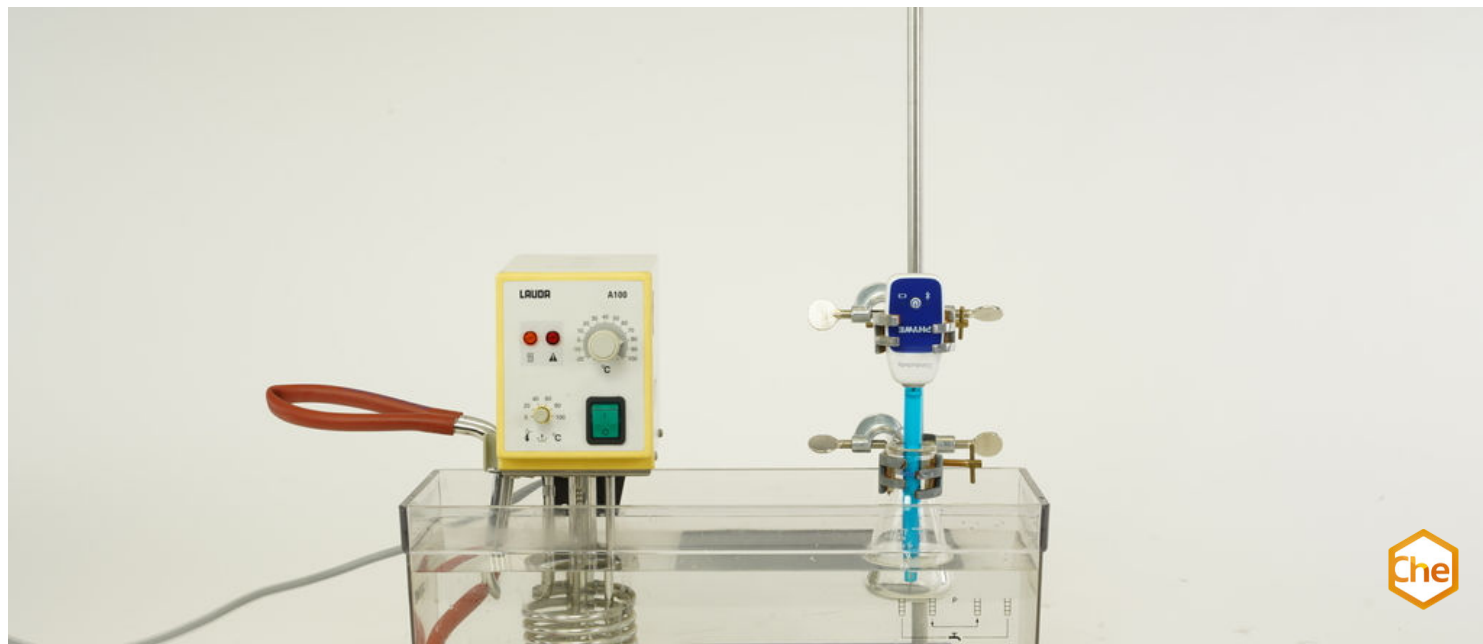


Продукти розчинності з Cobra SMARTsense



Розчинність погано розчинних солей виражається як добуток розчинності, тобто добуток концентрації катіонів та аніонів у розчині, які перебувають у рівновазі з твердою сіллю. Ці концентрації можна визначити за допомогою вимірювань електропровідності.

Chemistry

General Chemistry

Substances mixtures & separation



Рівень складності

середній



Розмір групи

-



Час підготовки

40 хвилини



Час виконання

30 хвилини

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/64e2114b5b9881000247c35d>

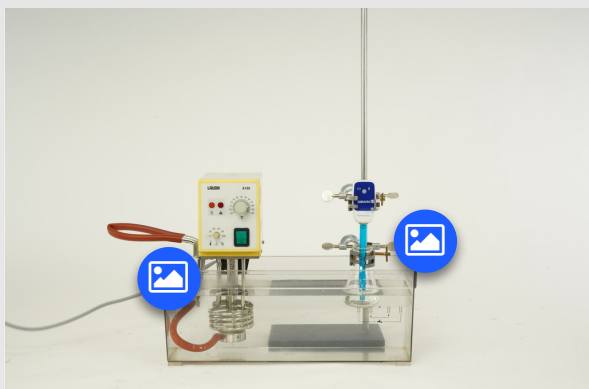
PHYWE

Загальна інформація



Опис

PHYWE



Експериментальна установка

Розчинність і нерозчинність матеріалу в розчиннику дуже важлива. Фактично, це фундаментальне явище для зародження і продовження життя на Землі. Існують різні хімічні та фізичні взаємодії для того, щоб речовина була розчинною, малорозчинною та нерозчинною. На жаль, класифікація солей на малорозчинні та легкорозчинні не може бути здійснена на основі простого правила. Визначення добутку розчинності дозволяє класифікувати солі на розчинні, малорозчинні та нерозчинні. Застосовується наступне правило:

- Добуток розчинності великий → легкорозчинна сіль
- Добуток розчинності малий → погано розчинна (малорозчинна) сіль

Додаткова інформація (1/2)

PHYWE

Попередні знання



Студенти мають бути знайомі з солями, іонами, розчинністю та її одиницями. Крім того, вони мають уміти самостійно працювати з хімічними реактивами та бути знайомими з належними лабораторними методами.

Науковий принцип



Розчинність погано розчинних солей виражається як добуток розчинності, тобто добуток концентрації катіонів і аніонів у розчині, які перебувають у рівновазі з твердою сіллю. Ці концентрації можна визначити за допомогою вимірювань електропровідності.

Додаткова інформація (2/2)

PHYWE

Мета навчання



Студенти дізнаються, як визначити добуток розчинності, і, порівнюючи різні розчини та їхню провідність, дізнаються про основні закономірності та кореляції щодо добутку розчинності.

Завдання



1 Виміряйте електропровідність насичених водних розчинів солей фториду кальцію та карбонату кальцію за 25 °C.

2. За допомогою таблиці йонної провідності обчисліть добутки розчинності солей за їхньою електропровідністю.

Інструкції з техніки безпеки

PHYWE

До цього експерименту застосовуються загальні інструкції щодо безпечного проведення експериментів під час викладання природничих наук.

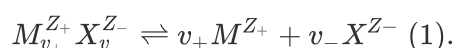
Правила роботи з небезпечними речовинами наведено у відповідних паспортах безпеки!



Теорія (1/3)

PHYWE

Погано розчинна сіль із загальною формою $M_{v+}^{z+} X_{v-}^{z-}$ (z^+ і z^- - зарядові числа іонів) утворює аніони і катіони у водному розчині відповідно до:



Через надмірне розведення константу рівноваги K_s можна замінити добутком розчинності L :

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

На відміну від константи рівноваги добуток розчинності є функцією концентрації (ефект висалювання). Концентрація насичення c_S розчиненої солі відбувається таким чином:

$$c_S = \frac{c_M^{z+}}{v_+} = \frac{c_M^{z-}}{v_-} \quad (3)$$

Теорія (2/3)

PHYWE

Підстановка в рівняння (2) приводить до:

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

Таблиця 1: Іонна провідність при нескінченному розведенні

Іон	Іонна провідність, $\text{См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$
Ca^{2+}	119.0
F^-	55.4
CO_2^{-3}	138.6

Теорія (3/3)

PHYWE

Концентрація насичення може бути визначена кондуктометричним методом. Для цього використовуються іонні провідності для нескінченного розведення Λ_M , Λ_X (Таблиця 1):

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

де χ = питома електропровідність розчину електроліту.

Після перестановки відповідно до c_S отримаємо наступне:

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

Підставляючи в рівняння (4), тепер можна розрахувати добуток розчинності.

Обладнання

PHYWE

Позиція	Матеріал	Пункт №.	Кількість
1	Cobra SMARTsense - Conductivity - Електрорівдність, 0...20000 мкСм/см, 0...100°C (Bluetooth)	12922-01	1
2	Занурювальний 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	Гумові трубки, внутрішній d=6 мм	39282-00	3
6	Затискач для трубки, d=8-16 мм	40996-02	4
7	Підставка для штатива Бунзена, 210x130 мм, h=750 мм	37694-00	2
8	Прямокутний затискач	37697-00	3
9	Універсальний затискач	37715-01	3
10	Магнітна мішалка без підігріву, для 3 л, 230 В	35761-99	1
11	Магнітна мішалка. циліндрична. 30 мм	46299-02	2

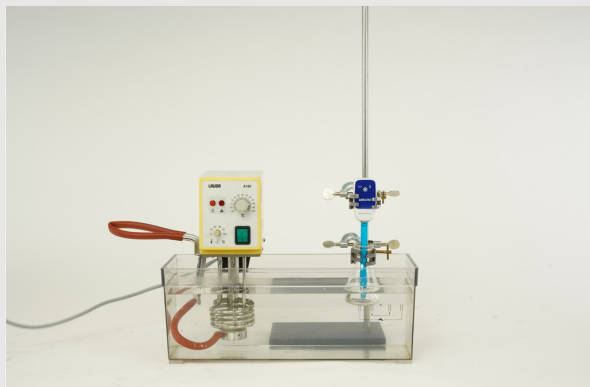
PHYWE



Підготовка та виконання роботи

Підготовка (1/2)

PHYWE

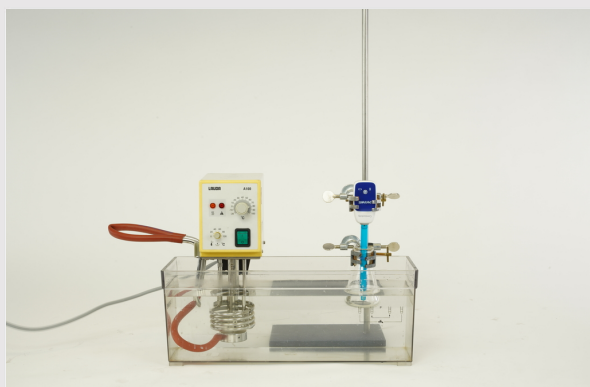


Експериментальна установка

1. Наповніть ванночку для термостата водою. Прикріпіть до штативу датчик SmartSense - Електропровідність (Cobra SMARTsense Conductivity) за допомогою затискачів. Підготуйте ще один затискач для колби Ерленмейєра, щоб датчик можна було занурити в розчин.
2. Помістіть термостат у воду і з'єднайте його з комплектом зовнішньої циркуляції.
3. Розчиніть 2 г CaF_2 і 2 г CaCO_3 кожної в 50 мл дистильованої води в окремих колбах Ерленмейєра (перед зважуванням подрібніть солі товкачиком у ступці).

Підготовка (2/2)

PHYWE



Експериментальна установка

4. Підготуйте третю колбу Ерленмейєра з 50 мл дистильованої води та ще одну з 50 мл калібрувального стандартного розчину.
5. Проконтролюйте калібрування датчика Cobra SMARTsense - Електропровідність (Cobra SMARTsense Conductivity) і, за необхідності, відкалібруйте його.

Виконання роботи

PHYWE

1. Помістіть у ванночку термостату дві колби з солями, нагрійте їх приблизно до 60 °C, а потім перемішуйте протягом 30 хвилин при кімнатній температурі на магнітній мішалці. Для проведення вимірювань встановіть термостат на температуру точно 25 °C і зрівноважте температуру в чотирьох колбах Ерленмейєра.
2. За допомогою калібрувального розчину відкалібруйте датчик електропровідності. Виміряйте електропровідність дистильованої води та сольових розчинів, водночас вимірювальний датчик слід занурювати тільки в прозорі розчини, не збовтуючи і не перемішуючи тверду фазу.
3. Перед кожним новим вимірюванням ретельно промивайте датчик електропровідності. Значення електропровідності дистильованої води слід відняти від значень електропровідності сольових розчинів.

Оцінка

PHYWE

Дані та результати

Виконайте розрахунок для обох солей із розділу "Теорія".

Приклад (експериментальні результати можуть відрізнятися):

$$\text{CaF}_2 : 4.43 \cdot 10^{-11} \text{ (табл. : } 3.4 \cdot 10^{-11}) \text{ моль}^3 \cdot \text{л}^{-3}$$

$$\text{CaCO}_3 : 6.82 \cdot 10^{-8} \text{ (табл. : } 4.96 \cdot 10^{-9}) \text{ моль}^3 \cdot \text{л}^{-3}$$

Примітка:

На електропровідність розчинів сильно впливають навіть найдрібніші домішки і температура. Таким чином, під час вимірювання добутку розчинності карбонату кальцію виміряне значення спотворюється розчиненням діоксидом вуглецю з повітря. Унаслідок утворення гідрокарбонату розчинність збільшується, а отже, збільшується і електропровідність.