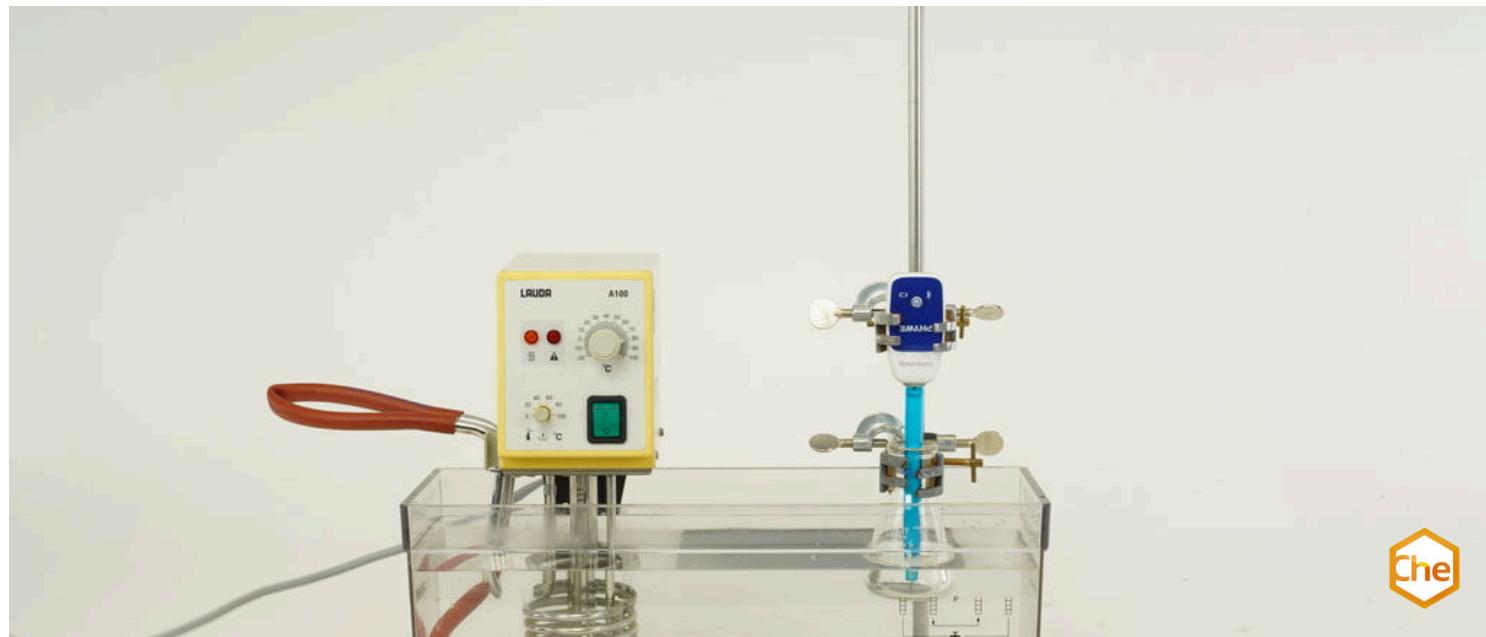


Producto de solubilidad (con Cobra SMARTsense)



La solubilidad de las sales poco solubles se expresa como el producto de solubilidad, es decir, el producto de la concentración de cationes y aniones en la solución que están en equilibrio con la sal sólida. Estas concentraciones pueden determinarse mediante mediciones de conductividad.

Química

Química General

Mezclas y separación de sustancias



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

40 minutos



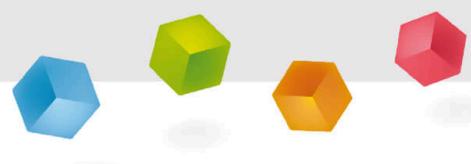
Tiempo de ejecución

30 minutos

This content can also be found online at:

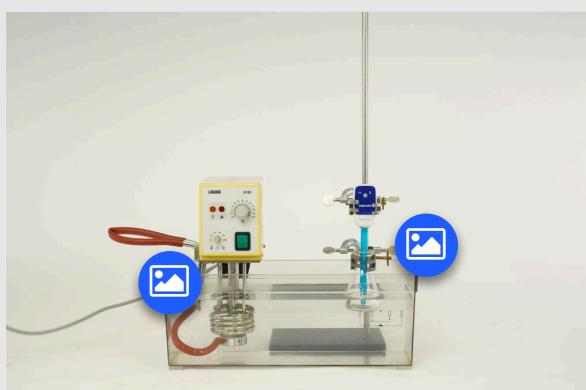


<http://localhost:1337/c/6111ed7a4734350003bc8c81>

PHYWE

Información para el profesor

Aplicación

PHYWE

El montaje experimental

La solubilidad e insolubilidad de la materia en un disolvente es muy importante. De hecho, es el fenómeno fundamental para la generación de vida en la tierra y la continuación de la vida. Existen varias interacciones químicas y físicas para que una sustancia sea soluble, poco soluble e insoluble. Desgraciadamente, la clasificación de las sales en poco solubles y fácilmente solubles no puede hacerse sobre la base de una regla simple. La determinación del producto de solubilidad permite clasificar las sales en solubles, poco solubles e insolubles. Se aplica lo siguiente:

- Producto de solubilidad grande → sal fácilmente soluble
- Producto de solubilidad pequeño → sal poco soluble

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



**Conocimiento
previo**

Los alumnos deben estar familiarizados con las sales, los iones, la solubilidad y sus unidades. Además, los estudiantes deben conocer el trabajo autónomo con agentes químicos y estar familiarizados con las buenas prácticas de laboratorio.



Principio

La solubilidad de las sales poco solubles se expresa como el producto de solubilidad, es decir, el producto de la concentración de cationes y aniones en la solución que están en equilibrio con la sal sólida. Estas concentraciones pueden determinarse mediante mediciones de conductividad.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



Objetivo

Los estudiantes aprenderán a determinar el producto de solubilidad y, al contrastar diferentes soluciones y su conductividad, los estudiantes aprenderán sobre las regularidades y correlaciones subyacentes con respecto al producto de solubilidad.



Tareas

1. Medir las conductividades de las soluciones acuosas saturadas de las sales fluoruro de calcio y carbonato de calcio a 25 °C.
2. Con la ayuda de las conductividades iónicas tabuladas, calcular los productos de solubilidad de las sales a partir de sus conductividades.

Instrucciones de seguridad

PHYWE



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

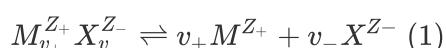
Para las frases H y P, consultar la ficha de datos de seguridad del producto químico correspondiente.



Principio (1/3)

PHYWE

Una sal poco soluble con la forma general $M_{v_+}^{z+} X_{v_-}^{z-}$ ($z+$ y $z-$ son los números de carga de los iones) forma aniones y cationes en solución acuosa según:



Debido a la extrema dilución, la constante de equilibrio K_s puede ser sustituida por el producto de solubilidad L :

$$K_s \approx (C_M^{Z_+})^{v_+} \cdot (C_X^{Z_-})^{v_-} = L \quad (2)$$

A diferencia de la constante de equilibrio, el producto de solubilidad es una función de la concentración (efecto de salinidad). La concentración de saturación c_s de una sal disuelta es la siguiente:

$$c_s = \frac{c_M^{Z_+}}{v_+} = \frac{c_X^{Z_-}}{v_-} \quad (3)$$

Principio (2/3)

PHYWE

La sustitución en la ecuación (2) da como resultado:

$$L = v_+^{v_+} v_-^{v_-} c_S (v_+ + v_-) \quad (4)$$

Tabla 1: Conductividades iónicas a dilución infinita

Ion	Conductividad iónica en $S \cdot cm^2 \cdot mol^{-1}$
Ca^{2+}	119.0
F^-	55.4
CO_{-3}^{2-}	138.6

Principio (3/3)

PHYWE

La concentración de saturación puede determinarse conductivamente. Para ello, las conductividades iónicas para una dilución infinita Λ_M, Λ_X (Tabla 1):

$$\chi = c_S (v_+ \Lambda_M + v_- \Lambda_X) \quad (5)$$

χ = Conductancia específica de la solución electrolítica

Transposición según c_S se obtiene lo siguiente:

$$c_S = \frac{\chi}{v_+ \Lambda_M + v_- \Lambda_X} \quad (6)$$

Sustituyendo en la ecuación (4), se puede calcular ahora el producto de solubilidad.

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Cobra SMARTsense - Conductividad, 0...20000 µS/cm, 0...100°C (Bluetooth)	12922-00	1
2	Termostato de inmersión Alpha A, hasta 100°C, 230 V	08493-93	1
3	Kit de circulación externa para Termostato Alpha A	08493-02	1
4	CUBETA PARA TERMOSTATO, 6 LITROS	08487-02	1
5	Manguera de conexión, d int = 6 mm, l = 1 m	39282-00	3
6	Abrazadera para tubos d = 8-16 mm	40996-02	4
7	Soporte para mechero Bunsen 75 cm	37694-00	2
8	Doble nuez	37697-00	3
9	Pinza universal	37715-01	3
10	Agitador magnético sin calefactor, 3 l, 230 V	35761-99	1
11	Varilla para agitador magnético, cilíndrica, 30 mm	46299-02	2
12	M.ERLEN.,CUE.ALTO,100ml,	46141-00	4
13	Embudo para polvo, ds= 65 mm	34472-00	1
14	Espátula-cuchara, acero inoxidable	33398-00	1
15	Mortero de porcelana, d=80 mm	32603-00	2
16	Platillos de pesado, cuadrados, 84 x 84 x 24 mm, 500unid.	45019-50	1
17	Botella de lavado, plástica, 500 ml	33931-00	1
18	CARBONATO DE CALCIO 500 G	30052-50	1
19	Fluoruro cálcico en polvo, 100 g	31175-10	1
20	SOLUC.STAND.1413æS/cm(25øC),460ml	47070-02	1
21	AGUA DESTILADA, 5000ML	31246-81	1
22	Conector de tubo recto, diámetro interior=6-10 mm	47516-01	2
23	measureLAB, Software para mediciones y evaluaciones	14580-61	1

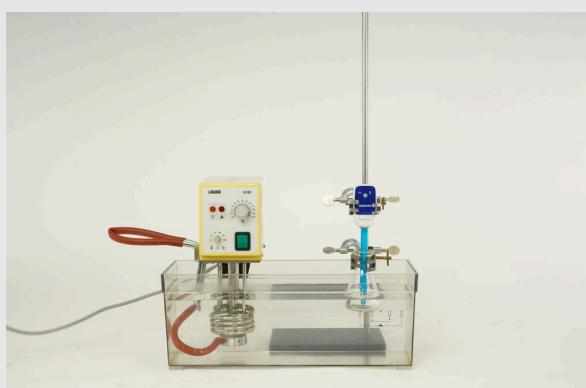
PHYWE



Montaje y ejecución

Montaje (1/2)

PHYWE



Montaje experimental final

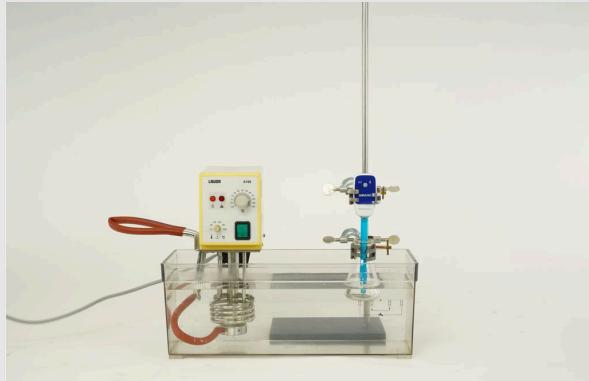
1. Llenar el baño de agua con agua. Fijar el SmartSense Conductivity al soporte mediante abrazaderas. Preparar otra abrazadera para un matraz Erlenmeyer para que el sensor pueda sumergirse en la solución.

2. Colocar el termostato en el agua y conectarlo con el equipo de circulación externa.

3. Disolver 2 g de CaF_2 y 2 g de CaCO_3 cada una en 50 ml de agua destilada en matraces Erlenmeyer separados (pulverizar las sales con el mortero antes de pesarlas).

Montaje (2/2)

PHYWE



Montaje experimental final

4. Preparar un tercer matraz Erlenmeyer con 50 ml de agua destilada y otro con 50 ml de solución patrón de calibración.
5. Controlar la calibración del Cobra SMARTsense Conductivity y, si es necesario, calibrarlo según el manual.

Ejecución

PHYWE

1. Poner barras agitadoras magnéticas en los dos matraces con las sales, calentarlos a aproximadamente 60 °C en el baño de agua y, posteriormente, agitarlos durante 30 minutos a temperatura ambiente en un agitador magnético. Para realizar las mediciones, ajustar el baño de temperatura controlada a 25 °C exactamente y equilibrar la temperatura de los cuatro matraces Erlenmeyer.
2. Utilizar la solución de calibración para calibrar la sonda de conductividad. Medir las conductividades del agua destilada y de las soluciones salinas, para lo cual la sonda de medición sólo debe sumergirse en las soluciones claras sin agitar la fase sólida.
3. Enjuagar a fondo la sonda de conductividad antes de cada nueva medición. Restar el valor de la conductancia del agua destilada del de las soluciones salinas.

Resultados

PHYWE

Datos y resultados

Realizar el cálculo para ambas sales de la sección "Principio".

Un ejemplo (los resultados experimentales pueden variar):

$$CaF_2 : 4.43 \cdot 10^{-11} (\text{lit.: } 3.4 \cdot 10^{-11}) \text{ mol}^3 \cdot l^{-3}$$

$$CaCO_3 : 6.82 \cdot 10^{-8} (\text{lit.: } 4.96 \cdot 10^{-9}) \text{ mol}^3 \cdot l^{-3}$$

Nota:

La conductividad de las soluciones se ve fuertemente afectada incluso por trazas mínimas de contaminantes y por la temperatura. Así, para la medición del producto de solubilidad del carbonato de calcio, el valor medido se ve falseado por el dióxido de carbono disuelto en el aire. Como resultado de la formación de carbonato de hidrógeno, la solubilidad aumenta y, en consecuencia, también la conductividad.