

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

навчальної дисципліни «Неорганічна хімія»  
обов'язкових компонент освітньої-професійної програми першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт**  
**(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 22.02.2024 № 2

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 17.01.2024 № 6

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.02.2024 № 2

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 12.12.2022 № 8

*Доцент, кандидат хімічних наук, доцент, викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Козловська Т. Ф.*

**Рецензенти:**

- 1. Завідувач кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, канд. хім. наук, доцент, професор Новохатько О. В.*
- 2. Викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Тягній В. Г.*

## 1. Структура навчальної дисципліни

### 1.1. Структура навчальної дисципліни

### 1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання) не передбачено

### 1.3. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 3							
Тема № 1. Розчини. Їх типи. Розчинність.	9	2	0	0	0	14	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 2. Реакції з перенесенням електронів.	10	2	0	2	2	8	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 3. Перетворення хімічної енергії на електричну. Гальванічні та паливні елементи. Електрорушійна сила електрохімічних процесів.	12		0	0	0	8	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 4. Перетворення електричної енергії на хімічну. Процеси електролізу.	8	2	0	0	0	6	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 5. Корозія металів як різновид електрохімічних процесів.	8	2	0	0	0	17	
Всього за семестр № 3:	90	8	0	2	2	123	залік

## 2. Методичні вказівки до практичних занять

### Тема № 1. Розчини. Їх типи. Розчинність.

**Практичне заняття :** Визначення концентрацій хімічних розчинів і залежності температур кипіння і замерзання від фізико-хімічних характеристик розчинів.

Навчальна мета заняття: Розрахунки концентрацій розчинів речовин.

Кількість годин – 2 (заочна форма).

Місце проведення: навчальний кабінет коледжу.

**Навчальні питання:**

1. Типи концентрацій.
  2. Закони Рауля і Вант-Гоффа.
  3. Розрахунки концентрацій розчинів і температур кипіння і замерзання.
- Література: 2 (с. 224–255), 5 (с. 165–212).

**План проведення заняття:**

- I. Порядок проведення вступу до заняття.

Опрацювати теоретичний матеріал необхідний для виконання практичної роботи:

*Способи вираження концентрації.*

Концентрацією розчину називається кількість розчиненої речовини в певній масі або відомому об'ємі розчину чи розчинника.

1. Масова частка – відношення маси розчиненої речовини до маси розчину:

$$\omega = \frac{m_{\text{реч}}}{m_{\text{розчину}}}.$$

Масова частка, виражена у відсотках, називається процентною концентрацією розчину:

$$\omega = \frac{m_{\text{реч}}}{m_{\text{розчину}}} \cdot 100\%.$$

2. Молярна частка відношення кількості розчиненої речовини (розчинника) до суми кількостей всіх речовин, що становлять розчин:

$$N_i = \frac{n_i}{n_{\text{розчину}}}.$$

3. Молярна концентрація (молярність) – відношення кількості розчиненої речовини до об'єму розчину або число молей розчиненої речовини в 1 л розчину (моль/л, М):

$$C_M = \frac{m_{\text{речовини}}}{M_{\text{речовини}} \cdot V_{\text{розчину}}}.$$

4. Моляльна концентрація (моляльність) – відношення кількості розчиненої речовини до маси розчинника або число молей розчиненої речовини в 1 кг розчинника (моль/кг):

$$C_m = \frac{m_{\text{речовини}}}{M_{\text{речовини}} \cdot m_{\text{розчинника}}}.$$

5. Еквівалентна або нормальна концентрація (нормальність) – відношення числа еквівалентів розчиненої речовини до об'єму розчину або число еквівалентів розчиненої речовини в 1 л розчину (г-екв/л, н):

$$C_n = \frac{m_{\text{речовини}}}{m_{\text{е речовини}} \cdot V_{\text{розчину}}}.$$

6. Титр розчину – маса речовини, що міститься в 1 мл розчину (г/мл):

$$T = \frac{m_{\text{речовини}}}{V_{\text{розчину}}}.$$

*Властивості розчинів.*

Кількість теплоти, що поглинається або виділяється при розчиненні одного моля речовини, називається **теплотою розчинення** цієї речовини.

Теплота розчинення – негативна, якщо вона поглинається і позитивна, якщо – виділяється. Індивідуальна речовина володіє строго постійними температурами кипіння і плавлення, або кристалізації. Присутність розчиненого з'єднання підвищує температуру кипіння і знижує температуру плавлення або замерзання розчинника.

Різниця між температурами кипіння розчину і чистого розчинника називається **підвищенням температури кипіння розчину**  $\Delta t_{\text{кип}}$ . Різницю між температурами замерзання чистого розчинника і розчину називають **пониженням температури замерзання**  $\Delta t_{\text{зам}}$ . Рідина кипить, коли тиск її насиченої пари досягає значення зовнішнього тиску.

Рауль встановив, що для розбавлених розчинів не електролітів підвищення температури кипіння і пониження температури замерзання пропорційні молярній концентрації розчину.

$$\Delta t_{\text{кип}} = E C_m;$$

$$\Delta t_{\text{зам}} = K C_m,$$

де  $E$  – ебуліоскопічна константа;  $K$  – кріоскопічна константа;

Вони залежать від природи розчинника і не залежать від природи розчиненої речовини.

Оскільки,  $C_m = m_{\text{реч}}/M \cdot m_{\text{роз}}$ , тоді

$$\Delta t_{\text{кип}} = E m_{\text{реч}}/M \cdot m_{\text{роз}};$$

$$\Delta t_{\text{зам}} = K m_{\text{реч}}/M \cdot m_{\text{роз}},$$

звідси молярна маса розчинної речовини:

$$M = E m_{\text{реч}}/\Delta t_{\text{кип}} \cdot m_{\text{роз}} -$$

ебуліоскопічний метод визначення молярної маси розчиненої речовини;

$$M = K m_{\text{реч}}/\Delta t_{\text{зам}} \cdot m_{\text{роз}}.$$

Для солей, кислот і лугів характерне те, що їх розчини відхиляються від розглянутих законів. Для них осмотичний тиск, пониження тиску пари, зміни температур кипіння і замерзання завжди більші, ніж це відповідає концентрації розчину. Тому Вант-Гофф ввів поправковий коефіцієнт  $i$  (ізотонічний

коефіцієнт) до рівняння

$$p_{осм} = C_m RT,$$

що показує, у скільки разів осмотичний тиск даного розчину більше «нормального», тоді

$$p_{осм} = i C_m RT.$$

## II. Порядок проведення основної частини заняття.

Опанувати приклади розв'язання задач відповідно до теми практичного заняття.

### I. Способи вираження концентрації.

*Приклад 1.* Знайти: а) процентну (С %); б) молярну ( $C_m$ ); в) еквівалентну ( $C_n$ ); г) моляльну ( $C_m$ ) концентрації розчину  $H_3PO_4$ , який одержали при розчиненні 18 г кислоти в  $282 \text{ см}^3$  води, якщо густина його  $1,031 \text{ г/см}^3$ . Чому дорівнює титр  $T$  цього розчину?

*Розв'язок.*

а) масова процентна концентрація показує число грамів (одиниць маси) речовини, яке міститься в 100 г (одиниць маси) розчину. Оскільки масу  $282 \text{ см}^3$  води можна взяти рівною 282 г, то маса отриманого розчину  $18+282=300 \text{ г}$  і, значить

$$\begin{array}{l} 300 - 18 \\ 100 - C\% \end{array} \quad C\% = 100 \cdot 18 / 300 = 6 \%;$$

б) мольно-об'ємна концентрація, або молярність, показує число молів розчиненої речовини, яке міститься в 1 л розчину. Маса 1 л розчину 1031 г. Масу кислоти в літрі розчину знаходимо із співвідношення

$$\begin{array}{l} 300 - 18 \\ 1031 - X \end{array} \quad X = 1031 \cdot 18 / 300 = 61,86 \text{ г/л.}$$

Молярність розчину знайдемо діленням числа грамів  $H_3PO_4$  у 1 л розчину на мольну масу  $H_3PO_4$  (97,99 г/моль):

$$C_m = 61,86/97,99=0,63M.$$

в) еквівалентна концентрація, або нормальність, показує кількість грам-еквівалентів розчиненої речовини, яка міститься в 1 л розчину. Оскільки еквівалентна маса  $H_3PO_4=M/3=97,99/3=32,66 \text{ г/моль}$ , то

$$C_n = 61,86/32,66=1,89 \text{ н;}$$

г) мольно-масова концентрація, або моляльність, показує кількість молів розчиненої речовини, яка міститься в 1000 г розчинника. Масу  $H_3PO_4$  у 1000 г розчинника знаходимо із співвідношення

$$\begin{array}{l} 282 - 18 \\ 1000 - X \end{array} \quad X=1000 \cdot 18/282=68,83, \text{ г/кг.}$$

$$\text{Звідси } C_m = 68,83/97,99=0,65 \text{ м.}$$

д) титром розчину називається кількість грамів розчиненої речовини в 1 мл розчину. Оскільки в 1 л розчину міститься 61,86 г кислоти, то  $T=61,86/1000=0,06186 \text{ г/см}^3$ .

Знаючи нормальність розчину й еквівалентну масу ( $m_e$ ) розчиненої

речовини, титр легко знайти за формулою:

$$T = \frac{m_{\text{речовини}}}{V_{\text{розчину}}}.$$

*Приклад 2.* На нейтралізацію 50 см<sup>3</sup> розчину кислоти пішло 25 см<sup>3</sup> 0,5 н розчину лугу. Чому дорівнює нормальність кислоти?

*Розв'язок.* Оскільки речовини взаємодіють між собою в еквівалентних кількостях, то розчини рівної нормальності реагують у рівних об'ємах. За різних нормальностей об'єми розчинів реагуючих речовин обернено пропорційні їх нормальностям, тобто

$$V_1/V_2 = C_{\text{н}2}/C_{\text{н}1}, \text{ або } V_1 C_{\text{н}1} = V_2 C_{\text{н}2},$$

$$50 C_{\text{н}1} = 25 \cdot 0,5, \text{ звідки } C_{\text{н}1} = 25 \cdot 0,5 / 50 = 0,25 \text{ н.}$$

*Приклад 3.* До 1 л 10 %-го розчину КОН (густина 1,092 г/см<sup>3</sup>) додали 0,5 л 5 %-го розчину КОН (густина 1,045 г/см<sup>3</sup>). Об'єм суміші довели до 2 л. Обчислити молярну концентрацію отриманого розчину.

*Розв'язок.* Маса 1 л 10%-го розчину КОН 1092 г. У цьому розчині міститься  $1092 \cdot 10 / 100 = 109,2$  г КОН. Маса 0,5 л 5 %-го розчину  $1045 \cdot 0,5 = 522,5$  г. У цьому розчині міститься  $522,5 \cdot 5 / 100 = 26,125$  г КОН. У загальному об'ємі отриманого розчину (2 л) кількість КОН  $109,2 + 26,125 = 135,325$  г. Звідси молярність цього розчину  $C_{\text{м}} = 135,325 / 2 \cdot 56,1 = 1,2$  М, де 56,1 г/моль – мольна маса КОН.

*Приклад 4.* Який об'єм 96 %-ної сірчаної кислоти густиною 1,84 г/см<sup>3</sup> необхідний для приготування 3 л 0,4 н розчину?

*Розв'язок.* Еквівалентна маса  $\text{H}_2\text{SO}_4 = M/2 = 98,08/2 = 49,04$  г/моль. Для приготування 3 л 0,4н розчину потрібно  $49,04 \cdot 0,4 \cdot 3 = 58,848$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Маса 1 см<sup>3</sup> 96 %-ної кислоти 1,84 г. У цьому розчині міститься  $1,84 \cdot 96 / 100 = 1,766$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Отже, для приготування 3 л 0,4н розчину необхідно взяти  $58,848 / 1,766 = 33,32$  см<sup>3</sup> цієї кислоти.

## II. Властивості розчинів.

*Приклад 1.* Обчисліть температури кристалізації та кипіння 2 %-ного водного розчину глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

*Розв'язок.* За законом Рауля, зниження температури кристалізації та підвищення температури кипіння розчину ( $\Delta t$ ) порівняно з температурами кристалізації та кипіння розчинника виражаються рівнянням:

$$\Delta t = K \cdot \frac{m \cdot 1000}{M m_1}, \quad (1)$$

де  $K$  – кріоскопічна або ебуліоскопічна константа. Для води вони відповідно рівні 1,86 і 0,52°,  $m$  і  $M$  – відповідно маса розчиненої речовини і його мольна маса,  $m_1$  – маса розчинника.

Зниження температури кристалізації 2 %-ного розчину  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  знаходимо з формули (1):

$$\Delta t = 1,86 \cdot \frac{2 \cdot 1000}{180 \cdot 98} = 0,21^\circ.$$

Вода кристалізується при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , отже, температура кристалізації розчину  $0 - 0,21 = -0,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . З формули (1) знаходимо і підвищення температури кипіння 2%-ного розчину:

$$\Delta t = 0,52 \cdot \frac{2 \cdot 1000}{180 \cdot 98} = 0,06^{\circ}.$$

Вода кипить при  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , отже, температура кипіння цього розчину  $100 + 0,06 = 100,06\text{ }^{\circ}\text{C}$

*Приклад 2.* Розчин, який містить 1,22 г бензойної кислоти  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  у 100 г вуглецю, кипить при  $46,529\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Температура кипіння сірковуглецю  $46,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Обчисліть ебуліоскопічну константу сірковуглецю.

*Розв'язок.* Підвищення температури кипіння  $\Delta t = 46,529 - 46,3 = 0,229^{\circ}$ . Моль кислоти 122 г/моль. З формули (1) знаходимо ебуліоскопічну константу:

$$K_{\text{еб}} \cdot \frac{\Delta t M m_1}{m \cdot 1000} = \frac{0,229 \cdot 122 \cdot 100}{1,22 \cdot 1000} = 2,29^{\circ}.$$

*Приклад 3.* Розчин, що містить 11,04 г гліцерину, 800 г води кристалізується при  $0,279\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Обчислити мольну масу гліцерину.

*Розв'язок.* Температура кристалізації чистої води  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , отже, зниження температури кристалізації  $\Delta t = 0 - (-0,279) = 0,279^{\circ}$ . Маса гліцерину  $m$  (г) на 1000 г води:

$$m = \frac{11,04 \cdot 1000}{800} = 13,8.$$

Підставляючи до рівняння:

$$M = K \cdot \frac{m}{\Delta t}, \quad (2)$$

далі обчислюємо мольну масу гліцерину:

$$M = \frac{1,86 \cdot 13,8}{0,279} = 92\text{ г/моль}.$$

*Приклад 4.* Обчисліть процентну концентрацію водного розчину сечовини  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , знаючи, що температура кристалізації цього розчину дорівнює  $-0,465\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Розв'язок.* Температура кристалізації чистої води  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , отже,  $\Delta t = 0 - (-0,465) = -0,465^{\circ}$ . Мольна маса сечовини 60 г/моль. Знаходимо масу  $m$ (г) розчиненої речовини на 100 г води з формули (2):

$$m = \frac{\Delta t M}{K} = \frac{0,465 \cdot 60}{1,86} = 15\text{ г}.$$

Загальна маса розчину, що містить 15 г сечовини, дорівнює  $1000 + 15 = 1015$  г. Процентний уміст сечовини в даному розчині знаходимо зі співвідношення

в 1015 г розчину – 15 г речовини

в 100 г розчину –  $x$  г речовини  $x = 1,48\text{ \%}$ .

III. Порядок проведення заключної частини заняття.



Для заліку практичної роботи дати відповідь на запитання в письмовій формі :

1. Які типи концентрацій застосовують у хімічних розрахунках?
2. Записати математичні вирази для способів вираження концентрацій.
3. Записати приклади розв'язання задач.
4. Навести фізичну сутність ебуліоскопічної та криоскопічної констант.
5. Розв'язати задачу за вказівкою викладача з наведеного переліку.

*І. Способи вираження концентрацій.*

*Приклади задач.*

1. Обчисліть молярну й еквівалентну концентрації 20 %-ного розчину кальцій хлориду густиною  $1,178 \text{ г/см}^3$ .
2. Чому дорівнює нормальність 30 %-ного розчину NaOH густиною  $1,328 \text{ г/см}^3$ ? До 1 л цього розчину додали 5 л води. Обчисліть процентну концентрацію отриманого розчину.
3. До 3 л 10 %-ного розчину  $\text{HNO}_3$  густиною  $1,054 \text{ г/см}^3$  додали 5 л 2%-ного розчину тієї самої кислоти густиною  $1,009 \text{ г/см}^3$ . Обчисліть процентну і молярну концентрацію отриманого розчину, об'єм якої дорівнює 8 л.
4. Обчисліть еквівалентну і молярну концентрації 20,8 %-ного розчину  $\text{HNO}_3$  густиною  $1,12 \text{ г/см}^3$ . Скільки грамів кислоти міститься в 4 л цього розчину?
5. Обчисліть молярну, еквівалентну і молярну концентрації 16 %-ного розчину алюміній хлориду густиною  $1,149 \text{ г/см}^3$ .
6. Скільки і якої речовини залишиться в надлишку, якщо до  $75 \text{ см}^3$  0,3 н розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  додати  $125 \text{ см}^3$  0,2 н. розчину KOH?
7. Для осадження у вигляді AgCl усього срібла, що міститься в  $100 \text{ см}^3$  розчину  $\text{AgNO}_3$ , треба було  $50 \text{ см}^3$  0,2 н. розчину HCl. Яка нормальність розчину  $\text{AgNO}_3$ ? Яка маса AgCl випала в осад?
8. Який об'єм 20,01 %-ного розчину HCl (гус.  $1,100 \text{ г/см}^3$ ) потрібно для приготування 1 л 10,17 %-ного розчину (гус.  $1,050 \text{ г/см}^3$ ) ?
9. Змішали  $10 \text{ см}^3$  10 %-ного розчину  $\text{HNO}_3$  (гус.  $1,056 \text{ г/см}^3$ ) і  $100 \text{ см}^3$  30 %-ного розчину  $\text{HNO}_3$  ( гус.  $1,184 \text{ г/см}^3$ ). Обчисліть процентну концентрацію отриманого розчину.
10. Який об'єм 50 %-ного розчину KOH (гус.  $1,538$ ) потрібно для приготування 3 л 6%-ного розчину (гус.  $1,048 \text{ г/см}^3$ )?
11. Який об'єм 10 %-ного розчину натрій карбонату (гус.  $1,105 \text{ г/см}^3$ ) потрібно для приготування 5 л 2%-ного розчину (гус.  $1,02 \text{ г/см}^3$ )?
12. На нейтралізацію  $31 \text{ см}^3$  0,16 н розчину лугу потрібно  $217 \text{ см}^3$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Чому дорівнює нормальність і титр розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?
13. Який об'єм 0,3 н розчину кислоти потрібно для нейтралізації розчину, що містить 0,32 г NaOH у  $40 \text{ см}^3$ ?
14. На нейтралізацію 1 л розчину, що містить 1,4 г KOH, потрібно  $50 \text{ см}^3$  розчину кислоти. Обчисліть нормальність розчину кислоти.
15. Яка маса  $\text{HNO}_3$  містилася в розчині, якщо на нейтралізацію його треба було  $35 \text{ см}^3$  0,4 н розчину NaOH? Який титр розчину NaOH?
16. Яку масу  $\text{NaNO}_3$  потрібно розчинити в 400 г води, щоб приготувати 20

%-ний розчин?

17. Змішали 300 г 20 %-ного розчину і 500 г 40 %-ного розчину NaCl. Чому дорівнює процентна концентрація отриманого розчину?

18. Змішали 247 г 62 %-ного і 145 г 18 %-ного розчину сульфатної кислоти. Яка процентна концентрація отриманого розчину?

19. З 700 г 60 %-ний сірчаної кислоти випарюванням видалили 200 г води. Чому дорівнює процентна концентрація розчину, що залишився?

20. З 10 кг 20 %-ного розчину при охолодженні виділилося 400 г солі. Чому дорівнює процентна концентрація охолодженого розчину?

## *II. Властивості розчинів.*

### *Приклади задач.*

1. Розчин, який містить 0,512 г неелектроліту в 100 г бензолу, кристалізується при 5,290 °С. Температура кристалізації бензолу 5,5°. Кріоскопічна константа 5,1 °С. Обчисліть мольну масу розчиненої речовини.

2. Обчисліть процентну концентрацію водного розчину цукру  $C_{12}H_{22}O_{10}$ , знаючи, що температура кристалізації розчину  $-0,93$  °С. Кріоскопічна константа води 1,86°.

3. Обчисліть температуру кристалізації розчину сечовини  $(NH_2)_2CO$ , що містить 5 г сечовини в 150 г води. Кріоскопічна константа води 1,86.

4. Розчин 3,04 г камфори  $C_{10}H_{16}O$  у 100 г бензолу кипить при 80,714 °С. Температура кипіння бензолу 80,2 °С. Обчисліть ебуліоскопічну константу бензолу.

5. Обчисліть процентну концентрацію водного розчину гліцерину  $C_3H_5(OH)_3$ , якщо відомо, що цей розчин кипить при 100,39 °С. Ебуліоскопічна константа води 0,52°.

6. Обчисліть мольну масу неелектроліту, якщо розчин містить 2,25 г цієї речовини в 250 г води та кристалізується при  $-0,279$  °С. Кріоскопічна константа води 1,86°.

7. Обчисліть температуру кипіння 5 %-ного розчину нафталіну  $C_{10}H_8$  у бензолі. Температура кипіння бензолу 80,2 °С. Ебуліоскопічна константа бензолу 2,57°.

8. Розчин, який містить 25,65 г деякого неелектроліту в 300 г води, кристалізується при  $-0,465$  °С. Обчисліть мольну масу розчиненої речовини. Кріоскопічна константа води 1,86°.

9. Обчисліть кріоскопічну константу оцтової кислоти, якщо розчин містить 4,25 г антрацену  $C_{14}H_{10}$  у 100 г оцтової кислоти та кристалізується при 15,718 °С. Температура кристалізації оцтової кислоти 16,65 °С.

10. При розчиненні 4,86 г сірки в 60 г бензолу температура його кипіння підвищилася на 0,81°. Скільки атомів містить молекула сірки в цьому розчині. Ебуліоскопічна константа бензолу 2,57°.

11. Температура кристалізації розчину, який містить 66,3 г деякого неелектроліту в 500 г води, дорівнює  $-0,558$  °С. Обчисліть мольну масу розчиненої речовини. Кріоскопічна константа води 1,86°.

12. Яку масу аніліну  $C_6H_5NH_2$  варто розчинити в 50 г етилового етеру,

щоб температура кипіння розчину була вища за температуру кипіння етилового етеру на  $0,53^{\circ}$ . Ебуліоскопічна константа етилового етеру  $2,12^{\circ}$ .

13. Обчисліть температуру кристалізації 2 %-ного розчину етилового спирту  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . Кріоскопічна константа води  $1,86$ .

14. Скільки грамів сечовини  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  варто розчинити в 75 г води, щоб температура кристалізації знизилася на  $0,465^{\circ}$ ? Кріоскопічна константа води  $1,86^{\circ}$ .

15. Обчисліть процентну концентрацію водяного розчину глюкози  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , якщо цей розчин кипить при  $100,26^{\circ}\text{C}$ . Ебуліоскопічна константа води  $0,52^{\circ}$ .

16. Скільки грамів фенолу  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  варто розчинити в 125 г бензолу, щоб температура кристалізації розчину була нижчою за температуру кристалізації бензолу на  $1,7^{\circ}$ ? Кріоскопічна константа бензолу  $5,1^{\circ}$ .

17. Скільки грамів сечовини  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  варто розчинити в 250 мл води, щоб температура кипіння підвищилася на  $0,26^{\circ}$ ? Ебуліоскопічна константа води  $0,52^{\circ}$ .

18. При розчиненні 2,3 г деякого неелектроліту в 125 г води температура кристалізації знижується на  $0,372^{\circ}$ . Обчисліть мольну масу розчиненої речовини. Кріоскопічна константа води  $1,86^{\circ}$ .

19. Обчисліть температуру кипіння 15 %-ного водного розчину пропилового спирту  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ . Ебуліоскопічна константа води  $0,52^{\circ}$ .

20. Обчисліть процентну концентрацію водного розчину метанолу  $\text{CH}_3\text{OH}$ , температура кристалізації якого  $-2,79^{\circ}\text{C}$ . Кріоскопічна константа води  $1,86^{\circ}$ .

### 3. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

#### Основна

1. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : практикум. Київ : Либідь, 2003. 205 с. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28898> (дата звернення: 25.07.2023)
2. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посібник. Київ : Вища школа, 2005. 635 с.
3. Басов В. П., Радіонов В. М. Хімія : навч. посібн. 4-те вид. Київ : Каравела, 2004. 302 с. URL: [https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product\\_id=174](https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=174) (дата звернення: 16.11.2023)
4. Бочеров А. Д., Жикол О. А., Красовська М. В. Хімія : Довідник з прикладами розв'язання задач. Харків, 2011. 416 с.
5. Григор'єва В. В., Самійленко В.М., Сич А. М., Голуб О. А. Загальна хімія : підручник для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2009. 471 с.
6. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 1. Київ : Педагогічна преса, 2002. 418 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/16542> (дата звернення: 25.11.2023)
7. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 2. Київ : Педагогічна преса, 2000. 783 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/16542> (дата звернення: 25.11.2023)

#### Додаткова

8. Панасенко О. І. та ін. Неорганічна хімія : підручник. Запоріжжя : Запорізький державний медичний університет, 2016. 462 с. URL: <https://ru.scribd.com/document/655105683/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0-%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F-%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA> (дата звернення: 12.11.2023)
9. Андрійко О. О. Неорганічна хімія біогенних елементів. Київ : НТТУ«КПІ», 2013. 332 с.
10. Рейтер Л. Г., Степаненко О. М., Басов В. П. Теоретичні розділи загальної хімії. Київ : Каравела, 2012. 303 с.
8. 11. Загальна та неорганічна хімія : підруч. для студентів вищ. навч. закл. / Є. Я. Левітін, А. М. Бризицька, Р. Г. Ключова; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. 3-тє вид. Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. 512 с.
12. Гомонай В. І., Мільович С. С. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2016. 448 с.

#### Інформаційні ресурси в Інтернеті

13. Віртуальна читальня освітніх матеріалів для студентів, вчителів, учнів та

батьків. URL : <https://subject.com.ua/>