquinona como sustancia de ensayo. Por supuesto, hay que asegurarse de que las sustancias sólidas estén secas cuando se utilicen. Secarlas durante al menos 24 horas en un desecador. Si se utilizan otras sustancias, hay que determinar el disolvente más adecuado que se puede utilizar. Las constantes ebullioscópicas específicas para cada disolvente se pueden encontrar en la literatura.

## Información adicional para el profesor (4/4)

### Variación

Si se utilizan otros disolventes en lugar de agua, no dejar que los vapores resultantes del disolvente fluyan hacia un vaso de precipitados. En su lugar, guíarlos a través de un conector en V a un matraz con refrigerador de reflujo. Para ello, se necesita el siguiente equipo adicional:

1	Frasco de fondo redondo, 100 ml, 2 cuellos, GL 25/12, GL 18/8	35842-15
1	Condensador, tipo Dimroth, GL 25/12	MAU-27223500
2	Abrazaderas de manguera, d = 8...12 mm, 2 piezas.	40996-00
1	Conector de tubo, en forma de Y, ID 8-9mm	47518-03
1	Soporte de retorta, h = 750 mm	37694-00
2	Abrazadera en ángulo recto	37697-00
2	Abrazadera universal	37715-00

## Instrucciones de seguridad

PHYWE



Para este experimento se aplican las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias.

Si se utilizan disolventes distintos del agua para el experimento, asegurarse de que se manipulan y eliminan adecuadamente.

Para las frases H y P, consultar la ficha de datos de seguridad del producto químico correspondiente.

## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Soporte para mechero Bunsen 75 cm	37694-00	1
2	Doble nuez	37697-00	3
3	Pinza universal	37715-01	3
4	APAR.P.ELEVACION D.PUNTO D.EBULL.	36820-00	1
5	Medidor de temperatura digital, 4-2	13618-00	1
6	Fuente de alimentación universal, 600mA 3/4,5/5/6/7,5/9/12V, incl. 9 adaptadores	11078-99	1
7	Termopar de vaina, NiCr-Ni, tipo K, -40°C ... +1000°C	13615-06	1
8	PROTECCION P.SONDA DE TEMPERAT. 2	11762-05	1
9	Frasco de fondo redondo, 250 ml, GL 25	MAU-27220002	1
10	VASO PRECIPITADO ALTO, BORO 3.3, 250 ml	46027-00	1
11	Junta GL15, dinter= 8 mm, 10 piezas	41242-03	1
12	TUBO DE SILICONA, DIAM.INT. 7 MM	39296-00	1
13	Mortero de porcelana, d = 100 mm	32604-00	1
14	PINZA PARA TUBOS, 15 MM	43631-15	1
15	Microespátula de acero inoxidable, l=150 milímetros	33393-00	1
16	Botella de lavado, plástica, 500 ml	33931-00	1
17	PRENSA D. TABLETAS P.CALORIMETRO	04403-04	1
18	Funda calefactora para matraz redondo con capacidad para 250ml y voltaje de 230 V	49542-93	1
19	Pinza de soporte para funda calefactora	49557-01	1
20	Regulador de potencia, max. 3450 W, 230 V	32288-93	1
21	Platillos de pesado, cuadrados, 84 x 84 x 24 mm, 500unid.	45019-50	1
22	Embudo, vidrio, diámetro superior 80mm	34459-00	1
23	PIPETAS DE PASTEUR, 250 PZS.	36590-00	1
24	CAPUCHONES DE GOMA, 10 U.	39275-03	1
25	Piedrecitas para fácil ebullición, 200 g	36937-20	1
26	DESECADOR WERTEX, DIAM. 150 MM	34126-00	1
27	Placa de porcelana con agujeros	32474-00	1
28	Vidrio de reloj, d = 80 mm	34572-00	1
29	Glicerina, 250ml	30084-25	1
30	UREA, 250 g	30086-25	1
31	HIDROQUINONA,250 GR.	30089-25	1
32	AGUA DESTILADA, 5000ML	31246-81	1



# Montaje y ejecución

## Montaje (1/4)

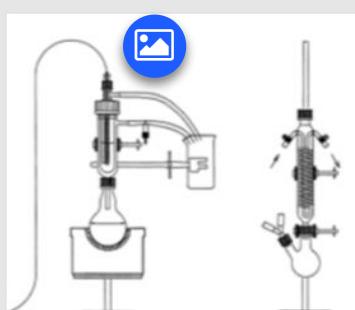


Fig. 1: Ilustración esquemática

1. El aparato para medir la elevación del punto de ebullición consiste en dos recipientes de vidrio cilíndricos que se colocan uno dentro del otro. En su parte inferior y justo debajo de la rosca GL 45, el recipiente exterior está equipado con un conector de tubo de vidrio ( $d = 8 \text{ mm}$ ).
2. Además de un conector roscado GL 25 y un conector lateral de tubo de vidrio, el recipiente interior tiene un tubo de vidrio estrecho en su interior. La abertura de entrada de este tubo de vidrio comienza en la pared del recipiente. Al ensamblar los dos recipientes, la abertura de entrada debe quedar por debajo de la junta (ver la figura 1).

## Montaje (2/4)

PHYWE

**3.** Antes de montar y atornillar los dos recipientes, determinar la masa exacta del recipiente interior seco pesándolo ( $=m_1$ ). Anotar el resultado. Conectar el aparato montado a través del conector del tubo de vidrio inferior del recipiente exterior al matraz de fondo redondo de 250 ml. Apretar bien la unión roscada.

**4.** Antes de hacerlo, sustituir la junta del tapón de conexión a rosca por una junta con un orificio de 8 mm. Llenar el matraz con 150 a 200 ml del disolvente a utilizar, así como con varias perlas de ebullición. Colocar el matraz en una manta calefactora.

**5.** Conectar trozos cortos de tubos de silicona a los conectores laterales de los tubos de vidrio. Si se utiliza agua como disolvente, colocar los tubos simplemente en un vaso de precipitados, pero asegurarse de que no lleguen al fondo. En cambio, deben terminar aproximadamente en el centro del vaso de precipitados. Si se utilizan disolventes orgánicos, conectar estos tubos mediante un tubo de conexión en forma de Y a un matraz de doble cuello (100 ml) equipado con un condensador de reflujo (condensador Dimroth). Conectar una llave de pellizco al tubo que está conectado al recipiente exterior, pero dejar la llave de pellizco abierta por el momento.

## Montaje (3/4)

PHYWE

**6.** Llenar aproximadamente 40 ml de disolvente en el recipiente interior y sellar el recipiente con una funda protectora para el sensor de temperatura. Para ello, sustituir la junta del conector de rosca por la junta con el orificio de 12 mm que se retiró previamente del matraz de fondo redondo. Aplicar dos o tres gotas de glicerol a la funda protectora para una mejor transferencia de calor e introducir la sonda de temperatura. Conectar la sonda de temperatura al medidor digital de temperatura.

**7.** La sustancia cuya masa molar se desea determinar debe suministrarse en forma de pellets. Para la producción de los gránulos se puede utilizar una simple prensa de gránulos.

Funciona de la siguiente manera: Moler la sustancia finamente en un mortero. Colocar el pequeño troquel de acero en el orificio del cilindro de la prensa. Sellar el fondo del agujero. A continuación, introducir la sustancia finamente molida en el orificio.

Colocar el troquel más largo de la parte superior en el agujero, comprimiendo así la sustancia ligeramente.

## Montaje (4/4)

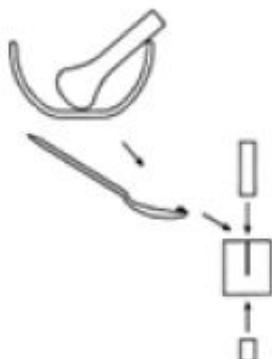


Figura 3

**8.** A continuación, sujetar la prensa en un tornillo de banco, como se muestra en la Fig. 3, presionando así contra las matrices para que la sustancia quede comprimida en forma de gránulos.

Tras el proceso de prensado, empujar la pastilla fuera del cilindro mediante el troquel largo.

La medición requiere de 1 a 2 gránulos con un espesor de aproximadamente 5 a 7 mm. Determinar su masa ( $m_s$ ) pesando con una precisión de al menos 1 mg.

## Ejecución (1/2)

1. Calentar el disolvente en el matraz hasta su temperatura de ebullición. El vapor resultante sube al recipiente exterior y calienta el recipiente interior. Al hacerlo, parte del vapor se condensa; la otra parte escapa a través del tubo con la llave de paso al vaso de precipitados o al matraz con refrigerador de reflujo.
2. Tras unos minutos de ebullición, bajar el manto calefactor durante unos segundos para que la ebullición se detenga brevemente y el disolvente que se ha condensado en el recipiente exterior fluya de nuevo al matraz.
3. Cuando esto haya sucedido, vuelva a levantar el manto calefactor contra el matraz y continuar la ebullición. Cuando el vapor vuelva a subir, cerrar la llave de paso para que el vapor fluya ahora a través del tubo de vidrio interior hacia el recipiente interior y allí a través del disolvente.
4. Una vez que se alcanza la temperatura de ebullición y se mantiene constante, medir ambas temperaturas y determinar  $\Delta T$  (consultar el manual de instrucciones del instrumento de medida para utilizar la función de registro de datos, si lo desea).

## Ejecución (2/2)

PHYWE

5. Abrir el recipiente interior, levantar la funda protectora con la sonda de temperatura hacia arriba, añadir una pastilla de sustancia al disolvente lo más rápidamente posible y vuelva a cerrar el aparato. Ahora determinar el punto de ebullición de la solución en el recipiente interior.
6. Seguir o registrar los cambios de temperatura y ( $\Delta T$ ) con respecto a la temperatura de ebullición del disolvente puro. A continuación, abrir la llave de paso (¡importante! Esto es para garantizar que el líquido del recipiente interior no pueda ser aspirado por el matraz cuando se apague el aparato de calefacción).
7. Sólo entonces se puede apagar y bajar el manto calefactor para que la ebullición en el matraz se detenga rápidamente. Para determinar la masa del disolvente ( $= mS$ ), retirar el termómetro.
8. Retirar el recipiente interior con cuidado (¡atención! todavía está muy caliente.) y pesarlo junto con la solución que hay dentro. Anotar la masa así determinada ( $= m2$ ).

## Resultados (1/3)

PHYWE

### Resultados

Se midieron los siguientes valores:

- Masa del recipiente vacío  $m1$
- Masa del recipiente que contiene la solución  $m2$
- Masa de la sustancia disuelta  $ms$
- Masa del disolvente  $mS = m2 - m1 - ms$
- Temperatura de ebullición del disolvente  $T1$
- Temperatura de ebullición de la solución  $T2$
- Elevación del punto de ebullición  $\Delta T = T2 - T1$

## Resultados (2/3)



Dado que la elevación del punto de ebullición es proporcional a la concentración molar (= mol en 1000 g de disolvente), se aplica lo siguiente:

$$M = (ms - 1000 - K) / (mS - \Delta T)$$

$M$  = masa molar

$K$  = constante ebulloscópica

Si se determinan las constantes ebulloscópicas de los disolventes a partir de sustancias conocidas,  $K$  resulta de:

$$K = \frac{M \cdot \Delta T \cdot mL}{ms \cdot 1000}$$

## Resultados (3/3)



### Ejemplo de medición (urea/agua):

$$ms = 0.685 \text{ g}$$

$$\Delta T = 0.13 \text{ K}$$

$$mS = 45.0 \text{ g}$$

$$K = 0,515 \text{ g/mol} \cdot \text{K}$$

(para el agua como disolvente)

$$M = \frac{0.685 \text{ g} \cdot 1000 \cdot 0.515 \frac{\text{g}}{\text{mol} \cdot \text{K}}}{45.0 \text{ g} \cdot 0.13 \text{ K}} = 60.35 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad (\text{Urea} = 60,06 \text{ g/mol})$$