

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

ТЕМА: РОЗЧИНИ

Мета: навчитися готувати розчини із заданою концентрацією розчиненої речовини

Значення теми:

Розчини різних речовин у воді і органічних розчинниках широко використовуються в лабораторній практиці (в біології та медицині), тому лабораторному техніку (експериментатору) необхідно вміти готувати розчини різних концентрацій. Розчини технічних і аналітичних концентрацій вимагають різної техніки приготування. Розчини, що вимагають високої точності приготування, називаються розчинами з аналітичними концентраціями. Такі розчини готуються з використанням точних розрахунків, аналітичних терезів, спеціального мірного посуду.

Знати:

- способи виразу приблизних, аналітичних концентрацій розчинів;
- розрахункові формули розчинів технічної та аналітичної концентрацій;
- правило «хреста» для розведення розчинів;
- правила приготування розчинів приблизних концентрацій;
- лабораторний посуд для приготування розчинів приблизних концентрацій;

Вміти:

- розраховувати наважки речовини і розчинника для приготування розчинів приблизних, аналітичних концентрацій;
- користуватися довідковою літературою (значення величин розчинності речовин у різних розчинниках за різними температурами).



Запитання для обговорення:

1. Методологічні основи наукових досліджень.
2. Прийоми організації наукової праці.
3. Збір та отримання наукової інформації. Джерела інформації та методи роботи з ними.
4. Вивчення наукової літератури.

Короткий зміст теми

Найважливішою характеристикою розчину є його кількісний склад. Відносний вміст розчиненої речовини в розчині називають **концентрацією**.

Існують різні способи вираження концентрації розчинів: у масових частках розчиненої речовини, молях на 1 л, грамах або міліграмах на 1 мл розчину, тощо.

Розрахунки, що застосовуються при приготуванні розчинів технічної концентрації

Масова частка розчиненої речовини ($\omega_{\text{речовини}}$) виражає відношення маси розчиненої речовини ($m_{\text{речовини}}$) до загальної маси розчину ($m_{\text{розчину}}$).

1. Знаходження масової частки розчиненої речовини:

$$\omega = m_{\text{речовини}} / m_{\text{розчину}} \cdot 100\%$$

2. Знаходження маси розчиненої речовини за відомою масовою долею речовини:

$$m_{\text{речовини}} = \omega_{\text{речовини}} \cdot m_{\text{розчину}} / 100\%$$

3. Знаходження маси розчинника:

$$m_{\text{розчинника}} = m_{\text{розчину}} - m_{\text{речовини}}$$

4. Перерахунок маси в об'єм і навпаки:

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

Зразкове розв'язування задач

Задача 1. Обчислити масу лугу і об'єм води, необхідні для приготування 40г розчину NaOH з масовою часткою 5%.

Дано:

$$m_{\text{розчину}} = 40 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = 5\%$$

Знайти: $m(\text{NaOH})$, $V(\text{H}_2\text{O})$.

Розв'язання

1. Масу лугу знаходять за формулою (2)

$$m(\text{NaOH}) = \frac{m_{\text{розчину}} \cdot \omega(\text{NaOH})}{100} = \frac{40 \cdot 5}{100} = 2 \text{ г.}$$

2. Знаходимо масу лугу з урахуванням 5% домішок:

$$2 \text{ г} - 100\%$$

$$X - 5\%, X = 0,04 \quad 2 \text{ г} + 0,04 \text{ г} = 2,04 \text{ г.}$$

3. Масу води (розчинника) рахуємо за формулою (3):

$$m_{\text{розчинника}} = m_{\text{розчину}} - m_{\text{речовини}}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 40 - 2,04 = 38,16 \text{ г. Оскільки } \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1, \text{ то } 38,16 \text{ г будуть займати } V = 38,16 \text{ мл.}$$

Відповідь: 38,16 мл.

Задача 2. Приготувати 150мл фізіологічного розчину (0,9% NaCl).

Дано:

$$V = 150 \text{ мл}$$

$$\omega = 0,9\%$$

$$\rho = 1 \text{ г/см}^3$$

Знайти: $m(\text{NaCl})$, $V(\text{H}_2\text{O})$

Розв'язання

1. Знаходимо масу розчину:

$$m_{\text{розчину}} = \rho \cdot V = 1 \cdot 150 = 150 \text{ г.}$$

2. Знаходимо масу речовини:

$$m_{\text{речовини}} = \frac{\omega \cdot m_{\text{розчину}}}{100} = \frac{0,9 \cdot 150}{100} = 1,35 \text{ г.}$$

3. Знаходимо масу води:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 - 1,35 = 148,66 \text{ г. Оскільки } \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1, \text{ то } 148,66 \text{ г будуть займати } V = 148,66 \text{ мл.}$$

Відповідь: 148,66 мл.

Кристалогідрати

Кристалогідрати – це кристалічні речовини, що містять молекули води. Воду, що входить до складу кристалогідратів, називають кристалізаційною.

Формули деяких кристалогідратів:

Купрум (II) сульфат (мідний купорос) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Заліза (II) сульфат (залізний купорос) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Сульфат кальцію (гіпс) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Натрію карбонат (кристалічна сода) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Сульфат магнію (англійська (гірка) сіль) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Сульфат натрію (глауберова сіль) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Тетраборат натрію (бура) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Зразкове розв'язування задач

Задача 1. Приготувати 100 г 5% розчину MgSO_4 з кристалогідрату $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Дано:

$m_{\text{розчину}} = 100\text{г}$.

$\omega(\text{MgSO}_4) = 5\%$

Знайти: $m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$, $V(\text{H}_2\text{O})$

Розв'язання

1. Проводимо розрахунок для безводної солі:

$$\omega(\text{MgSO}_4) = \frac{m(\text{MgSO}_4)}{m_{\text{розчину}}} \cdot 100 \%$$

$$m(\text{MgSO}_4) = \frac{m_{\text{розчину}} \cdot \omega(\text{MgSO}_4)}{100} = \frac{100 \cdot 5}{100} = 5\text{г}.$$

2. Обчислюємо масу кристалогідрату $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, необхідного для приготування розчину:

Розраховуємо молярні маси безводної солі і кристалогідрату.

Молекулярна маса кристалогідрату:

$M_r(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 120 + 126 = 246\text{г/моль}$.

$M_r(\text{речовини}) = 1\text{моль речовини } 246\text{г/моль} \cdot 1\text{моль} = 246\text{г}$. В г вимірюється маса

Молярна маса безводної солі:

Молярна маса $M_r(\text{MgSO}_4) = 120\text{г} / \text{моль} \cdot 1\text{моль} = 120\text{г}$.

Міркуємо таким чином:

У 246г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – міститься MgSO_4 120г.

в X (г) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – міститься MgSO_4 5г

Складаємо пропорцію і знаходимо:

$$X = 246 \cdot 5 / 120 = 10,25\text{г}.$$

3. Розраховуємо необхідний об'єм води:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{розчину}} - m_{\text{речовини}} = 100 - 10,25 = 89,75\text{г}.$$

Тому як $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$, то 89,75г займатимуть $V = 89,75\text{мл}$.

Відповідь: для приготування необхідного розчину розчиняють 10,25г $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 89,75мл води.

Обчислення за «правилом хреста»

Для отримання розчину із заданою масовою часткою (%) розчиненої речовини шляхом змішування двох розчинів з відомою масовою часткою розчиненої речовини користуються діагональною схемою («правило хреста»).

Сутність цього методу полягає в тому, що по діагоналі з більшої величини масової частки розчиненої речовини віднімають меншу.

а с – в

де а – велика, в – менша, С – потрібна масова частка (%) розчиненої речовини в розчині

\ /

С

/\
в а – с

Різниці (с–в) і (а–с) показують, в яких співвідношеннях треба взяти розчини а та в, щоб отримати розчин С.

Якщо для розведення в якості вихідного розчину використовують чистий розчинник, наприклад, H_2O , то концентрація його приймається за 0 і записується з лівого боку діагональної схеми.

Зразкове розв'язування задач

Задача 1. Приготувати 8% розчин калію хлориду з 20% розчину.

Дано:

$$\omega(\text{NaCl}) = 20\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 0\%$$

Приготувати: 8% NaCl

Розв'язання

Складаємо схему:

Зліва пишемо концентрації наявних розчинів: 20% вихідний розчин і 0% вода, в середині пишемо концентрацію розчину, якій потрібно приготувати

20
8
0

Праву сторону схеми отримаємо, віднімаючи по діагоналі з більшою цифри меншу:

$$20 - 8 = 12 \text{ і } 8 - 0 = 8$$

20	8	2 частини
0	12	3 частини

Нагорі справа отримаємо необхідний об'єм 20% розчину, а внизу праворуч – об'єм води.

Відповідь: для отримання 8% розчину потрібно взяти 8 частин 20% розчину і 12 частин води. Або скорочуючи ці цифри, отримаємо: 2 частини 20% розчину і 3 частини води.

Ця схема дає приблизні результати. Більш точні результати можна отримати, провівши розрахунок з урахуванням густини розчинів. Однак кожен працівник лабораторії повинен знати, коли потрібна точність в обчисленні, а коли можна **користуватися** приблизними цифрами без шкоди для результатів роботи.

Задача 2. Скільки грамів 14% і 4% розчину сірчаної кислоти треба взяти для приготування 200г 10% розчину?

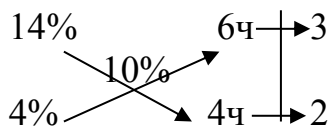
Дано:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 14\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4\%$$

Приготувати: 200 г 10% H_2SO_4

Розв'язання



Отже, для отримання 10% розчину потрібно взяти 6 частин 14% розчину і 4 частини 4% розчину. Або скорочуючи ці цифри отримаємо співвідношення обсягів: 3: 2.

Визначаємо масу кожного розчину за формулою:

$$m_{\text{розчину}} = \frac{\text{число частин} \cdot m_{\text{речовини}}}{\text{сума частин}}$$

$$m_{\text{розчину}} (14\%) = 3 \cdot 200/5 = 120\text{г.}$$

$$m_{\text{розчину}} (4\%) = 2 \cdot 200/5 = 80\text{г.}$$

Відповідь: для приготування 200г 10% розчину сірчаної кислоти треба взяти 80г 4% розчину і 120г 14% розчину.

Особливості розрахунків при приготуванні розчинів технічної концентрації

- кількість речовини, що розчиняється розраховують з точністю до десятих часток;
- при розрахунку кількості рідини частки мілілітра не враховують.

Розрахунок кількості лугу, необхідного для приготування розчину проводять, як описано вище. Але твердий луг містить багато домішок, рекомендується відважувати луг на 5% більше розрахованої кількості.

Алгоритм приготування розчинів солей, кристалогідратів, лугів

1. Підготувати посуд: мірний циліндр, хімічний стакан, скляна паличка. Устаткування: техномісичні або аптечні терези.
2. Кількість води відмірюють циліндром і приблизно $\frac{1}{2}$ цього об'єму виливають у хімічний стакан.
3. На терезах відважують розраховану кількість солі і переносять у хімічний стакан, в якому будуть проводити розчинення.
4. Перемішують до повного розчинення (при перемішуванні розчинів скляною паличкою не стукати об краї і дно склянки), потім доливають воду, що залишилася.
5. Розчини зберігають у бутлях відповідного розміру з підібраним коромом. Якщо розчин готується в невеликій кількості, яка буде використана протягом робочого дня, приготований розчин можна залишити там, де він був приготовлений.

Алгоритм приготування розчинів кислот

1. Підготувати посуд: 2 мірних циліндра, хімічний стакан, лійка.
2. Відміряти мірним циліндром кислоту і дистильовану воду.
3. У хімічний стакан наливають розраховану кількість води, а потім тонким струменем, поступово при перемішуванні додають потрібну кількість кислоти. **При розведенні кислоту ллють у воду!**
4. Розчин остиджують.

Розрахунки, що застосовуються при приготуванні розчинів аналітичної концентрації

Молярна концентрація

Молярна концентрація показує число молей розчиненої речовини в 1л. розчину. Молярну концентрацію розраховують за формулою:

$$C_m = m \cdot 1000 / V \cdot M \text{ або } m = C_m \cdot V \cdot M / 1000, \text{ де}$$

C_m - молярна концентрація, моль / л

V - об'єм розчину в літрах

M - молярна маса речовини.

Позначення молярності і назва розчинів:

1М - одномолярний в 1л.

0,5 М - напівмолярний

0,1 - децимолярний

0,01 - сантимольярний

0,001 - мілімолярний

Молярна концентрація еквівалента (нормальна концентрація)

Молярна концентрація еквівалента виражається числом еквівалентів розчиненої речовини в 1л розчину.

$$C_e = m_{\text{речовини}} \cdot 1000 / M_e \cdot V \text{ або } m = C_e \cdot V \cdot M_e / 1000$$

C_e – молярна концентрація еквіваленту, моль/л

V – об'єм розчину в літрах

M_e – молярна маса еквіваленту.

Молярна маса еквіваленту: $M_e = M(x) \cdot f(x)$, де

$M(x)$ – молярна маса речовини

$f(x)$ – фактор еквівалентності (число, що показує, яку частку реальної частки становить еквівалент)

$f(x) = 1 / Z$, де Z

для кислот дорівнює основності кислоти: $f(\text{HNO}_3) = 1$; $f(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1/2$.

для основ дорівнює кислотності основи: $f(\text{NaOH}) = 1$, $f(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1/2$

для солей дорівнює множення ступеня окиснення металу на число його атомів у молекулі солі:

$f(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1/1 \cdot 2$, $f(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 1/2 \cdot 3$.

Зразкове розв'язування задач

Приготувати 100мл 0,1 розчину карбонату натрію.

Дано:

$V = 100\text{мл}$

$C_m = 0,1$:

Знайти: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$

Розв'язання

1. Розрахуємо молярну масу солі карбонату натрію

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (22,9898 \cdot 2) + 12,01115 + (15,999 \cdot 3) = 106,004$$

2. Розрахуємо масу наважки за формулою:

$$m = C_m \cdot V \cdot M / 1000 = 0,1 \cdot 100\text{мл} \cdot 106,004 / 1000 = 1,06\text{г.}$$

Відповідь: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,06\text{г}$

Особливості розрахунків при приготуванні розчинів аналітичної концентрації

– масу речовини, що розчиняється підраховують з точністю до четвертого знака, а молярні маси беруть з точністю, з якою вони наведені в довідкових таблицях;

– об'єм розчинника не розраховують;

– об'єм концентрованого розчину підраховують з точністю до другого десяткового знака.

Алгоритм приготування розчину за точно взятою наважкою

Спосіб приготування розчинів за точно взятою наважкою можна застосувати не для всіх речовин. Цим способом можна приготувати розчини солей, які не містять домішок і кристалізаційну воду.

1. Підготувати посуд: мірна колба, хімічний стакан. Устаткування: аналітичні ваги.
2. На аналітичних вагах взяти розраховану наважку речовини, що підлягає розчиненню.
3. У мірну колбу вставити лійку і через неї всипати відважену кількість речовини.

Пересипати треба дуже акуратно, щоб не розсипати повз колби жодної крупинки. Залишки ретельно змивають з промивалки в воронку дистильованою водою.

4. Обмивають внутрішні стінки воронки, стежать за тим, щоб загальна кількість води, використана для обмивання, займала не більше $\frac{1}{2}$ об'єму колби.
5. У колбі обережним обертотним рухом, не перевертаючи, перемішують вміст до тих пір, доки наважка повністю не розчиниться.
6. Після цього доводять розчин до мітки дистильованою водою і перемішують вміст колби.

Алгоритм приготування розчину за приблизною наважкою

Більшість солей, всі луки готують точної концентрації, але за приблизною наважкою.

Для отримання такого розчину на технічних вагах беруть розраховану наважку з точністю до другого десяткового знака.

Розчиняють наважку в мірній колбі.

Точну концентрацію приготованого розчину встановлюють титруванням.

Алгоритм приготування розчину методом розведення

Об'єм розчину при приготуванні розчинів методом розведення розраховують за формулою $C_1V_1 = C_2V_2$

1. Підготувати посуд: градуйована піпетка, мірна колба, воронка, хімічний стакан.
2. У мірну колбу налити $\frac{1}{3}$ об'єму води.
3. Градуйовану піпетку промити водою, потім розчином, який будуть відмірювати.
4. Градуйованою піпеткою відміряти розрахований об'єм розчину.
5. Перенести відміряний об'єм у мірну колбу через лійку.
6. Довести об'єм в колбі до мітки дистильованою водою і перемішати вміст колби.

Матеріали та обладнання: мірні циліндри на 10, 25, 50, 100 мл, лійки, конічні колби, мірні стакани на 50 і 100 мл, склянки для зберігання розчинів, піпетки пластикові, механічні дозатори різних об'ємів, ваги лабораторні, важки, дистильована вода, NaCl, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 10% і 20% розчин NaOH.

Завдання:

1. Приготувати 100мл фізіологічного розчину (0,9% NaCl).
2. Приготувати 100 г 10 % розчину $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ з кристалогідрату тетраборату натрію (бури) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
3. Скільки грамів 10% і 20% розчину NaOH треба взяти для приготування 50г 15% розчину? Приготувати розчин.