

溶液の性質 03 水和水をもつ結晶の溶解度

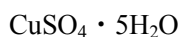
今回は固体の溶解度に関する応用問題をやって、さらに理解を深めましょう。

A. 硫酸銅(II)について

皆さん、硫酸銅(II)の乾燥粉末 CuSO_4 の色は何色ですか?

「青色で〜す!」ちがうんですネ。答えは白色なんです。

でも硫酸銅(II) といえば「青色」という印象がありますよネ。



<http://blogs.yahoo.co.jp/yosizebra/14601919.html>

実はその色は「硫酸銅(II) 五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 」という結晶の色なんです。

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は、正確には、 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ という化学式で表され、

$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ (テトラアクア銅(II) イオン) が青色をしているからなんです。

硫酸銅水溶液が青色をしているのも水溶液中の $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ によります。

通常、硫酸銅(II) といえば、この五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ のことをいいます。

これに対し、 CuSO_4 は無水硫酸銅(II)と呼ばれます。



<http://big5.made-in-china.com/gongying/txylcjw-hGuExqYOOmdH.html>

もちろん、無水硫酸銅(II) CuSO_4 を水に溶かすと H_2O と反応し $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ が生じ、

その溶液の色は青色になります。

B. 水和水をもつ結晶の溶解度 硫酸銅(II)を例に

水和水をもつ結晶の溶解度問題の主役といえば硫酸銅(II)です。

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶を水に溶かすと、 Cu^{2+} と SO_4^{2-} は溶質、 $5\text{H}_2\text{O}$ は溶媒となります。

この水溶液を再結晶させると、析出するのは $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶です。

無水硫酸銅(II) CuSO_4 を溶かした水溶液でも、析出するのは $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の結晶です。

固体の溶解度は無水物の溶解度で示すのが普通です。

したがって、水和水の水溶液の問題では水和水(結晶水)の取り扱いがポイントになります。

例題

CuSO_4 の水に対する溶解度は、 20°C で 20、 60°C で 40 である。

次の問いに答えよ。ただし、式量は $\text{CuSO}_4=160$ 、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}=250$ とする。

- (1) 60°C の飽和水溶液 700g には何 g の CuSO_4 が溶けているか。
- (2) 60°C の飽和水溶液 700g を 20°C まで冷却すると、何 g の $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ が析出するか。

解答と解説

(1)

x [g] 溶けているとすると、下表のようになる。

温度 ($^\circ\text{C}$)	CuSO_4 (g)	水(g)	溶液(g)
60	40	100	140
60	x	$700 - x$	700

比例式 $\frac{x}{40} = \frac{700}{140}$ を使うと計算が楽なので、これを使うことにより、 $x = 40 \times \frac{700}{140} = 200$

よって、200g ……(答)

(2)

y [g] の $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ が析出したとすると、それに含まれる CuSO_4 の質量は $\frac{160}{250}y$ [g]

よって、 20°C の飽和溶液中の CuSO_4 の質量は $200 - \frac{160}{250}y$ [g]

したがって、 20°C の飽和溶液は下表のようになる。

温度 ($^\circ\text{C}$)	CuSO_4 (g)	水(g)	溶液(g)
20	20	100	120
20	$200 - \frac{160}{250}y$	求める必要なし	$700 - y$

比例式 $\frac{200 - \frac{160}{250}y}{20} = \frac{700 - y}{120}$ より、

$$120 \left(200 - \frac{160}{250}y \right) = 20(700 - y) \Leftrightarrow 6 \left(200 - \frac{16}{25}y \right) = 700 - y \quad \therefore y \approx 176.0$$

よって、176g ……(答)

確認問題

シュウ酸の結晶 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を 25.2g とり、これを 60°C の水 100 g に溶かした。
この水溶液を 20°C まで冷却したとき、何 g のシュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が析出するか。
シュウ酸無水物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ の水に対する溶解度は、 20°C で 10、 60°C で 44 である。
原子量は、 $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12$ 、 $\text{O}=16$ とする。

解答

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ の式量はそれぞれ 126 と 90 だから、

25.2g のシュウ酸の結晶 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ に含まれる $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ の質量は $25.2 \times \frac{90}{126} = 18 \text{ g}$

これと 60°C のシュウ酸の結晶の溶解度が 44 であることから、

このシュウ酸の全量が 60°C 、100g の水に溶ける。

したがって、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ が 18g 溶けた質量 125.2g、温度 60°C の溶液ができる。

これを 20°C まで冷却したとき、 $x \text{ [g]}$ のシュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ が析出したとすると、

それに含まれる $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ の質量は $\frac{90}{126}x$ だから、 20°C の飽和溶液は下表のようになる。

温度 ($^\circ\text{C}$)	$\text{CuSO}_4 \text{ (g)}$	水 (g)	溶液 (g)
20	10	100	110
20	$18 - \frac{90}{126}x$	求める必要なし	$125.2 - x$

よって、 $110 \left(18 - \frac{90}{126}x \right) = 10(125.2 - x)$ より、 $x \approx 10.6 \quad \therefore 11 \text{ g}$

ことわり

本編はメルマガ高校化学の部屋 <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Poplar/8632/>

バックナンバー中の記載「このメルマガは、転載・複写自由です。」に甘え、

内容を保ったまま、整理・加筆し、転載したものです。

大学理系入試問題・受験問題集を解いてみた <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/>