

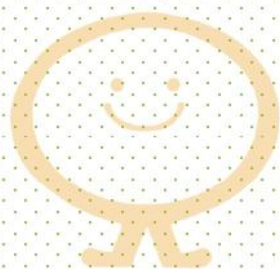
1学期 中間試験 対策講習

中2甲陽化学①

本日授業で扱う内容は

理科0「溶液の濃度・溶解度」です。

重要な問題を集めていますので、試験前に必ず解き直しをするように！



STUDY COLLABO.

SOUTHGATE

【問題】

1

次の各問いに答えよ。H=1.0, O=16, Na=23

- (1) 水酸化ナトリウム 0.10 mol を水 16 g に溶かした溶液の質量パーセント濃度はいくらか。 []%
- (2) 質量パーセント濃度が 2.0 % の塩化亜鉛水溶液を 200 g つくるためには、塩化亜鉛と水はそれぞれ何 g 必要か。 塩化亜鉛 [] g, 水 [] g
- (3) 0.40 mol/L の塩化ナトリウム水溶液 25 mL 中の塩化ナトリウムは何 mol か。 [] mol
- (4) 12 mol/L の濃塩酸を水で薄めて、濃度が 2.0 mol/L の希塩酸を 500 mL つくりたい。濃塩酸何 mL を水で薄めればよいか。 [] mL

2

次の記述のうち、1.00 mol/L の硝酸水溶液の正しい調製方法はどれか。ただし、70 % 硝酸の比重は 1.42 とする。H=1.0, C=12, N=14, O=16 []

- (1) 70 % 硝酸を 31.7 mL はかり取り、水を加えて全量を 500 mL とする。
- (2) 70 % 硝酸を 63.4 mL はかり取り、水を 1000 mL 加える。
- (3) 70 % 硝酸を 67.7 mL はかり取り、水を 1000 mL 加える。
- (4) 70 % 硝酸を 127 mL はかり取り、水を加えて全量を 1000 mL とする。
- (5) 70 % 硝酸を 45.0 g はかり取り、水を 500 mL 加える。
- (6) 70 % 硝酸を 90.0 g はかり取り、水を加えて全量を 1000 g とする。

3

次の問いに答えよ。原子量は、H=1.0, C=12, O=16, Na=23, S=32

- (1) 濃度が 40.0 % の希硫酸の密度は 1.30 g/cm^3 である。
 - ① この希硫酸 1.00 L の質量は何 g か。 [] g
 - ② この希硫酸 1.00 L 中には、硫酸 H_2SO_4 が何 g 含まれているか。 [] g
 - ③ この希硫酸のモル濃度はいくらか。 [] mol/L
 - ④ この希硫酸 300 mL 中には、硫酸 H_2SO_4 が何 mol 含まれているか。 [] mol

(2) 1.00 mol/L の炭酸ナトリウム Na_2CO_3 水溶液の密度は 1.10 g/cm^3 である。

- ① この水溶液の質量パーセント濃度はいくらか。 [] %
- ② この水溶液 20.0 mL を水で薄めて 500 mL にした溶液のモル濃度はいくらか。 [] mol/L

4

硝酸カリウムの水に対する溶解度は、20 °C で 32, 60 °C で 109, 80 °C で 169 g/100 g 水である。

- (1) 60 °C の飽和溶液 100 g 中に溶けている硝酸カリウムは何 g か。 [] g
- (2) 60 °C の飽和溶液 100 g を 20 °C に冷却すると、結晶は何 g 析出するか。 [] g
- (3) 80 °C の飽和溶液 100 g を 40 °C に冷却すると 39 g の結晶が析出した。硝酸カリウムは、40 °C の水 100 g に何 g 溶けるか。 [] g

5

硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 は、20 °C の水 100 g に 20 g 溶ける。 $\text{CuSO}_4=160$, $\text{H}_2\text{O}=18$

- (1) 20 °C の水 100 g に、硫酸銅(Ⅱ)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は何 g 溶けるか。 [] g
- (2) 20 °C の CuSO_4 飽和溶液を 60 g つくるには、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は何 g 必要か。 [] g

6

硝酸カリウムの水に対する溶解度 (g/100 g 水) は、20 °C で 32, 60 °C で 109, 80 °C で 169 である。硝酸カリウムの水溶液について、次の問いに答えよ。

- (1) 60 °C の 35 % 水溶液 100 g を 20 °C に冷却すると、析出する結晶は何 g か。 [] g
- (2) 60 °C の飽和溶液 100 g を 20 °C に冷却すると、析出する結晶は何 g か。 [] g
- (3) 80 °C の飽和溶液を 20 °C に冷却したところ、硝酸カリウム 100 g が析出した。最初の飽和溶液は何 g か。 [] g

- (4) 80℃の飽和溶液 100 g を 40℃に冷却すると、39 g の結晶が析出した。40℃の硝酸カリウムの水に対する溶解度はいくらか。 [] g/100 g 水
- (5) 60℃の飽和溶液 100 g を加熱して 80 g に濃縮したのちに 20℃に冷却すると、析出する結晶は何 g か。 [] g

【解答&解説】

1

【解答】 (1) 20 % (2) 塩化亜鉛 4.0 g, 水 196 g (3) 0.010 mol (4) 83 mL

【解説】 溶液の質量に対する溶質の質量の割合をパーセント [%] で表した濃度を、質量パーセント濃度という。また、溶液 1 L 当たりに溶けている溶質の量を物質量で表した濃度を、モル濃度 (単位記号 mol/L) という。

$$\text{質量パーセント濃度} [\%] = \frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶液の質量} [\text{g}]} \times 100$$

$$\text{モル濃度} [\text{mol/L}] = \frac{\text{溶質の物質量} [\text{mol}]}{\text{溶液の体積} [\text{L}]}$$

(1) NaOH = 40 より、溶質の NaOH 0.10 mol の質量は、

$$40 \text{ g/mol} \times 0.10 \text{ mol} = 4.0 \text{ g}$$

$$\frac{\text{溶質の質量} [\text{g}]}{\text{溶液の質量} [\text{g}]} \times 100 = \frac{4.0 \text{ g}}{4.0 \text{ g} + 16 \text{ g}} \times 100 = 20 \%$$

(2) 塩化亜鉛水溶液 200 g 中の 2.0 % が塩化亜鉛の質量なので、

$$200 \text{ g} \times \frac{2.0}{100} = 4.0 \text{ g}$$

したがって、必要な水の質量は、

$$200 \text{ g} - 4.0 \text{ g} = 196 \text{ g}$$

(3) 溶質の物質量 [mol] は、モル濃度 [mol/L] × 溶液の体積 [L] で求められるので、NaCl の物質量は、

$$0.40 \text{ mol/L} \times \frac{25}{1000} \text{ L} = 0.010 \text{ mol}$$

(4) 12 mol/L の濃塩酸 x [mL] を水で薄めて 2.0 mol/L の希塩酸 500 mL をつくったとすれば、2 つの水溶液の HCl の物質量は等しいから、

$$12 \text{ mol/L} \times \frac{x}{1000} \text{ L} = 2.0 \text{ mol/L} \times \frac{500}{1000} \text{ L} \quad x \approx 83 \text{ mL}$$

2

【解答】 (1)

【解説】 正確なモル濃度の溶液をつくるには、試薬を正確にとり、水を加えて正確な体積の溶液にする (メスフラスコを用いる)。よって問題の記述のうち、(2), (3), (5), (6) は

水の加え方から誤りとわかる。

1.00 mol/L 硝酸水溶液 500 mL をつくるのに必要な 70 % 硝酸を x [mL] とする。硝酸の比重は 1.42 であるから、密度は 1.42 g/mL。よって x [mL] の 70 % 硝酸は $1.42x$ [g] で、含まれている HNO₃ (溶質) は

$$1.42x \times 0.70 [\text{g}] = \frac{1.42 \times 0.70x}{63} [\text{mol}] \text{ である。水を加えるから溶液はうすくなるが、溶$$

質の物質量は変わらないので

$$\frac{1.42 \times 0.70 \times x}{63} = 1.00 \times \frac{500}{1000}$$

$$x = 31.7 \text{ (mL)}$$

よって 記述 (1) は正しく、(4) は誤りである。

3

【解答】 (1) ① $1.30 \times 10^3 \text{ g}$ ② 520 g ③ 5.31 mol/L ④ 1.59 mol

(2) ① 9.64 % ② $4.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

【解説】 H₂SO₄ の分子量は 98, Na₂CO₃ の式量は 106 である。

(1) ① 1L = 1000 cm³ であるから $1.30 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3 = 1.30 \times 10^3 \text{ g}$

$$\text{② } 1.30 \times 10^3 \text{ g} \times \frac{40.0}{100} = 520 \text{ g}$$

③ この希硫酸 1.00 L 中に H₂SO₄ が 520 g 含まれているから、

$$\text{モル濃度} = \frac{\frac{520}{98} \text{ mol}}{1.00 \text{ L}} \approx 5.31 \text{ mol/L}$$

④ 濃度が 5.31 mol/L の希硫酸 300 mL 中の H₂SO₄ の物質量は、

$$5.31 \text{ mol/L} \times \frac{300}{1000} \text{ L} \approx 1.59 \text{ mol}$$

(2) ① 質量パーセント濃度 = $\frac{\text{溶液 1 L 中の溶質の質量} (\text{g})}{\text{溶液 1 L の質量} (\text{g})} \times 100$

$$= \frac{106 \text{ g}}{1.10 \text{ g/cm}^3 \times 1000 \text{ cm}^3} \times 100 \approx 9.64 (\%)$$

② 一定量の溶質を含む溶液のモル濃度は、溶液の体積 (L) に反比例する。溶液

の体積を $\frac{500}{20.0}$ 倍にすれば、濃度は $\frac{20.0}{500}$ 倍になるから

$$1.00 \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{500} = \underline{4.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}$$

4

解説 (1) 52 g (2) 37 g (3) 64 g

(1) 60℃の水 100 g には、硝酸カリウムが 109 g 溶けるので、飽和溶液 100 g 中に溶けている硝酸カリウムの質量を x [g] とすると、

$$\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{109 \text{ g}}{100 \text{ g} + 109 \text{ g}} = \frac{x \text{ [g]}}{100 \text{ g}}$$

$$x \doteq 52 \text{ g}$$

(2) 水 100 g 当たりの溶解量がわかっている場合、飽和溶液を冷やしていったときに析出する結晶の量は、次式の関係を使って求める。

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s_2 - s_1}{100 + s_2} \quad (s_1, s_2 : \text{溶解度})$$

水 100 g を用いて調製した 60℃の飽和溶液 (100 g + 109 g) を 20℃に冷やすと、(109 g - 32 g) の KNO_3 が析出する。したがって、飽和溶液 100 g から析出する KNO_3 の質量を x [g] とすると、

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{x \text{ [g]}}{100 \text{ g}} = \frac{109 \text{ g} - 32 \text{ g}}{100 \text{ g} + 109 \text{ g}}$$

$$x \doteq 37 \text{ g}$$

(3) 40℃の水 100 g に溶ける KNO_3 の質量を y [g] とすると、

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{39 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{169 \text{ g} - y \text{ [g]}}{100 \text{ g} + 169 \text{ g}}$$

$$y \doteq 64 \text{ g}$$

5

解答 (1) 35 g (2) 16 g

解説 溶解度は、水と水のない硫酸銅(II) CuSO_4 について表すことに注意する。

$$\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s}{100 + s} \quad (s : \text{溶解度})$$

(1) 溶ける $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の質量を x [g] とすると、そのうち CuSO_4 が $\frac{160}{250}x$ [g],

水が $\frac{90}{250}x$ [g]。飽和溶液中に溶けている溶質の割合は常に等しいので、

$$\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{\frac{160}{250}x \text{ [g]}}{100 \text{ g} + x \text{ [g]}} = \frac{20 \text{ g}}{100 \text{ g} + 20 \text{ g}} \quad x = 35.2 \dots \text{ g} \doteq 35 \text{ g}$$

(2) 20℃では、水 100 g と CuSO_4 20 g から、120 g の CuSO_4 飽和溶液ができる。こ

れと同じ濃度の溶液 60 g をつくるのに必要な CuSO_4 は、 $20 \text{ g} \times \frac{60 \text{ g}}{120 \text{ g}} = 10 \text{ g}$

これを含む $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ は、 $10 \text{ g} \times \frac{250}{160} = 15.625 \text{ g} \doteq 16 \text{ g}$

6

解答 (1) 14 g (2) 37 g (3) 196 g (4) 64 g/100 g 水 (5) 43 g

解説 結晶の溶解度や析出量は、溶解度と飽和溶液の質量を基準にして考える。

$$\frac{\text{溶質の質量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s}{100 + s} \quad \frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s_2 - s_1}{100 + s_2}$$

$s, s_1, s_2 : \text{溶解度} (s_2 > s_1)$

(1) 35% 水溶液 100 g 中の水は 65 g, 硝酸カリウムは 35 g である。20℃で水 65 g に溶ける硝酸カリウムは、 $32 \text{ g} \times \frac{65 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 20.8 \text{ g}$ 。よって、結晶の析出量は、

$$35 \text{ g} - 20.8 \text{ g} = 14.2 \text{ g} \doteq 14 \text{ g}$$

(2) 水 100 g の場合、60℃の飽和溶液は 100 g + 109 g であり、これを 20℃に冷却すると溶解度の差の 109 g - 32 g の結晶が析出する。したがって、飽和溶液 100 g の場合の析出量を x [g] とすると、

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s_2 - s_1}{100 + s_2} \text{ より, } \frac{x \text{ [g]}}{100 \text{ g}} = \frac{109 \text{ g} - 32 \text{ g}}{100 \text{ g} + 109 \text{ g}}$$

$$x \doteq 37 \text{ g}$$

(3) 水 100 g の場合、80℃の飽和溶液は 100 g + 169 g であり、溶解度の差の 169 g - 32 g の結晶が析出する。したがって、用いた飽和溶液を y [g] とすると、

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s_2 - s_1}{100 + s_2} \text{ より, } \frac{100 \text{ g}}{y \text{ [g]}} = \frac{169 \text{ g} - 32 \text{ g}}{100 \text{ g} + 169 \text{ g}}$$

$$y \doteq 196 \text{ g}$$

(4) 40℃の硝酸カリウムの溶解度を z [g]/100 g 水とすると,

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s_2 - s_1}{100 + s_2} \text{ より, } \frac{39 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{169 \text{ g} - z \text{ [g]}}{100 \text{ g} + 169 \text{ g}}$$

$z \approx 64 \text{ g}$ よって, 溶解度は 64 g/100 g 水

(5) 水 20 g の蒸発によって析出する硝酸カリウムは, $109 \text{ g} \times \frac{20 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 21.8 \text{ g}$

残った飽和溶液は $100 \text{ g} - 20 \text{ g} - 21.8 \text{ g} = 58.2 \text{ g}$ で, これを 20℃ に冷却するとき
に析出する結晶の質量を w [g] とすると,

$$\frac{\text{析出量 [g]}}{\text{飽和溶液の質量 [g]}} = \frac{s_2 - s_1}{100 + s_2} \text{ より, } \frac{w \text{ [g]}}{58.2 \text{ g}} = \frac{109 \text{ g} - 32 \text{ g}}{100 \text{ g} + 109 \text{ g}}$$

$w \approx 21.4 \text{ g}$

よって, 析出する結晶の合計は, $21.8 \text{ g} + 21.4 \text{ g} = 43.2 \text{ g} \approx 43 \text{ g}$

別解 (2) 60℃の飽和溶液 100 g の組成は, 水が $100 \text{ g} \times \frac{100 \text{ g}}{100 \text{ g} + 109 \text{ g}} \approx 47.8 \text{ g}$,

硝酸カリウムが $100 \text{ g} \times \frac{109 \text{ g}}{100 \text{ g} + 109 \text{ g}} \approx 52.2 \text{ g}$

20℃ で水 47.8 g に溶ける硝酸カリウムは, $32 \text{ g} \times \frac{47.8 \text{ g}}{100 \text{ g}} \approx 15.3 \text{ g}$

なので, $52.2 \text{ g} - 15.3 \text{ g} = 36.9 \text{ g} \approx 37 \text{ g}$ が析出する。

(5) 60℃の飽和溶液 100 g の組成は, 上記より, 水が 47.8 g,

硝酸カリウムが 52.2 g。

水 20 g が蒸発するから, 残りの水は 27.8 g。この水に 20℃ で溶ける硝酸カリウ

ムは, $32 \text{ g} \times \frac{27.8 \text{ g}}{100 \text{ g}} \approx 8.9 \text{ g}$

なので, $52.2 \text{ g} - 8.9 \text{ g} = 43.3 \text{ g} \approx 43 \text{ g}$ が析出する。