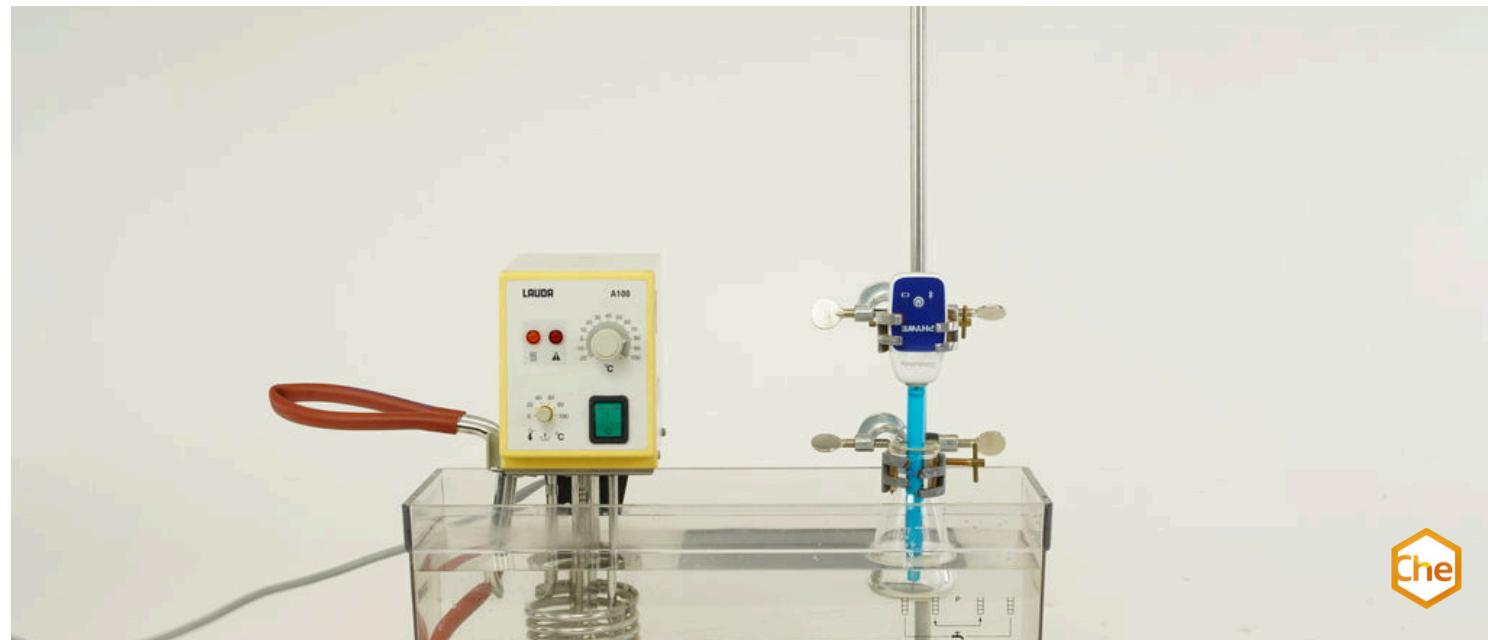


Продукты растворимости с Cobra SMARTsense



Растворимость плохо растворимых солей выражается как произведение растворимости, то есть произведение концентрации катионов и анионов в растворе, которые находятся в равновесии с твердой солью. Эти концентрации можно определить с помощью измерений проводимости.

Химия

Общая химия

Смеси и разделение вещества



Уровень сложности



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

средний

2

40 Минут

30 Минут

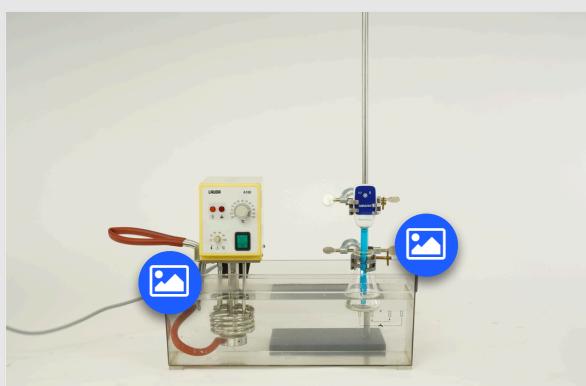
This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/6177ed6f75075d0003fb7480>



Общая информация

Описание



Экспериментальная установка

Растворимость и нерастворимость вещества в растворителе очень важны. По сути, это фундаментальное явление для зарождения жизни на Земле и продолжения жизни. Существуют различные химические и физические взаимодействия, при которых вещество должно быть растворимым, плохо растворимым и нерастворимым. К сожалению, классификация солей на плохо растворимые и легко растворимые соли не может быть произведена на основе простого правила. Определение произведения растворимости позволяет классифицировать соли на растворимые, плохо растворимые и нерастворимые. Применимо следующее:

- Произведение растворимости большое → легкорастворимая соль
- Произведение растворимости мало → плохо растворимая соль

Дополнительная информация (1/2)



Предварительные знания



Учащиеся должны быть знакомы с солями, ионами, растворимостью и ее единицами. Кроме того, они должны уметь самостоятельно работать с химическими реактивами и быть знакомы с надлежащими лабораторными методами.

Научный принцип



Растворимость плохо растворимых солей выражается как произведение растворимости, то есть произведение концентрации катионов и анионов в растворе, которые находятся в равновесии с твердой солью. Эти концентрации можно определить с помощью измерений проводимости.

Дополнительная информация (2/2)



Цель обучения



Учащиеся узнают, как определить произведение растворимости, и, сравнивая различные растворы и их проводимость, узнают об основных закономерностях и корреляциях в отношении произведения растворимости.

Задачи



1. Измерьте электропроводность насыщенных водных растворов солей фторида кальция и карбоната кальция при 25 °C.
2. С помощью таблицы ионной проводимости вычислите произведения растворимости солей по их проводимости.

Инструкции по технике безопасности



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

Правила работы с опасными веществами приведены в соответствующих паспортах безопасности!



Теория (1/3)



Плохо растворимая соль с общей формой $M_{v+}^{z+} X_{v-}^{z-}$ ($z+$ и $z-$ - зарядовые числа ионов) образует анионы и катионы в водном растворе в соответствии с:



. Из-за чрезмерного разбавления константу равновесия K_s можно заменить произведением растворимости L :

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

. В отличие от константы равновесия произведение растворимости является функцией концентрации (эффект высыпивания). Концентрация насыщения c_s растворенной соли происходит следующим образом:

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

Теория (2/3)

Подстановка в уравнение (2) приводит к:

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

Таблица 1: Ионная проводимость при бесконечном разбавлении

Ион	Ионная проводимость, См · см ² · моль ⁻¹
Ca^{2+}	119.0
F^-	55.4
CO_3^{2-}	138.6

Теория (3/3)

Концентрация насыщения может быть определена кондуктометрическим методом. Для этого используются ионные проводимости для бесконечного разбавления Λ_M , Λ_X (Таблица 1):

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

где χ = удельная проводимость раствора электролита.

Путем транспонирования согласно c_S , получается следующее:

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

Подставляя в уравнение (4), теперь можно рассчитать произведение растворимости.

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Cobra SMARTsense - Проводимость, 0...20000 μ S/cm, 0...100°C (Bluetooth)	12922-00	1
2	Погружной термостат Alpha A, до 100 °C, 220 В	08493-93	1
3	Насос для термостата Alpha A	08493-02	1
4	Ванна для термостата, 6 л	08487-02	1
5	Резиновые трубы, внутренний d=6 мм	39282-00	3
6	Зажим для трубы, d=8-16 мм	40996-02	4
7	Подставка для штатива Бунзена, 210x130 мм, h=750 мм	37694-00	2
8	Прямоугольный зажим	37697-00	3
9	Универсальный зажим	37715-01	3
10	Магнитная мешалка без подогрева для 3 л, 230 В	35761-99	1
11	Магнитная мешалка, цилиндрическая, 30 мм	46299-02	2
12	Колба Эрленмейера, узкогорлая, 100 мл	46141-00	4
13	Воронка для насыпания, верхний d=65 мм, PP	34472-00	1
14	Ложка, спец. сталь	33398-00	1
15	Ступка с пестиком, 70 мл, фарфор	32603-00	2
16	Чашечки для взвешивания, 500 шт.	45019-50	1
17	Промывалка, пластмасса, 500 мл	33931-00	1
18	Карбонат кальция, порошок, 500 г	30052-50	1
19	Фторид кальция, чист., 100 г	31175-10	1
20	Эталонный раствор, 1413 μ S/cm (25°C), 460 мл	47070-02	1
21	Вода, дистиллирован., 5 л	31246-81	1
22	Соединительный патрубок, d=6-10 мм	47516-01	2
23	Программное обеспечение "measureLAB" многократная лицензия	14580-61	1

PHYWE



Подготовка и выполнение работы

Подготовка (1/2)

PHYWE



Экспериментальная установка

1. Наполните водяную баню водой. Прикрепите к подставке датчик SmartSense - Проводимость с помощью зажимов. Подготовьте еще один зажим для колбы Эrlenmeyera, чтобы датчик можно было погрузить в раствор.
2. Поместите термостат в воду и соедините его с комплектом внешней циркуляции.
3. Растворите 2 г CaF_2 и 2 г CaCO_3 каждой в 50 мл дистиллированной воды в отдельных колбах Эrlenmeyera (перед взвешиванием измельчите соли пестиком в ступке).

Подготовка (2/2)



Экспериментальная установка

4. Подготовьте третью колбу Эrlenmeyera с 50 мл дистиллированной воды и еще одну с 50 мл калибровочного стандартного раствора.

5. Проконтролируйте калибровку датчика *Cobra SMARTsense* - Проводимость и, при необходимости, откалибруйте его в соответствии с руководством.

Выполнение работы



1. Поместите стержни магнитной мешалки в две колбы с солями, нагрейте их примерно до 60°C на водяной бане и затем перемешайте их в течение 30 минут при комнатной температуре на магнитной мешалке. Для проведения измерений установите термостатируемую баню точно на 25°C и температуру, уравновешивающую четыре колбы Эrlenmeyera.

2. С помощью калибровочного раствора откалибруйте датчик проводимости. Измерьте электропроводность дистиллированной воды и солевых растворов, при этом измерительный зонд следует погружать только в прозрачные растворы, не взбалтывая и не перемешивая твердую фазу.

3. Перед каждым новым измерением тщательно промывайте датчик проводимости. Значение проводимости дистиллированной воды следует вычесть из значений проводимости солевых растворов.

Оценка



Данные и результаты

Выполните расчет для обеих солей из раздела "Теория".

Пример (экспериментальные результаты могут отличаться):

$$CaF_2 : 4.43 \cdot 10^{-11} \text{ (табл. : } 3.4 \cdot 10^{-11}) \text{ моль}^3 \cdot \text{л}^{-3}$$

$$CaCO_3 : 6.82 \cdot 10^{-8} \text{ (табл. : } 4.96 \cdot 10^{-9}) \text{ моль}^3 \cdot \text{л}^{-3}$$

Примечание:

На проводимость растворов сильно влияют даже мельчайшие следы загрязнений и температура. Таким образом, при измерении произведения растворимости карбоната кальция измеренное значение искажается растворенным диоксидом углерода из воздуха. В результате образования гидрокарбоната растворимость увеличивается, а следовательно, увеличивается и проводимость.