

ОБЧИСЛЕННЯ, ПОВ'ЯЗАНІ З ПРИГОТУВАННЯМ РОЗЧИНІВ

При обчисленнях зазначеного типу, крім традиційних розрахунків за логічними міркуваннями, можна скористатися правилом хреста (квадрат Пірсона). Користуючись цим способом, дві прямі лінії розташовують «косим» хрестом. У центрі хреста пишуть величину масової частки (молярної концентрації) розчину, який треба одержати. У кінцях лінії ліворуч пишуть величини масових часток (молярних концентрацій) вихідних розчинів: більшу – зверху, меншу – знизу. У кінцях ліній хреста праворуч пишуть величини кількості розчинів, що шукають, які одержують відніманням по напрямках ліній від більшої величини меншої. У загальному вигляді обчислення за правилом хреста має вигляд:

$$\begin{array}{r} a \quad \diagdown \quad (c - b) = m_A \\ \quad \quad \quad \diagup \quad c \\ b \quad \quad \quad \diagdown \quad (a - c) = m_B \end{array}$$

де a, b – масові частки речовин у вихідних розчинах, при чому $a > b$, c – масова частка речовини в одержаному розчині; m_A – маса першого розчину, m_B – маса другого розчину, необхідні для приготування розчину з масовою часткою речовини c .

$$\begin{array}{r} a \quad \diagdown \quad (c - b) = V_A \\ \quad \quad \quad \diagup \quad c \\ b \quad \quad \quad \diagdown \quad (a - c) = V_B \end{array}$$

де a, b – молярні концентрації вихідних розчинів, $a > b$, c – молярна концентрація одержаного розчину. V_A, V_B – об'єми взятих розчинів.

Якщо за умовою задачі необхідно знайти кількості (маси, або об'єми) розчинів, які треба взяти, щоб одержати певну кількість (масу або об'єм) розчину з новою масовою часткою (молярною концентрацією), то спочатку визначають співвідношення мас (об'ємів), а потім у відповідності з ним знаходять маси (об'єми) вихідних розчинів.

Звертаємо увагу, що при складанні хреста використовуються однакові одиниці виміру у вмісту розчиненої речовини: або масові частки, тоді отримуємо співвідношення мас, або молярні концентрації, тоді отримуємо співвідношення об'ємів.

1. Обчисліть об'єм амоніаку (н.у.), який необхідно розчинити у воді об'ємом 306 мл для одержання розчину з масовою часткою амоніаку 10%.

І спосіб

1. $m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho = 306 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 306 \text{ г}$.
2. Нехай x г – маса амоніаку, який необхідно розчинити, тоді $(x + 306)$ г – маса одержаного розчину.
3. $(x + 306)$ г (розчину) містить x г (NH_3) ;
100 г (розчину) —//— 10 г (NH_3) ;

звідси: $x = 34$ або $m(\text{NH}_3) = 34$ г.

$$4. V(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3) \cdot V_m}{M(\text{NH}_3)} = \frac{34 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль}}{17 \text{ г/моль}} = 44,8 \text{ л.}$$

ІІ спосіб

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho = 306 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 306 \text{ г.}$$

Амоніак можна представити як 100%-ий розчин амоніаку, воду – 0%-ий розчин, тоді, за правилом хреста:

$$\begin{array}{ccc} 100 & \diagdown & 10 \\ & 10 & \\ 0 & \diagup & 90, \end{array}$$

Звідси: для приготування 10%-го розчину 10 г амоніаку розчиняють в 90 г води;

$$\text{---//---} \quad x \text{ г амоніаку} \quad \text{---//---} \quad \text{в } 306 \text{ г}$$

води;

$$x = 34 \text{ г NH}_3.$$

$$V(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3) \cdot V_m}{M(\text{NH}_3)} = \frac{34 \text{ г} \cdot 22,4 \text{ л/моль}}{17 \text{ г/моль}} = 44,8 \text{ л.}$$

Відповідь: 44,8 л.

2. Маса води, у якій необхідно розчинити 60 г алюміній сульфату для одержання розчину з масовою часткою солі 12% дорівнює: а) 4400 г; б) 220 г; в) 440 г.

1. Нехай x – $m(\text{H}_2\text{O})$, у якій необхідно розчинити сіль, тоді маса одержаного розчину буде дорівнювати $(60 + x)$ г.

2. $(60 + x)$ г (розчину) містить 60 г $(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$;

$$100 \text{ г (розчину)} \quad \text{---//---} \quad 12 \text{ г } (\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3);$$

$$12(60 + x) = 100 \cdot 60$$

$$x = 440 \text{ або } m(\text{H}_2\text{O}) = 440 \text{ г.}$$

Висновок: маса води, необхідна для розчинення 60 г солі, дорівнює 440 г.

Відповідь: в) 440 г.

3. Обчисліть масу натрій карбонату, необхідного для приготування розчину об'ємом 6 л із масовою часткою солі 13% (густина розчину 1,13 г/см³).

1. $m(\text{розч. Na}_2\text{CO}_3) = V(\text{розч. Na}_2\text{CO}_3) \cdot \rho = 6000 \text{ мл} \cdot 1,13 \text{ г/мл} = 6780 \text{ г.}$

2. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{розч. Na}_2\text{CO}_3) \cdot w(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{100\%} = \frac{6780 \text{ г} \cdot 13\%}{100\%} = 881,4 \text{ г.}$

Відповідь: 881,4 г.

ОБЧИСЛЕННЯ, ПОВ'ЯЗАНІ З РОЗЧИННІСТЮ (КОЕФІЦІЄНТОМ РОЗЧИННОСТІ) РЕЧОВИНИ

Розчинність – це здатність речовини розчинятися у воді або іншому розчиннику.

Найчастіше розчинність виражають масою безводної речовини в грамах, що розчиняється в 100 г (або в 1 л) розчинника (найчастіше води) за даної температури.

Цю величину ще називають коефіцієнтом розчинності або просто розчинністю і позначають k_S :

$$k_S = \frac{m(\text{розч. речовини})}{m(\text{H}_2\text{O})} \cdot$$

За розчинністю речовини можна робити розрахунки маси розчиненої речовини в насиченому розчині, маси розчиненої речовини і розчинника, необхідні для приготування насиченого розчину, а також масу осаду, що утвориться при охолодженні насиченого розчину до певної температури.

Насиченим є такий розчин, у якому речовина більше не розчиняється за даної температури.

Ненасиченим є такий розчин, у якому речовина ще може розчинятися за даної температури.

Пересиченим є такий розчин, у якому речовини розчинено більше, ніж її у насиченому за даної температури розчині. Такі розчини нестабільні, утворюються при повільному й обережному охолодженні.

Якщо для приготування розчинів використовують кристалогідрати ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ та інші), то необхідно при обчисленнях враховувати кристалізаційну воду, що міститься в кристалогідраті.

1. Розчинність калій іодиду при температурі 0°C становить 127,8 г на 100 г води. Обчисліть масову частку (%) калій іодиду в насиченому при 0°C розчині.

1. Маса насиченого розчину:

$$m(\text{розч.}) = m(\text{KI}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 127,8 \text{ г} + 100 \text{ г} = 227,8 \text{ г}.$$

$$2. w(\text{KI}) = \frac{m(\text{KI})}{m(\text{розч.})} = \frac{127,8 \text{ г}}{227,8 \text{ г}} = 0,561 \text{ або } 56,1\%.$$

Відповідь: 56,1%.

2. Розчинність хлороводню у воді за н. у. дорівнює 500 л в одному літрі води. Масова частка хлороводню в одержаному розчині дорівнює: а) 4,489%; б) 22,445%; в) 44,89%.

- $m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho = 1000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1000 \text{ г}.$
- $m(\text{HCl}) = \frac{M(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V_m} = \frac{36,5 \text{ г/моль} \cdot 500 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 814,73 \text{ г}.$
- $m(\text{розч. HCl}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{HCl}) = 1000 \text{ г} + 814,73 \text{ г} = 1814,73 \text{ г}.$
- $w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{розч. HCl})} = \frac{814,73 \text{ г}}{1814,73 \text{ г}} = 0,4489 \text{ або } 44,89\%.$

Відповідь: 44,89%.

3. Масова частка купрум(II) хлориду в насиченому розчині цієї солі при температурі 20°C дорівнює 42,7%. Обчисліть розчинність купрум(II) хлориду в грамах на 100 г води при даній температурі.

- Насичений розчин масою 100 г при 20°C містить 42,7 г CuCl_2 і воду масою:
 $m(\text{H}_2\text{O}) = (\text{розч.}) - m(\text{CuCl}_2) = 100 \text{ г} - 42,7 \text{ г} = 57,3 \text{ г}.$
- Маса солі, яка розчиниться у воді масою 100 г:
 57,3 г (H_2O) розчиняє 42,7 г (CuCl_2) ;
 100 г (H_2O) —//— x г (CuCl_2) ;
 $x = 74,5 \text{ г CuCl}_2.$

Відповідь: 74,5 г.

4. При 20°C у 996 мл води розчинили калій карбонат масою 888 г і одержали насичений розчин об'ємом 1,2 л. Обчисліть розчинність калій карбонату при 20°C та густину одержаного розчину.

- $m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho = 996 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 996 \text{ г}.$
- Розчинність K_2CO_3 у воді при 20°C:
 996 г (H_2O) розчиняє 888 г (K_2CO_3) ;
 100 г (H_2O) —//— x г (K_2CO_3) ; $x = 89,2 \text{ г K}_2\text{CO}_3.$
- Маса одержаного розчину при 20°C:
 $m(\text{розч.}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 996 \text{ г} + 888 \text{ г} = 1884 \text{ г}.$
- $\rho(\text{розч.}) = \frac{m(\text{розч. K}_2\text{CO}_3)}{V(\text{розч. K}_2\text{CO}_3)} = \frac{1884 \text{ г}}{1200 \text{ мл}} = 1,57 \text{ г/мл}.$

Відповідь: 89,2 г; 1,57 г/мл.