

右表は、ある温度における水 100 g に溶ける溶質の最大質量 (g) を示したものである。この表の数値をもとに、以下の問いに答えよ。なお、それぞれの化合物の式量または分子量は、 $\text{KNO}_3=101$ 、 $\text{KCl}=74.5$ 、 $\text{CuSO}_4=160$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4=132$ 、 $\text{H}_2\text{O}=18.0$ とする。計算結果は有効数字 3 桁で示せ。

溶解度 (g/100g 水)

溶質 \ 温度	0 °C	10 °C	20 °C	40 °C
KNO_3	13.3	22.0	31.6	63.9
KCl	28.1	31.2	34.2	40.1
CuSO_4	14.0	17.0	20.2	28.7
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	29.3	29.6	30.0	30.9

- (1) 40 °C の飽和硝酸カリウム溶液 100 g を 10 °C まで冷却した。このとき析出する硝酸カリウム (KNO_3) の質量を求めよ。
- (2) 20 °C の 30.0 % (質量パーセント濃度) 塩化カリウム溶液をつくることはできるか。理由をあげて答えよ。
- (3) 20 °C で水 1000 g を使って硫酸銅(II)飽和溶液をつくるのに必要な硫酸銅(II)五水和物 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) の質量を求めよ。
- (4) 20 °C の水 100 g に、結晶水を含まない各溶質 1 g を溶かした次の 3 つの溶液がある。
 (A) 硝酸カリウム溶液 (B) 塩化カリウム溶液 (C) 硫酸アンモニウム溶液
 これらの溶液を冷却したときに最も低い温度で凍るのはどれか。(A)~(C) の記号で答えよ。また、その理由も書け。

解答

(1) 25.6 g

(2) 20℃の飽和溶液の質量%は $\frac{34.2}{100+34.2} \times 100 \doteq 25.5\%$ であるから、30%

KCl溶液はできない。

(3) 356 g

(4) (B) (理由) 水100 g中のイオンの総物質量は

$$(A) \text{KNO}_3 : \frac{1}{101} \times 2 = \frac{1}{50.5} \text{ (mol)}$$

$$(B) \text{KCl} : \frac{1}{74.5} \times 2 = \frac{1}{37.25} \text{ (mol)}$$

$$(C) (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 : \frac{1}{132} \times 3 = \frac{1}{44} \text{ (mol)}$$

溶液の凝固点降下度は溶質粒子数に比例するから、物質量の最も大きい(B)の凝固点が最も低い。

解説

(1) 析出する KNO_3 の質量を x [g]とすると

$$\frac{\text{析出量}}{\text{溶液量}} : \frac{x}{100} = \frac{63.9 - 22.0}{100 + 63.9} \quad \text{ゆえに} \quad x \doteq 25.56 \doteq 25.6 \text{ (g)}$$

(3) 求める硫酸銅(II)五水和物を x [g]とすると、この中に含まれる CuSO_4 (無水物)は

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 160 + 90 = 250 \quad \text{より} \quad \frac{160}{250} x \text{ [g] である。}$$

$$\text{よって} \quad \frac{\text{溶質}}{\text{溶液}} : \frac{\frac{160}{250} x}{1000 + x} = \frac{20.2}{100 + 20.2}$$

$$\text{ゆえに} \quad x \doteq 356.2 \doteq 356 \text{ (g)}$$