

問題 8. 硫酸銅とその水和物

英国の芸術家 Roger Hiorns は、アパートの一室を過飽和の硫酸銅(II)水溶液で完全に満たした。その溶液を除去すると、青い結晶がその部屋の壁、床、天井に残った。

1. この結晶の化学式を書け。
2. アパート内の湿度は常に低いレベルにある。クラウジウス-クラペイロン(Clausius-Clapeyron)の式を使って、相対湿度が 35%になるときの温度を計算せよ。



※相対湿度：水の、その温度における飽和蒸気圧に対する蒸気圧の割合

硫酸銅(II)は、研究室において、例えば無水エタノールを得るための乾燥剤としてしばしば用いられる。

3. 水を含むエタノールを精留することによってエタノール濃度を上昇させることができるが、95.5 重量%以上に濃度を高めることはできない。その原因となる事実として正しいものを次の中から選べ。

- a) 水蒸気とエタノール蒸気の圧力が同じである
- b) 気相と液相中のエタノールのモル分率が等しい
- c) 水はエタノールと安定な錯体を形成する
- d) エタノールが空気から水蒸気を吸収する

エタノールをさらに脱水するためには、エタノールに無水硫酸銅(II)を加える。液体をしばらく静置し、上澄みだけ回収した後、さらに一盛の無水硫酸銅(II)を加える。この操作を2~3回繰り返し、硫酸銅(II)が青色に変化しなくなったら操作は終了である。そして、エタノールはろ過後、蒸留するとよい。

4. 室温において、この方法を用いて得られる最小の水含有量(質量パーセント)はいくつか?

残留する水の含有量をさらに下げることについて、二人の化学者が乾燥操作をどのような温度、すなわち高い温度で行った方が良いか低い温度で行った方が良いか、について議論した。

5. エタノールを 0°C と 40°C で乾燥させた場合に、最小となる水含有量をそれぞれ計算せよ。

必要な情報. エタノール中に希薄に含まれる水の蒸気圧は $p = p_{\text{sat}} \gamma x$ で与えられる。ここで、 p_{sat} は水の飽和蒸気圧で、 x は溶液中の水のモル分率、 γ は水の活量係数である。なお、水の活量係数は温度にほとんど依存せず 2.45 で一定とみなすことができる。

	$\Delta_f H_{298}^\circ / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	$p_{\text{sat}} / \text{Pa} (298\text{K})$
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	-2277.4	1047
$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	-1688.7	576
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	-1084.4	107
CuSO_4	-770.4	
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-285.83	3200
$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$	-241.83	