

【番外編；固体の溶解度】

ある塩の無水物は 40°C で 100 g の水に $A(\text{g})$ が溶解する。この塩の五水和物が 40°C で水 100 g に溶ける質量(g)を求めるには、次のどの式を用いればよいか。ただし、無水物の式量を B 、水の分子量を 18 とする。

1. $\frac{100A(B+90)}{100B-90A}$

2. $\frac{100B-90A}{100A(B+90)}$

3. $\frac{100A(B+90)}{9000-AB}$

4. $\frac{9000-AB}{100A(B+90)}$

5. $\frac{100A(B+90)}{100B-90A+AB}$

【番外編；固体の溶解度】

STEP1；情報の整理

①『最終温度での溶解度は？』

この塩の無水物の 40°C における溶解度は $A(\text{g}/100\text{ g 水})$ である。

②『最初にあった溶質と溶媒の質量は？』

この塩の五水和物が 40°C で水 100 g に溶ける量を $x(\text{g})$ とおく。

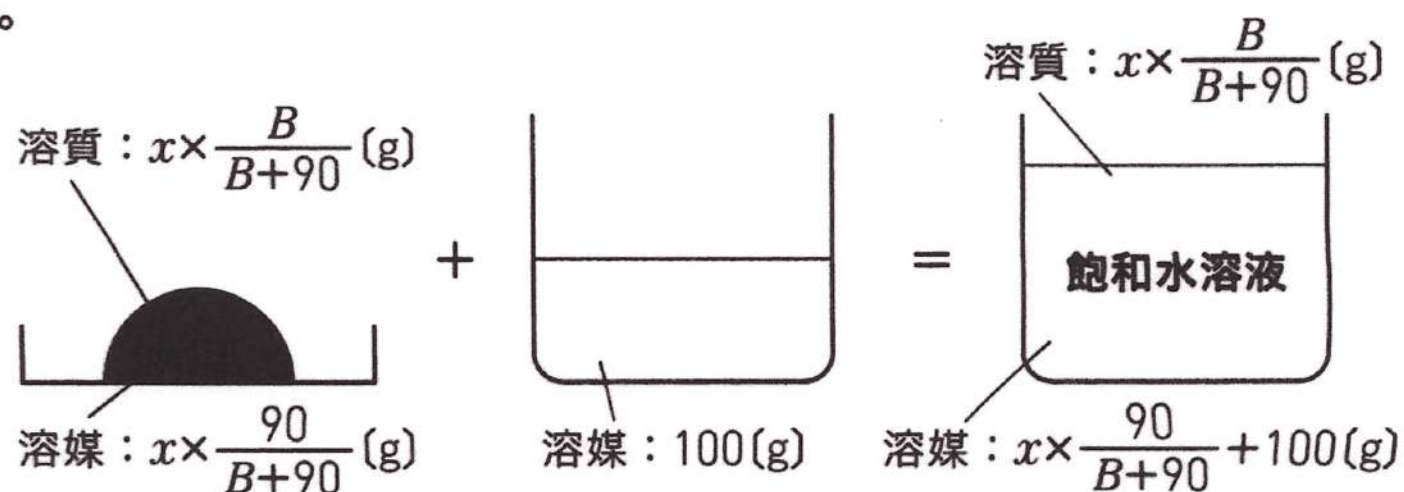
この塩の無水物の化学式を X (式量は B) とおくと、その五水和物の化学式は $X \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ とおけ、式量は $B+90$ となる。そのうち溶質に相当する部分の式量は B であり、溶媒に相当する部分の式量は 90 である。よって、この塩の五水和物

$x(\text{g})$ 中、溶質に相当する部分は、 $x \times \frac{B}{B+90}(\text{g})$ であり、

溶媒に相当する部分は、 $x \times \frac{90}{B+90}(\text{g})$ である。

③『溶質と溶媒の変化量は？』

五水和物を水 100 g に溶かした。言い換えれば、五水和物に溶媒 100 g を加えた。



④『最終的な溶質と溶媒の質量は？』

すなわち、この塩の五水和物 $x(\text{g})$ を水 100 g に溶かしたとすると、

	最初	変化量	最終的な質量
溶質	$x \times \frac{B}{B+90}(\text{g})$	$\pm 0(\text{g})$	$x \times \frac{B}{B+90}(\text{g})$
溶媒	$x \times \frac{90}{B+90}(\text{g})$	$+100(\text{g})$	$x \times \frac{90}{B+90} + 100(\text{g})$

となる。

↑ 溶解度は $A(\text{g}/100\text{ g 水})$

STEP2; 式への代入

情報を整理した結果(最終的な結果)を $\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}} = \frac{\text{溶解度}}{100}$

に代入してみよう。すると、
$$\frac{x \times \frac{B}{B+90}}{x \times \frac{90}{B+90} + 100} = \frac{A}{100} \quad \text{より,}$$

$$x = \frac{100A(B+90)}{100B-90A}$$

が導かれる。

または、

$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}} = \frac{\text{溶解度}}{100 + \text{溶解度}}$ の関係を用いて、



だから、

$$\frac{x \times \frac{B}{B+90}}{x+100} = \frac{A}{100+A} \quad \text{より,} \quad x = \frac{100A(B+90)}{100B-90A}$$

のように求めてもよい。

【番外編；気体の溶解度】

気体の水に対する溶解について、次の表を参考にして以下の問いに答えよ。ただし、気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ であり、標準状態における気体1 molの体積は22.4 Lであるものとする。

1.013 $\times 10^5$ Paの気体の水に対する溶解度(mL/水1 mL)
(標準状態に換算した値を示す)

温度(°C)	酸素	窒素
0	0.049	0.023
20	0.031	0.015
50	0.021	0.011

問 酸素が0°C、1.013 $\times 10^6$ Paで1 Lの水に接していた。この状態から温度を50°Cに上げ、酸素の圧力を1.013 $\times 10^5$ Paにしたとき、溶けていた酸素は溶液1 Lから50°C、1.013 $\times 10^5$ Pa下で何 mL発生するか。有効数字2桁で答えよ。

【番外編;気体の溶解度】

STEP1;情報の整理

① 『溶解度は?』

0°Cのとき

0.049 mL(標準状態での値に換算して示されている)は、 $\frac{4.9 \times 10^{-2}}{22.4 \times 10^3}$ mol に相当する。よって酸素は、0°C、 1.013×10^5 Pa において、水 1 mL に対して $\frac{4.9 \times 10^{-2}}{22.4 \times 10^3}$ mol 溶解する。

50°Cに温度を上げたとき

0.021 mL(標準状態での値に換算して示されている)は、 $\frac{2.1 \times 10^{-2}}{22.4 \times 10^3}$ mol に相当する。よって酸素は、50°C、 1.013×10^5 Pa において、水 1 mL に対して $\frac{2.1 \times 10^{-2}}{22.4 \times 10^3}$ mol 溶解する。

② 『気体の圧力と溶媒の体積は?』

題意より、0°Cのとき、酸素の圧力は 1.013×10^6 Pa である。

50°Cに温度を上げたとき、酸素の圧力は 1.013×10^5 Pa である。

また、0°Cのときも 50°Cに温度を上げたときも、溶媒の体積は 1 L である。

STEP2;式への代入

③ 情報を整理した結果を、次式に代入する。

〈0°C のとき〉

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{\text{気体の溶解量 (mol)}} & = & \boxed{\begin{array}{l} 1.013 \times 10^5 \text{ Pa 下} \\ \text{で, 1 mL の溶媒} \\ \text{に溶ける気体の} \\ \text{物質量 (mol)} \end{array}} & \times & \boxed{\frac{\text{気体の圧力 (Pa)}}{1.013 \times 10^5}} & \times & \boxed{\text{溶媒の体積 (mL)}} \\ & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \text{O}_2 \text{ の溶解量 (mol)} & = & \frac{4.9 \times 10^{-2}}{22.4 \times 10^3} & \times & \frac{1.013 \times 10^6}{1.013 \times 10^5} & \times & 1000 \\ & = & \frac{4.9 \times 10^{-1}}{22.4} & & & & \end{array}$$

〈50℃ に温度を上げたとき〉

$$\begin{array}{c}
 \boxed{\text{気体の溶解量 (mol)}} = \boxed{\begin{array}{c} 1.013 \times 10^5 \text{ Pa 下} \\ \text{で, 1 mL の溶媒} \\ \text{に溶ける気体の} \\ \text{物質質量 (mol)} \end{array}} \times \boxed{\frac{\text{気体の圧力 (Pa)}}{1.013 \times 10^5}} \times \boxed{\text{溶媒の体積 (mL)}} \\
 \downarrow \qquad \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \qquad \downarrow \\
 \text{O}_2 \text{ の溶解量 (mol)} = \frac{2.1 \times 10^{-2}}{22.4 \times 10^3} \times \frac{1.013 \times 10^5}{1.013 \times 10^5} \times 1000 \\
 = \frac{2.1 \times 10^{-2}}{22.4}
 \end{array}$$

④ 計算の結果を、要求されている解答の形式に整える。

温度を 50℃ に上げ、圧力を $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ にすると、

$$\frac{4.9 \times 10^{-1}}{22.4} - \frac{2.1 \times 10^{-2}}{22.4} = \frac{4.69 \times 10^{-1}}{22.4} \text{ (mol)}$$

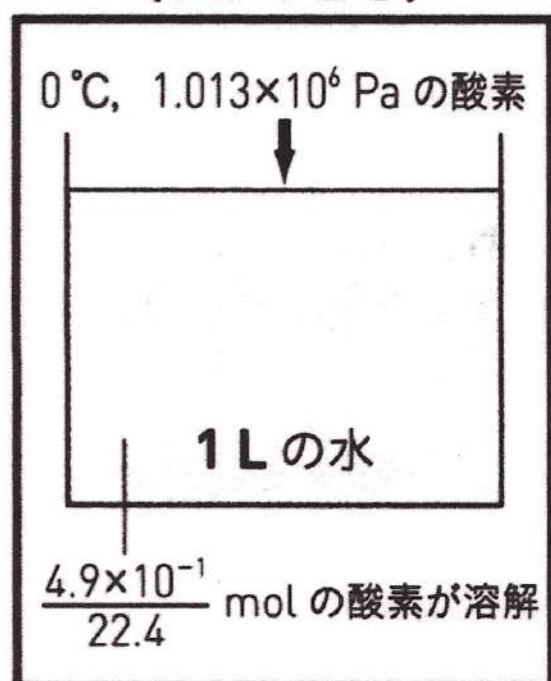
の酸素が発生する。この酸素は、50℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の下では、

$$\begin{aligned}
 PV = nRT \text{ より, } V &= \frac{nRT}{P} = \frac{\frac{4.69 \times 10^{-1}}{22.4} \times 8.31 \times 10^3 \times (273 + 50)}{1.013 \times 10^5} \\
 &= 5.54 \times 10^{-1} \text{ (L)} \Rightarrow 5.54 \times 10^2 \text{ (mL)}
 \end{aligned}$$

解答 $5.5 \times 10^2 \text{ mL}$

なお、この演習問題の全体イメージは次の通り。

〈0℃ のとき〉



温度を上げ、
圧力を下げると
 $\frac{4.69 \times 10^{-1}}{22.4} \text{ mol}$
の酸素が発生する。

〈50℃ に温度を上げたとき〉

