



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ

Факультет химии и химической
технологии

ОСНОВЫ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИИ

Надиров Рашид Казимович
к.х.н.

Модуль 3-2

Разделение пульпы. Очистка и концентрирование растворов.

Лекция 9

Образование осадков в гидрометаллургии

Осаждение и соосаждение

Осаждение – это выделение из раствора одного или нескольких химических компонентов в виде малорастворимого соединения (осадка).

Вещество осаждают из раствора добавлением соответствующих реагентов.

Соосаждение – переход в осадок примесей (микрокомпонентов), сопутствующий осаждению основного вещества.

Труднорастворимые соединения

- гидроксиды (Al(OH)_3 , Fe(OH)_3 , Co(OH)_3 , Be(OH)_2 , ...)
- основные соли ($x\text{MeSO}_4 \times Y\text{Me(OH)}_2$, ...)
- сульфиды (ZnS , CuS , In_2S_3 , ...)
- соли неорганических кислот (AgCl , CaWO_4 , CaMoO_4 , фосфаты, арсенаты, карбонаты...)
- соли органических кислот (оксалаты, ксантогенаты,...)

Произведение растворимости (ПР)

Произведение растворимости (ПР) — произведение концентраций ионов малорастворимого электролита в его насыщенном растворе при постоянных температуре и давлении. Произведение растворимости — величина постоянная.

$$K_m A_{n(m\vartheta)} = m K_{p-p}^{n+} + n A_{p-p}^{m-}$$

ПРОИЗВЕДЕНИЕ РАСТВОРИМОСТИ:

$$PR = (K_s) = [K^{n+}]^m \times [A^{m-}]^n$$

Произведение растворимости (ПР)

По значению ПР можно:

- рассчитать условия осаждения
- определить растворимость данного осадка в данных условиях
- выяснить, какой осадок будет выпадать первым

Произведение растворимости (ПР)

Если произведение концентраций ионов (ионное произведение, ИП) меньше величины ПР, то осадок не образуется, и наоборот.

ИП < ПР – осадок **НЕ образуется**

ИП > ПР – осадок образуется. Осадок выделяется до тех пор, пока не будет достигнута величина ПР.

Из двух труднорастворимых соединений в первую очередь выпадет тот осадок, произведение растворимости которого будет наименьшим.

Выпадет ли в осадок сульфит меди?

Задача:

В 100 м³ дистиллированной воды насыпали 10 г сульфита меди CuSO₃ и тщательно перемешали; все количество соли растворилось в воде. Из начального объема, 99 л воды выпарили; конечный объем раствора составил 1 л.

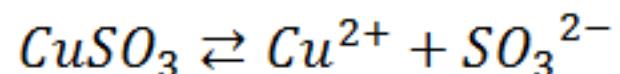
Вопрос:

Выпадет ли в осадок сульфит меди, и если да, то какой массы?

Выпадет ли в осадок сульфит меди?

Решение задачи

Найдем табличное значение произведения растворимости сульфита меди:



$$\text{ПР}_{CuSO_3} = [Cu^{2+}] \cdot [SO_3^{2-}] = 2,36 \cdot 10^{-10}$$

$$[Cu^{2+}] = [SO_3^{2-}] \quad \longrightarrow \quad [Cu^{2+}] = \sqrt{2,36 \cdot 10^{-10}} = 1,54 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Если конечная концентрация ионов меди (или сульфит-ионов) будет выше значения $1,54 \times 10^{-5}$ моль/л, то осадок образуется. И наоборот.

Выпадет ли в осадок сульфит меди?

Массовая концентрация сульфита меди нам известна (10 г/м^3). Определим молярную концентрацию сульфита меди в растворе.

Молярная масса сульфита меди: $M (\text{CuSO}_3) = 64 + 32 + 3 \times 16 = 144 \text{ г/моль}$

Количество молей сульфита меди: $v (\text{CuSO}_3) = 10/144 = 6,944 \times 10^{-2} \text{ моль}$

Молярная концентрация сульфита меди в растворе:

$$c (\text{CuSO}_3) = n/V = 6,944 \times 10^{-2} \text{ моль}/1000 \text{ л} = 6,944 \times 10^{-5} \text{ моль/л}$$



$$[\text{Cu}^{2+}] = [\text{SO}_3^{2-}] = 6,944 \times 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Сульфит меди выпадает в осадок

$$[\text{Cu}^{2+}] = [\text{SO}_3^{2-}] = 6,944 \times 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Концентрация ионов меди в насыщенном растворе: $1,54 \times 10^{-5}$ моль/л



Осадок образуется!

Найдем массу осадка.

Определим «лишнее» количество ионов меди: $6,944 \times 10^{-5} - 1,54 \times 10^{-5} = 5,404 \times 10^{-5}$ моль/л

На весь объем раствора: $5,404 \times 10^{-5}$ моль/л $\times 1000$ л = $5,404 \times 10^{-2}$ моль

Масса сульфита меди в осадке:

$$5,404 \times 10^{-2} \text{ моль} \times 144 \text{ г/моль} = 7,83 \text{ г}$$

В лекции использованы материалы

- Борбат В.Ф. Гидрометаллургия. М.: Металлургия, 1986. -263 с.