

Общие свойства растворов

Волобуев Максим Николаевич
vmn2007@ukr.net

Сделано с использованием L^AT_EX

Кафедра общей и неорганической химии,
НТУ «ХПИ»

Харьков 2017

Определения

- **Раствор** – гомогенная система переменного состава, находящаяся в состоянии химического равновесия
- Классификация
 - агрегатное состояние (г, ж, т)
 - степень дисперсности (механические смеси ($> 10^{-7}$ м), коллоиды ($10^{-7} - 10^{-9}$ м), истинные растворы ($< 10^{-9}$ м))

- Механические смеси имеют собственные названия

Второй комп-т	Основной компонент		
	г	ж	т
г	–	пена	пористые системы
ж	туман	эмульсия	капилляры
т	дым, аэрозоль	суспензия	твердый раствор

- Гель: трехмерная структура образована одним компонентом (высокомолекулярным), а полости в ней заполнены вторым.
- Золь: дисперсная система на основе жидкости (лио-) или газа (аэро).

Определения

- Раствор – гомогенная система переменного состава, находящаяся в состоянии химического равновесия
- Классификация
 - агрегатное состояние (г, ж, т)
 - степень дисперсности (механические смеси ($> 10^{-7}$ м), коллоиды ($10^{-7} - 10^{-9}$ м), истинные растворы ($< 10^{-9}$ м))

- Механические смеси имеют собственные названия

Второй комп-т	Основной компонент		
	г	ж	т
г	–	пена	пористые системы
ж	туман	эмульсия	капилляры
т	дым, аэрозоль	суспензия	твердый раствор

- Гель: трехмерная структура образована одним компонентом (высокомолекулярным), а полости в ней заполнены вторым.
- Золь: дисперсная система на основе жидкости (лио-) или газа (аэро).

Определения

- Раствор – гомогенная система переменного состава, находящаяся в состоянии химического равновесия
- Классификация
 - агрегатное состояние (г, ж, т)
 - степень дисперсности (механические смеси ($> 10^{-7}$ м), коллоиды ($10^{-7} - 10^{-9}$ м), истинные растворы ($< 10^{-9}$ м))

- Механические смеси имеют собственные названия

Второй комп-т	Основной компонент		
	г	ж	т
г	–	пена	пористые системы
ж	туман	эмульсия	капилляры
т	дым, аэрозоль	суспензия	твердый раствор

- Гель: трехмерная структура образована одним компонентом (высокомолекулярным), а полости в ней заполнены вторым.
- Золь: дисперсная система на основе жидкости (лио-) или газа (аэро).

Определения

- Раствор – гомогенная система переменного состава, находящаяся в состоянии химического равновесия
- Классификация
 - агрегатное состояние (г, ж, т)
 - степень дисперсности (механические смеси ($> 10^{-7}$ м), коллоиды ($10^{-7} - 10^{-9}$ м), истинные растворы ($< 10^{-9}$ м))

- Механические смеси имеют собственные названия

Второй комп-т	Основной компонент		
	г	ж	т
г	–	пена	пористые системы
ж	туман	эмульсия	капилляры
т	дым, аэрозоль	суспензия	твердый раствор

- Гель: трехмерная структура образована одним компонентом (высокомолекулярным), а полости в ней заполнены вторым.
- Золь: дисперсная система на основе жидкости (лио-) или газа (аэро).

Определения

- Раствор – гомогенная система переменного состава, находящаяся в состоянии химического равновесия
- Классификация
 - агрегатное состояние (г, ж, т)
 - степень дисперсности (механические смеси ($> 10^{-7}$ м), коллоиды ($10^{-7} - 10^{-9}$ м), истинные растворы ($< 10^{-9}$ м))

- Механические смеси имеют собственные названия

Второй комп-т	Основной компонент		
	г	ж	т
г	–	пена	пористые системы
ж	туман	эмульсия	капилляры
т	дым, аэрозоль	суспензия	твердый раствор

- Гель: трехмерная структура образована одним компонентом (высокомолекулярным), а полости в ней заполнены вторым.
- Золь: дисперсная система на основе жидкости (лио-) или газа (аэро).

Определения

- Раствор – гомогенная система переменного состава, находящаяся в состоянии химического равновесия
- Классификация
 - агрегатное состояние (г, ж, т)
 - степень дисперсности (механические смеси ($> 10^{-7}$ м), коллоиды ($10^{-7} - 10^{-9}$ м), истинные растворы ($< 10^{-9}$ м))

- Механические смеси имеют собственные названия

Второй комп-т	Основной компонент		
	г	ж	т
г	–	пена	пористые системы
ж	туман	эмульсия	капилляры
т	дым, аэрозоль	суспензия	твердый раствор

- **Гель**: трехмерная структура образована одним компонентом (высокомолекулярным), а полости в ней заполнены вторым.
- **Золь**: дисперсная система на основе жидкости (лио-) или газа (аэро).

Определения

- Раствор – гомогенная система переменного состава, находящаяся в состоянии химического равновесия
- Классификация
 - агрегатное состояние (г, ж, т)
 - степень дисперсности (механические смеси ($> 10^{-7}$ м), коллоиды ($10^{-7} - 10^{-9}$ м), истинные растворы ($< 10^{-9}$ м))

- Механические смеси имеют собственные названия

Второй комп-т	Основной компонент		
	г	ж	т
г	–	пена	пористые системы
ж	туман	эмульсия	капилляры
т	дым, аэрозоль	суспензия	твердый раствор

- Гель: трехмерная структура образована одним компонентом (высокомолекулярным), а полости в ней заполнены вторым.
- **Золь**: дисперсная система на основе жидкости (лио-) или газа (**аэро**).



гель



пена



пористая пемза



туман



эмульсия



капилляры



дым



суспензия



твёрдый раствор

L^AT_EX

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора

- Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
- Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
- Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
- Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$

- Растворитель

- Компонент с агрегатным состоянием раствора
- Компонент, которого больше

- Растворимость – максимальная концентрация раствора

- Раствор с такой концентрацией – насыщенный
- Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \mathbf{M}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение **равновесных концентраций**:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- **Растворитель**
 - 1 Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - 2 Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - 1 Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - 2 Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - 1 Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - 2 Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - 1 Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - 2 Компонент, которого больше
- **Растворимость** – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - 1 Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - 2 Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – насыщенный
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Состав раствора

- Способы выражения состава раствора
 - Мольная доля $x_i = \frac{n_i}{\sum_j n_j}$, причём $\sum_i x_i = 1!$
 - Массовая доля $\omega_i = \frac{m_i}{\sum_j m_j}$, ($\sum_i \omega_i = 1$)
 - Молярность $c_i = \frac{n_i}{V_{\text{р-ра}}}$, $[c] = \text{моль/л} \equiv \text{М}$
 - Обозначение равновесных концентраций:
 $c_{\text{равн.}}(\text{SO}_4^{2-}) \equiv [\text{SO}_4^{2-}]$
- Растворитель
 - 1 Компонент с агрегатным состоянием раствора
 - 2 Компонент, которого больше
- Растворимость – максимальная концентрация раствора
 - Раствор с такой концентрацией – **насыщенный**
 - Ненасыщенные и пересыщенные (неустойчивые) растворы

Кристаллогидраты

- **Кристаллогидрат** – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - **гигроскопичность** – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

$$\bullet \omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}, m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140 \text{ г}$$

$$\bullet \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$$

$$\bullet m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26 \text{ г}$$

$$\bullet \omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Кристаллогидраты

- Кристаллогидрат – кристаллы, содержащие в своём составе определённое количество воды
 - причина: растворённое вещество «связывает» воду
 - пример: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
 - гигроскопичность – способность поглощать водяной пар из воздуха
- Пример. В 100 г воды растворили 40 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Чему равна $\omega(\text{CuSO}_4)$ в полученном растворе?

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}}$, $m_{\text{р-ра}} = 100 + 40 = 140$ г

- $\frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = n_{\text{в-ва}}$

- $m(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{159,5 \cdot 40}{249,5} \approx 26$ г

- $\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{26}{140} = 0,1857 \approx 19\%$

Идеальный раствор

- Идеальный раствор – нет химического (специфического) взаимодействия между компонентами
 - частицы равномерно перемешаны
 - близки к идеальным очень разбавленные растворы малополярных веществ друг в друге

- Свойства идеального раствора определяются составом, но не природой компонентов!

- Зависимость свойства идеального раствора P выражается формулой

$$P_{p-ра} = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2 + \dots + x_i \cdot P_i = \sum_n x_n \cdot P_n$$

- Например, плотность двухкомпонентного раствора ρ выражается так:

$$\rho_{p-ра} = x_1 \cdot \rho_1 + x_2 \cdot \rho_2$$

Идеальный раствор

- Идеальный раствор – нет химического (специфического) взаимодействия между компонентами
 - частицы равномерно перемешаны
 - близки к идеальным очень разбавленные растворы малополярных веществ друг в друге

● Свойства идеального раствора определяются составом, но не природой компонентов!

● Зависимость свойства идеального раствора P выражается формулой

$$P_{p-ра} = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2 + \dots + x_i \cdot P_i = \sum_n x_n \cdot P_n$$

● Например, плотность двухкомпонентного раствора ρ выражается так:

$$\rho_{p-ра} = x_1 \cdot \rho_1 + x_2 \cdot \rho_2$$

Идеальный раствор

- Идеальный раствор – нет химического (специфического) взаимодействия между компонентами
 - частицы равномерно перемешаны
 - близки к идеальным очень разбавленные растворы малополярных веществ друг в друге

● Свойства идеального раствора определяются составом, но не природой компонентов!

● Зависимость свойства идеального раствора P выражается формулой

$$P_{p-ра} = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2 + \dots + x_i \cdot P_i = \sum_n x_n \cdot P_n$$

● Например, плотность двухкомпонентного раствора ρ выражается так:

$$\rho_{p-ра} = x_1 \cdot \rho_1 + x_2 \cdot \rho_2$$

Идеальный раствор

- Идеальный раствор – нет химического (специфического) взаимодействия между компонентами
 - частицы равномерно перемешаны
 - близки к идеальным очень разбавленные растворы малополярных веществ друг в друге

- Свойства идеального раствора определяются составом, но не природой компонентов!

- Зависимость свойства идеального раствора P выражается формулой

$$P_{p-ра} = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2 + \dots + x_i \cdot P_i = \sum_n x_n \cdot P_n$$

- Например, плотность двухкомпонентного раствора ρ выражается так:

$$\rho_{p-ра} = x_1 \cdot \rho_1 + x_2 \cdot \rho_2$$

Идеальный раствор

- Идеальный раствор – нет химического (специфического) взаимодействия между компонентами
 - частицы равномерно перемешаны
 - близки к идеальным очень разбавленные растворы малополярных веществ друг в друге
- Свойства идеального раствора определяются составом, но не природой компонентов!
- Зависимость свойства идеального раствора P выражается формулой

$$P_{p-ра} = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2 + \dots + x_i \cdot P_i = \sum_n x_n \cdot P_n$$

- Например, плотность двухкомпонентного раствора ρ выражается так:

$$\rho_{p-ра} = x_1 \cdot \rho_1 + x_2 \cdot \rho_2$$

Идеальный раствор

- Идеальный раствор – нет химического (специфического) взаимодействия между компонентами
 - частицы равномерно перемешаны
 - близки к идеальным очень разбавленные растворы малополярных веществ друг в друге

- Свойства идеального раствора определяются составом, но не природой компонентов!

- Зависимость свойства идеального раствора P выражается формулой

$$P_{\text{р-ра}} = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2 + \dots + x_i \cdot P_i = \sum_n x_n \cdot P_n$$

- Например, плотность двухкомпонентного раствора ρ выражается так:

$$\rho_{\text{р-ра}} = x_1 \cdot \rho_1 + x_2 \cdot \rho_2$$

L^AT_EX

Закон Рауля

- Давление паров над раствором определяется составом
- Общее давление над раствором: $p_{\text{общ}} = p_A + p_B$
Обозначения: А – растворенное вещество; В – растворитель
- Закон Рауля (1886): давление пара растворителя над раствором пропорционально его мольной доле $p_B = p_B^{\circ} x_B$, где p_B° – давление пара над чистым растворителем
- Другая форма закона: относительное понижение давления пара растворителя равно мольной доле растворённого вещества:

$$\frac{p_B^{\circ} - p_B}{p_B^{\circ}} = x_A$$

- Ограничение: вещество А нелетучее, $p_A \approx 0$. Пример: раствор сахара в воде.

Закон Рауля

- Давление паров над раствором определяется составом
- Общее давление над раствором: $p_{\text{общ}} = p_A + p_B$
Обозначения: А – растворенное вещество; В – растворитель
- Закон Рауля (1886): давление пара растворителя над раствором пропорционально его мольной доле $p_B = p_B^{\circ} x_B$, где p_B° – давление пара над чистым растворителем
- Другая форма закона: относительное понижение давления пара растворителя равно мольной доле растворённого вещества:

$$\frac{p_B^{\circ} - p_B}{p_B^{\circ}} = x_A$$

- Ограничение: вещество А нелетучее, $p_A \approx 0$. Пример: раствор сахара в воде.

Закон Рауля

- Давление паров над раствором определяется составом
- Общее давление над раствором: $p_{\text{общ}} = p_A + p_B$
Обозначения: А – растворенное вещество; В – растворитель
- Закон Рауля (1886): давление пара растворителя над раствором пропорционально его мольной доле $p_B = p_B^{\circ} x_B$, где p_B° – давление пара над чистым растворителем
- Другая форма закона: относительное понижение давления пара растворителя равно мольной доле растворённого вещества:

$$\frac{p_B^{\circ} - p_B}{p_B^{\circ}} = x_A$$

- Ограничение: вещество А нелетучее, $p_A \approx 0$. Пример: раствор сахара в воде.

Закон Рауля

- Давление паров над раствором определяется составом
- Общее давление над раствором: $p_{\text{общ}} = p_A + p_B$
Обозначения: А – растворенное вещество; В – растворитель
- Закон Рауля (1886): давление пара растворителя над раствором пропорционально его мольной доле $p_B = p_B^{\circ} x_B$, где p_B° – давление пара над чистым растворителем
- Другая форма закона: **относительное понижение давления пара растворителя** равно **мольной доле растворённого вещества**:

$$\frac{p_B^{\circ} - p_B}{p_B^{\circ}} = x_A$$

- Ограничение: вещество А нелетучее, $p_A \approx 0$. Пример: раствор сахара в воде.

Закон Рауля

- Давление паров над раствором определяется составом
- Общее давление над раствором: $p_{\text{общ}} = p_A + p_B$
Обозначения: А – растворенное вещество; В – растворитель
- Закон Рауля (1886): давление пара растворителя над раствором пропорционально его мольной доле $p_B = p_B^{\circ} x_B$, где p_B° – давление пара над чистым растворителем
- Другая форма закона: относительное понижение давления пара растворителя равно мольной доле растворённого вещества:

$$\frac{p_B^{\circ} - p_B}{p_B^{\circ}} = x_A$$

- Ограничение: вещество А нелетучее, $p_A \approx 0$. Пример: раствор сахара в воде.

Закон Генри

- Если вещество А летучее ($p_A \gg 0$), давлением его пара нельзя пренебрегать
- Закон Генри (1803): $x_A = k p_A$ – растворимость газа x_A пропорциональна его парциальному давлению
- Следствие: резкое понижение давления вызывает выделение растворённого газа из жидкости
- Пример: *кессонная болезнь*
- Следствие: повышение давления всегда увеличивает растворимость газов в жидкостях
- Пример: газированные напитки

Закон Генри

- Если вещество А летучее ($p_A \gg 0$), давлением его пара нельзя пренебрегать
- **Закон Генри (1803):** $x_A = k p_A$ – растворимость газа x_A пропорциональна его парциальному давлению
- Следствие: резкое понижение давления вызывает выделение растворённого газа из жидкости
- Пример: *кессонная болезнь*
- Следствие: повышение давления всегда увеличивает растворимость газов в жидкостях
- Пример: газированные напитки

Закон Генри

- Если вещество А летучее ($p_A \gg 0$), давлением его пара нельзя пренебрегать
- **Закон Генри (1803):** $x_A = k p_A$ – растворимость газа x_A пропорциональна его парциальному давлению
- Следствие: резкое понижение давления вызывает выделение растворённого газа из жидкости
- Пример: *кессонная болезнь*
- Следствие: повышение давления всегда увеличивает растворимость газов в жидкостях
- Пример: газированные напитки

Закон Генри

- Если вещество А летучее ($p_A \gg 0$), давлением его пара нельзя пренебрегать
- **Закон Генри (1803):** $x_A = k p_A$ – растворимость газа x_A пропорциональна его парциальному давлению
- Следствие: резкое понижение давления вызывает выделение растворённого газа из жидкости
- Пример: *кессонная болезнь*
- Следствие: повышение давления всегда увеличивает растворимость газов в жидкостях
- Пример: газированные напитки

Закон Генри

- Если вещество А летучее ($p_A \gg 0$), давлением его пара нельзя пренебрегать
- **Закон Генри (1803):** $x_A = k p_A$ – растворимость газа x_A пропорциональна его парциальному давлению
- Следствие: резкое понижение давления вызывает выделение растворённого газа из жидкости
- Пример: *кессонная болезнь*
- Следствие: повышение давления всегда увеличивает растворимость газов в жидкостях
- Пример: газированные напитки

Закон Генри

- Если вещество А летучее ($p_A \gg 0$), давлением его пара нельзя пренебрегать
- **Закон Генри (1803):** $x_A = k p_A$ – растворимость газа x_A пропорциональна его парциальному давлению
- Следствие: резкое понижение давления вызывает выделение растворённого газа из жидкости
- Пример: *кессонная болезнь*
- Следствие: повышение давления всегда увеличивает растворимость газов в жидкостях
- Пример: газированные напитки

Применение закона Рауля

- Понижение давления пара над раствором влияет на температуры его кипения и замерзания
- Кипение: давление паров над раствором равно внешнему
- Замерзание: давление паров над жидким раствором равно давлению паров над твёрдым растворителем
 - над твёрдым растворителем тоже есть пар, поэтому на морозе выстиранное бельё высыхает
 - из раствора кристаллизуется (обычно) чистый растворитель
- Известно, что раствор кипит при более высокой, а замерзает – при более низкой температуре, чем чистый растворитель. Почему?

Применение закона Рауля

- Понижение давления пара над раствором влияет на температуры его кипения и замерзания
- Кипение: давление паров над раствором равно внешнему
- Замерзание: давление паров над жидким раствором равно давлению паров над твёрдым растворителем
 - над твёрдым растворителем тоже есть пар, поэтому на морозе выстиранное бельё высыхает
 - из раствора кристаллизуется (обычно) чистый растворитель
- Известно, что раствор кипит при более высокой, а замерзает – при более низкой температуре, чем чистый растворитель. Почему?

Применение закона Рауля

- Понижение давления пара над раствором влияет на температуры его кипения и замерзания
- Кипение: давление паров над раствором равно внешнему
- Замерзание: давление паров над жидким раствором равно давлению паров над твёрдым растворителем
 - над твёрдым растворителем тоже есть пар, поэтому на морозе выстиранное бельё высыхает
 - из раствора кристаллизуется (обычно) чистый растворитель
- Известно, что раствор кипит при более высокой, а замерзает – при более низкой температуре, чем чистый растворитель. Почему?

Применение закона Рауля

- Понижение давления пара над раствором влияет на температуры его кипения и замерзания
- Кипение: давление паров над раствором равно внешнему
- Замерзание: давление паров над жидким раствором равно давлению паров над твёрдым растворителем
 - над твёрдым растворителем тоже есть пар, поэтому на морозе выстиранное бельё высыхает
 - из раствора кристаллизуется (обычно) чистый растворитель
- Известно, что раствор кипит при более высокой, а замерзает – при более низкой температуре, чем чистый растворитель. Почему?

Применение закона Рауля

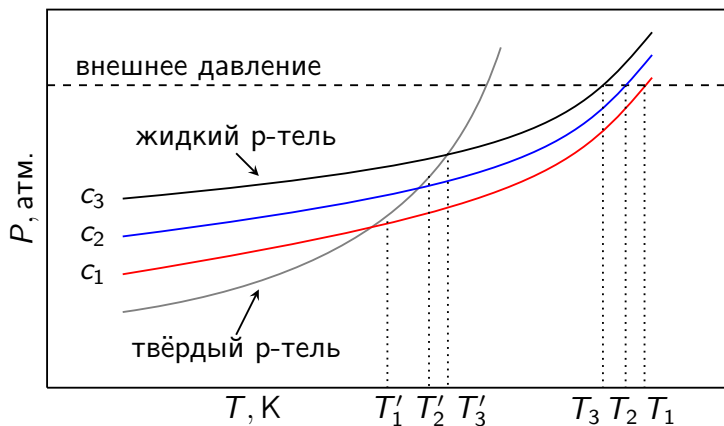
- Понижение давления пара над раствором влияет на температуры его кипения и замерзания
- Кипение: давление паров над раствором равно внешнему
- Замерзание: давление паров над жидким раствором равно давлению паров над твёрдым растворителем
 - над твёрдым растворителем тоже есть пар, поэтому на морозе выстиранное бельё высыхает
 - из раствора кристаллизуется (обычно) чистый растворитель
- Известно, что раствор кипит при более высокой, а замерзает – при более низкой температуре, чем чистый растворитель. Почему?

Применение закона Рауля

- Понижение давления пара над раствором влияет на температуры его кипения и замерзания
- Кипение: давление паров над раствором равно внешнему
- Замерзание: давление паров над жидким раствором равно давлению паров над твёрдым растворителем
 - над твёрдым растворителем тоже есть пар, поэтому на морозе выстиранное бельё высыхает
 - из раствора кристаллизуется (обычно) чистый растворитель
- Известно, что **раствор кипит при более высокой, а замерзает – при более низкой температуре, чем чистый растворитель**. Почему?

Иллюстрация к закону Рауля

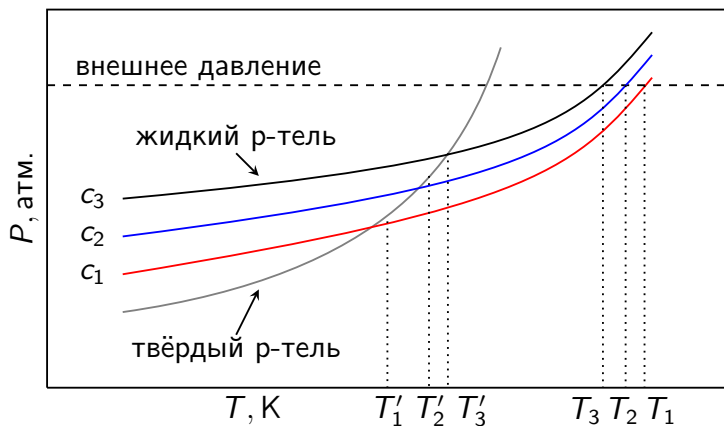
- Давление пара над растворами ($c_3 < c_2 < c_1$):



- Очевидно, что $T_3 < T_2 < T_1$, но $T'_3 > T'_2 > T'_1$!

Иллюстрация к закону Рауля

- Давление пара над растворами ($c_3 < c_2 < c_1$):



- Очевидно, что $T_3 < T_2 < T_1$, но $T'_3 > T'_2 > T'_1$!

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}, K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb/\Delta T$$

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}, K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb/\Delta T$$

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}, K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb/\Delta T$$

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}, K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb / \Delta T$$

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - **моляльность b** – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}, K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb/\Delta T$$

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}, K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb / \Delta T$$

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}, K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb / \Delta T$$

Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}$, $K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb / \Delta T$$

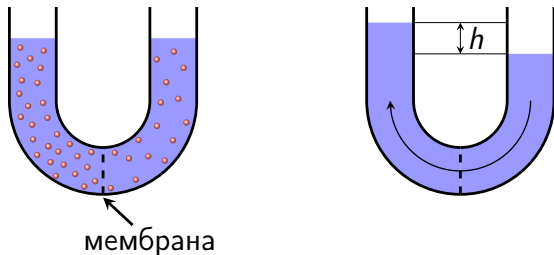
Эбулиоскопия и криоскопия

- Изменение температуры кипения и замерзания используют в анализе
 - Эбулиоскопия – измерение $\Delta T_{\text{кип}}$ раствора по сравнению с чистым растворителем;
 - Криоскопия – измерение $\Delta T_{\text{зам}}$;
- Существует простая связь между ΔT и составом раствора
 - моляльность b – количество растворённого вещества в 1 кг растворителя
 - $\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{Э}} b$
 - $\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{К}} b$
 - $K_{\text{Э}}$, $K_{\text{К}}$ – константы растворителя
- Молярная масса растворённого вещества A :

$$M(A) = Kb/\Delta T$$

Осмоз

- Осмоз – явление избирательной диффузии через полупроницаемую перегородку

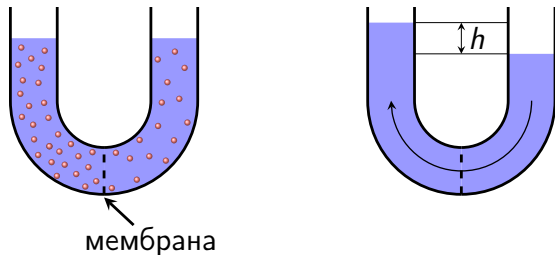


● – растворённое вещество, ■ – растворитель

- $p_{\text{изб}} = \rho gh$ – гидростатическое давление
- $p_{\text{осм}} = cRT$ – уравнение Вант-Гоффа ($c = \frac{\rho gh}{RT}$)
- Обратный осмос – перенос молекул растворителя под внешним давлением, используется в очистке воды

Осмоз

- Осмоз – явление избирательной диффузии через полупроницаемую перегородку



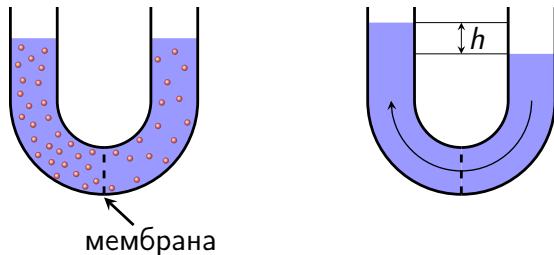
● – растворённое вещество, ■ – растворитель

- $p_{\text{изб}} = \rho gh$ – гидростатическое давление
- $p_{\text{осм}} = cRT$ – уравнение Вант-Гоффа ($c = \frac{\rho gh}{RT}$)
- Обратный осмос – перенос молекул растворителя под внешним давлением, используется в очистке воды

L^AT_EX

Осмоз

- Осмоз – явление избирательной диффузии через полупроницаемую перегородку



membrana

● – растворённое вещество, ■ – растворитель

- $p_{\text{изб}} = \rho gh$ – гидростатическое давление
- $p_{\text{осм}} = cRT$ – уравнение Вант-Гоффа ($c = \frac{\rho gh}{RT}$)
- Обратный осмос – перенос молекул растворителя под внешним давлением, используется в очистке воды

L^AT_EX

Задача 1

Вычислите массу серной кислоты, содержащейся в 400 мл 60%-ного раствора (плотность $1,5 \text{ г/см}^3$), а также молярную концентрацию раствора.

Задача 1

Вычислите массу серной кислоты, содержащейся в 400 мл 60%-ного раствора (плотность $1,5 \text{ г/см}^3$), а также молярную концентрацию раствора.

- Вначале найдём массу раствора серной кислоты:

Задача 1

Вычислите массу серной кислоты, содержащейся в 400 мл 60%-ного раствора (плотность $1,5 \text{ г/см}^3$), а также молярную концентрацию раствора.

- Вначале найдём массу раствора серной кислоты:
- $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_{\text{р-ра}} = 400 \cdot 1,5 = 600 \text{ г}$ ($1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$).

Задача 1

Вычислите массу серной кислоты, содержащейся в 400 мл 60%-ного раствора (плотность $1,5 \text{ г/см}^3$), а также молярную концентрацию раствора.

- Вначале найдём массу раствора серной кислоты:
- $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_{\text{р-ра}} = 400 \cdot 1,5 = 600 \text{ г}$ ($1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$).
- Зная массовую долю H_2SO_4 в растворе, можно найти её массу.

Задача 1

Вычислите массу серной кислоты, содержащейся в 400 мл 60%-ного раствора (плотность $1,5 \text{ г/см}^3$), а также молярную концентрацию раствора.

- Вначале найдём массу раствора серной кислоты:
- $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_{\text{р-ра}} = 400 \cdot 1,5 = 600 \text{ г}$ ($1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$).
- Зная массовую долю H_2SO_4 в растворе, можно найти её массу.
- $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 600 \cdot 0,6 = 360 \text{ г}$.

Задача 1

Вычислите массу серной кислоты, содержащейся в 400 мл 60%-ного раствора (плотность $1,5 \text{ г/см}^3$), а также молярную концентрацию раствора.

- Вначале найдём массу раствора серной кислоты:
- $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_{\text{р-ра}} = 400 \cdot 1,5 = 600 \text{ г}$ ($1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$).
- Зная массовую долю H_2SO_4 в растворе, можно найти её массу.
- $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 600 \cdot 0,6 = 360 \text{ г}$.
- Молярную концентрацию можно найти исходя из массы H_2SO_4 , содержащейся в известном объёме раствора.

Задача 1

Вычислите массу серной кислоты, содержащейся в 400 мл 60%-ного раствора (плотность $1,5 \text{ г/см}^3$), а также молярную концентрацию раствора.

- Вначале найдём массу раствора серной кислоты:
- $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \rho \cdot V_{\text{р-ра}} = 400 \cdot 1,5 = 600 \text{ г}$ (1 мл = 1 см³).
- Зная массовую долю H_2SO_4 в растворе, можно найти её массу.
- $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 600 \cdot 0,6 = 360 \text{ г}$.
- Молярную концентрацию можно найти исходя из массы H_2SO_4 , содержащейся в известном объёме раствора.
- $$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot V_{\text{р-ра}}} = \frac{360}{98 \cdot 0,4} = 9,2 \text{ М.}$$

Задача 2

Сколько граммов бромида натрия надо растворить в 200 г воды, чтобы получить 10%-ный раствор?

Задача 2

Сколько граммов бромида натрия надо растворить в 200 г воды, чтобы получить 10%-ный раствор?

- Задача решается в одно действие через определение массовой доли ω :

Задача 2

Сколько граммов бромида натрия надо растворить в 200 г воды, чтобы получить 10%-ный раствор?

- Задача решается в одно действие через определение массовой доли ω :

- $$\omega(\text{Na Br}) = \frac{m(\text{Na Br})}{m(\text{Na Br}) + m(\text{H}_2\text{O})} \quad (m_{\text{р-ра}} = m(\text{Na Br}) + m(\text{H}_2\text{O}));$$

$$\omega(\text{Na Br}) \cdot m(\text{Na Br}) + \omega(\text{Na Br}) \cdot m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na Br});$$

$$m(\text{Na Br}) = \frac{\omega(\text{Na Br}) \cdot m(\text{H}_2\text{O})}{1 - \omega(\text{Na Br})};$$

$$m(\text{Na Br}) = \frac{0,1 \cdot 200}{1 - 0,1} = 22 \text{ г.}$$

Задача 3

К 200 г 15%-ного раствора хлорида натрия прибавили 300 мл воды. Вычислите процентную концентрацию полученного раствора.

Задача 3

К 200 г 15%-ного раствора хлорида натрия прибавили 300 мл воды. Вычислите процентную концентрацию полученного раствора.

- При добавлении воды меняется масса раствора, но не масса растворенного вещества:

Задача 3

К 200 г 15%-ного раствора хлорида натрия прибавили 300 мл воды. Вычислите процентную концентрацию полученного раствора.

- При добавлении воды меняется масса раствора, но не масса растворенного вещества:
- $m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{NaCl}) = 200 \cdot 0,15 = 30 \text{ г.}$

Задача 3

К 200 г 15%-ного раствора хлорида натрия прибавили 300 мл воды. Вычислите **процентную концентрацию** полученного раствора.

- При добавлении воды меняется масса раствора, но не масса растворенного вещества:
- $m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{NaCl}) = 200 \cdot 0,15 = 30 \text{ г.}$
- **Массовая доля** в конечном растворе вычисляется через полученную массу NaCl:

Задача 3

К 200 г 15%-ного раствора хлорида натрия прибавили 300 мл воды. Вычислите **процентную концентрацию** полученного раствора.

- При добавлении воды меняется масса раствора, но не масса растворенного вещества:
- $m(\text{NaCl}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{NaCl}) = 200 \cdot 0,15 = 30 \text{ г.}$
- **Массовая доля** в конечном растворе вычисляется через полученную массу NaCl:
- $\omega_2(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{30}{200 + 300} = 0,06 = 6\%,$
($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$)

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23%, из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35%.

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23% , из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35% .

- Зная объём раствора, можно найти его массу:

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23%, из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35%.

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г}$.

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23% , из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35% .

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г}$.
- Через массовую долю солей можно найти их общее содержание:

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую **концентрацию солей 23%**, из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35%.

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г.}$
- Через массовую долю солей можно найти их общее содержание:
- $m(\text{солей}) = \omega(\text{солей}) \cdot m(\text{раствора}) = 0,23 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 2,53 \cdot 10^5 \text{ г.}$

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23% , из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35% .

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г}$.
- Через массовую долю солей можно найти их общее содержание:
- $m(\text{солей}) = \omega(\text{солей}) \cdot m(\text{раствора}) = 0,23 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 2,53 \cdot 10^5 \text{ г}$.
- Используя содержание NaCl , можно найти его массу:

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23% , из которых **80% приходилось на хлорид натрия**. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35% .

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г}$.
- Через массовую долю солей можно найти их общее содержание:
- $m(\text{солей}) = \omega(\text{солей}) \cdot m(\text{раствора}) = 0,23 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 2,53 \cdot 10^5 \text{ г}$.
- Используя содержание NaCl , можно найти его массу:
- $m(\text{NaCl}) = \omega(\text{NaCl}) \cdot m(\text{солей}) = 0,80 \cdot 2,53 \cdot 10^5 = 2,02 \cdot 10^5 \text{ г}$.

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23%, из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если **потери при производстве составляют 35%**.

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г}$.
- Через массовую долю солей можно найти их общее содержание:
- $m(\text{солей}) = \omega(\text{солей}) \cdot m(\text{раствора}) = 0,23 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 2,53 \cdot 10^5 \text{ г}$.
- Используя содержание NaCl, можно найти его массу:
- $m(\text{NaCl}) = \omega(\text{NaCl}) \cdot m(\text{солей}) = 0,80 \cdot 2,53 \cdot 10^5 = 2,02 \cdot 10^5 \text{ г}$.
- Масса NaCl **с учетом потерь** составит:

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23% , из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если **потери при производстве составляют 35%** .

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г}$.
- Через массовую долю солей можно найти их общее содержание:
- $m(\text{солей}) = \omega(\text{солей}) \cdot m(\text{раствора}) = 0,23 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 2,53 \cdot 10^5 \text{ г}$.
- Используя содержание NaCl , можно найти его массу:
- $m(\text{NaCl}) = \omega(\text{NaCl}) \cdot m(\text{солей}) = 0,80 \cdot 2,53 \cdot 10^5 = 2,02 \cdot 10^5 \text{ г}$.
- Масса NaCl с учетом потерь составит:
- $m(\text{NaCl}) = 2,02 \cdot 10^5 \cdot (1,00 - 0,35) = 1,31 \cdot 10^5 \text{ г} = 131 \text{ кг}$.

Задача 4

Для получения поваренной соли использовали рассол, который имел плотность $1,10 \text{ г/см}^3$ и общую концентрацию солей 23% , из которых 80% приходилось на хлорид натрия. Вычислите массу соли, которую можно получить из 1 м^3 рассола, если потери при производстве составляют 35% .

- Зная объём раствора, можно найти его массу:
- $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho = 10^6 \cdot 1,10 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ г.}$
- Через массовую долю солей можно найти их общее содержание:
- $m(\text{солей}) = \omega(\text{солей}) \cdot m(\text{раствора}) = 0,23 \cdot 1,1 \cdot 10^6 = 2,53 \cdot 10^5 \text{ г.}$
- Используя содержание NaCl , можно найти его массу:
- $m(\text{NaCl}) = \omega(\text{NaCl}) \cdot m(\text{солей}) = 0,80 \cdot 2,53 \cdot 10^5 = 2,02 \cdot 10^5 \text{ г.}$
- Масса NaCl с учетом потерь составит:
- $m(\text{NaCl}) = 2,02 \cdot 10^5 \cdot (1,00 - 0,35) = 1,31 \cdot 10^5 \text{ г} = 131 \text{ кг.}$
- Ответ: можно получить 131 кг поваренной соли.

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

- Решение данной задачи можно начать с конечной формулы:

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

- Решение данной задачи можно начать с конечной формулы:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{раствора})}.$$

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

- Решение данной задачи можно начать с конечной формулы:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{раствора})}.$$

- Таким образом задача сводится к нахождению $n(\text{HCl})$, т.к. объём раствора известен.

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

- Решение данной задачи можно начать с конечной формулы:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{раствора})}.$$

- Таким образом задача сводится к нахождению $n(\text{HCl})$, т.к. объём раствора известен.

- $$n(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})}{V_0} = \frac{0,179}{22,4} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ моль (HCl – газ!)}.$$

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

- Решение данной задачи можно начать с конечной формулы:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{раствора})}.$$

- Таким образом задача сводится к нахождению $n(\text{HCl})$, т.к. объём раствора известен.

- $$n(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})}{V_0} = \frac{0,179}{22,4} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ моль (HCl – газ!)}.$$

- Далее молярность раствора находится простой подстановкой:

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

- Решение данной задачи можно начать с конечной формулы:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{раствора})}.$$

- Таким образом задача сводится к нахождению $n(\text{HCl})$, т.к. объём раствора известен.

- $$n(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})}{V_0} = \frac{0,179}{22,4} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ моль (HCl – газ!)}.$$

- Далее молярность раствора находится простой подстановкой:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{0,250} = 0,024 \text{ моль/л}.$$

Задача 5

В воде растворили 0,179 л хлороводорода (н. у.) и объём довели до 250 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

- Решение данной задачи можно начать с конечной формулы:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{раствора})}.$$

- Таким образом задача сводится к нахождению $n(\text{HCl})$, т.к. объём раствора известен.

- $$n(\text{HCl}) = \frac{V(\text{HCl})}{V_0} = \frac{0,179}{22,4} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ моль (HCl – газ!)}.$$

- Далее молярность раствора находится простой подстановкой:

- $$c(\text{HCl}) = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{0,250} = 0,024 \text{ моль/л}.$$

- Ответ: $c(\text{HCl}) = 2,4 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}.$