

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЗ «ДНІПРОПЕТРОВСЬКА МЕДИЧНА АКАДЕМІЯ  
МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ»

ПОДПЛЕТНЯ О. А., ХМЕЛЬНИКОВА Л. І.

# Аналітична, фізколоїдна хімія та метрологія

Навчальний посібник

ДНІПРОПЕТРОВСЬК  
2015

УДК 543.061(075)+541.1+541.18(075.8)

ББК 244я73

П 44

Рецензенти:

д-р хім. наук, проф. кафедри фізичної та неорганічної хімії

*В. Ф. Варгалюк* (ДНУ ім. О. Гончара)

д-р хім. наук, проф. кафедри аналітичної хімії *В. І. Ткач*

(Український державний хіміко-технологічний університет)

Рекомендовано до друку нарадою опорної кафедри загальної, біонеорганічної та фізколоїдної хімії Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького із завідувачами та провідними викладачами однопрофільних кафедр медичних ВНЗ України (протокол № 1 від 6 червня 2014 р.).

**Подплетня, О. А.**

П 44 Аналітична, фізколоїдна хімія та метрологія [Текст] : навчальний посібник / О. А. Подплетня, Л. І. Хмельникова. – Дніпропетровськ : \_\_\_\_\_, 2015. – 238 с.

ISBN

Розглядаються основні питання аналітичної, фізколоїдної хімії та метрології: хімічна термодинаміка, основи хімічної кінетики, електрохімії, методи якісного та кількісного аналізу (титриметрія, гравіметрія, сучасні хімічні методи аналізу), властивості істинних, колоїдних розчинів та розчинів високомолекулярних сполук (ВМС), фазові рівноваги. Звернена увага на значення цих дисциплін для фармації, медико-біологічної практики.

Навчальний посібник складається з чотирьох розділів, кожен з яких містить основні теоретичні відомості за темами та тестові завдання.

Для студентів денної та заочної форм навчання спеціальностей «Клінічна фармація» та «Фармація».

Іл. 8. Табл. 19. Бібліогр.: 21 назва.

УДК 543.061(075)+541.1+541.18(075.8)

ББК 244я73

ISBN

© Подплетня О. А., Хмельникова Л. І.,  
2015

# ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	4
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ .....	5
1.1. Хімічна термодинаміка .....	5
1.1.1. Теоретичні основи .....	5
1.1.2. Тестові завдання .....	9
1.2. Хімічна кінетика .....	21
1.2.1. Теоретичні основи .....	21
1.2.2. Тестові завдання .....	26
1.3. Розчини .....	39
1.3.1. Теоретичні основи .....	39
1.3.2. Тестові завдання .....	49
1.4. Комплексні сполуки .....	67
1.4.1. Теоретичні основи .....	67
1.4.2. Тестові завдання .....	69
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ .....	77
2.1. Якісний та кількісний аналіз .....	77
2.1.1. Теоретичні основи .....	77
2.1.2. Тестові завдання .....	89
2.1.2.1. Якісний аналіз .....	89
2.1.2.2. Кількісний аналіз .....	95
2.2. Електрохімія. Електрохімічні методи аналізу .....	111
2.2.1. Теоретичні основи .....	111
2.2.2. Тестові завдання .....	124
2.3. Спектроскопія. Спектроскопічні методи аналізу .....	146
2.3.1. Теоретичні основи .....	146
2.3.2. Тестові завдання .....	153
2.4. Поверхневі явища. Хроматографічні методи аналізу .....	167
2.4.1. Теоретичні основи .....	167
2.4.2. Тестові завдання .....	175
РОЗДІЛ 3. ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ .....	190
3.1. Теоретичні основи .....	190
3.2. Тестові завдання .....	203
РОЗДІЛ 4. МЕТРОЛОГІЯ .....	219
4.1. Теоретичні основи .....	219
4.2. Тестові завдання .....	222
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	234
ДОДАТОК .....	235

## ПЕРЕДМОВА

Навчальний посібник складений на основі програм курсів «Аналітична хімія», «Фізколоїдна хімія», «Фізичні методи аналізу та метрологія», які мають багато спільних тем (розчини; кінетичні, термодинамічні, електрохімічні, адсорбційні та інші процеси; методи статистичної обробки). Видання містить теоретичні засади та тестові завдання і спрямоване на контроль знань з питань загальних закономірностей хімічних процесів, кількісних та якісних методів дослідження біохімічних та фармацевтичних об'єктів, властивостей сполук, які беруть участь у процесах життєдіяльності відповідно до їх біологічних функцій. Майбутній фахівець медико-біологічного та фармацевтичного профілю повинен мати чітке сучасне уявлення щодо широкого використання термодинамічних та статистичних методів дослідження, які дають змогу розв'язувати низку важливих питань, зокрема: щодо перетворення різних видів енергії в хімічних процесах, їх напрямки; закономірностей хімічної рівноваги та її зсуву; властивостей істинних та молекулярних розчинів неелектролітів, електролітів, колоїдних систем, високомолекулярних сполук (ВМС); поверхневих явищ, електрохімічних та адсорбційних процесів тощо. Тож автори посібника зробили спробу через тестові завдання узагальнити матеріал програм в доступній формі, по можливості не перевантажуючи його математичними викладками.

Головна мета – складання тестових завдань таким чином, щоб вони були спрямовані на розкриття фізичного змісту закономірностей хімічних процесів, явищ. Зроблений акцент на практичному значенні та застосуванні законів і сполук у фармацевтичній, медико-біологічній практиці.

# ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ПЕРЕБІГУ ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

## 1.1. Хімічна термодинаміка

### 1.1.1. Теоретичні основи

**Хімічна термодинаміка** – наука про співвідношення хімічної та інших видів енергії, умови й можливості хімічних реакцій, що відбуваються самочинно.

Величини, що слугують для енергетичної характеристики стану сполуки, зміни стану й перетворення сполук, мають назву **термодинамічних величин**. Такими є:

а) внутрішня енергія  $U$  – сума всіх видів енергій частинок системи, що залежить від температури, об'єму, тиску, кількості та складу речовини;

б) ентальпія (енерговміст)  $H$  – сума внутрішньої енергії та добутку тиску на об'єм,  $H = U + PV$ ;

в) ентропія  $S$  – міра безладдя, хаосу або приведена теплота,  $S = \frac{Q}{T}$ ;

г) енергія Гіббса ( $G$ ,  $P = \text{const}$ ,  $T = \text{const}$ ) та енергія Гельмгольца ( $F$ ,  $V = \text{const}$ ,  $T = \text{const}$ ) – максимальна робота, яку здатна виконати система за відповідних умов,  $G = H - TS$ ,  $F = U - TS$ . Головною властивістю цих величин є незалежність їх зміни від шляху зміни і залежність від початкового та кінцевого станів.

Такі величини мають назву функції стану:  $\Delta U = U_2 - U_1$ ;  $\Delta H = H_2 - H_1$ ;  $\Delta S = S_2 - S_1$ ;  $\Delta G = G_2 - G_1$ .

Термодинамічні параметри залежать від умов, тому табличні значення їх величин прийнято відносити до стандартних станів (298 К, 101 325 Па, 1 моль). Вони дістали назву стандартних величин ( $\Delta H_{298}^0$ ,  $\Delta G_{298}^0$ ), наприклад:

а) стандартна ентальпія утворення речовини (тепловий ефект утворення речовини, теплота утворення) – теплота утворення речовини (1 моль) з простих речовин за стандартних умов (ст.у.);

б) стандартний тепловий ефект згоряння речовини (теплота згоряння) – теплота згоряння речовини (1 моль) до вищих стійких оксидів за ст.у.

Процеси, що відбуваються за умови сталості відповідних фізичних параметрів, дістали назву **термодинамічних**, а саме:

а) ізотермічний (відбувається в термостаті) – процес при  $T = \text{const}$ ;

б) ізобарний (відбувається при сполученні системи з атмосферою) – при  $P = \text{const}$ ;

в) ізохорний (відбувається в закритій посудині) – при  $V = \text{const}$ ;

г) ізобарно-ізотермічний (відбувається в ізольованій системі) – при  $P = \text{const}$ ,  $T = \text{const}$ ;

д) ізохорно-ізотермічний (відбувається в ізольованій системі) – при  $V = \text{const}$ ,  $T = \text{const}$ .

**Перший закон термодинаміки:** у замкненій системі теплота, підведена до системи, витрачається на збільшення внутрішньої енергії та здійснення роботи над навколишнім середовищем:  $Q = \Delta U + A = \Delta U + P\Delta V$ . Якщо  $Q > 0$  – процес екзотермічний (теплота виділяється), а якщо  $Q < 0$  – то ендотермічний (теплота поглинається). При ізохорному процесі ( $V = \text{const}$ ):  $A = 0$ , тоді  $-Q_V = \Delta U$ ; при ізобарному ( $P = \text{const}$ ):  $-Q_P = \Delta H$ , тоді  $Q_P = Q_V + P\Delta V$ .

**Закон Гесса** (окремий випадок першого закону): ентальпія хімічної реакції ( $\Delta H$ ,  $Q$ ) не залежить від шляху перебігу хімічної реакції, а залежить від вихідного та кінцевого станів системи.

Наслідки закону Гесса:

а) тепловий ефект реакції  $\Delta H_p$  дорівнює сумі теплових ефектів проміжних стадій:  $\Delta H_p = \Delta H_1 + \Delta H_2$ ;

б) в конденсованих системах (твердих та рідких)  $\Delta V = 0$ , тоді різницею між  $\Delta U$  і  $\Delta H$  можна знехтувати і  $Q_P = Q_V$ ;

в) для двох реакцій, які мають однакові вихідні, але різні кінцеві стани, різниця теплових ефектів дорівнює тепловому ефекту переходу від одного кінцевого стану до іншого:  $C + O_2 \rightarrow CO + 1/2O_2$  ( $\Delta H_1$ );  $C + O_2 \rightarrow CO_2$  ( $\Delta H_2$ );  $CO + 1/2O_2 \rightarrow CO_2$  ( $\Delta H_3$ );  $\Delta H_3 = \Delta H_2 - \Delta H_1$ ;

г) для двох реакцій, які мають однакові кінцеві, але різні вихідні стани, різниця теплових ефектів дорівнює тепловому ефекту переходу від одного вихідного стану до іншого:  $C(\text{алмаз}) + O_2 \rightarrow CO_2$  ( $\Delta H_1$ );  $C(\text{графіт}) + O_2 \rightarrow CO_2$  ( $\Delta H_2$ );  $C(\text{алмаз}) \rightarrow C(\text{графіт})$  ( $\Delta H_3$ );  $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$ ;

д) тепловий ефект хімічної реакції дорівнює різниці сум теплоти утворення продуктів реакції та вихідних речовин з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів:  $\Delta H_p = \sum (v_1 \Delta H_{\text{утвор}})_{\text{прод}} - \sum (v_2 \Delta H_{\text{утвор}})_{\text{вих}}$ ;

е) тепловий ефект хімічної реакції дорівнює різниці сум теплоти згоряння вихідних речовин та продуктів реакції з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів:  $\Delta H_p = \sum (v_1 \Delta H_{\text{згорян}})_{\text{вих}} - \sum (v_2 \Delta H_{\text{згорян}})_{\text{прод}}$ .

**Закон Кірхгоффа:** температурний коефіцієнт теплового ефекту хімічної реакції  $\left(\frac{\Delta H}{\Delta T}\right)$  дорівнює зміні теплоємності системи в ході реакції:

$\frac{\Delta H}{\Delta T} = \Delta C_P = C_{P2} - C_{P1}$  – при ізобарному процесі;  $\frac{\Delta U}{\Delta T} = \Delta C_V = C_{V2} - C_{V1}$  – при ізохорному процесі. Зміна теплоємності залежить від складу системи й розраховується таким чином:  $\Delta C_P = \sum(v_1 C_{P, \text{прод}}) - \sum(v_2 C_{P, \text{вих}})$  або  $\Delta C_V = \sum(v_1 C_{V, \text{прод}}) - \sum(v_2 C_{V, \text{вих}})$ .

У вузькому інтервалі температур закон Кірхгоффа має вигляд  $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \Delta C_P (T_2 - T_1)$  або  $\Delta U_{T_2} = \Delta U_{T_1} + \Delta C_V (T_2 - T_1)$ . Оскільки частіше відомі табличні значення стандартних теплових ефектів, то маємо вираз:  $\Delta H_T = \Delta H_{298}^0 + \Delta C_P (T_2 - 298)$  або  $\Delta U_T = \Delta U_{298}^0 + \Delta C_V (T_2 - 298)$ .

**Другий закон термодинаміки:** в ізольованих системах ентропія збільшується в необоротних процесах ( $\Delta S > \frac{Q}{T}$ ) і залишається сталою в оборотних ( $\Delta S = 0$ ). Для ізольованих систем відповідно до статистичної термодинаміки актуальне положення:  $\Delta S = K \cdot \ln \frac{W_2}{W_1} = 0$  – для оборотних про-

цесів та  $\Delta S = K \cdot \ln \frac{W_2}{W_1} > 0$  – для необоротних процесів, де  $W_2$  та  $W_1$  – термодинамічна ймовірність відповідно кінцевого та вихідного станів, яка являє собою число способів розташування в просторі певної кількості частинок (наприклад, у кристалічній ґратці).

**Рівняння Гіббса та Гельмгольца** – рівняння, за якими можна визначити напрямок процесів, що відбуваються за різних умов, тобто одночасно враховувати і  $\Delta H$  (або  $\Delta U$ ), і ентропійний ( $T\Delta S$ ) чинники, що пов'язані рівнянням Гіббса:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  (за ізобарно-ізотермічних умов) і рівнянням Гельмгольца:  $\Delta F = \Delta U - T\Delta S$  (за ізохорно-ізотермічних умов).  $\Delta G$  ( $\Delta F$ ) визначає рушійну силу хімічного процесу: при  $\Delta G < 0$  ( $\Delta F < 0$ ) процес відбувається самочинно, а при  $\Delta G = 0$  ( $\Delta F = 0$ ) – перебуває в стані рівноваги. Енергію Гіббса можна виразити через енергію Гельмгольца таким чином:  $\Delta G = \Delta U + P\Delta V - T\Delta S = \Delta F + P\Delta V$ .

**Рівняння ізотерми Вант-Гоффа** – рівняння взаємозв'язку за стандартних умов між  $\Delta G^0$  і константою хімічної рівноваги  $k$ , що кількісно характеризує стан хімічної рівноваги:  $-\Delta G^0 = RT \ln k = 2,3RT \lg k$ , де  $R$  – газова стала. Інтегральна форма рівняння ізотерми має вигляд:

$$\lg \frac{k_1}{k_2} = \frac{-\Delta H^0 (1/T_1 - 1/T_2)}{2,3R} = \frac{\Delta H^0 (1/T_2 - 1/T_1)}{2,3R}$$

$$\text{або } \lg \frac{k_1}{k_2} = \frac{-\Delta U^0 (1/T_1 - 1/T_2)}{2,3R} = \frac{\Delta U^0 (1/T_2 - 1/T_1)}{2,3R}.$$

**Рівняння ізобари (ізохори) хімічної реакції** – диференціальна форма рівняння ізотерми за температурою: при  $P = \text{const}$  – рівняння ізобари

Вант-Гоффа:  $\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$ ; при  $V = \text{const}$  – рівняння ізохори Вант-Гоффа:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta U^0}{RT^2}.$$

Таблиця 1

**Взаємозв'язок роботи та теплоти за різних термодинамічних умов**

Процес	$\Delta U$	$A$	$Q$
$V = \text{const}$	$\Delta U = Q - A$	$A_V = P\Delta V = 0$	$Q_V = \Delta U$
$T = \text{const}$	$\Delta U = \nu C_V \Delta T = 0$	$A_T = 2,3RT \lg \frac{V_2}{V_1} = 2,3RT \lg \frac{P_1}{P_2}$	$Q_T = A_T = 2,3RT \lg \frac{V_2}{V_1} = 2,3RT \lg \frac{P_1}{P_2}$
$P = \text{const}$	$\Delta U = \Delta H - P\Delta V$	$A_P = P\Delta V = R(T_2 - T_1)$	$Q_P = \Delta H + P\Delta V = \Delta H$
$Q = \text{const}$	$-\Delta U = A_Q$	$A_Q = -\Delta U = -\nu C_V (T_2 - T_1)$	$Q = 0$

**Третій закон термодинаміки** (декілька визначень):

а) постулат Планка: ентропія ідеального кристала за температури абсолютного нуля дорівнює нулю; у реальних кристалах є дефекти, тому ентропія повинна бути більша за нуль;

б) теорема Нернста: за температури, близької до абсолютного нуля, теплоємність системи дорівнює нулю:  $\frac{dQ}{dT} = \frac{dG}{dT} = 0$ .

**Застосування:** термодинаміка наявна в будь-якому процесі: трансформація енергії в живих організмах, її утворення й нагромадження становлять предмет біоенергетики; на термодинамічних розрахунках базується оцінка енергетичної цінності продуктів харчування, енергоємності біохімічних процесів, ефективності багатьох макроергічних лікарських препаратів (вітаміни, поліфосфати, кокарбоксілаза та ін.), моделювання біологічних структур і процесів.



### 1.1.2. Тестові завдання

1. Синтез антисептичного препарату цинк хлориду супроводжується законами термодинаміки – залежності зміни функцій стану від параметрів процесу. Оберіть властивості, характерні для функції стану процесу:

**А.** Залежність зміни функції стану від шляху зміни, кінцевого та початкового станів системи. **Б.** Незалежність зміни функції стану від шляху зміни, кінцевого та початкового станів системи. **В.** Залежність зміни функції стану від шляху зміни та незалежність від кінцевого та початкового станів системи. **Г.** Незалежність зміни функції стану від шляху зміни та залежність від кінцевого та початкового станів системи. **Д.** Залежність зміни функції стану від шляху зміни, кінцевого стану та незалежність від початкового стану системи.

2. Процес виявлення в кровоспинному фармпрепараті йонів феруму (III) пов'язаний з виконанням роботи, яка не є функцією стану. Оберіть властивості роботи:

**А.** Залежність від шляху процесу, кінцевого та початкового станів. **Б.** Незалежність від шляху процесу, кінцевого та початкового станів. **В.** Залежність від шляху процесу, кінцевого стану та незалежність від початкового стану. **Г.** Залежність від шляху процесу, початкового стану та незалежність від кінцевого стану. **Д.** Незалежність від шляху процесу, кінцевого стану та залежність від початкового стану.

3. Лікарська субстанція аналізується за різних агрегатних станів. Вкажіть агрегатний стан речовини, за яким ентальпія відрізняється від внутрішньої енергії:

**А.** Твердий. **Б.** Рідкий. **В.** Газоподібний. **Г.** Конденсований. **Д.** Усі перелічені.

4. Для газоподібного фармакопейного препарату нітроген (II) оксиду, що застосовується для наркозу в суміші з киснем, ентальпія:

**А.** Більша за внутрішню енергію. **Б.** Менша за внутрішню енергію. **В.** Дорівнює внутрішній енергії. **Г.** Можливі всі варіанти. **Д.** Не можливий жоден із варіантів.

5. Для рідкого фармакопейного протинабрякового препарату плюмбум ацетату ентальпія:

**А.** Більша за внутрішню енергію. **Б.** Менша за внутрішню енергію. **В.** Дорівнює внутрішній енергії. **Г.** Можливі всі варіанти. **Д.** Немає відповіді.

6. Твердий фармакопейний препарат алюміній гідроксид для адсорбції має ентальпію:

**А.** Більшу за внутрішню енергію. **Б.** Меншу за внутрішню енергію. **В.** Дорівнює внутрішній енергії. **Г.** Можливі всі варіанти. **Д.** Немає відповіді.

7. Синтез фармакопейного протиацидозного препарату натрій гідрокарбонату відбувається за ізобарно-ізотермічних умов. Тепловий ефект такого процесу:

- А. Залежить від шляху зміни, кінцевого та початкового станів системи.  
Б. Не залежить від шляху зміни, кінцевого та початкового станів системи.  
В. Залежить від шляху зміни та не залежить від кінцевого та початкового станів системи.  
Г. Не залежить від шляху зміни та залежить від кінцевого та початкового станів системи.  
Д. Не можливий жоден з варіантів.

8. Термічний розклад фармакопейного проносного препарату «біла магнезія»  $(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$  відбувається в бомбовому калориметрі. Тепловий ефект такого процесу:

- А. Залежить від шляху зміни, кінцевого та початкового станів системи.  
Б. Не залежить від шляху зміни, кінцевого та початкового станів системи.  
В. Залежить від шляху зміни та не залежить від кінцевого та початкового станів системи.  
Г. Не залежить від шляху зміни та залежить від кінцевого та початкового станів системи.  
Д. Не можливий жоден з варіантів.

9. Тепловий ефект технологічного процесу фармакопейного заспокійливого препарату калій броміду залежить:

- А. Від температури, агрегатного стану, тиску, природи речовини.  
Б. Тільки від агрегатного стану речовини.  
В. Тільки від тиску.  
Г. Тільки від природи речовини.  
Д. Немає правильної відповіді.

10. Стандартний молярний тепловий ефект одержання фармакопейного спазмолітичного препарату натрій нітриту залежить від:

- А. Температури, тиску.  
Б. Агрегатного стану, температури.  
В. Агрегатного стану, тиску.  
Г. Природи речовини, агрегатного стану.  
Д. Немає правильної відповіді.

11. Стандартний молярний тепловий ефект згоряння фармакопейного дезінфікуючого препарату сульфур (IV) оксиду залежить від:

- А. Температури, тиску.  
Б. Агрегатного стану, температури.  
В. Агрегатного стану, тиску.  
Г. Природи речовини, агрегатного стану.  
Д. Немає правильної відповіді.

12. Якщо синтез фармакопейного заспокійливого препарату натрій броміду відбувається в ізольованому автоклаві, то умови самочинного перебігу процесу:

- А.  $\Delta S > 0$ ,  $\Delta S > \frac{Q}{T}$ .  
Б.  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta S > \frac{Q}{T}$ .  
В.  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta S < \frac{Q}{T}$ .  
Г.  $\Delta S = 0$ ,  $\Delta S = \frac{Q}{T}$ .  
Д.  $\Delta S = 0$ ,  $\Delta S < \frac{Q}{T}$ .

13. Сечогінний та відхаркувальний засіб амоній хлорид перебуває в стані, незмінному за часом та зовнішніми факторами. Оберіть умови для стану рівноваги:

- А.  $\Delta S > 0$ ,  $\Delta S > \frac{Q}{T}$ . Б.  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta S > \frac{Q}{T}$ . В.  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta S < \frac{Q}{T}$ .  
Г.  $\Delta S = 0$ ,  $\Delta S = \frac{Q}{T}$ . Д.  $\Delta S = 0$ ,  $\Delta S < \frac{Q}{T}$ .

14. Процес одержання протигіпертонічного фармпрепарату калій тіоціаніду пов'язаний з виділенням теплового ефекту, що не є функцією стану. Оберіть умови, за яких тепловий ефект може бути функцією стану:

- А. Нормальні, стандартні. Б. Стандартні, ізохорні. В. Ізохорні, ізобарні. Г. Ізобарні, нормальні. Д. Ізобарні, стандартні.

15. Стан будь-якого фармацевтичного процесу характеризується відповідними параметрами. Вкажіть фізичні величини, які є тільки параметрами процесу:

- А.  $H$ . Б.  $G$ . В.  $A$ . Г.  $S$ . Д.  $Q_p$ .

16. Протидистрофічний фармпрепарат кальцій гліцерофосфат, як система, характеризується певними фізичними величинами. Вкажіть фізичні величини, які не є параметрами системи:

- А.  $H$ . Б.  $G$ . В.  $A$ . Г.  $S$ . Д.  $Q_V$ .

17. Фармакопейна реакція виявлення йонів цинку з жовтою кров'яною сіллю відбувається з утворенням білого кристалічного осаду. Вкажіть фізичні величини, що є параметрами і фармацевтичної системи, і фармацевтичного процесу:

- А.  $H$ ,  $A$ . Б.  $S$ ,  $G$ . В.  $A$ ,  $Q$ . Г.  $S$ ,  $Q$ . Д.  $G$ ,  $Q$ .

18. Вихід синтезу фармакопейного кровотворного препарату арсен (III) оксиду (константу рівноваги) можна підвищити за умови правильного вибору температурного режиму відповідно до рівняння ізотерми. Вкажіть умови збільшення константи рівноваги зі зміною енергії Гіббса:

- А.  $\Delta G > 0$ . Б.  $\Delta G < 0$ . В.  $\Delta G = 0$ . Г.  $\Delta F > 0$ . Д.  $\Delta F < 0$ .

19. Вихід синтезу фармакопейного заспокійливого препарату амоній броміду можна підвищити, застосувавши рівняння залежності константи рівноваги від температури за сталого тиску. Вкажіть назву такого рівняння:

- А. Ізотерми. Б. Гесса. В. Ізобари. Г. Адіабати. Д. Кірхгоффа.

20. Майже всі фармакопейні реакції супроводжуються виділенням або поглинанням теплоти, кількість якої розраховують за законом Гесса. Оберіть закон, для якого закон Гесса є окремим випадком:

- А. Перший закон термодинаміки. Б. Збереження маси речовини. В. Сталості стану речовини. Г. Другий закон термодинаміки. Д. Нернста.

21. Деякі лікарські субстанції є простими речовинами (активоване вугілля, сірка, озон). Вкажіть взаємозв'язок молярного теплового ефекту утворення простої речовини зі зміною ентальпії:

- А.  $\Delta H > 0$ . Б.  $\Delta H < 0$ . В.  $\Delta H = 0$ . Г.  $\Delta F > 0$ . Д.  $\Delta F = 0$ .

22. Якщо синтез фармпрепарату амоніаку відбувається в ізольованому автоклаві, то така система дістала назву ізольованої, тому що вона з навколишнім середовищем:

А. Обмінюється масою та енергією. Б. Обмінюється енергією. В. Не обмінюється масою та енергією. Г. Не обмінюється масою. Д. Обмінюється масою.

23. Термічний розклад фармакопейного протинепритомного препарату амоній гідрату (амоній гідроксиду) відбувається в бомбовому калориметрі. Теплота, що надана системі за такого процесу, дорівнює:

А. Зміні внутрішньої енергії. Б. Сумі внутрішньої енергії та роботи. В. Різниці внутрішньої енергії та роботи. Г. Зміні ентальпії. Д. Зміні роботи.

24. Вкажіть термодинамічну функцію ізобарно-ізотермічного процесу, що слугує критерієм самочинного напрямку реакції протолітичного розщеплення похідних ароматичних триазинів, які мають протипухлинну дію:

А. Енергія Гіббса. Б. Енергія Гельмгольца. В. Внутрішня енергія. Г. Ентальпія. Д. Ентропія.

25. Вкажіть назву рівняння розрахунку теплового ефекту реакції за підвищення температури синтезу протидистрофічного фармпрепарату АТФ:

А. Кірхгоффа. Б. Ізотерми. В. Гесса. Г. Вант-Гоффа. Д. Арреніуса.

26. Тваринний та рослинний організми є відкритими системами, тому що:

А. Обмінюються масою та енергією. Б. Обмінюються енергією. В. Не обмінюються масою та енергією. Г. Не обмінюються масою. Д. Обмінюються масою.

27. Вкажіть тип термодинамічних систем, до яких належать живі організми:

А. Відкриті. Б. Закриті. В. Ізольовані. Г. Замкнені. Д. Немає відповіді.

28. Протизапальний фармакопейний препарат натрій тіосульфат під час зберігання самочинно розкладається з утворенням сірки. Вкажіть тип енергії, яку має система за сталого тиску:

А. Ентальпія. Б. Внутрішня енергія. В. Кінетична енергія. Г. Ентропія. Д. Потенціальна енергія.

29. Вкажіть напрям зсуву фармакопейної реакції виявлення карбонат-йонів сильною кислотою за умов зменшення ентальпії за рівнянням ізобари:

А. У бік вихідних речовин. Б. У бік продуктів реакції. В. Не зсувається. Г. Перебуває в стані рівноваги. Д. Немає правильної відповіді.

30. Правильний вибір температурного режиму може забезпечити підвищений вихід (константу рівноваги) протианемічного фармакопейного препарату манган (II) хлориду. Вкажіть рівняння впливу температури на константу рівноваги реакції:

А. Ізобари. Б. Гесса. В. Гіббса. Г. Гельмгольца. Д. Арреніуса.

31. При синтезі протианемічного фармакопейного препарату манган (II) сульфату за ізобарних умов необхідно правильно обрати температурний режим за рівнянням ізобари. Вкажіть таке рівняння:

А.  $\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$ . Б.  $\lg k = 10^{E/0,059n}$ . В.  $\lg \frac{k_1}{k_2} = \frac{\Delta H}{RT^2}$ . Г.  $\Delta S = k \ln W$ .

Д.  $\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$ .

32. Для аналізу протим'язоводистрофічного фармпрепарату калій броміду за ізобарних умов застосовується рівняння ізотерми процесу, яке має вигляд:

А.  $\Delta G^0 = -2,3R \lg k$ . Б.  $\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$ . В.  $dF = RT \ln P$ . Г.  $\Delta S = k \ln W$ .

Д.  $\Delta F^0 = 2,3RT \lg k$ .

33. Процес одержання протисудомного препарату магній сульфату є екзотермічним ( $\Delta H < 0$ ). Вкажіть умови перебігу процесу відповідно до рівняння Гіббса:

А. Відбувається за будь-яких температур. Б. Відбувається за низьких температур. В. Відбувається за високих температур. Г. Відбувається спочатку за низьких температур, а потім за високих. Д. Не відбувається за будь-яких температур.

34. Термічний розклад антисептичного фармпрепарату бури є ендотермічним ( $\Delta H > 0$ ). Вкажіть умови перебігу процесу за негативного ентропійного чинника:

А. Не відбувається за будь-яких температур. Б. Відбувається за низьких температур. В. Відбувається за високих температур. Г. Відбувається спочатку за низьких температур, а потім за високих. Д. Відбувається за будь-яких температур.

35. Вкажіть умови перебігу термічного розкладу лікарської субстанції, якщо ентальпійний та ентропійний чинники негативні:

А. Відбувається за низьких температур. Б. Відбувається за будь-яких температур. В. Відбувається за високих температур. Г. Відбувається спочатку за низьких температур, а потім за високих. Д. Не відбувається за будь-яких температур.

36. Вкажіть умови перебігу синтезу лікарської речовини, якщо ентальпійний та ентропійний чинники позитивні:

А. Відбувається за високих температур. Б. Відбувається за низьких температур. В. Відбувається за будь-яких температур. Г. Відбувається спочатку за низьких температур, а потім за високих. Д. Не відбувається за будь-яких температур.

37. Вкажіть термодинамічні функції фармакопейного препарату NO, що характеризують його стан за умови  $V = \text{const}$  :

А.  $T, H$ . Б.  $U, F$ . В.  $G, T$ . Г.  $S, H$ . Д.  $P, G$ .

38. Якщо фармакопейний протиотруйний препарат  $\text{CuSO}_4$ , як система, змінює свої параметри, то в ній:

А. Відбувається термодинамічний процес. Б. Не відбувається процес. В. Система перебуває в стані рівноваги. Г. Система перебуває в ізольованому стані. Д. Усе з переліченого неправильно.

39. Зміна внутрішньої енергії фармакопейного протиневрологічного препарату натрій арсеніту, як функції стану, залежить від зміни:

А.  $H$ . Б. Складу системи. В.  $P$ . Г.  $A$ . Д. Шляху.

40. Зміна внутрішньої енергії фармакопейного відхаркувального препарату стибін (V) сульфід, як функції стану:

А. Залежить від шляху зміни. Б. Не залежить від шляху зміни. В. Залежить від часу. Г. Не залежить від кінцевого та вихідного станів. Д. Немає правильної відповіді.

41. Вкажіть форми обміну енергії при синтезі фармпрепарату «біла глина»  $\text{MgSiO}_3 \cdot \text{CaSiO}_3 (\text{NH}_4)_2\text{SiO}_3$ :

А. Тепло, робота. Б. Маса, тепло. В. Робота, маса. Г. Робота, ентропія. Д. Тепло, ентропія.

42. Вкажіть формулювання I закону термодинаміки для фармацевтичних процесів:

А. Тепло, підведена до системи, витрачається на збільшення внутрішньої енергії системи та на здійснення роботи проти зовнішніх сил. Б. Тепловий ефект реакції залежить тільки від природи й стану вихідних речовин та кінцевих продуктів і не залежить від шляху перебігу реакції. В. Тепло, підведена до системи, витрачається тільки на зменшення внутрішньої енергії системи та на здійснення роботи. Г. Тепловий ефект реакції залежить тільки від природи й стану вихідних речовин і не залежить від шляху перебігу реакції. Д. Тепловий ефект реакції залежить тільки від природи та стану кінцевих продуктів і не залежить від шляху перебігу реакції.

43. Вкажіть математичний вираз I закону термодинаміки для фармацевтичних процесів:

А.  $Q = \Delta U + A$ . Б.  $H = \Delta U + P\Delta V$ . В.  $\Delta S = Q/T$ . Г.  $H = \Delta U + V\Delta P$ . Д.  $G = \Delta H - T\Delta S$ .

44. Під час перебігу фармацевтичного процесу відбувається перший закон термодинаміки, який встановлює взаємозв'язок між:

А. Внутрішньою енергією, ентропією та ентальпією. Б. Внутрішньою енергією, роботою та теплою. В. Ентропією, теплою та ентальпією. Г. Внутрішньою енергією, енергією Гіббса та ентальпією. Д. Роботою, енергією Гіббса та ентропією.

45. Якщо синтез фармакопейного препарату NO відбувається при сталому об'ємі (ізохорний процес), то виділення або поглинання теплоти ( $Q_V$ ) дорівнює зміні:

А. Ентальпії. Б. Ентропії. В. Внутрішньої енергії. Г. Ізобарного потенціалу. Д. Хімічного потенціалу.

46. Вкажіть термодинамічну функцію ізохорно-ізотермічного процесу, що слугує критерієм самочинного напрямку реакції виявлення нітрат-йонів з дифеніламіном з утворенням речовини синього кольору:

А. Енергія Гельмгольца. Б. Енергія Гіббса. В. Внутрішня енергія. Г. Ентальпія. Д. Ентропія.

47. Вкажіть рівняння розрахунку енергії Гіббса реакції виявлення йонів цинку з кобальт (II) нітратом у фармпрепараті:

А.  $dG = dH - TdS$ . Б.  $dF = dU - TdS$ . В.  $dG = dH + TdS$ . Г.  $dF = dU + TdS$ . Д.  $Q = \Delta U + A$ .

48. Вкажіть рівняння розрахунку енергії Гельмгольца при синтезі амоніаку, водний розчин якого використовують при несприятливих умовах:

А.  $dF = dU - TdS$ . Б.  $dG = dH - TdS$ . В.  $dG = dH + TdS$ . Г.  $dF = dU + TdS$ . Д.  $Q = \Delta U + A$ .

49. Розрахувати енергію Гіббса при синтезі протианемічного фармакопейного препарату манган (II) сульфату можна за таких сталих умов:

А.  $P, T$ . Б.  $T, V$ . В.  $P, S$ . Г.  $S, T$ . Д.  $G, T$ .

50. Енергію Гельмгольца при синтезі протидезінфікуючого фармакопейного засобу сульфур (IV) оксиду розраховують за таких сталих умов:

А.  $V, T$ . Б.  $T, P$ . В.  $P, G$ . Г.  $S, T$ . Д.  $G, T$ .

51. Вкажіть зміну ентропії при самочинному процесі синтезу протизапального фармакопейного цинк сульфату:

А. Більша нуля. Б. Менша нуля. В. Дорівнює нулю. Г. Не має значення. Д. Спочатку менша нуля, а потім більша нуля.

52. Вкажіть зміну ентропії при самочинному синтезі фармпрепарату озону:

А. Більша нуля. Б. Менша нуля. В. Дорівнює нулю. Г. Не має значення. Д. Спочатку менша нуля, а потім більша нуля.

53. Вкажіть рівняння, яке пов'язує ентропію та ймовірність стану фармакопейного протимікробного препарату натрій гіпохлориту:

А. Больцмана. Б. Вант-Гоффа. В. Кірхгоффа. Г. Арреніуса. Д. Гесса.

54. Вкажіть температуру, за якої реалізується третій закон термодинаміки:

А. 0 К. Б. 273 К. В. 300 К. Г. 298 К. Д. 25 К.

55. Вкажіть значення ентропії для ідеально кристалічної речовини при абсолютному нулі:

А. Нуль. Б. Менша нуля. В. Більша нуля. Г. Не має значення. Д. Більша одиниці.

56. Якщо фармакопейна реакція виявлення ацетат-йонів з етанолом відбувається при постійному тиску (ізобарний процес), то виділення або поглинання теплоти ( $Q_p$ ) дорівнює зміні:

А. Ентальпії. Б. Ентропії. В. Внутрішньої енергії.  
Г. Ізобарного потенціалу. Д. Ізохорного потенціалу.

57. Вкажіть термохімічне рівняння згоряння глюкози:

А.  $C_6H_{12}O_6(p) + 6O_2(г) \rightarrow 6CO_2(г) + 6H_2O(г)$ ,  $\nu(H_2O) = 6$  моль.

Б.  $C_6H_{12}O_6(т) + 6O_2(г) \rightarrow 6CO_2(г) + 6H_2O(p)$ ,  $P = 101,3$  кПа.

В.  $C_6H_{12}O_6(т) + 6O_2(г) \rightarrow 6CO_2(г) + 6H_2O(p)$ ,  $\Delta H = -2801,6$  кДж/моль.

Г.  $C_6H_{12}O_6(т) + 6O_2(г) \rightarrow 6CO_2(т) + 6H_2O(г)$ ,  $T = 298$  К.

Д.  $C_6H_{12}O_6(т) + 6O_2(г) \rightarrow 6CO_2(г) + 6H_2O(т)$ ,  $V = 22,4$  л.

58. При синтезі фармакопейного протизапального препарату калієво-люмінатних галунів ( $KAl(SO_4)_2$ ) виділяється теплота, яка пов'язана з теплотою розкладання речовини законом Гесса–Лапласа:

А. При утворенні речовини виділяється (поглинається) стільки теплоти, скільки поглинається (виділяється) при її розкладі.

Б. Тепловий ефект хімічної реакції залежить тільки від природи та стану вихідних речовин і кінцевих продуктів і не залежить від шляху реакції.

В. Тепловий ефект хімічної реакції не залежить від природи та стану вихідних речовин і кінцевих продуктів, а залежить від шляху реакції.

Г. Тепловий ефект реакції дорівнює сумі теплоти утворення кінцевих продуктів реакції мінус сума теплоти утворення вихідних речовин.

Д. Тепловий ефект реакції дорівнює сумі теплоти згоряння вихідних речовин реакції мінус сума теплоти згоряння продуктів реакції.

59. Вкажіть рівняння розрахунку теплового ефекту реакції окиснення фармакопейного препарату натрій нітрити за стандартної теплоти утворення речовин:

А.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{вих}}^0 + \sum \Delta H_{\text{кінц}}^0$ . Б.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{кінц}}^0 - \sum \Delta H_{\text{вих}}^0$ .

В.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{вих}}^0 - \sum \Delta H_{\text{кінц}}^0$ . Г.  $\Delta H_p = \Delta G_{\text{вих}}^0 + \Delta G_{\text{кінц}}^0$ .

Д.  $\Delta H_p = \Delta G_{\text{кінц}}^0 - \Delta G_{\text{вих}}^0$ .

60. Вкажіть рівняння розрахунку теплового ефекту реакції синтезу лікарської субстанції за стандартної теплоти спалення речовин:

А.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{вих}}^0 - \sum \Delta H_{\text{кінц}}^0$ . Б.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{вих}}^0 + \sum \Delta H_{\text{кінц}}^0$ .

В.  $\Delta H_p = \sum \Delta H_{\text{кінц}}^0 - \sum \Delta H_{\text{вих}}^0$ . Г.  $\Delta H_p = \Delta G_{\text{вих}}^0 + \Delta G_{\text{кінц}}^0$ .

Д.  $\Delta H_p = \Delta G_{\text{кінц}}^0 - \Delta G_{\text{вих}}^0$ .

61. II закон термодинаміки для фармакопейної реакції  $Ag^+ + PO_4^{3-} \rightarrow Ag_3PO_4$  дозволяє прогнозувати:

А. Можливість перебігу реакції. Б. Енергію Гіббса. В. Швидкість реакції. Г. Константу рівноваги. Д. Константу швидкості реакції.



62. Вкажіть стан фармакопейного препарату ортоборатної кислоти, до якого вона прагне при збільшенні ентропії:

А. Більш імовірний. Б. Менш імовірний. В. З максимальною ентальпією. Г. З мінімальним безладдям. Д. З мінімальною ентальпією.

63. Вкажіть зміни ентропії процесу синтезу фармакопейного препарату барій сульфату, що відбувається самочинно за умови  $\Delta H \ll T\Delta S$ :

А. Зменшується. Б. Збільшується. В. Не змінюється. Г. Менша нуля. Д. Менша одиниці.

64. Які з наведених постулатів справедливі з точки зору II закону термодинаміки для фармацевтичних процесів:

А. Самочинні процеси завжди відбуваються в напрямку збільшення термодинамічної ймовірності. Б. Самочинно відбуваються процеси зі зменшенням ентропії. В. Самочинно відбуваються процеси зі зменшенням ентальпії. Г. Самочинно відбуваються процеси зі збільшенням ентальпії. Д. Самочинно відбуваються процеси зі збільшенням енергії Гіббса.

65. Вкажіть можливість визначення абсолютного значення ентропії:

А. Можливе за умови абсолютного нуля. Б. Не можливе. В. Можливе за стандартних умов. Г. Можливе за ізобарних умов. Д. Можливе за ізохорних умов.

66. Вкажіть тип термодинамічної системи, для якої збільшення ентропії є критерієм можливості перебігу процесу:

А. Ізольована. Б. Гомогенна. В. Відкрита. Г. Будь-яка. Д. Немає відповіді.

67. Вкажіть співвідношення роботи оборотного фармацевтичного процесу порівняно з роботою необоротного фармацевтичного процесу:

А. Більша 1. Б. Менша 1. В. Дорівнює 1. Г. Дорівнює нулю. Д. Менша нуля.

68. Вкажіть математичний вираз ентропійного чинника при визначенні напрямку процесу синтезу фармакопейного препарату калій гідрогенфосфату:

А.  $T \cdot dS$ . Б.  $\frac{dQ}{T}$ . В.  $\frac{dQ}{P}$ . Г.  $dT \cdot S$ . Д.  $S \cdot dT$ .

69. Вкажіть фізичну величину, що характеризує зв'язану (приведену) енергію під час перебігу реакції виявлення бензойної кислоти з Fe(III):

А. Ентропія. Б. Ентальпія. В. Енергія Гіббса. Г. Енергія Гельмгольца. Д. Теплоємність.

70. Вкажіть фізичну величину, зміна якої зумовлює зміну теплового ефекту за температурних умов під час синтезу фармакопейного антисептичного препарату меркурій (II) хлориду:

А. Теплоємність. Б. Енергія Гіббса. В. Ентальпія. Г. Ентропія. Д. Енергія Гельмгольца.

71. Вкажіть рівняння, що зв'язує залежність теплового ефекту від температури фармакопейної реакції виявлення нітрит-йонів з антипірином з утворенням речовини смаглово-зеленого кольору:

А. Кірхгоффа. Б. Больцмана. В. Гесса. Г. Арреніуса. Д. Лапласа.

72. Вкажіть зміни теплового ефекту реакції нейтралізації фармакопейного препарату натрій ацетату в рядку кислот: йодидна, сульфатна, нітратна:

А. Не змінюється. Б. Збільшується. В. Зменшується. Г. Усі перелічені відповіді правильні. Д. Немає правильної відповіді.

73. Вкажіть зміни теплового ефекту реакції нейтралізації кислот різної сили з фармакопейним препаратом NaOH:

А. Залишається сталим. Б. Залежить від основності. В. Залежить від окисних властивостей. Г. Залежить від відновних властивостей. Д. Немає правильної відповіді.

74. Напряв фармакопейної реакції виявлення арсенат-йонів з магnezіальною сумішшю, що відбувається самочинно, пов'язаний з прагненням досягти:

А. Мінімуму енергії Гіббса. Б. Максимуму енергії Гіббса. В. Мінімуму ентальпії. Г. Менш імовірного стану. Д. Максимуму ентальпії.

75. Вкажіть рівняння зв'язку ентальпійного та ентропійного чинників фармакопейної реакції виявлення арсенат-йонів з аргентум нітратом:

А.  $\Delta U = Q - A$ . Б.  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ . В.  $\Delta G = \frac{-R \ln K_p}{2,3}$ .

Г.  $\Delta G = \Delta H + T\Delta S$ . Д.  $\Delta U = Q + A$ .

76. Зміна яких термодинамічних функцій є рушійною силою будь-якого самочинного процесу синтезу лікарської субстанції ( $\Delta H > 0$ ,  $\Delta S < 0$ ):

А.  $F$ . Б.  $U$ . В.  $T$ . Г.  $G$ . Д. Немає правильної відповіді.

77. Зміна яких термодинамічних функцій є рушійною силою будь-якого самочинного фармацевтичного процесу ( $\Delta H = 0$ ,  $\Delta S = 0$ ):

А.  $F$ . Б.  $U$ . В.  $T$ . Г.  $G$ . Д.  $P$ .

78. Зміна яких термодинамічних функцій є рушійною силою будь-якого самочинного фармацевтичного процесу ( $\Delta H < 0$ ,  $\Delta S = 0$ ):

А.  $F$ . Б.  $U$ . В.  $T$ . Г.  $G$ . Д.  $P$ .

79. Вкажіть зміну ізобарного потенціалу фармацевтичного процесу в стані термодинамічної рівноваги:

А.  $\Delta G^0 < 0$ . Б.  $\Delta G^0 = 0$ . В.  $\Delta G^0 > 0$ . Г.  $\Delta G^0 < 1$ . Д.  $\Delta G^0 > 1$ .

80. Вкажіть випадки самочинного фармацевтичного процесу, якщо прийняти  $\Delta H^0 \gg T\Delta S^0$ :

А.  $\Delta H^0 > 0$ ,  $\Delta S^0 > 0$ . Б.  $\Delta H^0 > 0$ ,  $\Delta S^0 < 0$ . В.  $\Delta H^0 < 0$ ,  $\Delta S^0 > 0$ . Г.  $\Delta H^0 > 0$ ,  $\Delta S^0 = 0$ . Д.  $\Delta H^0 = 0$ ,  $\Delta S^0 < 0$ .

**81.** Вкажіть умову термодинамічної рівноваги фармацевтичної системи:

**A.**  $\Delta G^0 < 0$ . **Б.**  $\Delta G^0 = 0$ . **В.**  $P = \text{const}$ . **Г.**  $T = \text{const}$ . **Д.**  $\Delta H^0 < 0$ .

**82.** Вкажіть термодинамічні функції стану фармакопейного припікаючого препарату нітратної кислоти, для якого справедливі висновки закону Гесса:

**A.**  $S, H, G$ . **Б.**  $H, T, P$ . **В.**  $S, G, T$ . **Г.**  $G, P, T$ . **Д.**  $P, G, T$ .

**83.** Вкажіть кількість основних законів, на яких ґрунтується термодинаміка:

**A.** 2. **Б.** 3. **В.** 4. **Г.** 5. **Д.** 1.

**84.** Вкажіть типи термодинамічних систем за характером взаємодії лікарської субстанції з навколишнім середовищем:

**A.** Ізольовані, закриті, відкриті. **Б.** Одно-, дво-, трикомпонентні. **В.** Гомо- та гетерогенні. **Г.** Рівноважні та нерівноважні. **Д.** Одно-, дво-, трифазні.

**85.** Гомогенний фармакопейний препарат кобальт (II) сульфат містить:

**A.** Компоненти однієї фази. **Б.** Однорідні компоненти в різних фазах. **В.** Однорідні компоненти в однорідних фазах. **Г.** Однорідні фази. **Д.** Усе перелічене.

**86.** Гетерогенний фармакопейний препарат барій сульфат у розчині містить:

**A.** Декілька фаз. **Б.** Декілька компонентів у різних фазах. **В.** Багато компонентів. **Г.** Багато компонентів, розділених між собою. **Д.** Усе перелічене.

**87.** Вкажіть визначення фази:

**A.** Частина системи з однаковими термодинамічними та хімічними властивостями. **Б.** Частина системи з однаковими термодинамічними та різними хімічними властивостями. **В.** Частина системи з різними термодинамічними та однаковими хімічними властивостями. **Г.** Частина системи, що має поверхню поділу. **Д.** Усе перелічене.

**88.** Вкажіть зв'язок зменшення внутрішньої енергії фармацевтичної системи з кількістю теплоти та роботою:

**A.** Зменшується кількість теплоти, система здійснює роботу. **Б.** Збільшується кількість теплоти, система здійснює роботу. **В.** Зменшується кількість теплоти, над системою здійснюється робота. **Г.** Зменшується кількість теплоти, над системою здійснюється робота. **Д.** Немає правильної відповіді.

**89.** Вкажіть значення теплового ефекту для ізохорного процесу розкладання лікарської субстанції:

**A.** Дорівнює зміні внутрішньої енергії. **Б.** Дорівнює нулю. **В.** Дорівнює зміні ентальпії. **Г.** Дорівнює роботі процесу. **Д.** Дорівнює зміні ентропії.

**90.** Вкажіть параметри фармакопейної реакції виявлення йонів As (III) з цинком, за сталості величин яких здійснюється закон Гесса:

**A.**  $P, V$ . **Б.**  $P, T$ . **В.**  $P, S$ . **Г.**  $V, S$ . **Д.**  $T, S$ .

91. Вкажіть величину теплоти згоряння (Дж), що виділяється на кожную гомологічну різницю в гомологічному рядку карбонових кислот:

А. 660. Б. 273. В. 101. Г. 293. Д. 60.

92. Вкажіть величину теплового ефекту (кДж) реакції нейтралізації фармакопейної хлоридної кислоти:

А. -57,3. Б. 660. В. -68,5. Г. -1 385. Д. 273.

93. Вкажіть прізвисько вченого, за теорією якого з'ясовується сталість величин теплових ефектів для будь-якої пари сильних кислот та основ:

А. Арреніус. Б. Кірхгофф. В. Гесс. Г. Менделєєв. Д. Гіббс.

94. Вкажіть рівняння залежності теплового ефекту від температури фармакопейної реакції виявлення As(V) зі станум (II) хлоридом:

А. Кірхгоффа. Б. Больцмана. В. Арреніуса. Г. Гесса. Д. Гельмгольца.

95. Зміна теплового ефекту від зміни температури фармакопейної реакції виявлення аніонів тіосульфату з аргентум нітратом дорівнює різниці:

А. Теплоємності. Б. Ентальпії. В. Енергії Гіббса. Г. Ентропії. Д. Енергії Гельмгольца.

96. Вкажіть прізвисько вченого, який вперше застосував поняття ентропії:

А. Клаузіус. Б. Арреніус. В. Гесс. Г. Томпсон. Д. Генрі.

97. Вкажіть рівняння залежності константи рівноваги від температури для фармакопейної реакції ортофосфат-аніонів з аргентум нітратом:

А. Ізобари. Б. Вант-Гоффа. В. Ізотерми. Г. Адіабати. Д. Ізохори.

98. Вкажіть напрям зсуву рівноваги фармакопейної реакції нітрит-аніонів з йоном Гідрогену відповідно до рівняння ізобари, якщо ентальпія негативна:

А. У бік вихідних речовин. Б. У бік продуктів реакції. В. Не зміщується. Г. Усе перелічене. Д. Немає правильної відповіді.

99. Вкажіть зміни теплового ефекту реакції нейтралізації фармакопейного препарату нітратної кислоти:

А. Не змінюється. Б. Дорівнює основності. В. Дорівнює ступеню окиснення елемента. Г. Дорівнює числу електронів у реакції. Д. Немає правильної відповіді.

100. Виберіть математичний вираз II закону термодинаміки з точки зору термодинаміки:

А.  $\Delta S = 0$ . Б.  $\Delta S > \frac{Q}{T}$ . В.  $dS = K \ln W$ . Г.  $dS = K \ln \frac{W_2}{W_1}$ . Д.  $dS = K \ln \frac{W_1}{W_2}$ .

101. Виберіть математичний вираз II закону термодинаміки з точки зору статистики:

А.  $\Delta S = 0$ . Б.  $\Delta S > \frac{Q}{T}$ . В.  $dS = K \ln W$ . Г.  $dS > K \ln \frac{W_2}{W_1}$ . Д.  $dS = K \ln \frac{W_1}{W_2}$ .

## 1.2. Хімічна кінетика

### 1.2.1. Теоретичні основи

**Хімічна кінетика** – наука про швидкості та механізми хімічних реакцій.

**Середня швидкість реакції** – це відношення зміни молярної концентрації (парціального тиску) вихідної речовини до зміни часу з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів:  $V_{\text{сер}} = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$ .

**Миттєва швидкість реакції** – нескінченно мала зміна концентрації за нескінченно малим проміжком часу; визначається експериментально в координатах  $C-t$  за  $\text{tg}\alpha$ , де  $\alpha$  – кут між дотичною у точці перетину та віссю абсцис, а саме:  $V_{\text{мит}} = \frac{dC}{dt} = \text{tg}\alpha$ .

**Кінетичний закон діючих мас:** швидкість хімічної реакції прямо пропорційна добутку концентрацій реагуючих речовин (має сенс для гомогенних та оборотних реакцій); для реакції:  $aA + bB + dD + \dots \rightarrow eE + \dots$  можна записати математичний вираз:  $V = KC_A^a C_B^b C_D^d \dots$ , де  $K$  – константа швидкості реакції – швидкість реакції при концентраціях реагуючих речовин 1 моль/л.

**Порядок реакції за речовиною (частковий порядок)** – сума показників степеня в кінетичному рівнянні за речовиною (табл. 2).

Таблиця 2

#### Кінетичні рівняння, вирази констант швидкості та часу напівперетворення

Порядок реакції	Залежність $C$ від $t$	Розрахунок константи швидкості реакції	Розрахунок $t_{1/2}$
1	$\ln C = \ln C_0 - kt$	$k = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
2	$\frac{1}{C} = kt + \frac{1}{C_0}$	$k = \frac{1}{t} \left( \frac{1}{C_0} - \frac{1}{C} \right) = \frac{1}{t} \frac{C_0 - C}{C_0 C}$	$t_{1/2} = \frac{1}{k} \frac{1}{C_0}$
3	$\frac{1}{C^2} = kt + \frac{1}{C_0^2}$	$k = \frac{1}{t} \frac{C_0^2 - C^2}{2C_0^2 C^2}$	$t_{1/2} = \frac{1}{k} \frac{3}{2C_0^2}$

**Загальний порядок реакції** – сума показників степенів порядків реакції за речовинами в рівняннях швидкості реакції: наприклад  $a + b + d = \dots$ ; за порядком реакції поділяють на нульового, першого, другого, дробового та ін. порядків.

**Час напівперетворення  $t_{1/2}$**  – час, за який концентрація вихідної речовини зменшується вдвічі порівняно з вихідною.

**Молекулярність реакції** – кількість вихідних частинок елементарного акту, які одночасно реагують з утворенням продуктів реакції. За молекулярністю реакції поділяють на моно- (реакції розкладу), бі- (лужний гідроліз естерів), тримолекулярні ( $O_2 + NO + NO \rightarrow 2NO_2$ ); реакції з молекулярністю більше трьох невідомі. Молекулярність визначається за механізмом реакції.

**Правило Вант-Гоффа:** зі зростанням температури на кожні 10 градусів константа швидкості елементарної хімічної реакції збільшується у 2–4 рази:

$$\gamma = \frac{k_{T+10}}{k_T}; k_{T_2} = k_{T_1} \gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}},$$

де  $\gamma$  – температурний коефіцієнт, що показує, у скільки разів збільшується константа швидкості зі збільшенням температури на кожні 10 градусів.

**Рівняння Арреніуса** – рівняння кількісного зв'язку між температурою, швидкістю (константою швидкості) реакції та енергією активації  $E_a$  – мінімальна надлишкова енергія частинки проти середньої енергії взаємодіючих частинок:

– експоненціальна форма 
$$K = A \cdot \exp\left(\frac{E_a}{RT}\right);$$

– диференціальна форма 
$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{E_a}{RT^2};$$

– інтегральна форма 
$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right),$$

де  $A$  – міра для частки зіткнень частинок, які можуть привести до хімічної реакції.

### Методи визначення порядку реакції:

1) **інтегральний метод** (метод надлишкових концентрацій, метод ізолювання Оствальда) ґрунтується на проведенні реакції за умови великого надлишку одного з реагентів (його концентрація стала), тобто на залежності швидкості реакції тільки від концентрації одного з реагентів (узятую за нестачею). Метод поділяється на:

а) *графічний* – ґрунтується на побудові графіка залежності концентрації реагента за часом; якщо в координатах  $\ln C = f(t)$  графік буде прямолінійним, то частковий порядок за даною речовиною буде першим;

б) *підбору кінетичного рівняння* – ґрунтується на підстановці експериментальних даних залежності  $C(X)$  від  $t$  у кінетичне рівняння константи швидкості реакції (табл. 2); частковий порядок реакції за даною речови-

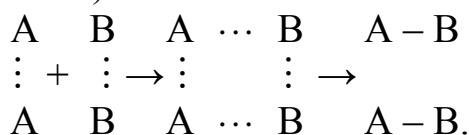
ною дорівнює порядку того кінетичного рівняння, для якого величина константи швидкості залишається сталою за часом;

в) *періоду напівперетворення*  $t_{1/2}$  – ґрунтується на визначенні  $t_{1/2}$  для декількох початкових концентрацій; відповідно до табл. 2: для реакції першого порядку  $t_{1/2}$  не залежит від  $C_0$ , для реакції другого порядку – обернено пропорційна  $C_0$ , для реакції третього порядку – обернено пропорційна квадрату початкової концентрації.

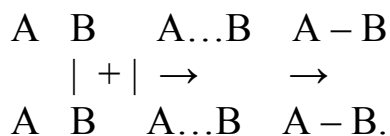
2) **диференціальний метод** (метод Вант-Гоффа) ґрунтується на знаходженні  $n$  за тангенсом кута нахилу прямої графіка в координатах  $\ln v - \ln C$  виразу  $\ln v = \ln k + n \ln C$ , що отриманий при логарифмуванні кінетичного рівняння:  $V = KC^n$ .

**Механізми реакції, їх типи.** Реакції відбуваються за двома механізмами:

а) механізм перебігу реакції через утворення проміжного активного комплексу (розривлення зв'язків) за схемою



б) механізм перебігу реакції через активні зіткнення частинок (повного розриву зв'язків) за схемою



З позиції термодинаміки обидва механізми рівнозначні (енергії активації однакові), а з позиції кінетики перший механізм переважає другий ( $E_1 < E_2$ ).

**Складні реакції, їх типи.** Реакції, що відбуваються більше ніж за одну стадію і в яких експериментально знайдені часткові порядки реакції не збігаються з коефіцієнтами при вихідних речовинах у стехіометричному рівнянні реакції, називаються **складними**.

Виділяють такі типи складних реакцій:

а) *оборотні* – реакції, які одночасно відбуваються у двох протилежних напрямках за схемою  $A \leftrightarrow B$ ;

б) *послідовні* – реакції, які відбуваються за схемою  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \dots$ , тобто речовини, що утворюються в першій реакції, є вихідними для другої реакції і далі;

в) *паралельні* – реакції, які відбуваються за схемою  $A + B \rightarrow \begin{matrix} C \\ D \end{matrix}$ , тобто одні й ті самі вихідні речовини одночасно можуть утворювати різні продукти реакції (два ізомери);

г) *спряжені* – реакції, які відбуваються за схемами  $A + B \rightarrow C$ ;  $A + D \rightarrow E$ , причому одна з реакцій може відбуватися самостійно, а інша можлива

тільки за наявності першої. Речовина  $A$ , що бере участь у двох реакціях, дістала назву актор, речовина  $B$  – індуктор, речовина  $D$ , що взаємодіє з  $A$  тільки за наявності першої реакції, акцептор;

д) *ланцюгові* – реакції, у яких багаторазово повторюється цикл елементарних актів за участю активних частинок (частіше радикалів); характеризуються трьома стадіями: зародження ланцюга (ініціація); розвиток ланцюга; обрив ланцюга (рекомбінація);

е) *фотохімічні* ( $\phi/x$ ) – реакції, зумовлені поглинанням реагуючими речовинами квантів світла ( $h\nu$ ) за схемами:

– збудження частинок (перехід  $e$  на високі рівні):  $A + h\nu \rightarrow A^*$ ;

– йонізація частинок за рахунок відриву електронів:  $A + h\nu \rightarrow A^+ + e^-$ ;

– дисоціація молекул з утворенням вільних радикалів (гомоліз) або йонів (гетероліз):  $AB + h\nu \rightarrow A\cdot + B\cdot$ ;  $AB + h\nu \rightarrow A^+ + B^-$ .

Особливості  $\phi/x$  реакцій:

– активація молекули – під впливом теплоти (темнові реакції) або квантів світла (фотохімічні, видима ділянка спектра);

– виконується закон Гротгуса – реакцію може викликати тільки те випромінювання, яке поглинається реагуючими речовинами;

– якщо речовина не поглинає, то для перебігу фотохімічної реакції вводять сенсibilізатори – речовини, що поглинають світло, переходять до збудженого стану, а потім, при зіткненні з молекулами реагентів, передають їм надлишкову енергію (наприклад, хлорофіл);

– швидкість  $\phi/x$  реакції розраховують за формулою

$V_{\phi/x} = B_{\text{кв}} \frac{I_0}{I} (1 - e^{-\epsilon ln})$ , де  $I_0$  та  $I$  – інтенсивність світла до та після поглинання відповідно, знаходять за законом Бугера–Ламберта–Бера:  $I_0 - I = I_0 (1 - e^{-\epsilon ln})$ , де  $l$  – товщина шару реакційної суміші;  $n$  – кількість молекул, які поглинули світло в одиниці об'єму суміші;

– квантовий вихід  $B_{\text{кв}}$  – відношення кількості перетворених частинок

до кількості частинок, що поглинули світло:  $B_{\text{кв}} = \frac{N_{\phi/x}}{N_{h\nu}}$ ;

є) *каталітичні* – реакції, які відбуваються під впливом речовин (катализаторів  $K$ ), які прискорюють швидкість реакції, за схемою  $A + K \rightarrow AK$ ,  $AK + B \rightarrow C + K$ .

Особливістю каталітичних реакцій є різні типи каталізу (залежно від фазового стану реагентів і каталізатора): гомогенний каталіз, при якому реагенти й каталізатор утворюють гомогенну фазу; гетерогенний – реагенти й каталізатор утворюють поверхню поділу фаз.



**Механізми каталізу:** 1) *механізм гомогенного каталізу* – пояснюється теорією проміжних комплексів за схемою  $A + K \rightarrow AK$ ;  $AK + B \rightarrow C + K$ ;  
2) *механізм гетерогенного каталізу* – пояснюється двома теоріями:

а) теорія утворення проміжних поверхневих сполук (адсорбційна теорія Г. Тейлора) за стадійною схемою:

– дифузія вихідних речовин до поверхні каталізатора;

– адсорбція речовин на поверхні з утворенням проміжного комплексу:  
 $A + B + K \rightarrow ABK$ ;

– активація адсорбованого стану:  $ABK \rightarrow ABK^\#$ ;

– розпад активованого комплексу з утворенням адсорбованих продуктів реакції:  $ABK^\# \rightarrow CDK$ ;

– десорбція продуктів реакції з поверхні каталізатора:  $CDK \rightarrow C + D + K$ ;

– дифузія продуктів реакції від поверхні каталізатора;

б) мультиплетна теорія (О. О. Баландін) або теорія геометричної подібності (для металевих каталізаторів):

– активний центр металу є сукупністю певної кількості адсорбційних центрів (сусідніх атомів  $Me$ ) на поверхні в геометричній відповідності з будовою вихідної молекули: 2 (дуплет), 3 (триплет), 4 (квадруплет), мультиплет;

– реагуюча речовина адсорбується різними частинами на різних атомах мультиплету, при цьому зв'язки в ній деформуються, утворюється хемосорбційний мультиплетний комплекс, який далі розкладається і дає продукти реакції.

**Властивості каталізатора:**

– промотування каталізатора – підвищення активності каталізатора в присутності речовин-промоторів, які не є каталізаторами;

– отруєння каталізатора – різке зниження активності каталізатора у присутності каталітичних отрут;

*Ферментативні реакції* – реакції з участю біологічних каталізаторів (ферментів), що відбуваються за схемою  $E + S \leftrightarrow ES \rightarrow E + P$ .

Особливості ферментативних реакцій такі:

а) мають високу активність та специфічність;

б) основним рівнянням є рівняння Міхаеліса–Ментен – ґрунтується на визначенні кількісного зв'язку між швидкістю ферментативної (каталітичної) реакції та концентрацією субстрату ( $S$  вихідної речовини):

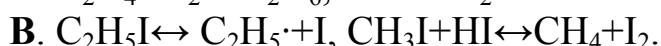
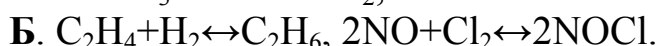
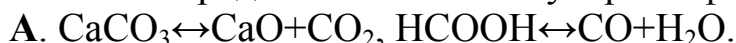
$$V_{\text{ф.п}} = \frac{V_{\text{max}} [S]}{K_m + [S]}$$

де  $V_{\text{max}}$  – максимальна швидкість реакції;  $K_m$  – константа Міхаеліса (концентрація субстрату за умови  $V_{\text{ф.п}} = \frac{1}{2} V_{\text{max}}$ ).

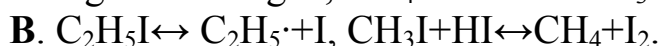
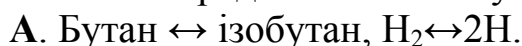
Знання законів про швидкості та механізми процесів сприяло появі сучасних методів дослідження: спектроскопічних, електрохімічних, хроматографічних. Хімічна кінетика все більше перетворюється на наукову основу важливих технологічних процесів, у тому числі й під час одержання багатьох лікарських засобів.

### 1.2.2. Тестові завдання

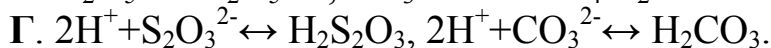
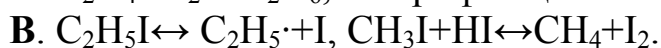
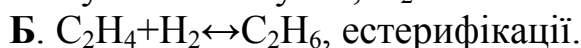
1. Вкажіть ряд схем мономолекулярних фармакопейних реакцій:



2. Вкажіть ряд схем бімолекулярних фармакопейних реакцій:



3. Вкажіть ряд схем тримолекулярних фармакопейних реакцій:



4. Вкажіть зміни чинника, що впливає на зменшення енергії активації фармакопейної реакції виявлення йонів натрію уранілацетатом:

А. Зростання температури. Б. Зниження температури. В. Збільшення співвідношення констант швидкості реакції. Г. Кількість електронів. Д. Загальна кількість зіткнень.

5. Вкажіть зміни чинника, що впливає на збільшення енергії активації фармакопейної реакції виявлення катіонів амонію при дії луку:

А. Зростання температури. Б. Зниження температури. В. Зменшення співвідношення констант швидкості реакції. Г. Кількість електронів. Д. Загальна кількість зіткнень.

6. Вкажіть метод визначення порядку фармакопейної реакції виявлення бромід-йонів аргентум нітратом:

А. За залежністю часу напівперетворення реакції від початкової концентрації реагуючих речовин. Б. За енергією активації. В. За ізотонічним та ізотермічним коефіцієнтами. Г. За зважуванням. Д. За температурним коефіцієнтом.

7. Вкажіть експоненціальну форму рівняння Арреніуса фармакопейної реакції:

А.  $K = Ae^{-E/RT}$ . Б.  $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{E}{RT^2}$ . В.  $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,3R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ .

Г.  $\lg K = \lg A - \frac{E}{2,3R}$ . Д.  $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,3R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ .

8. Вкажіть інтегральну форму рівняння Арреніуса фармакопейної реакції:

А.  $K = Ae^{-E/RT}$ . Б.  $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{E}{RT^2}$ . В.  $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,3R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ .

Г.  $\lg K = \lg A - \frac{E}{2,3R}$ . Д.  $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,3R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ .

9. Вкажіть диференціальну форму рівняння Арреніуса фармакопейної реакції:

А.  $K = Ae^{-E/RT}$ . Б.  $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{E}{RT^2}$ . В.  $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,3R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ .

Г.  $\lg K = \lg A - \frac{E}{2,3R}$ . Д.  $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,3R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ .

10. Вкажіть поняття енергії активації фармакопейної реакції виявлення йодид-йонів хлорною водою в шарі хлороформу:

А. Енергія взаємодіючих молекул. Б. Енергія молекул до реакції. В. Енергія молекул після реакції. Г. Різниця енергій молекул до та після реакції. Д. Середня енергія молекул.

11. Вкажіть переважний механізм з погляду термодинаміки фармакопейної реакції виявлення бромід-йонів хлорною водою в шарі хлороформу:

А. Утворення перехідного комплексу, частковий розрив хімічного зв'язку у вихідних молекулах. Б. Активне зіткнення частинок, частковий розрив хімічного зв'язку у вихідних молекулах. В. Частковий розрив хімічного зв'язку у кінцевих молекулах, активне зіткнення частинок. Г. Частковий розрив хімічного зв'язку у вихідних молекулах, активне зіткнення частинок. Д. Усе перелічене.

12. Вкажіть переважний механізм з погляду кінетики фармакопейної реакції виявлення ацетат-йону катіонами ферум (III):

А. Утворення перехідного комплексу, частковий розрив хімічного зв'язку у вихідних молекулах. Б. Активне зіткнення частинок, частковий розрив хімічного зв'язку у вихідних молекулах. В. Повний розрив хімічного зв'язку у кінцевих молекулах, активне зіткнення частинок. Г. Частковий розрив хімічного зв'язку у вихідних молекулах, активне зіткнення частинок. Д. Усе перелічене.

13. Вкажіть зміну чинника, від якого залежить збільшення константи швидкості реакції термічної трансформації лікарської речовини:

А. Зростання температури. Б. Зниження температури. В. Збільшення концентрації реагуючих речовин. Г. Зменшення концентрації реагуючих речовин. Д. Збільшення енергії активації.

14. Вкажіть зміну чинника, що впливає на збільшення швидкості реакції нульового порядку термічного розкладання твердого фармакопейного препарату  $Al(OH)_3$ :

А. Зростання температури. Б. Зниження температури. В. Зменшення константи швидкості реакції. Г. Зменшення концентрації реагуючих речовин. Д. Збільшення енергії активації.

15. Вкажіть параметр фармацевтичного процесу, який визначається за лімітуючою (найбільш повільною) стадією:

А. Молекулярність. Б. Швидкість. В. Порядок. Г. Енергія активації. Д. Константа швидкості.

16. Вкажіть вплив каталізатора на енергію активації під час перебігу фармакопейної реакції ацетат-йонів з етанолом:

А. Зменшує. Б. Збільшує. В. Не змінює. Г. Спочатку збільшує, потім не змінює. Д. Спочатку не змінює, потім збільшує.

17. Вкажіть вплив зниження температури на енергію активації фармакопейної реакції арсеніт-йонів з гідрогенсульфідом у кислому середовищі:

А. Не впливає. Б. Збільшує. В. Зменшує. Г. Спочатку збільшує, потім не змінює. Д. Спочатку не змінює, потім збільшує.

18. Вкажіть зміну швидкості при збільшенні енергії активації фармакопейної реакції виявлення ортоборатної кислоти з етанолом у присутності концентрованої сульфатної кислоти:

А. Зменшується. Б. Збільшується. В. Не змінюється. Г. Спочатку збільшується, потім не змінюється. Д. Спочатку не змінюється, потім збільшується.

19. Вкажіть ознаку каталітичної реакції нітриметрії при визначенні стрептоциду за реакцією діазотування:

А. Зміна швидкості хімічної реакції. Б. Зміна хімічної рівноваги. В. Зміна константи хімічної рівноваги. Г. Зміна напрямку реакції. Д. Зміна концентрації компонентів реакції.

20. Вкажіть властивість каталізатора (KBr) при визначенні сульфанілової кислоти методом нітриметрії:

А. Впливає на величину константи рівноваги. Б. Впливає на зміщення хімічної рівноваги. В. Збільшує швидкість прямої реакції. Г. Зміщує пряму реакції праворуч. Д. Зміщує пряму реакції ліворуч.

21. Вкажіть порядок реакції виявлення тіосульфат-аніону розчином йоду, якщо вираз константи швидкості  $K = \frac{1}{t} \left( \frac{1}{C_0} - \frac{1}{C} \right)$ :

А. Другий. Б. Перший. В. Третій. Г. Нульовий. Д. Дробовий.

22. Вкажіть порядок фармакопейної реакції тіосульфат-аніону при надлишку кислоти, якщо вираз константи швидкості  $K = \frac{1}{t} \ln \frac{C_0}{C}$ :

А. Перший. Б. Другий. В. Третій. Г. Нульовий. Д. Дробовий.

23. Вкажіть фізичні величини, що використовуються в кінетиці фармакопейної реакції виявлення арсенат-йону з магnezіальною сумішшю:

А. Тиск, ентропія. Б. Температура, енергія Гіббса. В. Швидкість реакції, час. Г. Енергія активації, енергія Гельмгольца. Д. Ентальпія, час.

24. Виберіть визначення константи Міхаеліса–Ментен ферментативної реакції:

А. Константа дисоціації ферментативно-субстратного комплексу при великих концентраціях продуктів реакції. Б. Константа дисоціації ферментативно-субстратного комплексу при малих концентраціях продуктів реакції. В. Концентрація субстрату при швидкості реакції, яка складає половину значення максимальної швидкості. Г. Концентрація субстрату при швидкості реакції, яка дорівнює максимальному значенню. Д. Усе перелічене.

25. Виберіть формулу зв'язку енергії активації та зміни ентальпії фармакопейної реакції виявлення тартрат-аніону калій хлоридом:

А.  $E = \Delta H + RT$ . Б.  $\lg \frac{K_1}{K_2} = -\Delta H / 2,3R \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ .

В.  $\Delta H = E_{\text{прям}} + E_{\text{зворот}}$ . Г.  $\lg \frac{K_1}{K_2} = \frac{E}{2,3R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ .

Д.  $E = \Delta H - RT$ .

26. Вкажіть визначення константи швидкості ферментативної реакції:

А. Швидкість реакції за стандартних умов. Б. Швидкість реакції при одиничній молярній концентрації реагуючих речовин за даних умов. В. Швидкість реакції за однакових концентрацій реагуючих речовин. Г. Швидкість прямої реакції. Д. Швидкість оборотної реакції.

27. Вкажіть одиниці позначення середньої швидкості фармакопейної реакції виявлення тартрат-аніону резорцином:

А. моль/л. Б. моль/с·л. В. кмоль/с·м<sup>3</sup>. Г. моль/с·м<sup>3</sup>. Д. моль/с.

28. Вкажіть порядок реакції синтезу лікарської субстанції, що має вираз  $K = \frac{1}{2t} \left( \frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2} \right)$ :

А. Третій. Б. Другий. В. Нульовий. Г. Перший. Д. Дробовий.

29. Вкажіть порядок фармакопейної реакції натрій тіосульфату з надлишком сульфатної кислоти, що має вираз  $K = \frac{\ln(C_0 - C)}{t}$ :

А. Нульовий. Б. Перший. В. Другий. Г. Третій. Д. Дробовий.

30. Вкажіть порядок фармакопейної реакції естерифікації ацетат-аніону з етанолом, якщо  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{K}$ :

А. Перший. Б. Нульовий. В. Другий. Г. Третій. Д. Дробовий

31. Вкажіть порядок фармакопейної реакції з  $t_{1/2} = \frac{1}{K} \frac{3}{2C_0^2}$ :

А. Третій. Б. Перший. В. Нульовий. Г. Другий. Д. Дробовий.

32. Вкажіть порядок фармакопейної реакції виявлення бромід-аніону з хлорною водою, якщо  $t_{1/2} = \frac{1}{K} \frac{1}{C_0^2}$ :

А. Другий. Б. Нульовий. В. Перший. Г. Третій. Д. Дробовий.

33. Вкажіть тип концентрації, що входить до рівняння закону діючих мас фармакопейної реакції виявлення силіцилат-аніону з ферум (III):

А. Об'ємна частка. Б. Молярна концентрація. В. Масова концентрація. Г. Масова частка. Д. Молярна частка.

34. Вкажіть чинник, від якого не залежить величина константи швидкості реакції синтезу фармакопейного препарату натрій гіпохлориту для дезінфекції ран:

А. Концентрація реагуючих речовин. Б. Температура. В. Каталізатор. Г. Агрегатний стан речовин. Д. Усе перелічене.

35. Виберіть визначення рівноважної молярної концентрації фармакопейного препарату натрій нітриту за реакцією зі стрептоцидом:

А. Концентрація речовин у момент рівноваги. Б. Різниця між вихідною концентрацією та концентрацією речовин за реакцією. В. Сума вихідної концентрації та концентрації речовин за реакцією. Г. Різниця між кінцевою концентрацією та вихідною концентрацією речовин за реакцією. Д. Немає правильної відповіді.

36. Вкажіть одиницю позначення рівноважної молярної концентрації фармакопейного препарату за реакцією естерифікації з етанолом:

А. моль/л. Б. моль/с·л. В. кмоль/с·м<sup>3</sup>. Г. моль/с·м<sup>3</sup>. Д. моль/с.

37. Вкажіть порядок реакції синтезу фармакопейного препарату з  $w(I_2) = 10\%$  з виразом кінетичного рівняння  $\ln C = \ln C_0 - Kt$ :

А. Нульовий. Б. Перший. В. Другий. Г. Третій. Д. Дробовий.

38. Вкажіть формулу розрахунку істинної швидкості реакції нейтралізації з фармакопейним препаратом нітратною кислотою:

А.  $V = \frac{dC}{dt}$ . Б.  $V = \frac{\Delta C}{\Delta t}$ . В.  $V = \frac{\Delta t}{\Delta C}$ . Г.  $V = KC_1C_2$ . Д.  $V = \frac{C_1}{C_2}$ .

39. Вкажіть формулу розрахунку середньої швидкості реакції естерифікації ацетат-аніону в кислому середовищі:

А.  $V = \frac{dC}{dt}$ . Б.  $V = \frac{\Delta C}{\Delta t}$ . В.  $V = \frac{\Delta t}{\Delta C}$ . Г.  $V = KC_1C_2$ . Д.  $V = \frac{C_1}{C_2}$ .

40. Вкажіть фізичну величину, за допомогою якої можна порівнювати швидкості фармакопейних реакцій:

А. Константа швидкості реакції. Б. Швидкість реакції. В. Константа хімічної рівноваги. Г. Час. Д. Температура.

41. Вкажіть тип фармакопейних реакцій, для яких виконується закон діючих мас:

А. Одностадійні. Б. Багатостадійні. В. Ланцюгові. Г. Паралельні. Д. Усе перелічене.

42. Вкажіть закон, за яким визначається залежність швидкості від концентрації реагуючих речовин фармакопейної реакції виявлення гідрогенфосфат-аніону з магnezіальною сумішшю:

А. Вант-Гоффа. Б. Сталості складу. В. Діючих мас. Г. Генрі. Д. Кірхгоффа.

43. Вкажіть закон, за яким визначається залежність швидкості від температури фармакопейної реакції виявлення As (V) з фосфористою кислотою:

А. Закон діючих мас. Б. Закон Арреніуса. В. Закон Генрі. Г. Вант-Гоффа. Д. Сталості складу.

44. Вкажіть тип фармакопейних реакцій, для яких виконується закон діючих мас:

А. Оборотні. Б. Необоротні. В. Екзотермічні. Г. Гетерогенні. Д. Ендотермічні.

45. Вкажіть зміни швидкості екзотермічної фармакопейної реакції нейтралізації хлоридної кислоти при зниженні температури:

А. Збільшується. Б. Зменшується. В. Не змінюється. Г. Спочатку збільшується, потім зменшується. Д. Спочатку зменшується, потім збільшується.

46. Вкажіть одиниці виміру константи швидкості фармакопейної реакції виявлення тіосульфат-аніона при надлишку сильної кислоти, що має перший порядок:

А.  $\text{с}^{-1}$ . Б.  $\text{моль} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . В.  $\text{моль}^{-1} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Г.  $\text{моль}^{-2} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Д. моль.

47. Вкажіть одиниці виміру константи швидкості реакції гідролізу фармпрепарату, що має другий порядок:

А.  $\text{моль}^{-1} \cdot \text{дм}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . Б.  $\text{с}^{-1}$ . В.  $\text{моль}^{-2} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Г.  $\text{моль} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Д. моль.

48. Вкажіть одиниці виміру константи швидкості реакції розкладу фармпрепарату, що має нульовий порядок:

А.  $\text{моль} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Б.  $\text{моль}^{-1} \cdot \text{дм}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ . В.  $\text{моль}^{-2} \cdot \text{дм}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$ . Г.  $\text{с}^{-1}$ . Д. моль.

49. Вкажіть умови, за яких графік залежності логарифма константи швидкості від температури фармакопейної реакції виявлення тіосульфат-аніону з надлишком сильної кислоти має вигляд прямої лінії:

А. Енергія активації не залежить від температури. Б. Реакція першого порядку. В. Мономолекулярна реакція. Г. Одностадійна реакція. Д. Усе перелічене.

50. Вкажіть тип фармакопейної реакції, для якої порядок та молекулярність можуть збігатися:

А. Розкладу. Б. Гідролізу. В. Естерифікації. Г. Обміну. Д. Згорання.

51. Вкажіть ряд фармакопейних реакцій, у яких зміна тиску зміщує рівновагу праворуч:

А.  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCOOH} \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ .

Б.  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{Fe}$ ,  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ . В.  $\text{H}_2 + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2 + \text{S} \downarrow \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$ .

Г.  $\text{H}_2 + 2\text{Na} \leftrightarrow 2\text{NaN}$ ,  $\text{H}_2 + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$ . Д.  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ ,  $\text{H}_2 + \text{S} \downarrow \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$ .

52. Вкажіть зміни вихідних концентрацій фармакопейної реакції  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , щоб змістити рівновагу праворуч:

А. Збільшити. Б. Зменшити. В. Не змінювати. Г. Збільшити при каталізаторі. Д. Зменшити при каталізаторі.

53. Вкажіть фармакопейну реакцію, якій відповідає вираз швидкості реакції  $V = K [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$ :

А.  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ . Б.  $\text{H}_2 + \text{S} \downarrow \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$ . В.  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \leftrightarrow \text{AgCl} \downarrow$ . Г.  $\text{AgCl} \downarrow \leftrightarrow \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$ . Д.  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \leftrightarrow \text{NH}_3$ .

54. Вкажіть фармакопейну реакцію залежності швидкості від концентрацій обох взаємодіючих речовин:

А.  $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ . Б.  $\text{H}_2 + \text{S} \downarrow \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$ . В.  $\text{H}_2 + 2\text{Na} \leftrightarrow 2\text{NaN}$ . Г.  $\text{C} + \text{CO}_2 \leftrightarrow \text{CO}$ . Д.  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \leftrightarrow \text{AgCl} \downarrow$ .

55. Вкажіть фармакопейну реакцію, що відбувається ліворуч при збільшенні тиску:

А.  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ . Б.  $\text{H}_2 + \text{S} \downarrow \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$ . В.  $\text{H}_2 + 2\text{Na} \leftrightarrow 2\text{NaN}$ . Г.  $\text{H}_2\text{O} + \text{C} \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ . Д.  $\text{HCOOH} \leftrightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ .

56. Вкажіть порядок фармакопейної реакції, для якої  $K$  (швидкості) не залежить від способу виразу концентрації:

А. Перший. Б. Другий. В. Третій. Г. Нульовий. Д. Дробовий.

57. Вкажіть порядок фармакопейної реакції, для якої період напівперетворення не залежить від початкової концентрації реагуючих речовин:

А. Перший. Б. Другий. В. Третій. Г. Нульовий. Д. Дробовий.

58. Вкажіть порядок фармакопейної реакції, якщо дослідження свідчать про лінійну залежність величини, оберненої концентрації реагентів, від часу:

А. Другий. Б. Перший. В. Нульовий. Г. Третій. Д. Дробовий.



59. Вкажіть порядок фармакопейної реакції, якщо дослідження свідчать про лінійну залежність величини, оберненої квадрату концентрації реагентів, від часу:

А. Третій. Б. Перший. В. Нульовий. Г. Другий. Д. Дробовий.

60. Вкажіть порядок фармакопейної реакції, якщо дослідження свідчать про лінійну залежність логарифма концентрації реагентів від часу:

А. Перший. Б. Третій. В. Нульовий. Г. Другий. Д. Дробовий.

61. Вкажіть рівняння Вант-Гоффа для фармакопейної реакції виявлення бензоат-аніону з ферум (III):

А.  $\frac{V_2}{V_1} = \gamma^{-E/RT}$ . Б.  $K = Ae^{-E/RT}$ . В.  $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{E}{RT^2}$ . Г.  $K = \frac{1}{2t} \left( \frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2} \right)$ .

Д.  $V = \frac{\Delta t}{\Delta C}$ .

62. Вкажіть переважний механізм з погляду кінетики фармакопейної реакції виявлення карбонат-аніонів з Mg (II):

А. Перехідний стан. Б. Термодинамічний стан рівноваги. В. Кінетичний стан рівноваги. Г. Фазовий стан рівноваги. Д. Активні зіткнення.

63. Вкажіть переважний механізм з погляду термодинаміки фармакопейної реакції виявлення нітрит-аніону в кислому середовищі:

А. Перехідний стан. Б. Термодинамічний стан рівноваги. В. Кінетичний стан рівноваги. Г. Фазовий стан рівноваги. Д. Усе перелічене.

64. Вкажіть особливості ферментативних реакцій з участю аргінази, що містить цинк (II):

А. Збільшують енергію активації, мають специфічну дію. Б. Зменшують енергію активації, мають специфічну дію. В. Залежать від зміни температури, збільшують енергію активації. Г. Не залежать від зміни температури, зменшують енергію активації. Д. Залежать від рН, не мають специфічної дії.

65. Вкажіть особливості фармакопейних реакцій виявлення йонів:

А. Збільшують енергію активації, мають специфічну дію. Б. Зменшують енергію активації, залежать від температури. В. Залежать від зміни температури, зміни енергії активації. Г. Не залежать від зміни температури, зменшують енергію активації. Д. Залежать від рН, не мають специфічної дії.

66. Вкажіть термін зберігання лікарського засобу (роки) при 298 К, якщо при 308 К препарат розклався за 1 рік (температурний коефіцієнт дорівнює 3):

А. 3. Б. 4. В. 5. Г. 6. Д. 7.

67. Вкажіть тип фармакопейної реакції з ланцюговим механізмом:

А. Оборотна. Б. Горіння. В. Полімеризації. Г. Фотохімічна.

68. Вкажіть порядок фармакопейної реакції, якщо час напівперетворення її не залежить від початкової концентрації реагуючих речовин:

А. Перший. Б. Другий. В. Третій. Г. Нульовий. Д. Дробовий.

69. Вкажіть порядок фармакопейної реакції естерифікації, якщо час напівперетворення реакції обернено пропорційний початковій концентрації реагуючих речовин:

А. Другий. Б. Перший. В. Третій. Г. Нульовий. Д. Дробовий.

70. Вкажіть порядок фармакопейної реакції, якщо час напівперетворення реакції обернено пропорційний квадрату початкової концентрації реагуючих речовин:

А. Третій. Б. Другий. В. Перший. Г. Нульовий. Д. Дробовий.

71. Вкажіть зміни перелічених фізичних величин при ферментативному каталізі:

А.  $\Delta H > 0$ ,  $E_{\text{акт}} < 0$ . Б.  $\Delta H < 0$ ,  $E_{\text{акт}} > 0$ . В.  $\Delta H = 0$ ,  $E_{\text{акт}} > 0$ .

Г.  $\Delta G > 0$ ,  $E_{\text{акт}} > 0$ . Д.  $\Delta G < 0$ ,  $E_{\text{акт}} < 0$ .

72. Вкажіть зміни енергії активації ферментативних реакцій порівняно зі звичайними реакціями:

А. Збільшується у 2-3 рази. Б. Збільшується у 8-10 раз. В. Зменшується у 2-3 рази. Г. Зменшується у 8-10 раз. Д. Не змінюється.

73. Вкажіть порядок ферментативної реакції на її початку (при малих концентраціях субстрату):

А. Перший. Б. Другий. В. Нульовий. Г. Третій. Д. Дробовий.

74. Вкажіть порядок ферментативної реакції наприкінці її:

А. Перший. Б. Другий. В. Нульовий. Г. Третій. Д. Дробовий.

75. Вкажіть закон, якому підпорядковуються тільки ферментативні процеси:

А. Генрі. Б. Діючих мас. В. Арреніуса. Г. Міхаеліса-Ментен. Д. Гесса.

76. Вкажіть псевдомолекулярну реакцію:

А.  $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ .

Б.  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{надл.})} \leftrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

В.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ .

Г.  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ .

Д.  $\text{HCl} + \text{NaOH} \leftrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ .

77. Вкажіть назву методу визначення порядку фармакопейної реакції, у якому використовується таке рівняння:  $\lg V = \lg K + n \lg C$ :

А. Вант-Гоффа. Б. Оствальда. В. За  $t_{1/2}$ . Г. Рауля. Д. Гесса.

78. Вкажіть залежність між фізичними величинами, за якими визначають енергію активації фармакопейної реакції графічним методом:

А.  $\lg K - \frac{1}{T}$ . Б.  $\lg K - T$ . В.  $K - \frac{\lg 1}{T}$ . Г.  $\lg C - T$ . Д.  $\lg T - K$ .

79. Вкажіть кінетичне рівняння фармакопейної реакції нульового порядку:

А.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + Kt$ . Б.  $V = K$ . В.  $\ln C = \ln C_0 - Kt$ . Г.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0^2} + Kt$ .

Д.  $K = E - \frac{1}{T}$ .

80. Вкажіть кінетичне рівняння фармакопейної реакції першого порядку:

А.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + Kt$ . Б.  $V = K$ . В.  $\ln C = \ln C_0 - Kt$ . Г.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0^2} + Kt$ .

Д.  $K = E - \frac{1}{T}$ .

81. Вкажіть кінетичне рівняння фармакопейної реакції другого порядку:

А.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + Kt$ . Б.  $V = K$ . В.  $\ln C = \ln C_0 - Kt$ . Г.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0^2} + Kt$ .

Д.  $K = E - \frac{1}{T}$ .

82. Вкажіть кінетичне рівняння фармакопейної реакції третього порядку:

А.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + Kt$ . Б.  $V = K$ . В.  $\ln C = \ln C_0 - Kt$ . Г.  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0^2} + Kt$ .

Д.  $K = E - \frac{1}{T}$ .

83. Вкажіть одиницю позначення рівноважної молярної концентрації субстрату для ферментативної реакції:

А. моль/л. Б. моль/кг. В. м<sup>3</sup>/моль. Г. %. Д. г/л.

84. Вкажіть кінетичне рівняння ферментативного процесу за будь-яких умов:

А.  $V = V_{\max} [S]$ . Б.  $V = V_{\max}$ . В.  $V = \frac{V_{\max} [S]}{K + [S]}$ . Г.  $\lg C - T$ . Д.  $\lg T - K$ .

85. З наведених рівнянь Михаеліса–Ментен для ферментативного каталізу вкажіть рівняння тільки першого порядку:

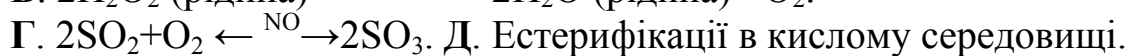
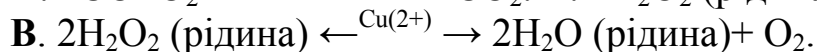
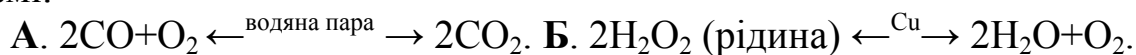
А.  $V = V_{\max}$ . Б.  $V = \frac{V_{\max} [S]}{K + [S]}$ . В.  $V = V_{\max} [S]$ . Г.  $\lg C - T$ . Д.  $\lg T - K$ .

86. Вкажіть умови для зміщення рівноваги реакції синтезу лікарської субстанції  $A(\text{г}) + B(\text{г}) \leftrightarrow AB(\text{г})$  ( $\Delta H < 0$ ) праворуч:

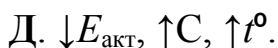
А.  $\uparrow t^\circ, \downarrow P, \uparrow C(\text{H}_2\text{S})$ . Б.  $\downarrow t^\circ, \uparrow P, \uparrow C(\text{H}_2)$ . В.  $\uparrow P, \uparrow t^\circ, \uparrow C(\text{H}_2)$ .

Г.  $\downarrow P, \uparrow t^\circ, \uparrow C(\text{H}_2\text{S})$ . Д.  $\uparrow C(\text{H}_2), \uparrow C(\text{H}_2\text{S}), \uparrow t^\circ$ .

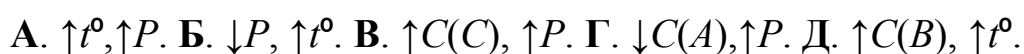
87. Вкажіть реакцію гетерогенного каталізу, що не відбувається в організмі:



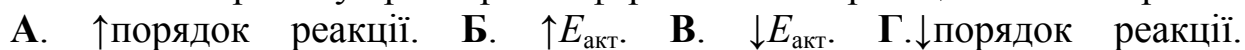
88. Вкажіть чинники, що впливають на зростання швидкості реакції при взаємодії газуватих лікарських субстанцій:



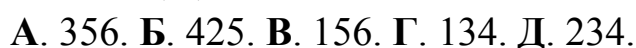
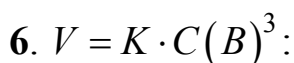
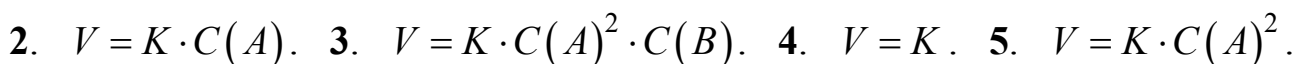
89. Вкажіть умови зміщення рівноваги фармакопейної реакції:  $A \downarrow + B \uparrow \leftrightarrow C \downarrow + D \uparrow (\Delta H > 0)$  праворуч:



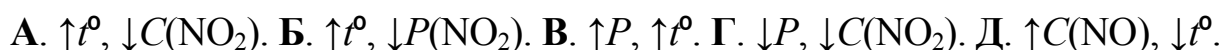
90. Вкажіть причину прискорення фармакопейної реакції каталізатором:



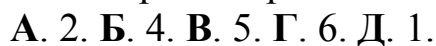
91. Вкажіть послідовно рівняння 0-го, 1-го та 2-го порядків, що можуть відбуватися в розчинах лікарських субстанцій 1.  $V = K \cdot C(A)^3 \cdot C(B)$ .



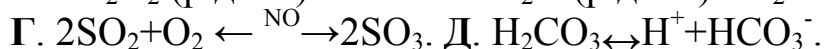
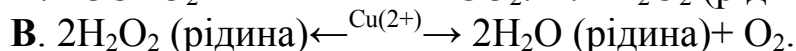
92. Вкажіть умови для зміщення рівноваги реакції  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$  праворуч, яка можлива в лікарській субстанції, ( $\Delta H < 0$ ):



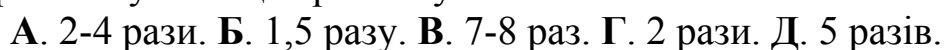
93. Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі константи рівноваги для реакції  $A(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightarrow B(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$ , яка можлива при адсорбційних процесах:



94. Виберіть реакцію гетерогенного каталізу, яку використовують для визначення  $\text{H}_2\text{O}_2$  в лабораторії:



95. При підвищенні температури на кожні 10 °С швидкість реакції лікарської субстанції зростає у:



96. Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі  $K_{\text{рівноваги}}$  для реакції  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ , що відбувається в лікарській субстанції:

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

97. Вкажіть послідовний ряд чисел, що відповідає порядку фармакопейних реакцій у прямому напрямку 1.  $\text{A}(\text{т}) + \text{B}(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}(\text{т})$ . 2.  $\text{Д}(\text{г}) + \text{Ж}(\text{г}) \leftrightarrow \text{З}(\text{г})$ . 3.  $\text{К}(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{N}(\text{г})$ :

А. 232. Б. 313. В. 121. Г. 123. Д. 112.

98. Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі  $K_{\text{рівноваги}}$  для реакції  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$ , що відбувається в лікарській субстанції:

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

99. Вкажіть число, яке вказує, на скільки градусів треба збільшити температуру реакційної суміші фармпрепаратів, щоб швидкість реакції збільшилась у 81 раз (температурний коефіцієнт реакції дорівнює 3):

А. 10. Б. 20. В. 30. Г. 40. Д. 50.

100. Вкажіть значення константи рівноваги реакції  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$ , яка можлива в лікарській субстанції, якщо вихідні концентрації  $\text{CO}$  та  $\text{O}_2$  відповідно дорівнюють 3 моль/л та 2 моль/л, а рівноважна концентрація  $\text{CO}_2$  складає 2 моль/л:

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

101. Вкажіть добуток концентрацій (за законом діючих мас) речовин А та В, що містяться в розчині фармпрепарату, за схемою реакції  $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{AB}_2$ :

А.  $[\text{A}][\text{B}]^2$ . Б.  $[\text{A}][\text{B}]$ . В.  $[\text{A}]^2[\text{B}]$ . Г.  $[\text{A}]^2[\text{B}]^2$ . Д.  $[\text{A}]$ .

102. Вкажіть число, яке показує зростання швидкості реакції А (субстрат)  $\rightarrow$  Р (продукт), якщо концентрацію речовини А збільшити в 3 рази:

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 6. Д. 1.

103. Вкажіть реакцію синтезу лікарської субстанції, у якій рівновага зміщується в прямому напрямку (праворуч) при збільшенні тиску:

А.  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ . Б.  $\text{H}_2 + \text{S} \downarrow \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$ . В.  $3\text{H}_2 + 2\text{N}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ . Г.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \leftrightarrow \text{FeO} + \text{CO}_2$ . Д.  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{г}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$ .

104. Вкажіть адсорбційну реакцію з участю важливих лікарських речовин, у якій зміна тиску не зміщує рівновагу:

А.  $\text{C} \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow \leftrightarrow 2\text{CO} \uparrow$ . Б.  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$ . В.  $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$ . Г.  $\text{C} \downarrow + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{CO}_2 \uparrow$ . Д.  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{г}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{г})$ .

105. Вкажіть вираз швидкості оборотної реакції  $2\text{A} \downarrow + 3\text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{ACl}_3$  (рід), що відбувається в суміші лікарської субстанції:

А.  $V = K [\text{A}]^2 [\text{Cl}_2]^3$ . Б.  $V = K [2\text{A}] [3\text{Cl}_2]$ . В.  $V = K [\text{ACl}_3]$ . Г.  $V = K [\text{ACl}_3]^2$ . Д.  $V = K [2\text{A}] [\text{Cl}_2]^3$ .

106. Вкажіть реакцію, що відбувається при адсорбції важливих лікарських речовин, якій відповідає вираз  $V=K [O_2]$ :

А.  $C\downarrow+O_2\leftrightarrow CO_2$ . Б.  $2H_2+O_2\leftrightarrow 2H_2O$ . В.  $2NO+O_2\leftrightarrow 2NO_2$ .  
Г.  $4Fe+3O_2\leftrightarrow 2Fe_2O_3$ .

107. Вкажіть рівноважну молярну концентрацію реагуючих речовин при синтезі лікарської субстанції йодоводню  $H_2+I_2 \leftrightarrow 2HI$ , якщо утворився йодоводень з  $C(HI)=2$  моль/л, а вихідні концентрації водню та йоду дорівнювали по 2 моль/л:

А. 4. Б. 3. В. 2. Г. 1. Д. 5.

108. Вкажіть співвідношення початкових концентрацій водню та хлору при синтезі одного з фармакопейних препаратів – гідрогенхлориду, якщо рівноважні молярні концентрації водню та хлору дорівнювали по 0,05 моль/л, а рівноважна молярна концентрація гідрогенхлориду становила 0,3 моль/л:

А. 1:1. Б. 1:2. В. 1:3. Г. 1:4. Д. 1:5.

109. Початкова молярна концентрація лікарської субстанції  $A$  у гомогенному середовищі дорівнює 1 моль/л. Через 30 с від початку реакції молярна концентрація речовини  $A$  зменшилася до 0,7 моль/л. Вкажіть величину середньої швидкості реакції за цей час (моль/л хв):

А. 1,0. Б. 0,8. В. 0,6. Г. 0,4. Д. 0,2.

110. Вкажіть величину швидкості реакції  $A+B_4\leftrightarrow C$ , якщо молярна концентрація лікарських субстанцій  $A$  та  $B_4$  дорівнює по 1 моль/л:

А. 1К. Б. 2К. В. 3К. Г. 4К. Д. 5К.

111. Вкажіть добуток концентрацій лікарських речовин  $A$  та  $B$ , який входить у вираз закону діючих мас, за схемою реакції  $2A+B \leftrightarrow A_2B$ :

А.  $[A]^2[B]$ . Б.  $[A][B]$ . В.  $[A]^2[B]$ . Г.  $[A]^2[B]^2$ . Д.  $[A]$ .

112. Вкажіть число, що показує зростання швидкості реакції розкладу лікарської речовини  $A\leftrightarrow P$ , якщо тиск речовини  $A$  збільшити у 3 рази:

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 6. Д. 1.

113. Вкажіть значення константи рівноваги реакції окиснення лікарської речовини  $2SO_2 + O_2\leftrightarrow 2SO_3$ , якщо вихідні концентрації  $SO_2$  та  $O_2$  дорівнювали відповідно 3 моль/л та 2 моль/л, а рівноважна концентрація  $SO_3$  становила 2 моль/л:

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. Відповіді А, Б, В, Г неправильні.

114. Вкажіть значення константи рівноваги реакції окиснення чадного газу  $2CO + O_2\leftrightarrow 2CO_2$ , якщо вихідні концентрації  $CO_2$  та  $O_2$  дорівнювали відповідно 3 моль/л та 2 моль/л, а рівноважна концентрація  $CO_2$  становила 2 моль/л:

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. Відповіді А, Б, В, Г неправильні.

## 1.3. Розчини

### 1.3.1. Теоретичні основи

**Основні закономірності. Гомогенні рівноваги.** *Закон Генрі:* розчинність газу в рідині прямо пропорційна його тиску над рідиною:  $b = kp$ , де  $b$  – молярність розчину;  $k$  – константа, яка залежить від природи газу й температури (виконується для розведених розчинів та за невеликого тиску);  $p$  – тиск газу над рідиною.

*Наслідки закону Генрі:*

а) відношення концентрації газу в рідині  $b_p$  до концентрації газу над розчином за сталої температури є величина стала; оскільки тиск газу  $p$  прямо пропорційний концентрації його в газовій фазі  $b_r$  і  $b_p = K_1 b_r$ , то

$$K_1 = \frac{b_p}{b_r};$$

б) об'єм розчиненого газу не залежить від зовнішнього тиску, оскільки при збільшенні тиску в однакову кількість раз збільшується як концентрація розчиненого газу, так і концентрація газу над розчином;

в) у випадку суміші газів (закон Генрі–Дальтона) кожний з них розчиняється прямо пропорційно його парціальному тиску.

*Закон Сеченова:* розчинність газів у розчині, що містить електроліти, зменшується:  $b = b_0 e^{-kc}$ , де  $b$  та  $b_0$  – розчинність газу в розчині електроліту і в чистому розчиннику відповідно;  $k$  – константа, яка залежить від природи газу, електроліту та температури;  $c$  – молярна концентрація електроліту.

Взаємна розчинність рідин зумовлена необмеженою (вода і етанол) та обмеженою розчинністю (анілін і вода). В останньому випадку характерною величиною є критична температура розчинення – температура, за якої обмежена розчинність переходить у необмежену. Критичну температуру можна змінити додаванням третього компонента. Аналіз деяких фармпрепаратів, лікарської сировини ґрунтується на використанні критичних температур. Залежність складу обох розчинів від температури зручно відображати відповідними діаграмами розшарування (параболічна крива, зовні якої – гомогенна система, а всередині – гетерогенна система).

**Теорія слабких електролітів (теорія Арреніуса)** – теорія про процеси дисоціації у водних розчинах.

*Ступінь електролітичної дисоціації*  $\alpha$  – відношення кількості молекул  $n$ , що розпалися на йони, до загальної кількості розчинених молекул  $N$  – йонізованих і нейонізованих:  $\alpha = \frac{n}{N}$ . За здатністю до дисоціації Арреніус

поділив електроліти на три групи: сильні –  $\alpha > 30 \%$ ; середні –  $\alpha = 3 - 30 \%$ ; слабкі –  $\alpha < 30 \%$ .

*Константа дисоціації*  $K_D$  – відношення добутку концентрацій йонів електроліту на концентрацію слабого електроліту: для  $\text{HAn} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{An}^-$ ,

$$K_D = \frac{[\text{H}^+][\text{An}^-]}{[\text{HAn}]}$$

*Закон розбавлення Оствальда* – зв'язок  $K_D$  та  $\alpha$  для дуже розведених розчинів:  $K_D = C\alpha^2$ .

**Теорія сильних електролітів** (Дебая–Хюккеля).

*Йонна атмосфера* – атмосфера з переважною кількістю протилежних йонів (протийонів) навколо кожного йону.

*Уявний ступінь дисоціації*  $\alpha_{\text{уявна}}$  – величина, що враховує існування йонної атмосфери.

*Активність*  $a$  – молярна концентрація реального розчину:  $a = fc$ ,  $a = (a_+ a_-)^{1/2}$ ,  $a_+ = f_+ C_+$ ,  $a_- = f_- C_-$ , де  $f$  – коефіцієнт активності, який визначається експериментально:  $f = -0,5Z^2 \sqrt{\mu}$ ;  $f = (f_+ f_-)^{1/2}$ , де  $Z$  – заряд йону;  $\mu$  – йонна сила розчину,  $\mu = 1/2 \sum C_{\text{йон}} Z_{\text{йон}}^2$ .

**Протолітична теорія кислот та основ** (Бренстеда–Лоурі) – теорія про кислотно-основні процеси у водних і неводних розчинах.

Кислота – донор  $\text{H}^+$  ( $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ), а основа – акцептор  $\text{H}^+$  ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ); амфоліт – і донор  $\text{H}^+$ , і акцептор  $\text{H}^+$ , залежно від учасника реакції ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ).

*Протолітичні реакції* – реакції, що відбуваються за участю протона й приводять до утворення спряжених кислотно-основних пар.

*Константа протолізу* (константа кислотності  $K_a$  і константа основності  $K_b$ ) – константа протолітичних рівноваг кислоти або основи з розчинником (водою): для реакції  $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$  (реакція кислоти з водою)

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{з водою) } K_b = \frac{[\text{BH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{B}]}$$

*Йонний добуток розчинника* (для спряженої кислотно-основної пари) – добуток константи кислотності та константи основності (спряженої з цією кислотою основи), наприклад, для води  $K_a K_b = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = K_w = K_i$  або  $pK_a + pK_b = pK_w = pK_i$ .



Константа автопротолізу розчинника  $K_s$  – константа, що характеризує власну йонізацію розчинника. Для рівноваги  $2SH \leftrightarrow SH_2^+ + S^-$  (де SH – розчинник,  $SH_2^+$  – йон ліонію,  $S^-$  – йон ліату) має вираз:  $K_s = \frac{[SH_2^+][S^-]}{[SH]^2}$ .

Оскільки  $[SH]$  при великому надлишку розчинника практично стала, то добуток  $K_s = [SH]^2$  – теж сталий і має назву йонний добуток середовища

( $K_i$ )  $K_i = [SH_2^+][S^-]$ . Для неводних розчинників:

$K_a K_b = [ліонію^+][ліату^-] = K_i$ ;  $pK_a + pK_b = pK_i$ .

*Спорідненість до протону* – визначається енергією сольватації протону до даного розчинника; залежить від кількості неподільних (вільних) електронних пар у молекулі розчинника. Наприклад, у рядку HF- H<sub>2</sub>O- H<sub>3</sub>N збільшується спорідненість до протону у зв'язку зі зменшенням кількості пар вільних електронів; чим більша спорідненість до протону, тим сильніші основні властивості розчинника.

**Класифікація розчинників.** За здатністю приєднувати чи відщеплювати  $H^+$ :

а) апротонні (не містять  $H^+$ ), не здатні до йонізації (бензол, хлороформ, гексан та ін.);

б) протолітичні (протоліти) – містять у складі молекули атоми Гідрогену, що здатні до відщеплення у вигляді йонів і у свою чергу поділяються так:

– кислотні (протогенні) – донори протонів (безводні кислоти: сульфатна, оцтова, рідкий хлороводень);

– основні (протофільні) – акцептори протонів (рідкий амоніак, етилендіамін, диметилформаїд);

– амфіпротонні (амфотерні) – як донори, так і акцептори протонів (спирти, кетони).

За впливом на відносну силу кислот, основ і солей виділяють розчинники:

а) диференціюючі – збільшують різницю за силою електролітів (ацетон, метанол, нітромаїтан);

б) нівелюючі – вирівнюють різницю в кислотно-основних властивостях (рідкий амоніак є нівелюючим для кислот, а рідкий хлороводень вирівнює силу основ).

**Буферні розчини** – спряжені кислотно-основні пари, що містять слабку кислоту (слабку основу) та її спряжену основу (кислоту), які підтримують сталість рН у разі додавання невеликої кількості сильної кислоти (лугу) або в разі розведення. За своїм складом буферні розчини поділяють на два типи:

- а) кислі (наприклад,  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ );  
 б) основні (наприклад,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$ ).

Основні показники буферних систем: рН та буферна ємність ( $B_{\text{за кислотою}}$  або  $B_{\text{за лугом}}$ ):

$$\text{pH}_{\text{кислого}} = \text{pK} + \lg \frac{C(\text{солі})V(\text{солі})}{C(\text{кислоти})V(\text{кислоти})},$$

$$\text{pH}_{\text{основного}} = \text{pK} + \lg \frac{C(\text{солі})V(\text{солі})}{C(\text{основи})V(\text{основи})},$$

де  $\text{pK} = -\lg K_{\text{д}}$  (кислоти або основи);

$$B_{\text{за кислотою}} = \frac{C(\text{кислоти})V(\text{кислоти})}{V(\text{буфера})\Delta\text{pH}},$$

$$B_{\text{за лугом}} = \frac{C(\text{лугу})V(\text{лугу})}{V(\text{буфера})\Delta\text{pH}},$$

де  $\Delta\text{pH}$  – різниця рН до та після додавання кислоти або лугу.

**Закони розбавлених розчинів малолетких неелектролітів та електролітів.** *Перший закон Рауля* – відносне зниження тиску насиченої пари розчинника над розчином дорівнює молярній частці розчиненої речовини

в розчині:  $P = \frac{P_0 v_0}{v + v_0}$  ( $P$  та  $P_0$  – тиск насиченої пари над розчином та чистим розчинником відповідно;  $v$  та  $v_0$  – кількість речовини неелектроліту, розчиненого в розчині, та кількість речовини розчинника відповідно). На практиці застосовують більш зручний вираз І закону Рауля:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{v_0}{v + v_0} = \chi \quad (\chi \text{ – молярна частка розчиненого неелектроліту}).$$

Для дуже розведених розчинів рівняння Рауля спрощується:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{v}{v_0} = \frac{mM_0}{m_0M}$$

( $m_0$ ,  $M_0$ ,  $m$ ,  $M$  – відповідно маси і молярні маси розчинника та розчиненої речовини).

*Другий закон Рауля* – зниження температури замерзання або підвищення температури кипіння розчину прямо пропорційно його молярній концентрації:

$$\Delta T = Kb = K \frac{v_2}{m_1} = K \frac{m_2 \cdot 1000}{M_2 m_1} \quad (K \text{ – криоскопічна константа (при$$

замерзанні), або  $E$  – ебуліоскопічна константа (при кипінні);  $v_2$  – кількість речовини неелектроліту у воді;  $m_2$  та  $M_2$  – відповідно маса і молярна маса неелектроліту;  $m_1$  – маса розчинника). Кріо- (ебуліо-)скопічна константа – зниження (підвищення) температури замерзання (кипіння) розчину

з моляльністю 1 моль/кг: 
$$K_{\text{зам}} = \frac{RT^2}{1000\Delta H_{\text{пл}}}$$

**Закон Вант-Гоффа:** осмотичний тиск розбавленого розчину малолеткого неелектроліту дорівнює парціальному тиску цієї речовини, якщо б вона була в газоподібному стані за однакових умов з розчином:

$$\pi = p = CRT = \frac{m}{MV} RT.$$

**Застосування законів Рауля і Вант-Гоффа для розбавлених розчинів малолетких електролітів.** Для розчинів електролітів у формули перелічених законів вводять поправочний коефіцієнт – *ізотонічний коефіцієнт* Вант-Гоффа  $i$ : величина, що показує, у скільки разів експериментально знайдені величини (або відповідні величини для розчинів електролітів) більші, ніж теоретично розраховані (або величини розчинів неелектролітів):

$$i = \frac{\pi(\text{елект})}{\pi(\text{неелект})} = \frac{\Delta T(\text{елект})}{\Delta T(\text{неелект})} = \frac{\Delta P/P_0(\text{елект})}{\Delta P/P_0(\text{неелект})}.$$

Для електролітів закони

мають вигляд:  $\pi = CRTi$ ;  $\Delta T = bi$ ;  $\Delta P/P_0 = \chi i$ . Ізотонічний коефіцієнт роз-

раховують за формулою  $\alpha = \frac{i-1}{n-1}$ , де  $n$  – кількість йонів, що утворюються

при дисоціації електроліту. Розчини з однаковими величинами осмотичного тиску мають назву *ізотонічні*.

Якщо клітина з  $C_1$  оточена розчином з  $C_2$ , причому  $C_1 < C_2$ , то спостерігається явище *плазмолізу* (клітина зморщується). Більш концентрований відносно клітини зовнішній розчин має назву *гіпертонічний*.

Якщо клітина з  $C_1$  оточена розчином з  $C_2$ , причому  $C_1 > C_2$ , то спостерігається збільшення об'єму клітини навіть до її розриву (гемоліз). Менш концентрований зовнішній розчин має назву *гіпотонічний*.

Частина осмотичного тиску плазми крові (0,5 % загальної величини), що обумовлена вмістом ВМС (білків), має назву *онкотичний тиск*. Осмотичний тиск крові становить 0,8 МПа і таку ж величину осмотичного тиску мають 0,9 % розчин натрій хлориду та 4,5 % розчин глюкози, які називаються ізотонічними розчинами крові.

**Мембранна рівновага Доннана.** На підставі закону осмосу доведено, що усередині клітини осмотичний тиск вищий, ніж у міжклітинній рідині, що пояснюється мембранною рівновагою Доннана (трикомпонентної системи), а саме:

а) якщо концентрація йонів електролітів (НМС) більша за концентрацію білків (ВМС) по обидва боки мембрани (клітини), усередину проникає половина йонів електроліту (НМС);

б) якщо концентрація йонів елктроліту менша за концентрацію ВМС, усередину проникає досить мала кількість НМС;

в) якщо концентрації НМС та ВМС однакові, усередину проникає третина йонів електроліту.

Таким чином, у будь-якому випадку концентрація йонів електроліту всередині клітини виявляється більшою, ніж зовні.

**Відхилення від закону Рауля. Закони Коновалова.** Для реальних розчинів спостерігаються відхилення двох типів: позитивні (відхилення тиску пари від лінійної залежності в бік більших значень) та негативні (навпаки). Головними причинами відхилень є: розпад асоціатів одного з компонентів; хімічна взаємодія між компонентами; зміна міжмолекулярної взаємодії при утворенні розчину.

*Перший закон Коновалова.* Характерною особливістю рівноваги між розчином, що містить леткі компоненти, та його насиченою парою є різний склад рівноважних фаз. Д. П. Коновалов встановив закон (I закон Коновалова): насичена пара порівняно з рівноважним розчином збагачена тим компонентом, додавання якого до розчину збільшує тиск насиченої пари над розчином або зменшує температуру його кипіння. Це підтверджується на діаграмі стану двокомпонентної системи (залежності тиску (температури) від складу розчину).

*Другий закон Коновалова.* У разі суттєвих позитивних (негативних) відхилень від закону Рауля криві Коновалова мають вигляд з максимумами або мінімумами (II закон Коновалова): у точках максимуму або мінімуму на кривих загального тиску й температури кипіння склад пари та рівноважного з ним розчину однаковий. За допомогою кривих Коновалова можна обґрунтувати процес фракційної перегонки або дистиляції рідких сумішей на підставі різниці складу рівноважних розчину та пари.

**Гетерогенні рівноваги** – рівновага між осадом малорозчинного електроліту й насиченим розчином цього електроліту.

*Добуток розчинності (ДР)  $K_s$*  або добуток активності (ДР<sub>а</sub>): добуток концентрацій (активностей) йонів малорозчинного електроліту в насиченому розчині за даної температури є величиною сталою; для електроліту типу  $K_m A_n \leftrightarrow mK^{n+} + nA^{m-}$   $ДР_{K_m A_n} = [K^{n+}]^m [A^{m-}]^n$ , де ДР<sub>с</sub> – концентраційна величина, а ДР<sub>а</sub> – термодинамічна величина. Враховуючи, що  $a = fC$ , отримаємо  $ДР_a = ДР_c f [K^{n+}] f [A^{m-}]$ . При  $\mu = 0$   $ДР_c = ДР_a$ . На практиці користуються показником добутку розчинності:  $p(ДР_{K_m A_n}) = -\lg(ДР_{K_m A_n})$ .

Класифікація розчинів за величинами ДР: а) насичені  $[K^{n+}]^m [A^{m-}]^n = \text{ДР}_c$ ; б) ненасичені  $[K^{n+}]^m [A^{m-}]^n < \text{ДР}_c$ ; в) пересичені  $[K^{n+}]^m [A^{m-}]^n > \text{ДР}_c$ .

*Молярна розчинність* (МР або  $S$ , моль/л) – довідкова величина – молярна концентрація речовини в насиченому розчині за даної температури:

$$\text{МР} = S = \sqrt[m+n]{\frac{\text{ДР}}{m^m n^n}}$$

*Масова розчинність* ( $\rho$ , г/л) – маса речовини в об'ємі насиченого розчину за даної температури (масова концентрація речовини в насиченому розчині):  $\rho(x) = M(X) \text{МР}$ .

*Умови утворення осаду:*

а) розчин повинен бути пересиченим, тобто  $[K^{n+}]^m [A^{m-}]^n > \text{ДР}_c$ ;

б) порядок дробного (фракційного) осадження: у першу чергу із суміші малорозчинних електролітів осаджується електроліт з меншою молярною розчинністю.

*Фактори впливу на розчинність:*

а) уведення одноіменного йону з осадом зменшує його розчинність (принцип Ле-Шател'є);

б) сторонні йони збільшують розчинність осаду (збільшується йонна сила розчину);

в) рН середовища – більшість осадів розчиняється в сильних кислотах;

г) природа розчинника – розчинність неполярних речовин збільшується зі зменшенням діелектричної проникності розчинника; уведення неводного розчинника до водного розчину знижує розчинність неорганічних речовин;

д) температура – з підвищенням температури розчинність більшості осадів збільшується (процес ендотермічний, принцип Ле-Шател'є).

**Фазові рівноваги. Основні поняття та закони.** Рівноваги, що встановлюються в гетерогенних системах між чистими фазами, між чистими й змішаними фазами, а також між змішаними фазами без хімічної реакції дістали назву фазових рівноваг.

*Фаза* – частина системи, яка має однаковий хімічний склад, термодинамічні властивості й відокремлена від інших частин поверхнею розподілу; за кількістю фаз системи бувають: однофазні, двофазні, трифазні, багатofазні.

*Компоненти системи* – незалежні складові частини системи, тобто речовини, за допомогою яких можна визначити склад усіх фаз даної рівно-

важної системи; за числом компонентів системи бувають: однокомпонентні, двокомпонентні, трикомпонентні.

*Ступінь свободи* – параметр, який визначає стан системи і який можна довільно змінювати; число ступенів свободи (варіантність) дорівнює числу інтенсивних термодинамічних параметрів (тиск, температура, концентрація), зміна яких не змінює кількості та виду фаз, що перебувають у рівновазі; за числом ступенів свободи системи бувають: інваріантні ( $C = 0$ ), моноваріантні ( $C = 1$ ), біваріантні ( $C = 2$ ).

*Правило фаз Гіббса* (основний закон фазових рівноваг): число ступенів свободи рівноважної гетерогенної системи, на яку впливають температура та тиск, дорівнює різниці кількості компонентів та кількості фаз системи плюс 2:  $C = K - \Phi + 2$ . Якщо змінюється тільки температура або тільки тиск, то вираз має такий вигляд:  $C = K - \Phi + 1$ .

Однокомпонентні двофазні системи утворюються при плавленні ( $T \leftrightarrow P$ ), випаровуванні ( $P \leftrightarrow G$ ), сублімації ( $T \leftrightarrow G$ ) і правило фаз має вигляд:  $C = 1 - \Phi + 2 = 3 - \Phi$ .

Двокомпонентні системи утворюються при рівновагах:  $T \leftrightarrow T$ ,  $P \leftrightarrow T$ ,  $P \leftrightarrow P$  і для таких систем правило фаз Гіббса має вигляд:  $C = 2 - \Phi + 2 = 4 - \Phi$  (при зміні температури та тиску) або  $C = 2 - \Phi + 1 = 3 - \Phi$  (при зміні тільки температури або тільки тиску).

*Закон Клаузіуса–Клапейрона* визначає залежність теплового ефекту при фазових переходах від «Р» та «Т» (наприклад, розчинність газів у рідині):  $\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H}{T \Delta V}$  або  $\frac{\Delta T}{\Delta P} = \frac{T \Delta V}{\Delta H}$  або  $\lg \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{2,3R(1/T_1 - 1/T_2)}$ , де  $\Delta V$  –

різниця об'ємів речовини у фазах;  $\frac{\Delta P}{\Delta T}$  – температурний коефіцієнт тиску.

У випадку випаровування рідини або твердої речовини (конденсованої системи) об'ємом конденсованої фази порівняно з об'ємом пари можна знехтувати; тоді рівняння має вигляд:  $\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H}{RT^2}$ .

*Закон Нернста* (закон розподілу речовини між двома незмішуваними рідинами): відношення концентрації речовини у двох незмішуваних рідинах  $K_p$  за даної температури є величиною сталою, незалежно від загальної

кількості розчиненої речовини:  $K_p = \frac{C_1}{C_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \text{const}$ , де  $C_1$ ,  $\alpha_1$  та  $C_2$ ,  $\alpha_2$

– концентрації та активності речовини відповідно в першому та другому розчинниках. Якщо розчинена речовина (наприклад, оцтова кислота) в першому розчинникові (наприклад, у воді) дисоціює зі ступенем  $\alpha$ , а в другій рідині (наприклад, бензолі) асоціює, утворюючи димери, то закон розподілу має складніший вигляд:

$$K = \frac{C_1(1-\alpha)}{\sqrt[n]{C_2}}, \quad n = \frac{M_2}{M_1},$$

де  $M_1$  і  $M_2$  – молярні маси речовини відповідно в першому та другому розчинниках; ця закономірність використовується під час розподілу речовин у методах хроматографії, екстракції та ін.

*Екстракція* – вилучення речовини з розчину розчинником (екстрагентом), що не змішується з рідиною, але розчиняє речовину, яка вилучається, краще, ніж рідина. В екстракті маса речовини розраховується відповідно

для багаторазової та одноразової екстракції:  $m_{\text{екс}} = m_0 \left[ 1 - \left( \frac{KV}{KV + v} \right)^n \right]$ ,

$m_{\text{екс}} = m_0 \left[ 1 - \left( \frac{KV}{KV + nv} \right) \right]$ . Розрахунки за цими формулами свідчать про те,

що кількість речовини, що вилучається, при екстрагуванні  $n$  раз малими порціями значно більша порівняно з кількістю речовини при екстрагуванні. Для збільшення екстракції з водних розчинів необхідно зменшити дисоціацію речовини та її розчинність.

Для двокомпонентних гетерогенних систем (простих та складних) застосовують залежність температури плавлення (кристалізації) системи від її складу (при  $P = \text{const}$ ) – *термічний аналіз*.

Для побудови діаграми плавкості використовують два основних способи реєстрації зміни температури, що відповідають фазовим переходам:

а) будують залежність температури суміші від часу плавлення (охолодження);

б) візуальний – під час якого вимірюється температура появи або зникнення кристалів у прозорому розчині.

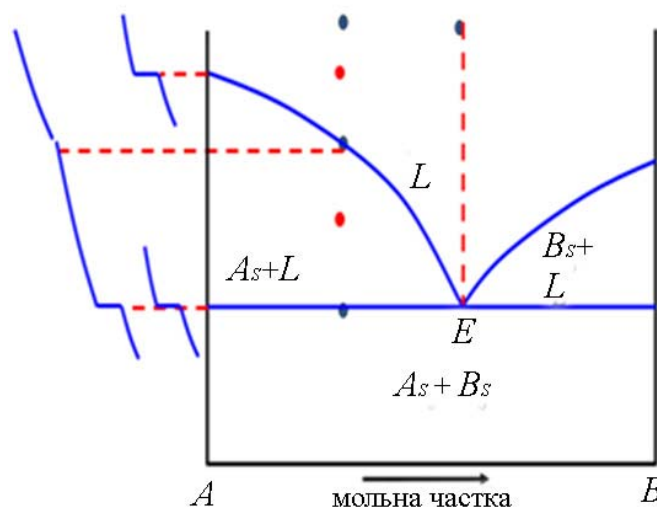


Рис. 1. Діаграма плавкості системи з простою евтектикою

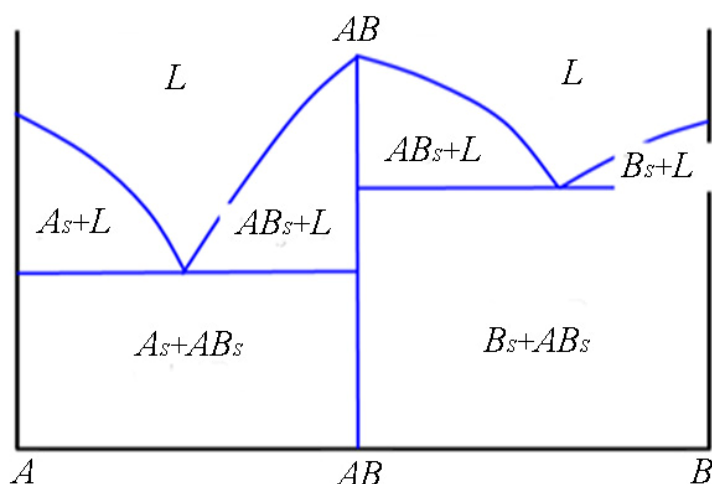


Рис. 2. Діаграма плавкості системи з утворенням хімічної сполуки

Особливості діаграми плавкості з простою евтектикою за кривими охолодження (рис.1) такі:

а) дві лінії ліквідусу (лінія, яка з'єднує фігуративні точки температури плавлення (охолодження) чистих компонентів  $A$  і  $B$  з евтектичною точкою) і лінія солідусу (лінія, яка відповідає евтектичній температурі, нижче якої не може існувати рідка фаза) розподіляють діаграму на 5 полів з відповідним складом:  $L$ -розплав;  $L+A_S$  (розплав+ $A_{\text{кристал}}$ );  $L+B_S$  (розплав+ $B_{\text{кристал}}$ );  $E$  – евтектична точка (суміш дрібних кристалів  $A$  і  $B$ ); нижче точки евтектики – евтектика+ $A_S$  (ліворуч) та евтектика+ $B_S$  (праворуч);

б) на лініях ліквідусу число ступенів свободи дорівнює  $C = 1 - 2 + 1 = 1$ , на лінії солідусу –  $C = 2 - 3 + 1 = 0$ ;

в) найнижча температура, за якої закінчується кристалізація розплаву будь-якого складу, дістала назву евтектичної температури;

г) діаграма стану дозволяє в будь-якій точці визначити не тільки кількість і склад рівноважних фаз, але й їхні маси за правилом важелів: відношення кількості твердої та рідкої фаз обернено пропорційне довжинам відрізків ноди (коноди, горизонтальної прямої), що відсікаються фігуративною точкою;

д) спочатку кристалізується речовина, вміст якої є надлишковим порівняно зі вмістом у евтектиці.

Діаграма плавкості системи, компоненти якої утворюють стійку хімічну сполуку (рис. 2), має максимуми (її можна уявити як дві діаграми з простою евтектикою) з одним максимумом і двома евтектичними точками.

Діаграми стану застосовуються для визначення складу бінарних сумішей твердих лікарських речовин, сумісності компонентів у твердих лікарських формах, підвищення біодоступності твердих лікарських форм та ін.



### 1.3.2. Тестові завдання

1. Вкажіть властивості розбавленого розчину титранту для методу аскорбінометрії, що залежать від природи розчиненої речовини:

**А.** Молярна концентрація. **Б.** Осмотичний тиск. **В.** Збільшення температури кипіння. **Г.** Зменшення температури замерзання. **Д.** Усе перелічене.

2. Вкажіть властивості розбавленого розчину фармакопейного препарату натрій нітрату, що не залежать від природи розчинника:

**А.** Молярна концентрація, осмотичний тиск. **Б.** Збільшення температури кипіння, осмотичний тиск. **В.** Зменшення температури замерзання, осмотичний тиск. **Г.** Осмотичний тиск, молярна частка речовини. **Д.** Зменшення температури замерзання, об'ємна частка.

3. Для яких розчинів фармакопейних препаратів виконується осмотичний закон Вант-Гоффа:

**А.** Калій тіоцінат, йод. **Б.** Натрій тіосульфат, сульфатна кислота (конц.). **В.** Натрій нітрит, нітратна кислота (конц.). **Г.** Кальцій карбонат, кальцій сульфат (нас.). **Д.** Кальцій сульфат (нас.), натрій хлорид (0,9 %).

4. Вкажіть правильне визначення поняття «інтервал переходу індикатора» при ацидиметрії розчину фармпрепарату натрій гідрогенкарбонату:

**А.** Інтервал рН, у якому індикатор змінює свій колір. **Б.** Значення рН, при якому індикатор різко змінює свій колір. **В.** Кислотність середовища, при якій індикатор змінює свій колір. **Г.** Основність середовища, при якій індикатор змінює свій колір. **Д.** рН, близький до рТ індикатора.

5. Вкажіть правильне визначення поняття «показник титрування» при алкаліметрії розчину фармпрепарату HCl:

**А.** Інтервал рН зміни кольору індикатора. **Б.** Значення рН, при якому індикатор різко змінює свій колір. **В.** Кислотність середовища, при якій індикатор змінює свій колір. **Г.** Основність середовища, при якій індикатор змінює свій колір. **Д.** рН, близький до рК речовини.

6. Вкажіть число ступенів свободи на діаграмі плавкості двокомпонентної суміші тимол–фенол, що входить до фармпрепарату, у точці перетину лінії ліквідусу з віссю ординат:

**А.** 0. **Б.** 1. **В.** 2. **Г.** 3. **Д.** 4.

7. Вкажіть кількість фаз на діаграмі плавкості двокомпонентної суміші салол–камфора, що входить до фармпрепарату, у точці перетину лінії ліквідусу з віссю ординат:

**А.** 2. **Б.** 0. **В.** 2. **Г.** 3. **Д.** 4.

8. Вкажіть кількість компонентів на діаграмі плавкості двокомпонентної суміші салол–ментол, що входить до складу фармпрепарату, у точці перетину лінії ліквідусу з віссю ординат:

**А.** 1 **Б.** 0. **В.** 2. **Г.** 3. **Д.** 4.

9. Вкажіть рівняння розрахунку числа ступенів свободи на осі ординат вище точки перетину з лінією ліквідусу для двокомпонентної суміші тимол–ментол, що входить до складу фармпрепарату:

А.  $C=1-1+1$ . Б.  $C=2-1+2$ . В.  $C=1-1+2$ . Г.  $C=2-2+1$ . Д.  $C=1-1+2$ .

10. Вкажіть рівняння розрахунку числа ступенів свободи на осі ординат нижче точки перетину з лінією ліквідусу для двокомпонентної суміші  $AgNO_3-H_2O$ :

А.  $C=1-2+1$ . Б.  $C=2-1+1$ . В.  $C=2-2+2$ . Г.  $C=2-1+1$ . Д.  $C=1-2+2$ .

11. Зі збільшенням температури розчинність фармакопейного  $NO$  в крові зменшується, тому що це процес:

А. Оборотний, екзотермічний. Б. Необоротний, екзотермічний.  
В. Ендотермічний, необоротний. Г. Ендотермічний, оборотний.  
Д. Гомогенний, ендотермічний.

12. Зі зменшенням температури розчинність у воді фармакопейного препарату натрій хлориду зменшується, тому що це процес:

А. Оборотний, ендотермічний. Б. Необоротний, екзотермічний.  
В. Ендотермічний, необоротний. Г. Екзотермічний, оборотний.  
Д. Гомогенний, ендотермічний.

13. Розчини фармпрепаратів можуть бути як слабкими електролітами ( $H_3BO_3$ ), так і сильними ( $CaCl_2$ ). Електроліти класифікуються на сильні та слабкі за:

А. Ступенем дисоціації, константою дисоціації. Б. Розчинністю, ступенем дисоціації. В. рН, константою дисоціації. Г. Йонною силою розчину, розчинністю. Д. рН, йонною силою розчину.

14. Вкажіть правильне визначення поняття «онкотичний тиск крові»:

А. Тиск, що здійснює ВМС у крові. Б. Тиск, що становить 0,5 % від осмотичного тиску крові. В. Тиск, який би мала сполука, перебуваючи у газоподібному стані за тих самих умов, що і в розчині. Г. Тиск, що дорівнює парціальному тиску газуватої речовини в розчині. Д. Тиск за рахунок електролітів крові.

15. Вкажіть ознаку, за якою розрізняються молярна та моляльна концентрації розчину фармакопейного препарату  $Na_3PO_4$ :

А. Кількість речовини сполуки, маса речовини. Б. Об'єм розчинника, маса речовини. В. Маса розчину, кількість речовини сполуки. Г. Об'єм розчину, маса розчинника. Д. Маса розчинника, кількість речовини сполуки.

16. Вкажіть рівняння розрахунку числа ступенів свободи для конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А.  $C=3-Ф$ . Б.  $C=2-Ф$ . В.  $C=4-Ф$ . Г.  $C=1-Ф$ . Д.  $C=0-Ф$ .

17. Вкажіть стан системи, що перебуває вище лінії ліквідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А. Евтектика. Б. Пара. В. Тверда. Г. Розведений розчин. Д. Ненасичений розчин.

18. Вкажіть рівняння, що визначає число ступенів свободи вище лінії ліквідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А.  $C=2-1+1$ . Б.  $C=2-2+1$ . В.  $C=1-2+2$ . Г.  $C=2-1+2$ . Д.  $C=1-2+1$ .

19. Вкажіть число ступенів свободи вище лінії ліквідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А.  $C=2$ . Б.  $C=0$ . В.  $C=1$ . Г.  $C=4$ . Д.  $C=3$ .

20. Вкажіть кількість полів, на які розподілена діаграма плавкості лініями ліквідусу та солідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А. 4. Б. 2. В. 3. Г. 5. Д. 6.

21. Вкажіть спільні фізичні величини між молярною та моляльною концентраціями розчину фармакопейного препарату NaCl:

А. Кількість речовини сполуки. Б. Об'єм розчинника. В. Маса розчину. Г. Об'єм розчину. Д. Маса розчинника.

22. Вкажіть правильне визначення осмосу системи з двох розчинів фармакопейного препарату калій хлориду різної концентрації, що розділені мембраною:

А. Переважна одnobічна дифузія розчинника крізь мембрану. Б. Двобічна дифузія розчинника крізь мембрану. В. Переважна одnobічна дифузія розчиненої речовини крізь мембрану. Г. Двобічна дифузія розчиненої речовини крізь мембрану. Д. Тиск з боку мембрани на розчинник, що рухається.

23. Вкажіть ряд сполук, що краще розчиняються одна в одній:

А. Вода–натрій хлорид. Б. Вода–парафін. В. Бензин–натрій хлорид. Г. Бензин–кислота. Д. Вода–бензол.

24. Вкажіть кількісні показники розчину фармакопейного препарату магній сульфату, що характеризують його як електроліт:

А. Йонна сила. Б. Активність. В. Молярна концентрація. Г. Константа дисоціації. Д. Усе перелічене.

25. Вкажіть зміни величини, що збільшує йонний добуток води у водному розчині фармакопейного препарату натрій гіпохлориту:

А. Збільшення температури. Б. Зменшення температури. В. Збільшення концентрації йонів гідрогену. Г. Збільшення концентрації гідроксил-йонів. Д. Зменшення концентрації йонів гідрогену.

26. Вкажіть тип залежності, який характеризує лінія ліквідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А. Склад розплаву від температури. Б. Склад рідкої фази за даної температури. В. Склад розчину за даної температури. Г. Склад рівноважних рідких фаз. Д. Склад пари рівноважної рідини при температурі кипіння.

27. Вкажіть кількість фаз у проміжку між лініями ліквідусу та солідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А. 2. Б. 0. В. 1. Г. 3. Д. 4.

28. Вкажіть рівняння розрахунку числа ступенів свободи в проміжку між лініями ліквідусу та солідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А.  $C=2-2+1$ . Б.  $C=1-2+1$ . В.  $C=2-1+1$ . Г.  $C=2-2+2$ . Д.  $C=1-2+2$ .

29. Вкажіть назву точки перетину двох ліній ліквідусу конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А. Евтектична. Б. Потрійна. В. Азеотропна. Г. Критична. Д. Рівноважна.

30. Евтектична температура конденсованої двокомпонентної лікарської суміші – це температура, за якої:

А. Відбувається одночасно кристалізація двох компонентів. Б. Склад рідини та пари перебуває в рівновазі. В. Склад пари та рідини однаковий. Г. Спостерігається рівновага між твердою та рідкою фазами. Д. Спостерігається рівновага між двома рідкими фазами.

31. Вкажіть йони, що присутні в розведеному розчині фармакопейної соляної кислоти:

А. Гідрогену. Б. Гідроксилу. В. Хлору. Г. Води. Д.  $\text{HCl}$ .

32. Вкажіть  $[\text{H}^+]$  (моль/л) у розчині лікарської речовини, що містить фармакопейну нітратну кислоту з  $C$  (кислоти)=0,2 моль/л:

А. 1. Б. 0,1. В. 0,2. Г. 2. Д. 0,5.

33. Вкажіть значення рН розчину фармакопейного препарату  $\text{BiONO}_3$ , при якому розчин більш кислий:

А. 3. Б. 5. В. 8. Г. 9. Д. 12.

34. Вкажіть значення рН фармакопейного препарату натрій арсеніту, при якому розчин більш лужний:

А. 3. Б. 5. В. 8. Г. 9. Д. 12.

35. Вкажіть речовину, додавання якої до водного розчину фармакопейного препарату натрій броміду збільшить рН ( $\text{pH}>7$ ):

А. Нітратна кислота. Б. Натрій хлорид. В. Їдкий калій. Г. Натрій карбонат.

36. Вкажіть тип конденсованої двокомпонентної лікарської суміші у евтектичній точці:

А. Інваріантна. Б. Моноваріантна. В. Біваріантна. Г. Триваріантна. Д. Немає правильної відповіді.

37. Вкажіть рівняння розрахунку числа ступенів свободи в евтектичній точці конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А.  $C=2-3+1$ . Б.  $C=1-2+2$ . В.  $C=1-3+2$ . Г.  $C=2-3+2$ . Д.  $C=1-3+2$ .

38. Вкажіть кількість фаз, що перебувають у стані рівноваги в евтектичній точці конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А. Одна рідка та дві тверді. Б. Дві рідкі та одна тверда. В. Три тверді. Г. Тверда, рідка, газоподібна. Д. Рідина та пара.

39. Вкажіть число ступенів свободи в евтектичній точці двокомпонентної суміші  $\text{NaCl}-\text{H}_2\text{O}$  для одержання криогідратів нижче лінії солідусу:

А. 1. Б. 0. В. 2. Г. 3. Д. 4.

40. Вкажіть число ступенів свободи в евтектичній точці двокомпонентної суміші  $\text{AgNO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  для одержання криогідратів вище лінії солідусу:

А. 2. Б. 0. В. 1. Г. 3. Д. 4.

41. Вкажіть речовину, додавання якої до водного розчину фармакопейного препарату  $\text{NH}_4\text{Cl}$  зменшить рН ( $\text{pH} < 7$ ): А. Сульфатна кислота. Б. Натрій хлорид. В. Барій гідроксид. Г. Натрій карбонат.

42. Вкажіть  $[\text{OH}^-]$  (моль/л) у розчині лікарської субстанції, що містить барій гідроксид з  $C$  (лугу) = 2 моль/л:

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 1. Д. 5.

43. Вкажіть  $[\text{OH}^-]$  (моль/л) у розчині лікарської субстанції, що містить сульфатну кислоту з  $C$  (кислоти) = 0,05 моль/л:

А.  $10^{-1}$ . Б.  $5 \cdot 10^{-12}$ . В.  $10^{-2}$ . Г.  $10^{-3}$ . Д.  $10^{-12}$ .

44. Вкажіть  $[\text{H}^+]$  (моль/л) у розчині лікарської субстанції, що містить сірчану кислоту з  $C$  ( $1/2 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) = 0,1 моль/л:

А. 0,1. Б. 0,2. В. 0,3. Г. 0,4. Д. 0,5.

45. Вкажіть властивість буферних систем крові:

А. Збільшують рН. Б. Зменшують рН. В. Здійснюють сталість рН. Г. Не впливають на рН. Д. Немає правильної відповіді.

46. Вкажіть назву правила для двокомпонентної суміші салол–ментол, що входить до складу фармпрепарату, яке формулюється так: «відношення мас рівноважних фаз обернено відношенню відрізків, що відсічені на ізотермі ординатою загального складу системи»:

А. Важелів. Б. Трутона. В. Вант-Гоффа. Г. Ребіндера. Д. Гесса.

47. Вкажіть відмінність, за якою відрізняються два поля, що утворені лініями ліквідусу та солідусу на діаграмі плавкості двокомпонентної суміші парафін–метилстеарат:

А. Тип компонента у твердій фазі. Б. Кількість компонентів у рідкій фазі. В. Кількість однакових фаз. Г. Тип компонента в рідкій фазі. Д. Кількість компонентів у твердій фазі.

48. Термічний аналіз лікарської речовини – це:

А. Визначення змін у системі за характером залежності температури від часу. Б. Визначення температури розчину. В. Визначення температури кипіння від складу. Г. Метод, що пов'язаний з нагріванням. Д. Визначення температури плавлення від складу.

49. Вкажіть рівняння розрахунку числа ступенів свободи на двох затримках кривої охолодження конденсованої двокомпонентної лікарської суміші:

А.  $C=2-2+1$ ;  $C=2-3+1$ . Б.  $C=2-1+1$ ;  $C=1-2+1$ . В.  $C=2-1+1$ ;  $C=2-2+1$ . Г.  $C=2-3+2$ ;  $C=2-3+1$ . Д.  $C=1-1+1$ ;  $C=2-1+1$ .

50. Вкажіть рівняння розрахунку числа ступенів свободи на затримці (одній площині) кривої охолодження конденсованої двокомпонентної лікарської суміші, якщо при додаванні до системи компонента  $X$  форма її не змінюється:

А.  $C=1-2+1$ . Б.  $C=2-2+1$ . В.  $C=2-1+1$ . Г.  $C=1-1+2$ . Д.  $C=1-1+1$ .

51. Вкажіть  $[H^+]$  (моль/л) у розчині лікарської субстанції, що містить барій гідроксид з  $C(1/2 Ba(OH)_2)=0,01$  моль/л:

А.  $10^{-13}$ . Б.  $10^{-2}$ . В.  $10^{-3}$ . Г.  $5 \cdot 10^{-12}$ . Д.  $10^{-4}$ .

52. Виберіть визначення, які відповідають поняттю «насичений розчин» фармакопейного препарату алюміній гідроксиду:

А.  $\Delta G > 0$ . Б.  $\Delta G < 0$ . В. Швидкість процесу розчинення дорівнює швидкості процесу кристалізації. Г. Швидкість процесу розчинення менша, ніж швидкість процесу кристалізації. Д. Швидкість процесу розчинення більша, ніж швидкість процесу кристалізації.

53. Виберіть умови, які відповідають поняттю «ненасичений розчин» фармакопейного препарату амоній броміду:

А.  $\Delta G = 0$ . Б.  $\Delta G > 0$ . В. Швидкість процесу розчинення дорівнює швидкості процесу кристалізації. Г. Швидкість процесу розчинення менша, ніж швидкість процесу кристалізації. Д. Швидкість процесу розчинення більша, ніж швидкість процесу кристалізації.

54. Вкажіть показник, який характеризує поняття «ентропійний фактор процесу розчинення» фармакопейного препарату бури:

А.  $\Delta H$ . Б.  $\Delta S$ . В.  $\Delta T$ . Г.  $T\Delta S$ . Д.  $\Delta G$ .

55. Вкажіть показник, що характеризує поняття «ентальпійний фактор процесу розчинення» фармакопейного препарату АТФ:

А.  $\Delta H$ . Б.  $\Delta S$ . В.  $\Delta T$ . Г.  $T\Delta S$ . Д.  $\Delta G$ .

56. Фізична несумісність компонентів у лікарських формах пов'язана з:

А. Утворенням евтектики. Б. Утворенням азеотропних сумішей. В. Розшаруванням емульсій. Г. Хімічною взаємодією компонентів. Д. Немає правильної відповіді.

57. Вкажіть вираз рівняння фаз Гіббса для розчину фармакопейного препарату натрій хлориду:

А.  $C=K-\Phi+n$ . Б.  $C=\Phi-K+n$ . В.  $C=K+\Phi n$ . Г.  $C=K+\Phi n$ . Д.  $C=K-\Phi n$ .

58. Діаграма стану лікарської суміші – це:

А. Графічне відображення двокомпонентної системи з простою евтектикою. Б. Графічне відображення системи, що містить декілька компонентів. В. Кількість фаз у двокомпонентній системі. Г. Кількість компонентів у багатокомпонентній системі. Д. Немає правильної відповіді.

59. Вкажіть рівняння Клапейрона–Клаузіуса для розчину фармакопейного препарату натрій гідрокарбонату:

$$\text{А. } \frac{dP}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}. \quad \text{Б. } dP \cdot dT = \frac{\Delta H}{RT^2}. \quad \text{В. } \frac{dT}{dP} = \frac{\Delta H}{RT^2}. \quad \text{Г. } \frac{dT}{dP} = R\Delta HT^2.$$

$$\text{Д. } \frac{dP}{dT} = \frac{RT^2}{\Delta H}.$$

60. Виберіть математичний вираз правила Трутона для розчину фармакопейного препарату магній тіосульфату:

$$\text{А. } \frac{H_{\text{кип}}}{T_{\text{випар}}} = 88. \quad \text{Б. } H_{\text{випар}} T_{\text{кип}} = 88. \quad \text{В. } \frac{T_{\text{кип}}}{H_{\text{випар}}} = 88. \quad \text{Г. } T_{\text{кип}} - H_{\text{кип}} = 88.$$

$$\text{Д. } \frac{T_{\text{випар}}}{H_{\text{кип}}} = 88.$$

61. Вкажіть умови, що відповідають самочинному процесу розчинення фармакопейного препарату алюміній сульфату:

$$\text{А. } \Delta H > 0. \quad \text{Б. } \Delta H < 0. \quad \text{В. } \Delta G = 0. \quad \text{Г. } \Delta H = 0. \quad \text{Д. } \Delta G < 0.$$

62. Вкажіть формулу, яка є математичним виразом поняття «молярна концентрація еквівалента» фармакопейного препарату плумбум(II) ацетату:

$$\text{А. } C(X) = \frac{\nu(X)}{V}. \quad \text{Б. } C(X) = \frac{m(X)}{M(X)V}. \quad \text{В. } b(X) = \frac{m_1(X)1000}{M_1(X)m_2}.$$

$$\text{Г. } C(1/2X) = \frac{m(X)}{M(1/2X)V}. \quad \text{Д. } w(X) = \frac{m(X)100}{m_{\text{розч}}}.$$

63. Вкажіть формулу, яка є математичним виразом поняття «молярна концентрація» фармакопейного препарату барій сульфату:

$$\text{А. } C(1/2X) = \frac{\nu(1/2X)}{V}. \quad \text{Б. } C(X) = \frac{m(X)}{M(X)V}. \quad \text{В. } b(X) = \frac{m_1(X)1000}{M_1(X)m_2}.$$

$$\text{Г. } C(1/2X) = \frac{m(X)}{M(1/2X)V}. \quad \text{Д. } w(X) = \frac{m(X)100}{m_{\text{розч}}}.$$

64. Вкажіть формулу, яка є математичним виразом поняття «молярність» розчину фармакопейного препарату стибін (V) сульфіді:

$$\text{А. } C(1/5X) = \frac{\nu(1/5X)}{V}. \quad \text{Б. } C(X) = \frac{m(X)}{M(X)V}. \quad \text{В. } b(X) = \frac{m_1(X)1000}{M_1(X)m_2}.$$

$$\text{Г. } C(1/5X) = \frac{m(X)}{M(1/5X)V}. \quad \text{Д. } w(X) = \frac{m(X)100}{m_{\text{розч}}}.$$

65. Вкажіть формулу, яка є математичним виразом закону еквівалентів при визначенні в розчині фармакопейного препарату бури:

А.  $b = kp$ . Б.  $v = \frac{mRT}{M}$ . В.  $K_p = \frac{C_1}{C_2}$ . Г.  $C_1 \left( \frac{1}{2} X_1 \right) V_1 = C_2 \left( \frac{1}{z} T_2 \right) V_2$ .

Д.  $w(X) = \frac{m(X)100}{m_{\text{розч}}}$ .

66. Вкажіть вираз правила фаз Гіббса для однокомпонентної лікарської системи:

А.  $C=3-\Phi$ . Б.  $C=K-\Phi$ . В.  $C=3\Phi$ . Г.  $C=\Phi-2$ . Д.  $C=\Phi-1$ .

67. Вкажіть тип рівноваги, який характеризує фігуративна точка на діаграмі стану води:

А. Між рідкою, твердою та газоподібною фазами. Б. Між рідкою та твердою фазами. В. Між рідкою та газоподібною фазами. Г. Між твердою та газоподібною фазами. Д. Немає правильної відповіді.

68. Вкажіть ознаку, яка відрізняє істинні розчини лікарської субстанції від хімічних сполук:

А. Змінний склад. Б. Гомогенність. В. Гетерогенність. Г. Сталий склад. Д. Усе перелічене.

69. Вкажіть термодинамічні умови утворення розчину фармакопейного препарату натрій фториду:

А. Зменшення енергії Гіббса та збільшення ентропії. Б. Збільшення енергії Гіббса та збільшення ентропії. В. Зменшення енергії Гіббса та зменшення ентропії. Г. Збільшення енергії Гіббса та зменшення ентропії. Д. Немає правильної відповіді.

70. Ідеальні розчини лікарських субстанцій – це розчини, у яких:

А. Сили взаємодії між різнорідними та однорідними молекулами однакові. Б. Сили взаємодії між різнорідними молекулами менші, ніж між однорідними молекулами. В. Сили взаємодії між різнорідними молекулами більші, ніж між однорідними молекулами. Г. Сили взаємодії між молекулами розчинника менші, ніж між молекулами розчинної речовини. Д. Усе перелічене.

71. Вкажіть умови виконання закону Генрі в розчинах лікарських речовин:

А. Для розведених та гомогенних розчинів. Б. Для концентрованих та гомогенних розчинів. В. Для будь-яких розчинів. Г. Для гомогенних та гетерогенних розчинів. Д. Для гетерогенних розчинів.

72. Вкажіть формулу, яка є математичним виразом закону Генрі в розчинах лікарських речовин:

А.  $b = kp$ . Б.  $v = \frac{mRT}{M}$ . В.  $K_p = \frac{C_1}{C_2}$ . Г.  $C_1 \left( \frac{1}{z} X_1 \right) V_1 = C_2 \left( \frac{1}{z} X_2 \right) V_2$ .

Д.  $P = kb$ .

73. Вкажіть формулу, яка є математичним виразом закону розподілу Нернста в розчині фенолу й води, що входять до складу фармпрепарату:



А.  $b = kp$ . Б.  $\pi = \frac{mRT}{MV}$ . В.  $K_p = \frac{C_1}{C_2}$ . Г.  $C_1 \left( \frac{1}{z} X_1 \right) V_1 = C_2 \left( \frac{1}{z} X_2 \right) V_2$ .

Д.  $P = kb$ .

74. Вкажіть формулу, яка є математичним виразом закону Вант-Гоффа для осмотичного тиску розчину фармакопейного препарату купрум(II) сульфату:

А.  $b = kp$ . Б.  $\pi = \frac{mRT}{MV}$ . В.  $K_p = \frac{C_1}{C_2}$ . Г.  $C_1 \left( \frac{1}{z} X_1 \right) V_1 = C_2 \left( \frac{1}{z} X_2 \right) V_2$ .

Д.  $P = kb$ .

75. Вкажіть методи дослідження фармакопейних препаратів цинку, у яких застосовується закон розподілу Нернста:

А. Афінна хроматографія. Б. Розподільна хроматографія. В. Електрофорез. Г. Гельфільтрація. Д. Електроосмос.

76. Вкажіть умови, які характеризують поняття «ізотонічний розчин крові»:

А.  $\pi$  (розчину)=0,8 МПа. Б.  $\omega$  (розчину)=0,09 % NaCl. В.  $\omega$  (розчину)<0,9 % NaCl. Г.  $\omega$  (розчину)>0,9 % NaCl. Д.  $\omega$  (розчину)<4,5 % глюкози.

77. Вкажіть вираз закону Вант-Гоффа для розчину фармпрепарату калій перманганату як електроліту:

А.  $\pi = cRT_i$ . Б.  $PV = nRT$ . В.  $M = mRT / PV$ . Г.  $V = mRT / PM$ .

Д.  $P = mRT / VM$ .

78. Вкажіть рівняння Рауля для розчину лікарської речовини:

А.  $p_i = p_0 \chi_i$ . Б.  $p_0 = p_i \chi_i$ . В.  $p_i = p_0 / \chi_i$ . Г.  $p_0 = \chi_i / p$ .

Д.  $P = mRT / VM$ .

79. Вкажіть концентраційні умови виконання закону Генрі для ідеальних розчинів лікарської речовини:

А. Будь-які концентрації. Б. Невеликі концентрації. В. Великі концентрації. Г. Концентрації для насичених розчинів. Д. Немає правильної відповіді.

80. Вкажіть тип розчинів фармпрепаратів, що мають колігативні властивості:

А. Безмежно розбавлені. Б. Розбавлені. В. Концентровані. Г. Насичені. Д. Гетерогенні.

81. Вкажіть загальний вигляд закону розподілу Нернста для розділення розчинів лікарських речовин:

А.  $a/b = K$ . Б.  $a + b = K$ . В.  $ab = K$ . Г.  $a - b = K$ . Д. Немає правильної відповіді.

82. Вкажіть тип концентрації лікарської речовини у двох незмішуваних рідинах, що використовують для визначення коефіцієнта розподілу:

А. Рівноважна. Б. Мінімально вихідна. В. Максимально вихідна. Г. Масова частка. Д. Об'ємна частка.

**83.** Вкажіть стан лікарської речовини, для якого виконується закон розподілу Нернста:

А. Молекулярний. Б. Дисоційований. В. Асоційований. Г. Йонний. Д. Усі перелічені.

**84.** Вкажіть формулу розрахунку маси лікарської речовини при одноразовій екстракції:

А.  $m_i = \frac{V_1}{K(V_2 + V_1)}$     Б.  $m_i = \frac{(V_2 + V_1)}{m_0}$     В.  $m_i = \frac{V_1}{m_0(V_2 + V_1)}$

Г.  $m_i = m_0 \left( 1 - \frac{KV}{KV + nv} \right)$ . Д.  $m_i = m_0 V_1 \frac{K}{(V_2 + V_1)}$ .

**85.** Вкажіть умови максимального вилучення лікарської речовини методом екстракції за коефіцієнтом розподілу:

А. Більше одиниці. Б. Менше одиниці. В. Дорівнює одиниці. Г. Більше нуля. Д. Менше нуля.

**86.** Вкажіть умови, які характеризують поняття «гіпотонічний розчин крові»:

А.  $\pi$  (розчину)=0,8 МПа. Б.  $\omega$  (NaCl)=0,9 %.  
В.  $\omega$  (розчину)>0,9 % (NaCl). Г.  $\omega$  (розчину)<4,5 % (глюкози).  
Д.  $\omega$  (розчину)<6,5 % (глюкози).

**87.** Укажіть умови, які характеризують поняття «гіпертонічний розчин крові»:

А.  $\pi$  (розчину)=0,8 МПа. Б.  $\omega$  (розчину)=0,9 %(NaCl).  
В.  $\omega$  (розчину)<0,9 %(NaCl). Г.  $\omega$  (розчину)>0,9 %(NaCl).  
Д.  $\omega$  (розчину)<4,5 % (глюкози).

**88.** Вкажіть умови плазмолізу:

А. Напрямок осмосу з навколишнього середовища в клітину, що зумовлює розрив клітини. Б. Напрямок осмосу з клітини в навколишнє середовище, що зумовлює зморщування клітини. В. Концентрація речовин у клітині дорівнює концентрації тих самих речовин в навколишньому середовищі. Г. Концентрація речовин у клітині менша концентрації речовин у навколишньому середовища. Д. Немає правильної відповіді.

**89.** Вкажіть умови гемолізу:

А. Напрямок осмосу з навколишнього середовища в клітину, що зумовлює розрив клітини. Б. Напрямок осмосу з клітини в навколишнє середовище, що зумовлює зморщування клітини. В. Концентрація речовин у клітині дорівнює концентрації тих самих речовин у навколишньому середовищі. Г. Концентрація речовин у клітині менша концентрації речовин у навколишньому середовища. Д. Немає правильної відповіді.

**90.** Вкажіть схему протолітичної фармакопейної реакції:

А.  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+$ .    Б.  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ .  
В.  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ . Г.  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ . Д.  $\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

91. Вкажіть тип розчину фармпрепарату із сумішшю ефір–хлороформ, якщо на діаграмі стану в координатах температура–склад графічна залежність являє собою випуклу криву:

А. З негативним відхиленням від закону Рауля. Б. Ідеальний. В. З позитивним відхиленням від закону Рауля. Г. Насичений. Д. Ненасичений.

92. Вкажіть тип розчину фармпрепарату із сумішшю етанол–вуглеводень, якщо на діаграмі стану в координатах температура–склад графічна залежність являє собою увігнуту криву:

А. З позитивним відхиленням від закону Рауля. Б. Ідеальний. В. З негативним відхиленням від закону Рауля. Г. Насичений. Д. Ненасичений.

93. Вкажіть тип розчину фармпрепарату із сумішшю етанол–вуглеводень, якщо на діаграмі стану в координатах тиск–склад графічна залежність являє собою випуклу криву:

А. З позитивним відхиленням від закону Рауля. Б. Ідеальний. В. З негативним відхиленням від закону Рауля. Г. Насичений. Д. Ненасичений.

94. Вкажіть тип розчину фармпрепарату із сумішшю етилацетат–хлороформ, якщо на діаграмі стану в координатах тиск–склад графічна залежність являє собою увігнуту криву:

А. З негативним відхиленням від закону Рауля. Б. Ідеальний. В. З позитивним відхиленням від закону Рауля. Г. Насичений. Д. Ненасичений.

95. Вкажіть тип системи за варіантністю на діаграмі стану двокомпонентної суміші хладагенту натрій хлорид–вода для поля вище лінії ліквідусу:

А. Біваріантна. Б. Моноваріантна. В. Триваріантна. Г. Інваріантна. Д. Будь-яка.

96. У фармакопейній реакції  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$  вкажіть спряжену основу кислоти  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ :

А.  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Б.  $\text{H}_2\text{O}$ . В.  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Г.  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Д.  $\text{H}^+$ .

97. Хлоридна й оцтова кислоти входять до складу шлункового соку. Враховуючи, що хлоридна кислота сильніша за оцтову, вкажіть слабкішу спряжену основу цих кислот у розчині:

А.  $\text{Cl}^-$ . Б.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . В.  $\text{H}_2\text{O}$ . Г.  $\text{OH}^-$ . Д.  $\text{H}^+$ .

98. Вкажіть формулу, що є математичним виразом закону розведення Оствальда:

А.  $\mu = \sum C(\text{йона})z^2$ . Б.  $K = C\alpha^2$ . В.  $a = fC$ . Г.  $p_0 = \frac{\chi_i}{p}$ . Д.  $P = \frac{mRT}{VM}$ .

99. Вкажіть формулу розрахунку активності йонів у фармакопейному препараті цинк хлориду:

А.  $\mu = \sum C(\text{йона})z^2$ . Б.  $K = C\alpha^2$ . В.  $a = fC$ . Г.  $p_0 = \frac{\chi_i}{p}$ . Д.  $P = \frac{mRT}{VM}$ .

100. Вкажіть формулу розрахунку маси при багаторазовій екстракції пеніциліну амілацетатом:

А.  $m_i = m_0 \left(1 - \frac{KV}{KV + nv}\right)$ . Б.  $m_i = m_0 \left(1 - \frac{KV}{KV + v}\right)^n$ . В.  $m_i = \frac{m_2 V_2}{V_1}$ .

Г.  $m = CVM$ . Д.  $m = \frac{PVM}{RT}$ .

101. Вкажіть формулу розрахунку ступеня екстракції йоду з мінеральної води сірководнем:

А.  $a = (m_0 - m_1) / m_2$ . Б.  $a = m_2 (m_0 - m_1)$ . В.  $a = m_2 (m_0 + m_1)$ .

Г.  $m_i = m_0 \left(\frac{V_2}{n} \frac{K_D}{V_1}\right)$ . Д.  $m = \frac{PVM}{RT}$ .

102. Вкажіть тип координат, за якими будують криві охолодження в термічному аналізі лікарської субстанції:

А. Температура–час. Б. Тиск–час. В. Об'єм–температура. Г. Об'єм–час. Д. Температура–маса.

103. Вкажіть формулу розрахунку йонної сили розчину фармакопейного препарату натрій хромату:

А.  $\mu = \sum C(\text{йона})z^2$ . Б.  $K = C\alpha^2$ . В.  $a = fC$ . Г.  $p_0 = \frac{\chi_i}{p}$ . Д.  $P = \frac{mRT}{VM}$ .

104. Вкажіть причини, які зумовлюють зменшення ступеня дисоціації розчину фармакопейного препарату цинк сульфату як сильного електроліту та введення поняття уявного ступеня дисоціації:

А. Неповна дисоціація, наявність йонної атмосфери. Б. Наявність йонної атмосфери, утворення складних йонних асоціатів. В. Утворення складних йонних асоціатів, неповна дисоціація. Г. Міжмолекулярна взаємодія, неповна дисоціація. Д. Усе перелічене.

105. Вкажіть компонент гемоглобінового буфера, який переважає в крові при надходженні до організму кислих продуктів:

А. Йони Гідрогену. Б. Гемоглобін. В. Йони гідроксонію. Г. Гемоглобінат-йони. Д. Йони гідроксили.

106. Вкажіть переважну реакцію гідрогенкарбонатного буфера крові при надходженні лужних речовин до організму:

А.  $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ . Б.  $HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3$ . В.  $H_2CO_3 + OH^- \rightarrow HCO_3^- + H_2O$ . Г.  $H_2CO_3 \rightarrow CO_3^{2-} + 2H^+$ . Д.  $H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$ .

107. Вкажіть переважну реакцію гідрогенкарбонатного буфера крові при надходженні кислих речовин до організму:

А.  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ . Б.  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ .  
В.  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ . Г.  $\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ . Д.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ .

108. Вкажіть число ступенів свободи для рівноважної суміші фармакопейного препарату глауберової солі, що містить натрій сульфат, льод, кристали  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  та пари води ( $n = 2$ ):

А. 2. Б. 0. В. 3. Г. 4. Д. 5.

109. Вкажіть число ступенів свободи для рівноважної суміші фармакопейного препарату натрій хлориду, що містить розчин натрій хлорид, льод та пари води ( $n = 2$ ):

А. 2. Б. 0. В. 3. Г. 4. Д. 1.

110. Вкажіть число ступенів свободи для рівноважної суміші, що містить розчини фармакопейних препаратів натрій бромід та калій бромід у рівновазі з парою води ( $n = 2$ ):

А. 3. Б. 2. В. 1. Г. 5. Д. 0.

111. Вкажіть число ступенів свободи для рівноважної суміші фармакопейних препаратів, що містить розплав солей натрій нітрату та калій хлориду в рівновазі з кристалами натрій нітрату ( $n = 2$ ):

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 5. Д. 0.

112. Вкажіть число ступенів свободи під час розчинення фармакопейних препаратів  $\text{KNO}_3$  та  $\text{NaCl}$  у воді із можливим перебігом реакції  $\text{KNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{NaNO}_3$ , якщо розчин солей перебуває в рівновазі з парою води та кристалами  $\text{KNO}_3$  ( $n = 1$ ):

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

113. Вкажіть переважну реакцію фосфатного буфера крові при надходженні кислих речовин до організму:

А.  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_4^{2-}$ . Б.  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$ .  
В.  $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Г.  $\text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{3-}$ . Д.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ .

114. Вкажіть переважну реакцію фосфатного буфера крові при надходженні лужних речовин до організму:

А.  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_4^{2-}$ . Б.  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$ .  
В.  $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Г.  $\text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{3-}$ . Д.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ .

115. Вкажіть компонент гемоглобінового буфера крові, який переважно взаємодіє з лужними речовинами, що надходять до організму:

А. Гемоглобін. Б. Йони гідроксилу. В. Йони гідроксонію.  
Г. Гемоглобінат-йон. Д. Йони гідроксилу.

116. Вкажіть переважну реакцію білкового (протеїнового) буфера крові, яка відбувається при надходженні кислих речовин до організму:

А.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ . Б.  $\text{PtCOOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{PtCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$ .  
В.  $\text{PtCOO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{PtCOOH}$ . Г.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ . Д.  $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ .

117. Вкажіть переважну реакцію білкового (протеїнового) буфера крові, яка відбувається при надходженні лужних речовин до організму:

- А.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ . Б.  $\text{PtCOOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{PtCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$ .  
В.  $\text{PtCOOH} \leftrightarrow \text{PtCOO}^- + \text{H}^+$ . Г.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ . Д.  $\text{PtCOO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{PtCOOH}$ .

118. Вкажіть назву рівняння для розрахунку теплоти випаровування фармакопейного препарату етанолу:

- А. Клаузіуса–Клапейрона. Б. Нернста. В. Больцмана. Г. Менделєєва–Клапейрона. Д. Гесса.

119. Вкажіть розчинник, який можна застосувати для оптимального вилучення для аналізу тимолу з водного розчину фармпрепарату, якщо коефіцієнти розподілу тимолу між водою та хлороформом, тетрахлоретаном і октаном відповідно становили 630, 245, 48:

- А. Хлороформ. Б. Октан. В. Тетрахлорметан. Г. Вода. Д. Усе перелічене.

120. Вкажіть максимальну кількість фаз, яка може існувати в однокомпонентному водному розчині лікарської речовини ( $n = 2$ ):

- А. 3. Б. 1. В. 2. Г. 4. Д. 5.

121. Вкажіть чинники, які впливають на рН гідрогенкарбонатного буфера крові:

- А. рК. Б. Співвідношення концентрацій компонентів буфера. В.  $K_{\text{дис}}$ .  
Г.  $[\text{H}^+]$ . Д.  $[\text{OH}^-]$ .

122. Вкажіть чинники, які впливають на рН гемоглобінового буфера крові:

- А.  $K_{\text{дис}}$ . Б. рК. В. Співвідношення концентрацій компонентів буфера.  
Г.  $[\text{H}^+]$ . Д.  $[\text{OH}^-]$ .

123. Вкажіть чинники, які впливають на рН фосфатного буфера крові:

- А.  $K_{\text{дис}}$ . Б. рК. В. Співвідношення концентрацій компонентів буфера.  
Г.  $[\text{H}^+]$ . Д.  $[\text{OH}^-]$ .

124. Вкажіть чинники, які впливають на рН протеїнового буфера крові:

- А.  $K_{\text{дис}}$ . Б. рК. В. Співвідношення концентрацій компонентів буфера.  
Г.  $[\text{H}^+]$ . Д.  $[\text{OH}^-]$ .

125. Вкажіть компонент фосфатного буфера, від концентрації якого переважно залежить величина буферної ємності за лугом:

- А. Гідрогенфосфат-йони. Б. Дигідрогенфосфат-йони. В.  $[\text{H}^+]$ . Г.  $[\text{OH}^-]$ .  
Д. Усе перелічене.

126. Вкажіть кількість фаз для рівноважної системи з участю фармакопейного препарату  $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  ( $n = 2$ ):

- А. 3. Б. 1. В. 0. Г. 4. Д. 2.

127. Вкажіть кількість незалежних компонентів для рівноважної системи з участю фармакопейного препарату  $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  ( $n = 2$ ):

- А. 2. Б. 1. В. 0. Г. 4. Д. 3.

**128.** Вкажіть число ступенів свободи для рівноважної системи з участю фармакопейного препарату  $\text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  ( $n = 2$ ):

**A.** 1. **Б.** 2. **В.** 0. **Г.** 4. **Д.** 3.

**129.** Вкажіть склад суміші двокомпонентної системи  $A$  та  $B$ , якщо на кривій охолодження спостерігається одна ланка з повільною швидкістю:

**A.** 50 %  $A$ . **Б.** 100 %  $A$ . **В.** 40 %  $A$ . **Г.** 40 %  $B$ . **Д.** 100 %  $B$ .

**130.** Вкажіть компонент фосфатного буфера, від концентрації якого переважно залежить величина буферної ємності за кислотою:

**A.** Гідрогенфосфат-йони. **Б.** Дигідрогенфосфат-йони. **В.** Вода. **Г.**  $[\text{H}^+]$ . **Д.**  $[\text{OH}^-]$ .

**131.** Вкажіть компонент гідрогенкарбонатного буфера, від концентрації якого переважно залежить величина буферної ємності за лугом:

**A.** Карбонатна кислота. **Б.** Гідрогенкарбонат-йони. **В.** Вода. **Г.**  $[\text{H}^+]$ . **Д.**  $[\text{OH}^-]$ .

**132.** Вкажіть компонент гідрогенкарбонатного буфера, від концентрації якого переважно залежить величина буферної ємності за кислотою:

**A.** Карбонатна кислота. **Б.** Гідрогенкарбонат-йони. **В.** Вода. **Г.**  $[\text{H}^+]$ . **Д.**  $[\text{OH}^-]$ .

**133.** Вкажіть компонент білкового (протеїнового) буфера, від концентрації якого переважно залежить величина буферної ємності за лугом:

**A.** Протеїнові кислоти. **Б.** Протеїнат-йони. **В.** Вода. **Г.**  $[\text{H}^+]$ . **Д.**  $[\text{OH}^-]$ .

**134.** Вкажіть компонент білкового (протеїнового) буфера, від концентрації якого переважно залежить величина буферної ємності за кислотою:

**A.** Протеїнові кислоти. **Б.** Протеїнат-йони. **В.** Вода. **Г.**  $[\text{H}^+]$ . **Д.**  $[\text{OH}^-]$ .

**135.** Вкажіть склад суміші двокомпонентної системи  $A$  та  $B$ , якщо на кривій охолодження спостерігаються дві ланки з повільною швидкістю:

**A.** 40 %  $A$ . **Б.** 50 %  $A$  (евтектика). **В.** 100 %  $A$ . **Г.** 100 %  $B$ . **Д.** Немає відповіді.

**136.** Вкажіть зміни об'єму та тиску вуглекислого газу при зменшенні головного лужного резерву крові за умови сталості рН:

**A.** Обидва збільшуються. **Б.** Обидва зменшуються. **В.** Тиск збільшується, об'єм зменшується. **Г.** Тиск зменшується, об'єм збільшується. **Д.** Немає правильної відповіді.

**137.** Вкажіть зміни об'єму та тиску вуглекислого газу при збільшенні головного лужного резерву крові за умови сталості рН:

**A.** Обидва збільшуються. **Б.** Обидва зменшуються. **В.** Тиск збільшується, об'єм зменшується. **Г.** Тиск зменшується, об'єм збільшується. **Д.** Немає правильної відповіді.

**138.** Вкажіть фізичну величину, за якою визначається головний лужний резерв крові:

**A.** Молярна концентрація гідрогенкарбонат-йонів, об'ємна частка вуглекислого газу. **Б.** Об'єм вуглекислого газу, масова концентрація карбо-

нат-йонів. **В.** Об'ємна частка вуглекислого газу, масова концентрація карбонат-йонів. **Г.** Молярна концентрація гідрогенкарбонат-йонів, об'єм вуглекислого газу. **Д.** Усе перелічене.

**139.** Вкажіть одиницю позначення головного лужного резерву крові:

**А.** моль/л. **Б.** моль/кг. **В.** моль/г. **Г.** моль. **Д.** л.

**140.** Вкажіть зміни рН при ацидозі:

**А.** Зменшується. **Б.** Збільшується. **В.** Не змінюється. **Г.**  $\text{pH} > 7,4$ . **Д.** Немає правильної відповіді.

**141.** Вкажіть фази, які перебувають у рівновазі в точці евтектики для бінарної системи камфора–ментол (у складі зубних крапель), що вивчалася методом термічного аналізу:

**А.** Розплав евтектичного складу та кристалічна камфора. **Б.** Розплав евтектичного складу, кристали ментолу, кристали камфори. **В.** Розплав евтектичного складу. **Г.** Кристали камфори та ментолу. **Д.** Розплав евтектичного складу та кристалічний ментол.

**142.** Вкажіть розчин фармакопейного препарату з більшим осмотичним тиском, величину якого необхідно враховувати під час виготовлення рідких лікарських засобів (молярні концентрації розчинів однакові):

**А.**  $\text{BaCl}_2$ . **Б.** Глюкоза. **В.**  $\text{NaNO}_3$ . **Г.** Сахароза. **Д.**  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

**143.** Вкажіть розчин фармакопейного препарату, який кристалізується за найменш низької температури (молярності розчинів однакові):

**А.**  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . **Б.**  $\text{NaCl}$ . **В.**  $\text{KI}$ . **Г.** Сечовина. **Д.** Гексаметилентетрамін.

**144.** Вкажіть одиницю позначення концентрації розчину фармакопейного препарату кобальт (II) хлориду, пов'язаної з тиском насиченої пари розчинника над розчином за законом Рауля:

**А.** %. **Б.** моль/кг. **В.** моль/л. **Г.** кг/моль. **Д.** г/моль.

**145.** Вкажіть розчин фармакопейного препарату, який кипить за найбільш високої температури (молярності розчинів однакові):

**А.** Сахароза. **Б.**  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . **В.**  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . **Г.**  $\text{CaCl}_2$ . **Д.**  $\text{NaCl}$ .

**146.** Вкажіть величину ізотонічного коефіцієнта розчину натрій нітрату, що використовується як допоміжна речовина для ізотонування лікарських рідин, вважаючи, що ступінь дисоціації дорівнює 1:

**А.** 2. **Б.** 0. **В.** 1. **Г.** 3. **Д.** 4.

**147.** Вкажіть зміни рН при алкалозі:

**А.** Зменшується. **Б.** Збільшується. **В.** Не змінюється. **Г.**  $\text{pH} < 7,4$ . **Д.** Усе перелічене.

**148.** Виберіть визначення, яке характеризує поняття «константа дисоціації»:

**А.** Відношення кількості сполуки речовини до об'єму розчину. **Б.** Відношення кількості сполуки речовини до маси розчинника. **В.** Відношення добутку рівноважних молярних концентрацій йонів електроліту, які утворились при дисоціації електроліту, до рівноважної концентрації електро-



літу. Г. Добуток кількості сполуки речовини та об'єму розчину. Д. Добуток кількості сполуки речовини та маси розчинника.

**149.** Вкажіть оборотну фармакопейну реакцію:

**A.**  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ . **Б.**  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ .

**В.**  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$ . **Г.**  $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow$ . **Д.** Усе перелічене.

**150.** Вкажіть одиницю позначення концентрації розчину фармакопейного препарату натрій фториду, пов'язаної зі зниженням температури замерзання над розчином за законом Рауля:

**A.** %. **Б.** моль/кг. **В.** моль/л. **Г.** кг/моль. **Д.** г.

**151.** Вкажіть розчин фармакопейного препарату з найвищою температурою кипіння (молярності розчинів однакові):

**A.**  $\text{K}_2(\text{SO}_4)$ . **Б.**  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . **В.** Сечовина. **Г.**  $\text{BaCl}_2$ . **Д.**  $\text{KCl}$ .

**152.** Вкажіть чинник, який визначає колігативні властивості розчину фармакопейного препарату натрій хромату:

**A.** Кількість структурних одиниць розчиненої речовини. **Б.** Природа розчинника. **В.** Природа розчиненої речовини. **Г.** Маса речовини. **Д.** Температура.

**153.** Вкажіть межу величини осмотичного тиску розчинів (кПа), що використовуються в медицині як ізотонічні розчини або кровозамінники:

**A.** 700–800. **Б.** 200–300. **В.** 300–400. **Г.** 500–600. **Д.** 900–1000.

**154.** Вкажіть напрям зміщення рівноваги фармакопейної реакції  $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$  при підкисленні розчину:

**A.** Праворуч. **Б.** Ліворуч. **В.** Не зміщується. **Г.**  $\text{pH} < 7$ . **Д.** Немає відповіді.

**155.** Вкажіть фізичну величину екстракції антибіотика хлороформом, яку розраховують за співвідношенням концентрації речовини в органічній та водній фазах:

**A.** Коефіцієнт розподілу. **Б.** Ступінь екстракції. **В.** Константа швидкості. **Г.** Фактор розподілу. **Д.** Екстракційне число.

**156.** Вкажіть фази, які перебувають у рівновазі в точці евтектики бінарної фармацевтичної суміші сірка–ментол, що вивчалася методом термічного аналізу:

**A.** Розплав евтектичного складу, кристали ментолу, кристали сірки. **Б.** Розплав евтектичного складу. **В.** Кристали сірки та ментолу. **Г.** Розплав евтектичного складу та кристалічна сірка. **Д.** Розплав евтектичного складу та ментол.

**157.** Вкажіть структурні одиниці, що переважають у розчині фармакопейного препарату ортофосфатної кислоти:

**A.**  $\text{H}^+$ . **Б.**  $\text{OH}^-$ . **В.**  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . **Г.**  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . **Д.**  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

**158.** Вкажіть структурні одиниці, що переважають у розчині фармакопейного препарату ортоборатної кислоти:

**A.**  $\text{H}^+$ . **Б.**  $\text{OH}^-$ . **В.**  $\text{HBO}_3^{2-}$ . **Г.**  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . **Д.** Усе перелічене.

159. Вкажіть структурні одиниці, що переважають в розчині фармакопейного препарату алюміній сульфату:

А.  $Al^{3+}$ . Б.  $AlOH^{2+}$ . В.  $Al(OH)_2^+$ . Г.  $SO_4^{2-}$ . Д.  $H^+$ .

160. Вкажіть структурні одиниці, що переважають у розчині фармакопейного препарату барій сульфату:

А.  $H^+$ ,  $OH^-$ . Б.  $Ba^{2+}$ ,  $OH^-$ . В.  $Ba^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ . Г.  $BaSO_4$ ,  $H_2O$ .

161. Вкажіть закономірності, з якими пов'язане виникнення кесонної хвороби:

А. Збільшення парціального тиску при зменшенні розчинності газу.

Б. Зменшення парціального тиску при зменшенні розчинності газу.

В. Зменшення парціального тиску при збільшенні розчинності газу.

Г. Збільшення парціального тиску при збільшенні розчинності газу.

Д. Усе перелічене.

162. Вкажіть рН буферної системи, що містить в однакових об'ємах натрій ацетат з  $C(\text{соли}) 0,1$  моль/л та оцтову кислоту з  $C(\text{кислоти}) 10^{-3}$  моль/л:

А. 6,75. Б. 5,50. В. 4,75. Г. 4,15. Д. 3,15.

163. Вкажіть ступінь дисоціації ( $\alpha$ , %) фармпрепарату купрум (II) сульфату, якщо ізотонічний коефіцієнт дорівнює 1,6:

А. 60. Б. 55. В. 45. Г. 50. Д. 30.

164. Вкажіть ряд властивостей метиламіну в рідкому амоніаку й воді, які необхідно враховувати при фармацевтичному аналізі:

А. Тільки кислотні. Б. Основні та кислотні. В. Тільки основні.

Г. Кислотні та нейтральні. Д. Основні та нейтральні.

165. Вкажіть спряжену кислоту за схемою фармакопейної реакції  $NH_3(\text{рідк})+H_2O \leftrightarrow$ , яку необхідно враховувати при фармацевтичному аналізі:

А.  $H_2O$ . Б.  $NH_4^+$ . В.  $OH^-$ . Г.  $H_3O^+$ . Д.  $H^+$ .

166. Вкажіть переважну реакцію при надходженні кислих продуктів до оксигемоглобінового буфера:

А.  $HbO_2^- + H^+ \leftrightarrow$ . Б.  $OH^- + HHbO_2 \leftrightarrow$ . В.  $OH^- + H^+ \leftrightarrow$ . Г.  $HbO_2^- + H_3O^+ \leftrightarrow$ .

Д.  $HHbO_2 + H^+ \leftrightarrow$ .

167. Вкажіть скорочене йонне рівняння гідролізу натрій ацетату, яке необхідно враховувати при фармацевтичному аналізі:

А.  $HCOOH + HOH \leftrightarrow H^+ + HCOO^-$ . Б.  $HCOOH + HOH \leftrightarrow H_3O^+ + HCOO^-$ .

В.  $CH_3COO^- + HOH \leftrightarrow CH_3COOH + OH^-$ . Г.  $HCOO^- + HOH \leftrightarrow HCOOH$ .

Д.  $CH_3COOH + HOH \leftrightarrow CH_3COOH_2 + OH^-$ .

168. Вкажіть залежність ступеня дисоціації фармакопейного препарату ортоборатної кислоти як слабкого електроліту від його константи дисоціації:

А.  $K = \frac{[A][B]}{[C][D]}$ . Б.  $K = C\alpha^2$ . В.  $K_w = [H^+][OH^-]$ . Г.  $\alpha = \frac{n}{N}$ . Д.  $K = \frac{C}{\alpha^2}$ .

169. Вкажіть кислотний буферний розчин:

А.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$ . Б.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ . В.  $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .  
Г.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Д.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

170. Вкажіть ряд солей, які гідролізують за катіоном, що враховується при фармацевтичному аналізі:

А.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ . Б.  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ . В.  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$ .  
Г.  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Д.  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

171. Вкажіть протолітичну реакцію, що враховується при фармацевтичному аналізі:

А.  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{O}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2^+$ . Б.  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ .  
В.  $\text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ . Г.  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ . Д.  $\text{NH}_4\text{Cl} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ .

172. Вкажіть реакцію автопротолізу фармакопейного препарату:

А.  $\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ . Б.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HOH} \leftrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ .  
В.  $2\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}_2^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ . Г.  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ .  
Д. Усе перелічене.

## 1.4. Комплексні сполуки

### 1.4.1. Теоретичні основи

Сполуки, що містять у вузлах кристалічної ґратки комплексні йони (комплекси) і здатні самостійно існувати в розчині, дістали назву **комплексних сполук** (к.с.).

**Будова та природа хімічного зв'язку.** *Внутрішня сфера комплексної сполуки* – сфера, що містить центральний атом (ц.а.) і ліганд. Записуючи формули к.с., внутрішню сферу (комплекс) беруть у квадратні дужки.

*Центральний атом* – атом, навколо якого координуються ліганди (атоми або група атомів, розташованих навколо ц.а.).

Зв'язок між ц.а. і лігандами утворений за донорно-акцепторним механізмом (ц.а. – акцептор електронів, а ліганди – донори електронів).

*Координаційне число (к.ч.)* – число координаційних зв'язків ц.а., яке залежить: від природи ц.а., його заряду (вдвічі більше за величину заряду), від природи ліганду (чим більші розміри, тим менше значення к.ч.), від температури (чим більша, тим менше значення к.ч.) та ін.

*Координаційна ємність (дентатність)* – число зв'язків, які займає кожний ліганд у внутрішній сфері. За дентатністю к.с. класифікують таким чином: монодентатні (якщо лігандами є однозарядні аніони, молекули води, амоніаку); бідентатні (якщо лігандами є двозарядні аніони, молекула етилендіаміну та її похідні); тетрадентатні (якщо лігандами є молекули етилендіамінтетраацетату, ЕДТА та їхні похідні) та ін.

Тип *гібридизації атомних орбіталей ц.а.* визначається його к.ч., а саме: к.ч.=2, тип гібридизації – sp, геометрія молекули лінійна; к.ч.=3, тип – sp<sup>2</sup>,

геометрія молекули трикутна; к.ч.=4, тип –  $sp^3$ , геометрія молекули тетраедрична; к=6, тип –  $sp^3d^2$ , геометрія молекули октаедрична.

*Зовнішня сфера к. с.* – друга частина к. с., яка протилежна заряду внутрішньої сфери.

**Дисоціація комплексних іонів.** *Константа нестійкості*  $K_H$  – константа дисоціації комплексу за механізмом слабого електроліту. Наприклад, при дисоціації комплексу  $[Al(OH)_4]^- \leftrightarrow Al^{+3} + 4OH^-$  константа нестій-

кості має вигляд 
$$K_H = \frac{[Al^{3+}][OH^-]^4}{[Al(OH)_4]^-}$$
. Чим більша константа нестійкості

комплексу, тим сильніший комплекс як електроліт.

*Константа стійкості* – величина, обернена  $K_H$ .

*Класифікація і номенклатура к. с. За зарядом внутрішньої сфери к. с.* поділяють:

- а) на аніонні (ацидокомплекси), з негативним зарядом –  $[Al(OH)_4]^-$ ;
- б) катіонні (аква-, аміакати), з позитивним зарядом –  $[Al(H_2O)_6]^{+3}$ ;
- в) нейтральні, з нульовим зарядом –  $[Al(OH)_3(H_2O)_3]$ .

Назва к.с. починається з назви катіона, а потім аніона. Комплексний іон катіонного типу називають у такій послідовності: по-грецьки число лігандів (за абеткою) з додаванням до їх назви закінчення «о» (хлоро-, сульфо-, нітро-); далі називають ц.а. з вказівкою його ступеня окиснення, наприклад, к.с.  $[PtCl_2(NH_3)_4]Cl_2$  має назву дихлоротетрааміноплатина (IV) хлорид. К.с. нейтрального типу називають так само, як і к.с. катіонного типу. Назва комплексного йона аніонного типу відрізняється тільки тим, що до назви ц.а. додають закінчення «ат», наприклад, к.с.  $Na[Al(OH)_4]$  має назву – натрій тетрагідроксоалюмінат.

*За природою ліганду к. с.* класифікують на ациклічні й хелати (циклічні), які поділяються на звичайні (зв'язок за донорно-акцепторним механізмом) та внутрішньокомплексні сполуки ( за обома механізмами: і донорно-акцепторним, і обмінним).

**Ізомерія к.с.** поділяється:

– на *йонізаційну* – різний розподіл йонів між внутрішньою та зовнішньою сферами;

– *геометричну* – різне просторове розташування лігандів стосовно ц.а.

– *гідратну* – різний розподіл молекул між внутрішньою і зовнішньою сферами, наприклад, к.с.  $[PtBr_2(NH_3)_4]Cl_2$  має й іншу формулу –  $[PtCl_2(NH_3)_4]Br_2$ .

### 1.4.2. Тестові завдання

1. Вкажіть продукт фармакопейної реакції з найбільш дентатним лігандом:  
А.  $K[Fe(C_2O_4)_2]$ . Б.  $K_4[Fe(CN)_6]$ . В.  $Na_2[Fe\text{Трилон}]$ . Г.  $Ag(NH_3)_2Cl$ .  
Д.  $[Cu(OH)_4]SO_4$ .
2. Вкажіть продукт фармакопейної реакції з найменш дентатним лігандом:  
А.  $K[Fe(C_2O_4)_2]$ . Б.  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ . В.  $Na_2[Fe\text{Трилон}]$ . Г.  $K_3[Mn(C_2O_4)_3]$ .  
Д.  $K_2[Mn(C_2O_4)_2]$ .
3. Вкажіть фармакопейний препарат з найбільшим зарядом центрального атома:  
А.  $K_2[PtCl_4]$ . Б.  $K_3[Fe(CN)_6]$ . В.  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ . Г.  $[Cu(OH)_4]SO_4$ .  
Д.  $K[Fe(C_2O_4)_2]$ .
4. Вкажіть фармакопейний препарат з найменшим зарядом центрального атома:  
А.  $K_2[PtCl_6]$ . Б.  $K_3[Fe(CN)_6]$ . В.  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ . Г.  $[Cu(OH)_4]SO_4$ .  
Д.  $K[Fe(C_2O_4)_2]$ .
5. Вкажіть фармакопейний препарат, що містить внутрішню сферу з найбільшим зарядом:  
А.  $K_4[Fe(CN)_6]$ . Б.  $[Pt(NH_3)_4Cl_2]$ . В.  $[Ag(NH_3)]_2OH$ . Г.  $Na_2[Cu(OH)_4]$ .  
Д.  $K[Fe(C_2O_4)_2]$ .
6. Вкажіть продукт фармакопейної реакції, що містить внутрішню сферу з найменшим зарядом:  
А.  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Б.  $[Pt(NH_3)_4Cl_2]$ . В.  $[Ag(NH_3)]_2OH$ . Г.  $Na_2[Cu(OH)_4]$ .  
Д.  $K[Fe(C_2O_4)_2]$ .
7. Вкажіть фармакопейний препарат, що містить центральний атом з найбільшою валентністю:  
А.  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ . Б.  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ . В.  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Г.  $K_4[Fe(CN)_6]$ .  
Д.  $[Cu(OH)_4]SO_4$ .
8. Вкажіть фармакопейний препарат, що містить центральний атом з найменшою валентністю:  
А.  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ . Б.  $[Ag(NH_3)_2]Cl$ . В.  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Г.  $K_4[Fe(CN)_6]$ .  
Д.  $[Cu(OH)_4]SO_4$ .
9. Виберіть визначення «координаційна ємність комплексної сполуки» фармакопейного препарату жовта кров'яна сіль:  
А. Атоми, аніони, нейтральні молекули, які утримуються навколо центрального атома. Б. Кількість місць у внутрішній сфері, які займає кожен ліганд. В. Сфера, до якої входять центральний атом з лігандами. Г. Величина, обернено пропорційна константі дисоціації комплексного йона. Д. Константа дисоціації комплексного йона.
10. Виберіть визначення «ліганд комплексної сполуки», що входить до вітаміну:  
А. Атоми, аніони, нейтральні молекули, які утримуються навколо центрального атома. Б. Кількість місць у внутрішній сфері, які займає кожен

ліганд. **В.** Сфера, до якої входять центральний атом з лігандами. **Г.** Величина, обернено пропорційна константі дисоціації комплексного йона. **Д.** Константа дисоціації комплексного йона.

**11.** Виберіть визначення «внутрішня сфера комплексної сполуки», що складає фермент:

**А.** Атоми, аніони, нейтральні молекули, які утримуються навколо центрального атома. **Б.** Кількість місць у внутрішній сфері, які займає кожен ліганд. **В.** Сфера, до якої входять центральний атом з лігандами. **Г.** Величина, обернено пропорційна константі дисоціації комплексного йона. **Д.** Константа дисоціації комплексного йона.

**12.** Виберіть визначення «константа нестійкості» комплексного йона, що входить до фармакопейного препарату червона кров'яна сіль:

**А.** Константа рівноваги комплексного йона. **Б.** Величина, обернено пропорційна константі дисоціації комплексного йона. **В.** Константа дисоціації комплексного йона. **Г.** Атоми, аніони, нейтральні молекули, які утримуються навколо центрального атома. **Д.** Кількість місць у внутрішній сфері, які займає кожен ліганд.

**13.** Виберіть визначення «константа стійкості» комплексного йона, що входить до фармпрепарату «протаргол»:

**А.** Константа рівноваги комплексного йона. **Б.** Величина, обернено пропорційна константі дисоціації комплексного йона. **В.** Константа дисоціації комплексного йона. **Г.** Атоми, аніони, нейтральні молекули, які утримуються навколо центрального атома. **Д.** Кількість місць у внутрішній сфері, які займає кожен ліганд.

**14.** Вкажіть величину, за якою визначається загальна константа нестійкості комплексного йона, що входить до металоферментів:

**А.** Сума проміжних констант дисоціації. **Б.** Добуток проміжних констант дисоціації. **В.** Різниця проміжних констант дисоціації. **Г.** Константа рівноваги комплексного йона. **Д.** Величина, обернено пропорційна константі дисоціації комплексного йона.

**15.** Вкажіть типи зв'язків у внутрішньокомплексних сполуках, до яких належать металоферменти:

**А.** Тільки донорно-акцепторні. **Б.** Тільки звичайні ковалентні. **В.** Звичайні ковалентні (за обмінним механізмом) і донорно-акцепторні. **Г.** Міжмолекулярні. **Д.** Сили Ван-дер-Ваальса.

**16.** Вкажіть механізм утворення зв'язків між центральним атомом і лігандом у комплексах-антиоксидантах:

**А.** Обмінний – за рахунок спарювання електронів. **Б.** Донорно-акцепторний. **В.** Звичайні ковалентні (за обмінним механізмом) і донорно-акцепторні. **Г.** Міжмолекулярні. **Д.** Сили Ван-дер-Ваальса.

**17.** Вкажіть найстійкішу природну комплексну речовину:

**А.** Ферум (III) хлорид. **Б.** Гексаакваферум (III) хлорид. **В.** Гемоглобін. **Г.** Ферум (II) хлорид. **Д.** Діамінаргентум (I) хлорид.

18. Вкажіть атоми або групи атомів, що є катіонами у вітаміні В<sub>12</sub>:  
 А. Хлор. Б. Кобальт. В. Амоніак. Г. Пірол. Д. Порфін.
19. Вкажіть атоми або групи атомів, що є аніонами у вітаміні В<sub>12</sub>:  
 А. Хлор. Б. Кобальт. В. Амоніак. Г. Пірол. Д. Гідроксильна група.
20. Вкажіть атоми або групи атомів, що є нейтральними молекулами в розчині фармакопейного препарату гексаакваферум (III) хлориду:  
 А. Хлор. Б. Ферум (II). В. Аква. Г. Амоніак. Д. Ферум (III).
21. Вкажіть фармакопейний препарат-ацидокомплекс зі ступенем окиснення феруму (+2) та координаційним числом 6:  
 А. K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Б. [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>2</sub>. В. K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Г. [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]PO<sub>4</sub>. Д. [Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>2</sub>.
22. Вкажіть фармакопейний препарат-аквакомплекс зі ступенем окиснення феруму (+3) та координаційним числом 6:  
 А. Na<sub>4</sub>[Fe(OH)<sub>6</sub>]. Б. [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>2</sub>. В. K<sub>3</sub>[Fe(OH)<sub>6</sub>]. Г. [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>].Cl<sub>3</sub>. Д. [Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>2</sub>.
23. Вкажіть фармакопейний препарат-аміакат зі ступенем окиснення атома металу (+1) та координаційним числом 2:  
 А. [Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>]Cl<sub>2</sub>. Б. [Ag(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>]Cl<sub>2</sub>. В. [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl<sub>2</sub>. Г. [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]PO<sub>4</sub>. Д. [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]Cl<sub>2</sub>.
24. Вкажіть найстійкіші йони, які можуть утворюватися в кислому середовищі фармакопейних препаратів цинку:  
 А. [Zn(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>]<sup>+2</sup>. Б. [Zn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>. В. ZnOH<sup>+</sup>. Г. Zn<sup>+2</sup>. Д. [Zn(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>+2</sup>.
25. Вкажіть найстійкіші йони, що можуть утворюватися в лужному середовищі фармакопейних препаратів цинку:  
 А. [Zn(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>+2</sup>. Б. [Zn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>. В. ZnOH<sup>+</sup>. Г. Zn<sup>+2</sup>. Д. [Zn(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>]<sup>+2</sup>.
26. Вкажіть йони, що переважно утворюються при розчиненні фармакопейних препаратів алюмінію в розчинах лугів:  
 А. [Al(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup>. Б. [Al(OH)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>. В. Al<sup>3+</sup>. Г. AlOH<sup>+</sup>. Д. AlOH<sup>+2</sup>.
27. При фармацевтичному аналізі перехід [Zn(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>+2</sup> → [Zn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> можливий у середовищі:  
 А. Кислому. Б. Лужному. В. Нейтральному. Г. Слабкокислому. Д. Слабколужному.
28. При фармацевтичному аналізі перехід [Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup> → [Al(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> можливий у середовищі:  
 А. Кислому. Б. Лужному. В. Нейтральному. Г. Слабкокислому. Д. Слабколужному.
29. При фармацевтичному аналізі рН сполуки [Co(OH)(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>]<sup>+2</sup> становить:  
 А. рН > 7. Б. рН < 7. В. рН = 7. Г. рН = 7. Д. рН = 0.
30. При фармацевтичному аналізі рН сполуки [Co(H<sub>2</sub>O)(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>]Cl<sub>3</sub> становить:  
 А. рН > 7. Б. рН < 7. В. рН = 7. Г. рН = 7. Д. рН = 0.

31. При гідролізі  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , що присутні в розчинах фармакопейних препаратів алюмінію, переважно утворюються:

А.  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})]_2^+$ . Б.  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$ . В.  $\text{Al}^{3+}$ . Г.  $\text{AlOH}^+$ . Д.  $\text{AlOH}^{+2}$ .

32. При гідролізі фармакопейних препаратів алюмінію, що містять  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ , переважно утворюються:

А.  $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ . Б.  $[\text{Al}(\text{OH})_5\text{H}_2\text{O}]^{2-}$ . В.  $\text{AlO}_2^-$ . Г.  $\text{Al}^{3+}$ . Д.  $\text{AlOH}^{+2}$ .

33. У розчині фармпрепаратів алюмінію, що містять  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , внаслідок дисоціації переважно утворюються:

А.  $\text{Al}^{3+}$ . Б.  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5]^{3+}$ . В.  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4]^{3+}$ . Г.  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ . Д.  $\text{AlOH}^{+2}$ .

34. У розчині фармпрепаратів алюмінію, що містять  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ , внаслідок дисоціації переважно утворюються:

А.  $[\text{Al}(\text{OH})_5]^{2-}$ . Б.  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ . В.  $\text{Al}^{3+}$ . Г.  $\text{AlO}_2^-$ . Д.  $\text{AlOH}^{+2}$ .

35. Вкажіть координаційне число  $\text{Fe}(+3)$  в комплексній сполуці, що утворюється в розчині фармакопейного препарату заліза при надлишку  $\text{NaOH}$ :

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 5. Д. 6.

36. Вкажіть заряд внутрішньої сфери комплексної сполуки в розчині фармакопейного препарату  $\text{Fe}(+3)$  в надлишку  $\text{HCl}$ :

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 5. Д. 6.

37. Вкажіть заряд центрального атома  $\text{Fe}(+3)$  в комплексній сполуці в розчині фармакопейного препарату заліза в надлишку  $\text{KCNS}$ :

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 5. Д. 6.

38. Вкажіть ступінь окиснення центрального атома в комплексній сполуці фармакопейного препарату  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ :

А. +1. Б. -1. В. +2. Г. -2. Д. +3.

39. Вкажіть ступінь окиснення центрального атома в комплексній сполуці фармакопейного препарату  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ :

А. +1. Б. -1. В. +2. Г. -2. Д. +3.

40. Вкажіть ступінь окиснення атома феруму в гемоглобіні:

А. +1. Б. +2. В. +3. Г. +4. Д. +6.

41. Вкажіть координаційне число центрального атома в гемоглобіні:

А. 2. Б. 4. В. 6. Г. 5. Д. 6.

42. Вкажіть координаційне число центрального атома в гемі:

А. 2. Б. 4. В. 6. Г. 5. Д. 6.

43. Координаційне число в комплексній сполуці фармпрепарату коларгол – властивість:

А. Ліганду. Б. Центрального атома. В. Аніона. Г. Атома неметалу. Д. Усе перелічене.

44. Дентатність в комплексній сполуці фармпрепарату жовта кров'яна сіль – властивість:

А. Ліганду. Б. Центрального атома. В. Аніона. Г. Атома неметалу. Д. Усе перелічене.



45. Вкажіть суму показників степеня перед концентраціями в чисельнику у виразі константи нестійкості першої стадії дисоціації  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ , що міститься в розчині фармакопейного препарату заліза:

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

46. Вкажіть суму показників степеня перед концентраціями в чисельнику у виразі константи нестійкості першої стадії дисоціації  $[\text{Fe}(\text{OH})_6]^{3-}$ , що міститься в лужному розчині фармакопейного препарату заліза:

А. 1. Б. 2. В. 3. Г. 4. Д. 5.

47. Вкажіть переважне співвідношення координаційного числа (к.ч.) із зарядом центрального атома (ц.а.) в координаційних сполуках фармпрепаратів цинку:

А. к.ч.=заряду ц.а. Б. к.ч.>заряду ц.а. у 2 рази. В. к.ч.>заряду ц.а. в 3 рази. Г. к.ч.<заряду ц.а. у 2 рази. Д. к.ч.<заряду ц.а. в 3 рази.

48. Вкажіть переважне співвідношення координаційної ємності (к.єм.) (дентатності) із зарядом ліганду аніона (lig) в координаційних сполуках фармпрепаратів купруму (II):

А. к.єм.=заряду (lig). Б. к.єм.>заряду (lig) у 2 рази. В. к.єм.>заряду (lig) в 3 рази. Г. к.єм.<заряду (lig) у 2 рази. Д. к.єм.<заряду (lig) в 3 рази.

49. Вкажіть переважне співвідношення заряду внутрішньої сфери (в.с.) комплексів катіонного типу фармакопейних препаратів алюмінію із зарядом центрального атома (ц.а.):

А. Заряд в.с.=заряду ц.а. Б. Заряд в.с.>заряду ц.а. у 2 рази. В. Заряд в.с.>заряду ц.а. в 3 рази. Г. Заряд в.с.<заряду ц.а. у 2 рази. Д. Заряд в.с.<заряду ц.а. в 3 рази.

50. Вкажіть залежність координаційного числа (к.ч.) від типу гібридизації орбіталей центрального атома в координаційних сполуках фармпрепаратів аргентуму:

А. При к.ч.=2→(sp). Б. При к.ч.=4→(sp<sup>3</sup>). В. При к.ч.=6→(sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup>). Г. При к.ч.=3→(sp<sup>2</sup>). Д. Усе перелічене.

51. Вкажіть число, яке характеризує послідовне віднесення фармакопейних препаратів-комплексних сполук до катіонного, аніонного, нейтрального, внутрішньокompлексного типів:

1. Вітамін В<sub>12</sub>. 2.  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ . 3.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ . 4.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

А. 12343. Б. 22314. В. 11324. Г. 2 1431. Д. 12344.

52. Вкажіть число, яке характеризує послідовне віднесення фармакопейних препаратів-комплексних сполук до аква-, ацидо-, нейтрального, внутрішньокompлексного типів:

1.  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ . 2.  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ . 3.  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ . 4. Вітамін В<sub>12</sub>.

А. 12343. Б. 22314. В. 13324. Г. 23414. Д. 12344.

53. Вкажіть число, яке характеризує в гідроксокомплексі, що утворився внаслідок фармакопейної реакції, послідовно заряд центрального атома, заряд внутрішньої сфери та координаційне число:

1.  $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ . 2.  $[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2]$ . 3.  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ . 4.  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ .

А. 134. Б. 234. В. 326. Г. 336. Д. 236.

**54.** Вкажіть число, яке характеризує в гідроксокомплексі, що утворився внаслідок фармакопейної реакції, послідовно заряд центрального атома, заряд внутрішньої сфери та координаційне число:

1.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_2)_2]$ . 2.  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ . 3.  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ . 4.  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ .  
А. 134. Б. 234. В. 326. Г. 336. Д. 334.

**55.** Вкажіть число, яке характеризує в аміакаті, що утворився внаслідок фармакопейної реакції, послідовно координаційне число, заряд внутрішньої сфери та заряд центрального атома:

1.  $\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2]$ . 2.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ . 3.  $\text{K}(\text{Al}(\text{OH})_4)$ . 4.  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_3)_2]$ .  
А. 434. Б. 634. В. 426. Г. 633. Д. 433.

**56.** Вкажіть число, яке характеризує в аквакомплексі, що утворився внаслідок фармакопейної реакції, послідовно дентатність, заряд внутрішньої сфери та заряд центрального атома:

1.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{SO}_4$ . 2.  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ . 3.  $\text{Na}_3[\text{Mn}(\text{OH})_6]$ .  
4.  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ .  
А. 634. Б. 133. В. 433. Г. 422. Д. 333.

**57.** Вкажіть число, яке характеризує в ацидокомплексі, що утворився внаслідок фармакопейної реакції, послідовно дентатність, заряд внутрішньої сфери та заряд центрального атома:

1.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{SO}_4$ . 2.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . 3.  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]_2(\text{SO}_4)$ .  
4.  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ .  
А. 634. Б. 433. В. 142. Г. 642. Д. 422.

**58.** Вкажіть число, яке характеризує в ацидокомплексі змішаного типу, що утворився внаслідок фармакопейної реакції, послідовно дентатність, заряд внутрішньої сфери та заряд центрального атома:

1.  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ . 2.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ . 3.  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ . 4.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .  
А. 434. Б. 433. В. 443. Г. 122. Д. 222.

**59.** Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі константи нестійкості гексааквахром (III) хлориду, що утворився внаслідок фармакопейної реакції:

А. 4. Б. 5. В. 6. Г. 7. Д. 3.

**60.** Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі константи нестійкості тетраамінкупрум (II) сульфату, що утворився в результаті фармакопейної реакції:

А. 6. Б. 3. В. 7. Г. 5. Д. 4.

**61.** Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі константи нестійкості натрій гексагідроксоалюмінату, що утворився в результаті фармакопейної реакції:

А. 3. Б. 5. В. 6. Г. 7. Д. 4.

**62.** Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі константи нестійкості  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$ , що утворився в результаті фармакопейної реакції:

А. 2. Б. 4. В. 6. Г. 5. Д. 3.

63. Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі константи нестійкості  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ , що утворився в результаті фармакопейної реакції:

А. 3. Б. 4. В. 6. Г. 7. Д. 5.

64. Вкажіть суму показників степеня при концентраціях у чисельнику у виразі константи нестійкості  $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{NO}_3)_2\text{Cl}_2]$ , що утворився в результаті фармакопейної реакції:

А. 3. Б. 4. В. 6. Г. 5. Д. 7.

65. Вкажіть заряд центрального атома в комплексній сполуці, що утворена в результаті фармакопейної реакції  $\text{FeCl}_3 + \text{нестача КСНС}$ :

А. 2. Б. 3. В. 4. Г. 5. Д. 6.

66. Вкажіть сполуку з найменшим зарядом внутрішньої сфери, утвореної внаслідок фармакопейної реакції:

А.  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ . Б.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . В.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ . Г.  $[\text{Cu}(\text{OH})_4]\text{SO}_4$ . Д.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

67. Вкажіть сполуку з найбільшим зарядом зовнішньої сфери, утвореної внаслідок фармакопейної реакції:

А.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Б.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$ . В.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ . Г.  $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ . Д.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

68. Вкажіть сполуку з найменшим зарядом внутрішньої сфери, утвореної внаслідок фармакопейної реакції:

А.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Б.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$ . В.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ . Г.  $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ . Д.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

69. Вкажіть сполуку з найбільшою кількістю йонів у розчині за первинною дисоціацією, утвореною внаслідок фармакопейної реакції:

А.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ . Б.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ . В.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Г.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ . Д.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

70. Вкажіть сполуку з найменшою кількістю йонів у розчині за первинною дисоціацією, утвореною внаслідок фармакопейної реакції:

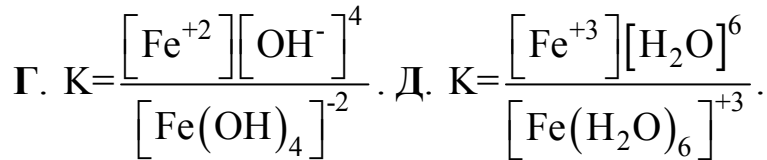
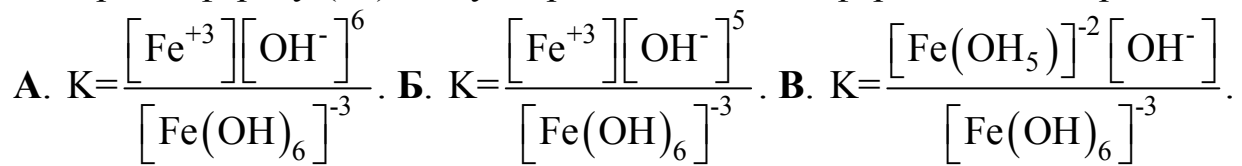
А.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ . Б.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . В.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Г.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$ . Д.  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ .

71. Виберіть вираз константи нестійкості гексаакваферату (III), що утворився внаслідок фармакопейної реакції:

$$\text{А. } K = \frac{[\text{Fe}^{+3}][\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{Fe}(\text{OH})_6]^{-3}} \quad \text{Б. } K = \frac{[\text{Fe}^{+3}][\text{OH}^-]^6}{[\text{Fe}(\text{OH})_6]^{-3}} \quad \text{В. } K = \frac{[\text{Fe}^{+2}][\text{OH}^-]^4}{[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+2}}$$

$$\text{Г. } K = \frac{[\text{Fe}^{+2}][\text{OH}^-]^4}{[\text{Fe}(\text{OH})_4]^{-2}} \quad \text{Д. } K = \frac{[\text{Fe}^{+3}][\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+3}}$$

72. Виберіть вираз константи нестійкості первинної стадії дисоціації гексагідроксоферату (III), що утворився внаслідок фармакопейної реакції:



73. Вкажіть найстійкішу сполуку, що відіграє велику біологічну роль:

А. Ферум (II) нітрат. Б. Тетраакваферум(II) сульфат. В. Гемоглобін. Г. Ферум (III) хлорид. Д. Гексагідроксоферум (III) сульфат.

74. Вкажіть центральний атом у калій цинк гексаціанофераті, що утворився внаслідок фармакопейної реакції і є білим осадом:

А. Калій (+1). Б. Цинк (+2). В. Ферум (+3). Г. Ферум (+2). Д. Ціанід-йон.

75. Вкажіть ліганди в калій цинк гексаціанофераті, що утворився внаслідок фармакопейної реакції і є білим осадом:

А. Калій (+1). Б. Цинк (+2). В. Ферум (+3). Г. Ферум (+2). Д. Ціанід-йон.

76. Вкажіть тип комплексної сполуки, до якої належить ціанокобаламін (вітамін B<sub>12</sub>):

А. Хелат. Б. Аквакомплекс. В. Гідроксокомплекс. Г. Аміакат. Д. Амід.

77. Вкажіть полідендатний ліганд, що застосовується у фармакопейних реакціях:

А. Етилендіамінтетраацетат. Б. Оксалат. В. Ортофосфат. Г. Аміакат. Д. Ферум.

78. Вкажіть бідендатний ліганд, що застосовується у фармакопейних реакціях:

А. Етилендіамінтетраацетат. Б. Оксалат. В. Ортофосфат. Г. Аміакат. Д. Ферум.

79. Вкажіть монодендатний ліганд, що застосовується у фармакопейних реакціях:

А. Етилендіамінтетраацетат. Б. Оксалат. В. Ортофосфат. Г. Аміакат. Д. Ферум.

80. Вкажіть тридендатний ліганд, що застосовується у фармакопейних реакціях:

А. Етилендіамінтетраацетат. Б. Оксалат. В. Ортофосфат. Г. Аміакат. Д. Ферум.

## СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

### 2.1. Якісний та кількісний аналіз

#### 2.1.1. Теоретичні основи

Якісний аналіз ґрунтується на визначенні якісного складу компонентів суміші або чистої речовини; частіше використовують кислотно-основну класифікацію, що ґрунтується на різній розчинності гідроксидів і деяких солей катіонів у воді, кислотах, лугах (табл. 3, 4).

**Основні показники аналітичної реакції.** *Чутливість реакції* – величина, що характеризується:

а) відкритим мінімумом – найменшою масою речовини (йона), яку можна виявити в мінімальному об'ємі розчину ( $V_{\min}$ ); іноді позначається літерою  $\gamma$  ( $1\gamma = 1 \text{ мкг} = 10^{-6} \text{ г}$ );

б) мінімальною (граничною) концентрацією  $\rho_{\min}$  – мінімальною масовою концентрацією розчину (г/мл), при якій реакція ще дає позитивний результат:  $\rho_{\min} = \frac{1}{V_{\min}}$ ; у якісному аналізі застосовують тільки ті реакції,

відкритий мінімум яких не перебільшує 50 мкг;

в) граничним розведенням  $W$  – величиною, оберненою до мінімальної концентрації:  $W = \frac{1}{\rho_{\min}}$ .

Взаємозв'язок видів чутливості:  $W = \frac{1}{\rho_{\min}}$ ;  $\rho_{\min} = \frac{1}{W} = \frac{m}{V_{\min} 10^6}$ ;

$$m = \frac{V_{\min} 10^6}{W} = \rho_{\min} V_{\min} 10^6.$$

*Специфічність реакції* – показник реакції, що дозволяє визначити речовину (йон) у присутності інших речовин (йонів).

*Селективність (вибірковість) реакції* – показник реакції, що дає однаковий зовнішній ефект з кількома йонами; чим менша кількість йонів за цією реакцією, тим вона більш вибіркова.

*Груповий реактив* – реактив, який однаково реагує з групою йонів і може бути застосований для відокремлення такої групи йонів від інших.

*Дробний аналіз* – аналіз виявлення йонів за допомогою специфічних реакцій в окремих порціях досліджуваного розчину в будь-якій послідовності.

*Систематичний аналіз* – аналіз виявлення йона після того, як будуть послідовно виявлені та видалені інші йони, що заважають його виявленню (табл. 5, 6).

## Найпоширеніші реакції виявлення катіонів

Катіони	Реагенти
<i>I аналітична група</i>	
K <sup>+</sup>	Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]; NaHC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ; (H <sub>2</sub> C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> ); полум'я (фіолетове, а крізь синє скло – пурпурово-червоне)); Na <sub>2</sub> Pb[Cu(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ] (мікрокристалоскопія)
Na <sup>+</sup>	K[Sb(OH) <sub>6</sub> ]; Zn(UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> COO) <sub>8</sub> (мікрокристалоскопія); полум'я (жовте)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NaOH (KOH); реактив Несслера (K <sub>2</sub> [HgJ <sub>4</sub> ] + KOH; Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]; Na <sub>2</sub> Pb[Cu(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]
<i>II аналітична група</i>	
Ag <sup>+</sup>	HCl, потім розчиняють AgCl в NH <sub>3</sub> (водний розчин)
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	HCl, потім додають NH <sub>3</sub> (водний розчин)
Pb <sup>2+</sup>	KJ; H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>
<i>III аналітична група</i>	
Ba <sup>2+</sup>	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ; CaSO <sub>4</sub> ; полум'я (жовто-зелене)
Sr <sup>2+</sup>	CaSO <sub>4</sub> (нас.); (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.); полум'я (червоне)
Ca <sup>2+</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ; K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]; надлишок SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ; полум'я (червоне)
<i>IV аналітична група</i>	
Al <sup>3+</sup>	NaOH; алізарин S; Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> – сухий спосіб
Cr <sup>3+</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в лужному середовищі; (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> (у кислому середовищі, утворення надхромової кислоти)
Zn <sup>2+</sup>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]; дитизон; Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> – сухий спосіб
As(III), As(V)	Zn+HCl (реакція Марша, виділяється газ арсин AsH <sub>3</sub> ), з подальшим виявленням арсину AgNO <sub>3</sub> (на папірці, реакція Гутцайта) або HgCl <sub>2</sub> (на папірці, реакція Зангер–Блека); AgNO <sub>3</sub> ; J <sub>2</sub> ; J <sup>-</sup>
Sn(IV),	Fe+HCl
Sn(II)	HgCl <sub>2</sub>
<i>V аналітична група</i>	
Fe <sup>2+</sup>	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]
Fe <sup>3+</sup>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]; NH <sub>4</sub> SCN
Mn <sup>2+</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> в лужному середовищі; H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> в лужному середовищі; PbO <sub>2</sub> в кислому середовищі; (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> у кислому середовищі
Mg <sup>2+</sup>	Розчинення гідроксиду в солях амонію; Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> +NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; магnezон у лужному середовищі

Катіони	Реагенти
$\text{Bi}^{3+}$	$\text{Na}_2\text{SnO}_2$ ; гідроліз при розбавленні розчину водою
$\text{Sb(V)}$	$\text{Zn} + \text{HCl}$ ;
$\text{Sb(III)}$	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_3$ з подальшим додаванням $\text{Zn} + \text{HCl}$
<i>VI аналітична група</i>	
$\text{Co}^{2+}$	$\text{NH}_4\text{SCN}$ (сух.) + ефір; нітрузо-R сіль
$\text{Ni}^{2+}$	Реактив Чугаєва (диметилглюксим)
$\text{Hg}^{2+}$	KJ, $\text{SnCl}_2$ , Cu металічний
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ; гліцерин + NaOH; KJ
$\text{Cd}^{2+}$	Гліцерин + NaOH; $\text{H}_2\text{S}$ ; $\text{K}[\text{Bi}(\text{J}_4)]$

Таблиця 4

### Найпоширеніші реакції виявлення аніонів

Аніони	Реагенти
<i>I аналітична група</i>	
$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$
$\text{SO}_3^{2-}$	$\text{H}^+$ ; $\text{I}_2$
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$\text{H}^+$ ; $\text{I}_2$ ; $\text{AgNO}_3$
$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{H}^+$ ; $\text{Mg}^{2+}$ ; фенолфталеїн
$\text{PO}_4^{3-}$	( $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ – магнезіальна суміш); $\text{AgNO}_3$
$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	$\text{Ca}^{2+}$ ; ( $\text{MnO}_4^- + \text{H}_2\text{SO}_4$ )
$\text{AsO}_4^{3-}$	$\text{I}^-$ ; ( $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ – магнезіальна суміш); $\text{AgNO}_3$
$\text{AsO}_3^{3-}$	$\text{S}^{2-}$ ; $\text{I}_2$ ; $\text{AgNO}_3$
$\text{CrO}_4^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$\text{I}^-$ в кислому середовищі
$\text{SiO}_3^{2-}$	$\text{Ba}^{2+}$ ; $\text{H}_2\text{SO}_4$
$\text{F}^-$	$\text{Ba}^{2+}$
<i>II аналітична група</i>	
$\text{Cl}^-$	$\text{AgNO}_3$
$\text{Br}^-$	$\text{AgNO}_3$ ; $\text{Cl}_2$
$\text{I}^-$	$\text{AgNO}_3$ ; $\text{Cl}_2$
$\text{S}^{2-}$	$\text{AgNO}_3$ ; $\text{H}^+$ ; $\text{Cd}^{2+}$

Аніони	Реагенти
<i>III аналітична група</i>	
$\text{NO}_3^-$	$\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ; дифеніламін
$\text{NO}_2^-$	$\text{H}^+$ ; $\text{MnO}_4^-$ в кислому середовищі; антипірин
$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{Fe}^{3+}$ ; $\text{H}^+$ ; ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ )

Таблиця 5

### Кислотно-основна класифікація катіонів

Група	Катіони	Груповий реагент	Групова характеристика
I	$\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$	Немає	Хлориди, сульфати та гідроксиди розчиняються у воді
II	$\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}_2^{2+}$	$\text{HCl}$	Хлориди не розчиняються у воді
III	$\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Сульфати не розчиняються у воді
IV	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Sn(II)}$ , $\text{Sn(IV)}$ , $\text{As(III)}$ , $\text{As(V)}$	Надлишок конц. $\text{NaOH} + 3\%$ $\text{H}_2\text{O}_2$	Гідроксиди не розчиняються у воді, але розчиняються в надлишку луку
V	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Sb(III)}$ , $\text{Sb(V)}$	Надлишок конц. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Гідроксиди не розчиняються у воді, надлишку луку та амоніаку
VI	$\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$	Надлишок конц. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Гідроксиди не розчиняються у воді, надлишку луку, але розчиняються в надлишку амоніаку

**Кількісний аналіз** ґрунтується на визначенні кількісного відношення складових частин суміші речовин або чистої речовини; розділяється на гравіметрію і титриметрію.

**Гравіметричний (ваговий, гравіметрія) метод** аналізу базується на виділенні досліджуваної речовини в чистому вигляді та її зважуванні. *За способом отримання продуктів реакції* розділяється так:

а) метод осадження – метод, за яким наважку аналізованої речовини розчиняють та додають 1,5-кратний надлишок реагенту-осаджувача, витримуючи необхідні умови осадження. Отриманий осад має назву осаджувана форма. Осад відокремлюють від розчину (частіше фільтруванням), промивають, потім просушують або прожарюють, отримуючи гравіметричну (вагову) форму. Гравіметричний фактор (або фактор перерахунку) визначають за відношенням молярної маси досліджуваного компонента до молярної маси гравіметричної форми з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів;



б) метод виділення – ґрунтується на виділенні досліджуваного компонента з аналізованої речовини й точному її зважуванні;

в) метод відгонки – базується на виділенні досліджуваного компонента у вигляді леткої сполуки (газ, пара) при дії кислоти, лугу або високої температури. Методи відгонки класифікують на прямі – безпосереднє вимірювання маси продукту, який відігнали, і непрямі (посередні) – визначення маси відігнаної речовини за різницею маси проб до та після відгонки (при визначенні вологи матеріалів, кристалізаційної води в кристалогідратах, втрат при прожарюванні).

**Титриметричний (об'ємний) метод** ґрунтується на вимірюванні об'єму рідкого реагенту, що витрачається на взаємодію з досліджуваною речовиною.

*За типом хімічної реакції* титриметрія класифікується таким чином:

а) кислотно-основна (протолітометрія) – методи, що ґрунтуються на реакціях нейтралізації (табл. 9);

б) редоксіметрія – методи, що ґрунтуються на окисно-відновних реакціях (табл. 10–16);

в) комплексіметрія – методи, що ґрунтуються на реакціях комплексоутворення (табл. 8);

г) осадження – методи, що ґрунтуються на реакціях осадження (табл. 7).

*За способом титрування* виділяють:

а) пряме титрування – до розчину досліджуваної речовини ( $X$ ) безпосередньо додають титрант ( $T$ ) за схемою:  $X+T\leftrightarrow P$ ;

б) замісникове титрування – до розчину досліджуваної речовини ( $X$ ) додають допоміжну речовину ( $A$ ), з якою визначувана речовина утворює еквівалентну кількість нової речовини – замісника ( $B$ ), що визначається прямим титруванням за схемою:  $X+A\rightarrow B, B+T\rightarrow P$ ;

в) зворотнє титрування – до розчину досліджуваної речовини ( $X$ ) додають точно виміряний надлишок титранту  $T_1$  і залишок його відтитровують іншим титрантом  $T_2$  за схемою:  $X+T_1(\text{надлишок})\rightarrow A, T_1(\text{залишок})+T_2\rightarrow P$ .

За фіксацією точки еквівалентності розрізняють *індикаторні* та *безіндикаторні* методи.

## Кислотно-основна класифікація аніонів

Група	Аніони	Груповий реактив	Групова характеристика	Аналітичний ефект
1	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), $\text{SiO}_3^{2-}$ , $\text{BO}_2^-$ ( $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ), $\text{F}^-$ ,	$\text{BaCl}_2$ в нейтральному або слабо лужному середовищі	Солі барію малорозчинні у воді, розчинні в розведених кислотах (крім барій сульфату)	$\text{BaSO}_4\downarrow$ , $\text{BaSO}_3\downarrow$ , $\text{BaS}_2\text{O}_3\downarrow$ , $\text{BaCO}_3\downarrow$ , $\text{BaSiO}_3\downarrow$ , $\text{BaNO}_4\downarrow$ , білі осадки
2	$\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ , $\text{S}^{2-}$	$\text{AgNO}_3$ (0,1% розчин у $\text{HNO}_3$ )	Солі аргентуму не розчинні у воді та у розведеній нітратній кислоті	$\text{AgCl}\downarrow$ – білий, $\text{AgI}\downarrow$ – біло- жовтий, $\text{AgBr}\downarrow$ – жовтий
3	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$	Немає	Солі добре розчинні у воді	–

## Осаджувальне титрування

Назва методу	Титранти	Стандартні речовини та розчини	Індикатори	Умови титрування	Рівняння реакцій
Аргентометрія: метод Мора	Розчин $\text{AgNO}_3$ , пряме титрування	$\text{KCl}$ , $\text{NaCl}$	$\text{K}_2\text{CrO}_4$	1. Середовище: рН 6,3-10,5. 2. Заважають: $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ (утворюють осад з титрантом або HInd)	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ , $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$
Аргентометрія: метод Фольгарда (тіоціанометрія)	Розчини $\text{AgNO}_3$ , $\text{KSCN}$ , зворотне титрування	$\text{KCl}$ , $\text{NaCl}$	Насичений розчин залізоамонійних галунів	1. Кисле середовище. 2. Заважають $\text{Hg(I)}$ (утворюють осад з $\text{SCN}^-$ ) та $\text{F}^-$ (утворюють комплекс із $\text{Fe}^{3+}$ : $\text{Fe}^{3+} + 6\text{F}^- \rightarrow [\text{FeF}_6]^{3-}$ ). 3. При визначенні $\Gamma^-$ індикатор додають у кінці титрування, $\text{Fe}^{3+} + 2\Gamma^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ , $\text{Ag}^+ + \text{SCN}^- \rightarrow \text{AgSCN} \downarrow$ , $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN}_3)]$
Аргентометрія: метод Фаянса–Ходакова	Розчин $\text{AgNO}_3$	$\text{KCl}$ , $\text{NaCl}$	Адсорбційні індикатори: еозин (рН=2), флуоресцеїн (рН=7-10)	За певних рН	$\text{Ag}^+ + \Gamma^- \rightarrow \text{Ag}\Gamma \downarrow$
Меркурометрія	Розчин $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$	$\text{KCl}$ , $\text{NaCl}$	Дифенілкарбазон, $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$	У кислому середовищі	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \downarrow$

## Комплексіметрія

Назва методу, титрант	Стандартні речовини та розчини	Індикатори	Умови титрування	Рівняння
Трилонометрія (комплексометрія), розчин титранту Б ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T}$ ), пряме титрування	Речовини: $\text{Zn}$ , $\text{ZnO}$ , $\text{CaCO}_3$ . Стандартні розчини: $\text{MgSO}_4$ , $\text{ZnSO}_4$	Металохромні індикатори: еріохром чорний Т, мурексид	Визначення проводять за певних рН, частіше при рН=9 (додають амоніачний буфер)	$\text{H}_2\text{T}^{2-} + \text{Me}^{2+} \rightarrow [\text{MeT}]^{2-} + 2\text{H}^+$
Меркуриметрія, розчин $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$	$\text{KCl}$ , $\text{NaCl}$ , $(\text{NH}_4)\text{SCN}^-$	Дифенілкарбазид $\text{O}=\text{C}(\text{NH}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5)_2$ , дифенілкарбазон (утворюють синій колір сполук); нітропрурид $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$	У середовищі $\text{HNO}_3$	$\text{Hg}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{HgCl}_2 \downarrow$ , $\text{Hg}^{2+} + 2\text{SCN}^- \rightarrow \text{Hg}(\text{SCN})_2 \downarrow$ , $\text{Hg}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-} \rightarrow \text{Hg}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \downarrow$ (білий)

## Кислотно-основне титрування

Назва методу	Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
Ацидиметрія	Розчини кислот $\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$	Метилловий оранжевий У	Речовини: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Розчини: $\text{NaOH}$ , $\text{KOH}$ , $\text{Ba}(\text{OH})_2$	1. Вибір індикатора за продуктами реакції або за кривою титрування. 2. Повільне титрування біля т.еквівалентності. 3. $t = 20-25^\circ\text{C}$	$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{HOH}$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{NaCl}$
Алкаліметрія	Розчини лугів $\text{NaOH}$ , $\text{KOH}$	Фенолфталеїн	Речовини: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_6$ . Розчини: $\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$		$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

## Перманганометрія

Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
$\text{KMnO}_4$	1. Безіндикаторний – за появою рожевого кольору при додаванні надлишку краплі титранту. 2. Індикаторний – за редоксіндикаторами (фероїн)	Речовини: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , $\text{As}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}$ (мет.) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Розчини: $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , $\text{NaAsO}_2$	1. Середовище $\text{H}_2\text{SO}_4$ (1:4). 2. $t = 60-70$ °C (або кімнатна). 3. Повільне титрування	1. Пряме титрування: $\varphi^\circ(\text{MnO}_4, \text{Mn}^{2+}) = 1,51(\text{В})$ , $\text{MnO}_4 + 5\text{e} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ . 2. Зворотне титрування (визначають $\text{Ca}^{2+}$ ): $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (надл.) $\rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_4$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} - 2\text{e} \rightarrow 2\text{CO}_2$ , $\text{MnO}_4 + 5\text{e} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ , $2\text{MnO}_4 + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (надл.) + $+ 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ . 3. Замісникове титрування

## Йодхлориметрія

Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
$\text{ICl}$	1. Розчин крохмалю. 2. Безіндикаторний: утворений розчин йоду забарвлює розчин у світло-жовтий колір або у червоно-фіолетовий у шарі хлороформу	Речовини: $\text{As}_2\text{O}_3$ , $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Розчин $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	У кислому середовищі $\text{HCl}$	$\varphi^\circ(\text{I}_2, 2\text{I}^-) = 0,545(\text{В})$ ; $\varphi^\circ(\text{ICl}, \text{I}^-) = 0,795(\text{В})$ ; $\varphi^\circ(2\text{ICl}, \text{I}_2) = 1,19(\text{В})$ ; $\varphi^\circ(\text{SO}_4^{2-}, \text{SO}_3^{2-}) = 0,938(\text{В})$ . Приготування титранту: $\text{IO}_3^- + 4\text{e} + 6\text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{ICl} + 3\text{H}_2\text{O}$ , $\text{I}^- + 2\text{e} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{ICl}$ . $\text{IO}_3^- + 2\text{I}^- + 6\text{H}^+ + 3\text{Cl}^- \rightarrow 3\text{ICl} + 3\text{H}_2\text{O}$ , 2. $2\text{SO}_3^{2-} - 2\text{e} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ , $\text{ICl} + 2\text{e} \rightarrow \text{I}^- + \text{Cl}^-$ . $\text{ICl} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^-$

## Йодометрія

Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
1. Розчин I <sub>2</sub> в КІ	Безіндикаторний – за появою світло-жовтого кольору при додаванні надлишкової кількості I <sub>2</sub> (або червоно-фіолетовий колір у шарі хлороформу)	Речовини: As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , BaS <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Розчин: Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> для стандартизації розчину I <sub>2</sub> в КІ	У нейтральному, слабкокислому, слабколужному середовищі (тому що відбуваються побічні реакції) $4\text{I}^- + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{I}^- + \text{IO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	1. $\varphi^\circ(\text{I}_2, 2\text{I}^-) = 0,545(\text{В})$ , $\varphi^\circ(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}, 2/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,09(\text{В})$ , $[\text{I}_3]^- + 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{I}^-$ , $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ , $[\text{I}_3]^- + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 3\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ . 2. $\text{AsO}_3^{3-} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{AsO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O}$ , $[\text{I}_3]^- + 2\text{e}^- \rightarrow 3\text{I}^-$ , $\text{AsO}_3^{3-} + [\text{I}_3]^- + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{AsO}_4^{3-} + 3\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}$ . 3. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{e}^- + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ , $3\text{I}^- - 2\text{e}^- \rightarrow [\text{I}_3]^-$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 9\text{I}^- + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O} + 3[\text{I}_3]^-$
2. Розчин Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Індикаторний – використання розчину крохмалю ( $w = 0,5\%$ )	Речовини: K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , KBrO <sub>3</sub> , KIO <sub>3</sub> , K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]. Розчини: розчин I <sub>2</sub> в КІ; KMnO	1. На холоді, тому що йод легкий, при нагріванні також зжується чутливість індикатора – крохмалю 2. При визначенні сильних окисників необхідно додавати надлишок КІ	$2\text{IO}_3^- + 10\text{e}^- + 12\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ , $3\text{I}^- - 2\text{e}^- \rightarrow [\text{I}_3]^-$ або $3\text{I}^- - 2\text{e}^- \rightarrow [\text{I}_3]^-$ , $\text{IO}_3^- + 8\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 3[\text{I}_3]^-$ . Йод, що виділяється, відтитрують Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

## Броматометрія

Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
Розчин $KBrO_3$	Кислотно-основні (метилоранж, метиловий червоний), які необоротно окиснюються надлишковою краплею титранту	Речовина: $As_2O_3$ Розчин: $Na_2S_2O_3$ (стандартизують титрант йодометричним методом заміщення)	Кисле середовище	$\varphi^\circ(BrO_3^-, Br^-) = 1,45(V)$ $\varphi^\circ(2BrO_3^-, Br_2) = 1,52(V)$ $\varphi^\circ(Br_2, 2Br^-) = 1,087(V)$ $BrO_3^- + 6e + 6H^+ \rightarrow Br^- + 3H_2O$ $AsO_3^{3-} - 2e + H_2O \rightarrow AsO_4^{3-} + 2H^+$ $BrO_3^- + 3AsO_3^{3-} \rightarrow 3AsO_4^{3-} + Br^-$ $2Br^- + 2e \rightarrow Br_2$ $2BrO_3^- + 10e + 12H^+ \rightarrow Br_2 + 6H_2O$ $BrO_3^- + 5Br^- + 6H^+ \rightarrow 3Br_2 + 3H_2O$ $C_6H_5R + 3Br_2 \rightarrow C_6H_2Br_3R + 3HBr$ де R $\rightarrow$ -OH; -NH <sub>2</sub>

## Хромометрія

Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
Розчин $K_2Cr_2O_7$	1. Безіндикаторний (розчин $Cr^{3+}$ зеленого кольору, $Cr_2O_7^{2-}$ жовтого кольору). 2. Внутрішні індикатори – ре-доксіндикатори (дифеніламін, дифеніламіносульфокислота, дифенілантранілова кислота). 3. Зовнішній індикатор – йодкрохмальний папірець	Речовини: $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ Розчин: $Na_2S_2O_3$ (стандартизують титрант йодометричним методом заміщення)	Середовище $H_2SO_4$ або HCl, $H_3PO_4$	$\varphi^\circ(Cr_2O_7^{2-}, 2Cr^{3+}) = 1,33(V)$ $Cr_2O_7^{2-} + 6e + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ $Fe^{2+} - e \rightarrow Fe^{3+}$ $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$ $Ba^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow BaCrO_4$ $2BaCrO_4 + 4H^+ \rightarrow 2Ba^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 2H_2O$ $Cr_2O_7^{2-} \text{ відтитровують } Fe^{2+}$ $3Fe^{2+} + NO_3^- + 4H^+ \rightarrow 3Fe^{3+} + NO + 2H_2O$ $6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

## Цериметрія

Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
Розчини $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1. Безіндикаторний – за появою жовтого кольору $\text{Ce}(\text{IV})$ . 2. Редокс-індикаторний – (фероїн, о-фенантролін, дифеніламін). 3. рН-індикатори (метиловий оранжевий, метиловий червоний) – необоротне окиснення	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ , Стандартизацію титранту виконують йодометрично (замісниковим титруванням)	Кисле середовище ( $\text{HClO}_4$ )	$\varphi^\circ(\text{Ce}(\text{SO}_4)_2, \text{Ce}^{3+}) = 1,44(\text{В})$ , $\varphi^\circ(\text{CeCl}_6)_2, \text{Ce}^{3+}) = 1,28(\text{В})$ , $\varphi^\circ([\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]^{2-}, \text{Ce}^{3+}) = 1,61(\text{В})$ , $\varphi^\circ([\text{Ce}^{4+}, \text{Ce}^{3+}] = 1,70(\text{В})$ (в $\text{HClO}_4$ ), $\text{Ce}^{4+} + e \rightarrow \text{Ce}^{3+}$ , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 - 2e \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+$ , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{Ce}^{4+} \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{Ce}^{3+} + 2\text{H}^+$

## Нітримометрія

Титрант	Індикатори	Стандартні речовини та розчини	Умови титрування	Рівняння реакцій
Розчин $\text{NaNO}_2$	1. Внутрішні (діфеніламін, тропеолін-00, нейтральний червоний та їх суміші з метиленовим синім як фоном). 2. Зовнішні (йод-крохмальний папірець)	Речовини: п-амінобензойна кислота, сульфанілова кислота, гідразин сульфат. Розчин: $\text{KMnO}_4$ (оборотне титрування)	1. У середовищі (2,5-3-кратний надлишок $\text{HCl}$ ). 2. На «холоді» або при $t = 20-25^\circ\text{C}$ . 3. Титрують повільно, особливо в кінці титрування. 4. Додають $\text{KBr}$ як катализатор у реакціях азотування	$\varphi^\circ(\text{HNO}_2, \text{NO}) = 0,996(\text{В})$ , $\varphi^\circ(\text{NO}_3^-, \text{HNO}_2) = 0,940(\text{В})$ , $\varphi^\circ(\text{HNO}_2, \text{N}_2) = 1,440(\text{В})$ . Окиснення: $\text{HNO}_2 - 2e + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + 3\text{H}^+$ . Відновлення: $2\text{HNO}_2 + 6e + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ . Діазотування: $\text{NaNO}_2 + \text{RNH}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow$ $[\text{R}-\text{N}^+ \equiv \text{N}]\text{Cl}^- + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ . Нітרוзування: $\text{NaNO}_2 + \text{RNHR}'_1 + \text{HCl} \rightarrow$ $\text{RN}(\text{NO})\text{R}'_1 + \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$



## 2.1.2. Тестові завдання

### 2.1.2.1. Якісний аналіз

1. Вкажіть фармакопейний реагент, за допомогою якого можна виявити цинк та алюміній сухим способом:

А. Калій гексанітрокобальтат (+2). Б. Кобальт (+2) нітрат. В. Калій гідроксид. Г. Калій гексанітрокобальтат (+2.). Д. Натрій карбонат.

2. Вкажіть послідовний ряд реагентів визначення катіонів цинку та нітрит-аніонів у розчині при фармацевтичному аналізі:

А. Дитизон, ферум (II) сульфат. Б. Натрій хлорид, йод. В. Натрій сульфат, натрій йодид. Г. Натрій сульфід, калій перманганат. Д. Калій гексаціаноферат (II), сульфатна кислота.

3. Вкажіть причину переосадження сульфатів катіонів III аналітичної групи до карбонатів за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

А. Нерозчинність сульфатів у воді, кислотах, лугах. Б. Нерозчинність сульфатів у воді. В. Розчинність сульфатів у воді. Г. Розчинність сульфатів у кислотах. Д. Розчинність сульфатів у лугах.

4. Вкажіть властивість плюмбум (II) хлориду, що використовують для відокремлення катіонів плюмбуму (II) за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

А. Розчиняється в гарячій воді. Б. Утворює осад хромату. В. Утворює аміакати. Г. Утворює осад сульфиду. Д. Утворює осад сульфату.

5. Вкажіть реагент для виявлення в розчині катіонів амонію при фармацевтичному аналізі:

А. Калій гексагідроксостибат (V). Б. Калій тетраїодомеркурат (II). В. Натрійплюмбум (II) гексанітрокупрат (II). Г. Натрій гідрогентартрат. Д. Калій гексагідроксокобальтат (III).

6. Запропонуйте послідовний ряд реагентів для визначення калій- та ацетат-йонів у фармпрепараті:

А. Натрій дигідрогентартрат, сульфатна кислота. Б. Натрій гексанітрокобальтат (III), амоній хлорид. В. Натрій фенолборат, натрій йодид. Г. Реактив Несслера, сульфатна кислота. Д. Натрій карбонат, хлоридна кислота.

7. Вкажіть ряд катіонів IV–V аналітичних груп, які утворюють білий осад при додаванні калій гексаціаноферату (II) при фармацевтичному аналізі:

А. Кадмій, алюміній. Б. Цинк, манган (+2). В. Ферум (+3), нікол (+3). Г. Кадмій, алюміній. Д. Цинк, манган (+4).

8. Вкажіть реагент, за допомогою якого можна провести переосадження сульфатів катіонів III аналітичної групи в карбонати за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

А. Гіпсова вода. Б. Вугільна кислота. В. Натрій гідроген карбонат. Г. Сода. Д. Хлор.

9. Вкажіть осад аргентуму, який першим буде випадати з розчину суміші аніонів II аналітичної групи при додаванні аргентум (I) нітрату при фармацевтичному аналізі:

А. Бромід. Б. Хлорид. В. Сульфат. Г. Йодид. Д. Хромат.

10. Вкажіть сполуки йонів металів, які утворюються при дії надлишку групового реагенту на катіони VI аналітичної групи за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

А. Амоніачні комплекси. Б. Аквакомплекси. В. Гідроксиди. Г. Гідросокомплекси. Д. Основні солі.

11. Вкажіть кислоту, при нагріванні якої з концентрованою  $H_2SO_4$  виділяється CO при фармацевтичному аналізі:

А.  $C_6H_5CH_2COOH$ . Б.  $HCOOH$ . В.  $C_6H_5COOH$ . Г.  $CH_3COOH$ . Д.  $CH_2=CH-COOH$ .

12. Вкажіть катіони в розчині, якщо при додаванні хлоридної кислоти з молярною концентрацією 2 моль/л утворився білий аморфний осад, який розчиняється в надлишку амоній гідроксиду при фармацевтичному аналізі:

А. Плюмбум(II). Б. Меркурій(II). В. Аргентум(I). Г. Магній. Д. Манган(II).

13. Вкажіть послідовний ряд реагентів для визначення катіонів у суміші солей аргентум нітрату та калій ацетату при фармацевтичному аналізі:

А. Хлорид-йон, натрій дигідрогентартрат. Б. Натрій сульфід, амоній тиоціанат. В. Дитизон, калій гексагідроксостибат (V). Г. Натрій дигідрогентартрат, диметилгліоксим. Д. Натрій сульфат, червона кров'яна сіль.

14. Вкажіть послідовний ряд реагентів для визначення катіонів у суміші солей бісмут (III) хлориду та ферум (II) сульфату при фармацевтичному аналізі:

А. Хлорид-йон, натрій дигідрогентартрат. Б. Натрій сульфід, червона кров'яна сіль. В. Дитизон, калій гексагідроксостибат. Г. Натрій дигідрогентартрат, диметилгліоксим. Д. Натрій нітрат, червона кров'яна сіль.

15. Вкажіть ряд реактивів, необхідних для проведення реакції бурого кільця на один з аніонів III аналітичної групи при фармацевтичному аналізі:

А. Ферум (II) сульфат (розвед.) та сульфатна кислота (конц.).

Б. Ферум (II) сульфат (насич.) та сульфатна кислота (конц.).

В. Ферум (II) сульфат (насич.) та сульфатна кислота (розвед.).

Г. Ферум (III) сульфат (насич.) та сульфатна кислота (конц.).

Д. Ферум (III) сульфат (розвед.) та сульфатна кислота (конц.).

16. Запропонуйте ряд реагентів для виявлення нітрит-йонів у присутності нітрат-йонів, що містяться в досліджуваному фармпрепараті:

А. Ферум (II) сульфат (розвед.) та калій йодид. Б. Ферум (III) сульфат (розвед.) та калій йодид. В. Антипірин та хлоридна кислота (розвед.). Г. Ферум (III) сульфат (насич.) та калій йодид. Д. Ферум (II) хлорид та йод.

17. Вкажіть катіони в досліджуваному розчині за дробним методом фармацевтичного аналізу, якщо при додаванні гіпсової води та після нагрівання спостерігалось помутніння розчину:

А.  $\text{Sr}^{2+}$ . Б.  $\text{Mg}^{2+}$ . В.  $\text{Fe}^{3+}$ . Г.  $\text{Ca}^{2+}$ . Д.  $\text{Fe}^{2+}$ .

18. Вкажіть розчин групового реагенту на II аналітичну групу катіонів за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

А.  $\text{NH}_3$ . Б.  $\text{HNO}_3$ . В.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Г.  $\text{NaOH}$ . Д.  $\text{HCl}$ .

19. Вкажіть катіони в розчині при фармацевтичному аналізі, якщо при додаванні дитизону в присутності луку спостерігається рожеве забарвлення водного та хлороформного шарів:

А.  $\text{Sn}^{2+}$ . Б.  $\text{Cd}^{2+}$ . В.  $\text{Pb}^{2+}$ . Г.  $\text{Cu}^{2+}$ . Д.  $\text{Zn}^{2+}$ .

20. Вкажіть формулу сполуки меркурію (+2), яка використовується для реакцій відкриття деяких катіонів за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

А.  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$ . Б.  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ . В.  $\text{Hg}_2\text{O}$ . Г.  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Д.  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ .

21. Вкажіть реагент, за допомогою якого можна виявити алюміній у розчині при фармацевтичному аналізі:

А. Калій гексанітрокобальтат (+2). Б. Кобальт (+2) нітрат. В. Алізарин. Г. Калій гексанітрокобальтат (+3). Д. Натрій карбонат.

22. Вкажіть реагент для визначення нітрат-аніонів у розчині при фармацевтичному аналізі:

А. Ферум (II) сульфат. Б. Натрій хлорид. В. Калій сульфат. Г. Натрій сульфід. Д. Калій гексаціаноферат (II).

23. Вкажіть умови переосадження сульфатів катіонів III аналітичної групи до карбонатів за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

А. Дія на сульфати розчину соди. Б. Дія сульфатної кислоти з  $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1$  моль/л у присутності етанолу. В. Дія насиченого розчину соди при тривалому кип'ятінні. Г. Дія натрій гідроген карбонату. Д. Дія питної соди.

24. Вкажіть ряд реагентів, які застосовуються для виявлення плюмбуму (II) у розчині при фармацевтичному аналізі:

А. Хлоридна кислота, натрій сульфід. Б. Калій хромат, калій йодид. В. Натрій карбонат, натрій сульфат. Г. Сульфатна кислота, хлоридна кислота. Д. Натрій нітрат, нітратна кислота.

25. Вкажіть реагент, за допомогою якого можна відокремити кобальт (+2) від ферум (+3), який заважає під час визначення солей кобальту при фармацевтичному аналізі:

А. Натрій гідроксид. Б. Натрій тіосульфат. В. Натрій карбонат. Г. Натрій нітрат. Д. Натрій хлорид.

26. Вкажіть ряд катіонів у розчині при проведенні фармацевтичного аналізу, якщо після випаровування розчину отримали сухий залишок,

який забарвлює безбарвне полум'я пальника у жовтий колір, а при розгляданні залишку крізь синє скло спостерігається фіолетове забарвлення:

**А.**  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . **Б.**  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ . **В.**  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ . **Г.**  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ . **Д.**  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

**27.** Вкажіть катіони в розчині при проведенні фармацевтичного аналізу, якщо при додаванні хлоридної кислоти з молярною концентрацією 2 моль/л випав білий осад, під час обробки якого концентрованим розчином амоніаку спостерігалось почорніння:

**А.** Меркурій (I). **Б.** Аргентум (I). **В.** Меркурій (II). **Г.** Плюмбум (II).

**28.** Вкажіть йони в розчині при проведенні фармацевтичного аналізу, якщо внаслідок нагрівання розчину з  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  в присутності  $\text{AgNO}_3$  спостерігалось забарвлення малинового кольору:

**А.**  $\text{Fe}^{2+}$ . **Б.**  $\text{Cu}^{2+}$ . **В.**  $\text{Fe}^{3+}$ . **Г.**  $\text{Co}^{2+}$ . **Д.**  $\text{Mn}^{2+}$ .

**29.** Вкажіть характеристики речовин, які утворюються при дії надлишку групового реагенту на катіони VI аналітичної групи за кислотно-основною класифікацією за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

**А.** Забарвлені, нерозчинні у воді. **Б.** Гідроксиди катіонів, розчинні у лугах. **В.** Розчинні у воді, амоніачні комплексні сполуки. **Г.** Гідроксиди катіонів, розчинні у кислотах. **Д.** Гідроксиди катіонів, нерозчинні в надлишку амоній гідроксиду.

**30.** Вкажіть ряд реагентів для визначення  $\text{Cu}^{2+}$  при фармацевтичному аналізі:

**А.** Калій йодид, натрій гідроксид. **Б.**  $\text{ZnO}$ ,  $\text{HCl}$ . **В.**  $\text{Zn}$ ,  $\text{HCl}$ . **Г.** Жовта кров'яна сіль, суміш гліцерину з натрій гідроксидом. **Д.** Натрій тіосільфат, натрій гідроксид.

**31.** Вкажіть реагент, за допомогою якого можна виявити солі цинку сухим способом при фармацевтичному аналізі:

**А.** Калій гексанітрокобальтат (+2). **Б.** Кобальт (+2) нітрат. **В.** Калій гідроксид. **Г.** Калій гексанітрокобальтат (+3). **Д.** Натрій карбонат.

**32.** Вкажіть розчин реагенту для розділення суміші хлоридів катіонів II аналітичної групи  $\text{Ag}^{1+}$  та  $\text{Hg}_2^{2+}$  за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

**А.**  $\text{HCl}$ . **Б.**  $\text{KOH}$ . **В.**  $\text{NH}_3$ . **Г.**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . **Д.**  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

**33.** Вкажіть розчин реагенту, за допомогою якого можна відокремити катіони III аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) від катіонів інших аналітичних груп за систематичного ходу фармацевтичного аналізу:

**А.**  $\text{NH}_4\text{OH}$ . **Б.**  $\text{HCl}$ . **В.**  $\text{NH}_3$  (конц.). **Г.**  $\text{NaOH}$ . **Д.**  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**34.** Вкажіть катіони в розчині при фармацевтичному аналізі, якщо при додаванні сульфатної кислоти з молярною концентрацією 1 моль/л випав білий осад, розчинний у лугах:

**А.** Меркурій (I). **Б.** Аргентум (I). **В.** Барій. **Г.** Плюмбум (II). **Д.** Усе перелічене.

35. Вкажіть ступінь окиснення арсену в гідрогенвмісній сполуці, що утворюється за фармакопейною реакцією Марша при визначенні миш'яку в об'єктах:

А.+5. Б.-3. В.+3. Г.+1. Д. -5.

36. Вкажіть катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), які при дії фармакопейного реагенту диметилгліоксиму забарвлюють розчин у рожевий колір:

А. Hg (II). Б. Ni (II). В. Cu (II). Г. Co (II). Д. Zn (II).

37. Вкажіть продукт відновлення калій дихромату ( $K_2Cr_2O_7$ ) у кислому середовищі, який використовується як окисник у фармацевтичній практиці:

А.  $[Cr(OH)_6]^{3-}$ . Б.  $Cr^{3+}$ . В.  $Cr(OH)_2$ . Г.  $Cr(OH)_3$ . Д.  $Cr_2O_3$ .

38. Вкажіть катіони в розчині при проведенні фармацевтичного аналізу, якщо при додаванні концентрованої нітратної кислоти та кристалічного  $PbO_2$  спостерігається малинове забарвлення:

А. Mn(II). Б. Bi(III). В. Fe (III). Г. Cr (III). Д. Fe (II).

39. Вкажіть реагент для виявлення натрій-йонів мікрокристалоскопічною реакцією при проведенні фармацевтичного аналізу:

А. Цинкуранілацетат. Б. Реактив Несслера. В. Натрій гідрогентартрат. Г. Калій гексагідроксокобальтат (III). Д. Калій гексагідроксостибат (V).

40. Вкажіть катіони металу в розчині при проведенні фармацевтичного аналізу, якщо при додаванні калій хромату випав жовтий осад, не розчинний в оцтовій кислоті:

А. Стронцій. Б. Барій. В. Кальцій. Г. Магній. Д. Натрій.

41. Вкажіть катіони в розчині при проведенні фармацевтичного аналізу, якщо при додаванні калій йодиду випав золотисто-жовтий осад, який розчиняється в гарячій воді, надлишку калій йодиду та оцтовій кислоті:

А. Бісмут (III). Б. Аргентум (I). В. Меркурій (I). Г. Плюмбум (II). Д. Ферум (II).

42. Вкажіть катіони в розчині при проведенні фармацевтичного аналізу, якщо при додаванні надлишку натрій гідроксиду (молярна концентрація 6 моль/л) та 3 %-го розчину гідрогенпероксиду під час нагрівання спостерігалось жовте забарвлення:

А. Станум (II). Б. Плюмбум (II). В. Алюміній (III). Г. Хром (III). Д. Ферум (II).

43. Вкажіть колір осаду, що утворився при додаванні до 20  $dm^3$  розчину натрій хлориду з молярною концентрацією 0,1000 моль/ $dm^3$  розчину аргентум (I) нітрату об'ємом 20  $dm^3$  з молярною концентрацією 0,1 моль/ $dm^3$  у присутності калій хромату під час фармацевтичного аналізу:

А. Чорний. Б. Блідо-жовтий. В. Білий. Г. Червоно-цегляний. Д. Зелений.

44. Вкажіть ряд реагентів для виявлення йонів феруму (III) при дробному методі фармацевтичного аналізу:

**А.** Калій йодид, натрій гідроксид. **Б.** ZnO, HCl. **В.** Zn, HCl. **Г.** Жовта кров'яна сіль, амоній тіоціанід. **Д.** Червона кров'яна сіль, амоній хлорид.

**45.** Вкажіть реактив, за допомогою якого відокремлюють катіони IV аналітичної групи від катіонів V та VI груп при фармацевтичному аналізі їх суміші:

**А.** Амоніак. **Б.** Натрій сульфід. **В.** Сульфатна кислота. **Г.** Суміш пероксиду та луку. **Д.** Калій хромат.

**46.** Вкажіть послідовний ряд реагентів для визначення катіонів у суміші солей ферум (II) броміду та амоній йодиду при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.** Алізарин, амоній оксалат. **Б.** Калій гексаціаноферат(III), калій тетраїодомеркурат (II). **В.** Калій гексагідроксостибат (V), дитизон. **Г.** Калій тетраїодомеркурат (II), натрій дигідрогентартрат. **Д.** Жовта кров'яна сіль, дитизон.

**47.** Вкажіть катіони у фармпрепараті, які можна визначити реактивом Несслера при ідентифікації суміші катіонів першої аналітичної групи дробним методом:

**А.** Натрію. **Б.** Літію. **В.** Калію. **Г.** Амонію. **Д.** Барію.

**48.** Вкажіть послідовний ряд реагентів для виявлення калій- та ацетат-йонів у фармпрепараті:

**А.** Натрій дигідрогентартрат, сульфатна кислота. **Б.** Натрій гексанітрокобальтат (II), амоній хлорид. **В.** Натрій фенолборат, натрій йодид. **Г.** Реактив Несслера, сульфатна кислота. **Д.** Натрій карбонат, хлоридна кислота.

**49.** Вкажіть реагенти, за допомогою яких проводять пробу на аніони-відновники при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.** Кальцій хлорид. **Б.** Сульфатна кислота. **В.** Розчин калій йодиду. **Г.** Розчин йоду. **Д.** Розчин соди.

**50.** Вкажіть реагенти, за допомогою яких проводять пробу на аніони-окисники при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.** Кальцій хлорид. **Б.** Сульфатна кислота. **В.** Розчин калій йодиду. **Г.** Розчин йоду. **Д.** Розчин соди.

**51.** Вкажіть реагенти, за допомогою яких проводять пробу на аніони нестійких кислот при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.** Кальцій хлорид. **Б.** Сульфатна кислота. **В.** Розчин калій йодиду. **Г.** Розчин йоду. **Д.** Розчин соди.

**52.** Вкажіть реагенти, за допомогою яких проводять пробу на оксалат-йони при проведенні дробного фармацевтичного аналізу:

**А.** Кальцій хлорид. **Б.** Сульфатна кислота. **В.** Розчин калій йодиду. **Г.** Розчин йоду. **Д.** Розчин соди.

**53.** Вкажіть ряд аніонів, які визначають сухим способом при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.** Тетраборат, фторид. **Б.** Сульфат, хлорид. **В.** Нітрат, нітрит. **Г.** Метаборат, фторид. **Д.** Нітрат, сульфат.

54. Вкажіть ряд реагентів, рекомендованих Державною фармакопеею України (ДФУ), для ідентифікації арсеніт- та арсенат-аніонів I аналітичної групи:

А. Хлоридна кислота, калій йодид. Б. Натрій фторид, сульфатна кислота.  
В. Барій гідроксид, магній сульфат. Г. Магній сульфат, натрій сульфід.  
Д. Натрій хлорид, нітратна кислота.

55. Вкажіть ряд реагентів, рекомендованих Державною фармакопеею України (ДФУ), для ідентифікації карбонат-аніонів I аналітичної групи:

А. Хлоридна кислота, калій йодид. Б. Натрій фторид, сульфатна кислота.  
В. Барій гідроксид, магній сульфат. Г. Магній сульфат, барій гідроксид.  
Д. Натрій хлорид, нітратна кислота.

### 2.1.2.2. Кількісний аналіз

1. Вкажіть способи калібровки мірного посуду при поведенні фармацевтичного аналізу:

А. Прямий та замісниковий. Б. Об'ємний та гравіметричний. В. На виливання та вливання. Г. Кількісний та якісний. Д. Сухий та мокрий.

2. Вкажіть мірний посуд для точного вимірювання об'ємів при фармацевтичному аналізі:

А. Циліндри, мензурки. Б. Бюретки, піпетки. В. Циліндри, мірні колби. Г. Мензурки, бюретки. Д. Циліндри, піпетки.

3. Вкажіть формулу розрахунку титру лікарської речовини в розчині за молярною концентрацією еквівалента цієї речовини:

$$\text{А. } T(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000} \quad \text{Б. } T\left(\frac{A}{X}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z}A\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}$$

$$\text{В. } T(X) = \frac{m(X)}{V} \quad \text{Г. } v\left(\frac{1}{X}\right) = \frac{T\left(\frac{A}{X}\right)V \cdot 1000}{M\left(\frac{1}{z}X\right)} \quad \text{Д. } C_1\left(\frac{1}{z}X\right)V_1 = C_2\left(\frac{1}{z}A\right)V_2$$

4. Вкажіть молярну масу еквівалента щавлевої кислоти за фармакопейною реакцією повного обміну з кальцій-йонами:

А. 21,4. Б. 32,7. В. 45,0. Г. 44,5. Д. 55,5.

5. Вкажіть метод кількісного аналізу за кількістю досліджуваної лікарської речовини:

А. Елементний. Б. Ультрамикрометод. В. Сухий. Г. Дробний. Д. Мокрий.

6. Вкажіть формулу розрахунку відкриваного мінімуму (абсолютної чутливості) лікарської речовини:

$$\text{А. } \rho = \frac{1}{V}. \quad \text{Б. } m = \rho V 10^6. \quad \text{В. } \varpi = \frac{1}{\rho}. \quad \text{Г. } m(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z} X\right) VM\left(\frac{1}{z} X\right)}{1000}.$$

$$\text{Д. } T(X) = \frac{m(X)}{V}.$$

7. Вкажіть схему реакції визначення фармакопейного препарату лужного характеру методом ацидиметрії:

А. Щавлева кислота + натрій гідроксид. Б. Натрій тетраборат + хлоридна кислота. В. Оцтова кислота + натрій гідрогенкарбонат. Г. Вода + амоніак. Д. Оцтова кислота + натрій карбонат.

8. Вкажіть схему реакції взаємодії титранту для методу алкаліметрії з вихідною (стандартною) речовиною:

А. Щавлева кислота + натрій гідроксид. Б. Натрій оксалат + хлоридна кислота. В. Оцтова кислота + натрій гідрогенкарбонат. Г. Хлоридна кислота + амоніак. Д. Натрій гідроксид + хлоридна кислота.

9. Оберіть індикатор та метод алкаліметричного визначення щавлевої кислоти у зразку фармпрепарату:

А. Фенолфталеїн, метод окремих наважок. Б. Метилоранж, метод піпетування. В. Метилоранж, метод окремих наважок. Г. Метилоранж, пряме титрування. Д. Фенолфталеїн, сухий метод.

10. Вкажіть межу показника титрування кислотно-основного індикатора метиленового оранжевого при фармацевтичному аналізі:

А. 1-3. Б. 3-4. В. 7-9. Г. 9-11. Д. 11-12.

11. Вкажіть формулу розрахунку маси лікарської речовини (X) за способом окремих наважок при прямому титруванні:

$$\text{А. } m(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z} A\right) VM\left(\frac{1}{z} X\right) 100}{1000w(\text{наважки})}.$$

$$\text{Б. } m(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z} X\right) VM\left(\frac{1}{z} X\right) V(\text{колби}) 100}{1000w(\text{наважки}) V(\text{піпетки})}.$$

$$\text{В. } m(X) = C(A) VM(X). \quad \text{Г. } m(X) = v\left(\frac{1}{z} X\right) M\left(\frac{1}{z} X\right).$$

$$\text{Д. } m(X) = \frac{(C_1(A)V_1 - C_2(A)V_2) M(X) V(\text{колби}) 100}{1000w(\text{наважки}) V(\text{піпетки})}.$$

12. Вкажіть найменш розчинний фармпрепарат, виходячи з ДР:

А. ДР(CaCO<sub>3</sub>)=3,8·10<sup>-9</sup>. Б. ДР(CaSO<sub>3</sub>)=3,2·10<sup>-7</sup>. В. ДР(CaSO<sub>4</sub>)=2,5·10<sup>-5</sup>. Г. ДР(BaSO<sub>4</sub>)=1,1·10<sup>-10</sup>. Д. ДР(MnC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)=2,1·10<sup>-6</sup>.



13. Вкажіть формулу розрахунку маси  $\text{Cl}^-$  в лікарському препараті методом Фольгарда:

$$\text{А. } m(X) = \frac{C(\text{AgNO}_3)VM\left(\frac{1}{z}\text{Cl}^-\right)100}{1000w(\text{наважки})}$$

$$\text{Б. } m(X) = \frac{C(\text{AgNO}_3)VM\left(\frac{1}{z}\text{Cl}^-\right)V(\text{колби})}{1000w(\text{наважки})V(\text{піпетки})}$$

$$\text{В. } m(X) = \frac{(C_1(\text{AgNO}_3)V_1 - C_2(\text{AgNO}_3)V_2)M(\text{Cl}^-)V(\text{колби})}{1000w(\text{піпетки})}$$

$$\text{Г. } m(X) = C(\text{AgNO}_3)VM(\text{Cl}^-). \quad \text{Д. } m(X) = v(\text{AgNO}_3)M(\text{Cl}^-).$$

14. Виберіть титриметричний метод кількісного визначення лікарської речовини магній сульфату:

А. Хроматометрія. Б. Комплексонометрія. В. Ацидиметрія. Г. Йодометрія. Д. Аргентометрія.

15. Вкажіть стандартний розчин речовини для стандартизації трилону Б при проведенні фармацевтичного аналізу:

А. Цинк сульфат. Б. Натрій тетраборат. В. Натрій хлорид. Г. Калій хромат. Д. Калій біхромат.

16. Оберіть індикатор та метод титрування при визначенні твердості води комплексонометрично:

А. Фенолфталеїн, пряме титрування. Б. Метилоранж, зворотне титрування. В. Мурексид, зворотне титрування. Г. Еріохром темносиній, пряме титрування. Д. Мурексид, пряме титрування.

17. Вкажіть вираз добутку розчинності (ДР) магній амоній ортофосфату, що утворюється за фармакопейною реакцією:

$$\text{А. ДР}(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = [\text{Mg}^{2+}][\text{NH}_4^+][\text{PO}_4^{3-}].$$

$$\text{Б. ДР}(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = 2[\text{Mg}^{2+}] + 3[\text{PO}_4^{3-}] + [\text{NH}_4^+].$$

$$\text{В. ДР}(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = [\text{Mg}^{2+}]^2[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{NH}_4^+].$$

$$\text{Г. ДР}(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = 2[\text{Mg}^{2+}]^2 \cdot 3[\text{PO}_4^{3-}]^3[\text{NH}_4^+].$$

$$\text{Д. ДР}(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = 2[\text{Mg}^{2+}]^2 + 3[\text{PO}_4^{3-}]^3 + [\text{NH}_4^+].$$

18. Вкажіть умову перебігу фармакопейної окисно-відновної реакції в прямому напрямку:

А.  $\varphi^0(\text{ox}) > 0$ . Б.  $\varphi^0(\text{ox}) = \varphi^0(\text{red})$ . В.  $\varphi^0(\text{ox}) < 0$ . Г.  $\varphi^0(\text{ox}) > \varphi^0(\text{red})$ . Д.  $\varphi^0(\text{ox}) < \varphi^0(\text{red})$ .

19. Вкажіть формулу розрахунку маси відновника (X) за методом перманганатометрії, якщо відома молярна концентрація еквівалента титранту:

$$\text{А. } m(X) = \frac{C\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right)VM\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}.$$

$$\text{Б. } m(X) = \frac{C(\text{KMnO}_4)VM(X)}{1000}.$$

$$\text{В. } m(X) = v\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right).$$

$$\text{Г. } T\left(\frac{(\text{KMnO}_4)}{X}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}.$$

$$\text{Д. } C_1\left(\frac{1}{5}\text{KMnO}_4\right)V_1 = C_2\left(\frac{1}{z}X\right)V_2.$$

20. Вкажіть межу показника титрування індикатора фенолфталеїну при фармацевтичному аналізі:

А. 1-3. Б. 3-4. В. 7-9. Г. 9-10. Д. 11-12.

21. Вкажіть спосіб калібровки піпетки при фармацевтичному аналізі:

А. Замісниковий. Б. Об'ємний. В. На виливання. Г. На вливання. Д. Прямий.

22. Вкажіть мірний посуд, який застосовують для приблизного вимірювання об'ємів при фармацевтичному аналізі:

А. Циліндри, мензурки. Б. Бюретки, піпетки. В. Циліндри, мірні колби. Г. Мензурки, бюретки. Д. Усе перелічене.

23. Вкажіть ряд амфіпротонних розчинників (амфолітів), що використовують при титруванні лікарських речовин у неводних розчинниках:

А.  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ . Б.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ . В.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ . Г.  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ . Д.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$ .

24. Вкажіть ряд розчинників за збільшенням спорідненості до протону порівняно з водою, які використовуються при неводному титруванні лікарських речовин:

А.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ . Б.  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . В.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (безводна). Г.  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ . Д.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$ .

25. Вкажіть ряд вимог для титрування лікарських речовин зі слабкоосновними властивостями в неводних розчинниках:

А. Найменша константа автопротолізу, протопільний розчинник.

Б. Найменша константа автопротолізу, протогенний розчинник.

В. Найбільша константа автопротолізу, протопільний розчинник.

Г. Найменша константа автопротолізу, апротонний розчинник.

Д. Усе перелічене.

26. Вкажіть фізичну величину, від якої переважно залежить величина буферної ємності за лугом для фосфатного буфера:

А. Концентрація гідроксид-йонів. Б. Концентрація гідроген фосфату. В. Концентрація дигідрогенфосфату. Г. Концентрація гідроген-йонів. Д. Немає правильної відповіді.

27. Вкажіть зміну рН ацетатного буфера при зменшенні концентрації солі у 10 раз:

А. Збільшиться на 1. Б. Зменшиться на 1. В. Збільшиться на 2. Г. Зменшиться на 2. Д. Не змінюється.

28. Вкажіть формулу розрахунку титру за досліджуваною лікарською речовиною, якщо відома молярна концентрація еквівалента стандартного розчину:

$$\text{А. } T(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}. \quad \text{Б. } T\left(\frac{A}{X}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z}A\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}.$$

$$\text{В. } v\left(\frac{1}{X}\right) = \frac{T\left(\frac{A}{X}\right)V1000}{M\left(\frac{1}{z}X\right)}. \quad \text{Г. } C_1\left(\frac{1}{z}X\right)V_1 = C_2\left(\frac{1}{z}A\right)V_2.$$

$$\text{Д. } m(X) = v\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{z}X\right).$$

29. Вкажіть молярну масу еквівалента ортофосфатної кислоти за фармакопейною реакцією з магnezіальною сумішшю з утворенням білого кристалічного осаду:

А. 16. Б. 32,7. В. 49. Г. 98. Д. 45.

30. Вкажіть метод кількісного аналізу за об'єктом визначення або виявлення лікарської речовини:

А. Елементний. Б. Ультрамiкрометод. В. Сухий. Г. Дробний. Д. Мокрий.

31. Вкажіть формулу розрахунку граничного розведення при визначенні лікарської речовини:

$$\text{А. } \rho = \frac{1}{V}. \quad \text{Б. } m = \rho V 10^6. \quad \text{В. } \varpi = \frac{1}{\rho}. \quad \text{Г. } m(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z}X\right)VM\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}.$$

$$\text{Д. } m(X) = v\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{z}X\right).$$

32. Вкажіть формулу розрахунку йонного добутку води, що враховується при фармацевтичному аналізі:

$$\text{А. } K = \frac{[A][B]}{[C][D]}. \quad \text{Б. } K_w = [H^+][OH^-]. \quad \text{В. } \alpha = \frac{n}{N}.$$

$$\text{Г. ДР(KtAn)} = [Kt^{n+}][An^{m-}]. \quad \text{Д. ДР(KtAn)} = 2[Mg^{n+}] + [An^{m-}].$$

**33.** Вкажіть послідовність етапів проведення титриметрії при фармацевтичному аналізі:

**А.** Приготування титрованих розчинів, розрахунки, титрування, фіксація точки еквівалентності. **Б.** Розрахунки, приготування титрованих розчинів, титрування, фіксація точки еквівалентності. **В.** Приготування титрованих розчинів, титрування, фіксація точки еквівалентності, розрахунки. **Г.** Розрахунки, титрування, приготування титрованих розчинів, фіксація точки еквівалентності. **Д.** Приготування титрованих розчинів, фіксація точки еквівалентності, розрахунки, титрування.

**34.** Вкажіть титрант методу йодхлориметрії при аналізі лікарської речовини (X):

**А.** Розчин йоду. **Б.** Розчин йодмонохлориду. **В.** Калій йодид. **Г.** Калій хлорид. **Д.** Калій хромат.

**35.** Вкажіть формулу розрахунку маси лікарської речовини-відновника (X) за способом піпетування при прямій йодмонохлориметрії:

$$\text{А. } m(X) = \frac{C\left(\frac{1}{2}ICl\right)VM\left(\frac{1}{z}X\right)100}{1000w(\text{наважки})}.$$

$$\text{Б. } m(X) = \frac{C\left(\frac{1}{2}ICl\right)VM\left(\frac{1}{z}X\right)V(\text{колби})}{1000V(\text{піпетки})}. \quad \text{В. } m(X) = v(A)M(X).$$

$$\text{Г. } m(X) = \frac{(C_1(ICl)V_1 - C_2(ICl)V_2)M\left(\frac{1}{z}X\right)V(\text{колби})100}{1000w(\text{наважки})V(\text{піпетки})}.$$

$$\text{Д. } m(X) = T(X)V.$$

**36.** Виберіть титриметричний метод кількісного визначення фармпрепаратів кальцію:

**А.** Хроматометрія. **Б.** Комплексонометрія. **В.** Ацидиметрія. **Г.** Алкаліметрія. **Д.** Аргентометрія.

**37.** Вкажіть індикатор методу аргентометрії за Фольгардом при визначенні лікарської речовини:

**А.** Натрій еозинат. **Б.** Калій хромат. **В.** Залізоамоніачні галуни. **Г.** Крохмаль. **Д.** Калій біхромат.

**38.** Вкажіть ряд речовин, що належать до стандартних розчинів аргентометрії при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.** Залізоамоніачні галуни, калій хромат. **Б.** Аргентум нітрат, амоній роданід. **В.** Калій роданід, калій хромат. **Г.** Аргентум нітрат, аргентум хлорид. **Д.** Усе перелічене.

**39.** Вкажіть типи методу гравіметрії, що застосовуються при фармацевтичному аналізі:

**А.** Цериметрія, алкаліметрія, осадження. **Б.** Осадження, виділення, відгонка. **В.** Відгонка, комплексонометрія, нітритометрія. **Г.** Пряма відгонка, осадження, оксидиметрія. **Д.** Осадження, аргентометрія, меркуриметрія.

**40.** Вкажіть співвідношення трилону Б та йона металу в комплексонаті лікарської субстанції, незалежно від валентності металу:

**А.** 1:2. **Б.** 2:1. **В.** 1:1. **Г.** 1:3. **Д.** 2:4.

**41.** Вкажіть ряд стандартних речовин методу йодхлориметрії, що застосовуються у фармацевтичному аналізі:

**А.** KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. **Б.** As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. **В.** Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. **Г.** Натрій карбонат. **Д.** Питна сода.

**42.** Вкажіть правило вибору редокс-індикатора при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.**  $\varphi(\text{індикатора}) \sim \varphi(\text{точки еквівалентності})$ .

**Б.**  $\varphi(\text{індикатора}) \gg \varphi(\text{точки еквівалентності})$ .

**В.**  $\varphi(\text{індикатора}) \ll \varphi(\text{точки еквівалентності})$ .

**Г.**  $\varphi(\text{індикатора}) = \text{pH}$ . **Д.** Усе перелічене.

**43.** Вкажіть ряд стандартних речовин для методу цериметрії, що використовують у фармацевтичному аналізі:

**А.** KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. **Б.** As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. **В.** Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. **Г.** Сода. **Д.** Питна сода.

**44.** Оберіть індикатор та метод визначення фармакопейного препарату натрій гідрокарбонату за способом титрування:

**А.** Фенолфталеїн, пряме титрування. **Б.** Метилоранж, сухий метод.

**В.** Фенолфталеїн, зворотне титрування. **Г.** Метилоранж, пряме титрування. **Д.** Усе перелічене.

**45.** Вкажіть область pH, у якій фіксується точка еквівалентності при титруванні розчину слабкокислої лікарської речовини лугом:

**А.**  $\text{pH} \approx 7$ . **Б.**  $\text{pH} < 7$ . **В.**  $\text{pH} > 7$ . **Г.**  $\text{pH} < 3$ . **Д.**  $\text{pH} < 5$ .

**46.** Вкажіть спосіб калібровки бюретки при проведенні фармацевтичного аналізу:

**А.** Замісників. **Б.** Об'ємний. **В.** На виливання. **Г.** На вливання. **Д.** Мокрий.

**47.** Вкажіть послідовність етапів використання мірної колби для приготування розчинів безбарвних лікарських рідин:

**А.** Промивання дист. водою, ополіскування розчином титранту, видалення пухирців повітря, заповнення розчином до нульової поділки по верхній межі меніска. **Б.** Промивання дист. водою, ополіскування розчином

титранту, видалення пухирців повітря, заповнення розчином до нульової поділки по нижній межі меніска. **В.** Промивання дист. водою, за допомогою лійки додавання рідини на 0,5 см нижче мітки, додавання рідини крапельною піпеткою до нульової поділки по верхній межі меніска. **Г.** Промивання дист. водою, за допомогою лійки додавання рідини на 0,5 см нижче мітки, додавання рідини крапельною піпеткою до нульової поділки по нижній межі меніска. **Д.** Немає правильної відповіді.

**48.** Вкажіть стандартні речовини для методу нітриметрії, що використовується при фармацевтичному аналізі:

**А.** Гідразин сульфат, калій перманганат. **Б.** п-амінобензойна кислота, сульфанілова кислота. **В.** Сіль Мора, натрій карбонат. **Г.** Сода, калій йодид. **Д.** Питна сода, калій хромат.

**49.** Вкажіть формулу розрахунку кількості речовини – еквівалента досліджуваної лікарської сполуки за відомим об'ємом титранту та титром його за досліджуваною речовиною:

$$\text{А. } T(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}. \quad \text{Б. } v(X) = \frac{T(X)V1000}{M(X)}.$$

$$\text{В. } v\left(\frac{1}{X}\right) = \frac{T\left(\frac{A}{X}\right)V1000}{M\left(\frac{1}{z}X\right)}. \quad \text{Г. } v(X) = \frac{T(X)V1000}{M(X)}. \quad \text{Д. } v\left(\frac{1}{X}\right) = \frac{m(X)}{M\left(\frac{1}{z}X\right)}.$$

**50.** Вкажіть титранти для методу цериметрії, що використовуються у фармацевтичному аналізі:

**А.**  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

**Б.**  $\text{CeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3$ .

**В.**  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{NH}_4\text{CeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

**Г.**  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{Ce}(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

**Д.** Усе перелічене.

**51.** Вкажіть метод кількісного фармацевтичного аналізу за способом проведення реакції:

**А.** Елементний. **Б.** Ультрамикрометод. **В.** Функціональний. **Г.** Дробний.

**Д.** Усе перелічене.

**52.** Вкажіть одиницю позначення чутливості (мінімальної концентрації) визначуваної лікарської речовини:

**А.** г/мл. **Б.** г/моль. **В.** моль/л. **Г.** мкг. **Д.** відсоток.

**53.** Вкажіть математичний вираз закону Оствальда, що враховується при фармацевтичному аналізі:

А.  $K = \frac{[A][B]}{[C][D]}$ . Б.  $K = C\alpha^2$ . В.  $K_w = [H^+][OH^-]$ . Г.  $\alpha = \frac{n}{N}$ .

Д.  $K_w = [H^+] + [OH^-]$ .

54. Вкажіть формулу розрахунку буферної ємності за лугом, яка застосовується під час проведення фармацевтичного аналізу:

А.  $B = \frac{v}{V\Delta pH}$ . Б.  $\alpha = fC$ . В.  $K = C\alpha^2$ . Г.  $\mu = 1/2\sum Cz^2$ .

Д.  $K_w = [H^+][OH^-]$ .

55. Вкажіть ряд солей, які піддаються повному гідролізу, що треба враховувати під час фармацевтичного аналізу:

А.  $Na_2CO_3$ ,  $K_3PO_4$ . Б.  $FeSO_4$ ,  $CuCl_2$ . В.  $Al_2S_3$ ,  $Cr_2(CO_3)_3$ . Г.  $NaNO_3$ ,  $K_2SO_4$ . Д. Немає правильної відповіді.

56. Оберіть ряд індикаторів при визначенні фармакопейного препарату в суміші натрій гідроксиду та натрій гідрогенкарбонату методом ацидиметрії:

А. Фенолфталеїн, метилоранж. Б. Метилоранж, лакмус. В. Лакмус, метиленовий червоний. Г. Калій хромат, лакмус. Д. Мурексид фенолфталеїну.

57. Вкажіть умови вибору кислотно-основного індикатора під час проведення фармацевтичного аналізу:

А. рТ індикатора близьке за значенням до рН точки еквівалентності. Б. рТ індикатора менше рН точки еквівалентності. В. рТ індикатора більше рН точки еквівалентності. Г. рТ індикатора розташоване посередині інтервалу переходу кольору індикатора. Д. рТ індикатора розташоване зовні інтервалу переходу кольору індикатора.

58. Вкажіть титрант для методу Мора, який використовується під час визначення в лікарській суміші хлоридів:

А.  $Hg(NO_3)_2$ . Б.  $AgNO_3$ . В.  $AgCl$ . Г.  $HgSO_4$ . Д.  $Hg_2Cl_2$ .

59. Вкажіть первинний (приготований) стандартний розчин для методу аргентометрії під час визначення хлорид-іонів у лікарській субстанції:

А. Аргентум нітрат. Б. Натрій хлорид. В. Калій хромат. Г. Калій біхромат. Д. Меркурій (I) нітрат.

60. Вкажіть умови цериметричного титрування під час визначення лікарської речовини:

А. У лужному середовищі. Б. У середовищі  $HClO_4$ . В. У середовищі  $HCl$ . Г. У слабколужному середовищі. Д. У слабкокислому середовищі.

61. Вкажіть визначення молярної розчинності малорозчинної лікарської речовини як електроліту:

А. Молярна концентрація електроліту в насиченому розчині за даної  $t$  ( $^{\circ}C$ ).

Б. Масова концентрація електроліту в насиченому розчині за даної  $t$  ( $^{\circ}C$ ).

В. Молярна концентрація електроліту в насиченому розчині за даної  $t$  ( $^{\circ}C$ ).

Г. Масова частка електроліту в насиченому розчині за даної  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Д. Молярна частка електроліту в насиченому розчині за даної  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ).

62. Вкажіть формулу розрахунку загальної твердості води:

А.  $C\left(\frac{1}{2}(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})\right) = \frac{C_1\left(\frac{1}{2}\text{ТрБ}\right)V_1}{V_{\text{H}_2\text{O}}}$ .

Б.  $m(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = \frac{C_1\left(\frac{1}{2}\text{ТрБ}\right)V_1}{V_{\text{H}_2\text{O}}}$ . В.  $C(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = \frac{C_1(\text{ТрБ})V_1}{V_{\text{H}_2\text{O}}}$ .

Г.  $v\left(\frac{1}{2}(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})\right) = C_1\left(\frac{1}{2}\text{ТрБ}\right)V_1$ . Д. Немає правильної відповіді.

63. Вкажіть формулу розрахунку рівноважного окисно-відновного потенціалу лікарської речовини:

А.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg C_{\text{йона}}$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \lg \frac{a_{\text{окисн}}}{a_{\text{відн}}}$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \lg \frac{C_{\text{відн}}}{C_{\text{окисн}}}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + \lg C_{\text{йона}}$ . Д. Усе перелічене.

64. Вкажіть напрям реакції визначення хлоридів у лікарській суміші за схемою:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{Cl}^- \leftrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{Cr}^{3+}$ , якщо  $\varphi^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, 2\text{Cr}^{3+}) = 1,33(\text{В})$ ,  $\varphi^0(\text{Cl}_2, 2\text{Cl}^-) = 1,35(\text{В})$ :

А. Прямий (праворуч). Б. Зворотний (ліворуч). В. Стан рівноваги. Г. Усе перелічене. Д. Немає правильної відповіді.

65. Вкажіть вихідну речовину, що застосовують для стандартизації розчину натрій тіосульфату в методі йодометрії під час фармацевтичного аналізу:

А.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Б.  $\text{I}_2$ . В.  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Г.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Д.  $\text{NaCl}$ .

66. Вкажіть ряд вимог для титрування слабких кислот у неводних розчинниках під час фармацевтичного аналізу:

А. Найменша константа автопротолізу, протофільний розчинник.

Б. Найменша константа автопротолізу, протогенний розчинник.

В. Найбільша константа автопротолізу, протофільний розчинник.

Г. Найменша константа автопротолізу, апротонний розчинник.

Д. Усе перелічене.

67. Вкажіть формулу розрахунку молярної концентрації еквівалента досліджуваної лікарської речовини в розчині, якщо відома молярна концентрація еквівалента титранту:

А.  $T(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}$ . Б.  $T\left(\frac{A}{X}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z}A\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}$ .



$$\text{В. } v\left(\frac{1}{X}\right) = \frac{T\left(\frac{A}{X}\right)V_{1000}}{M\left(\frac{1}{z}X\right)}. \quad \text{Г. } C_1\left(\frac{1}{z}X\right)V_1 = C_2\left(\frac{1}{z}A\right)V_2.$$

Д. Усе перелічене.

68. Вкажіть метод фармацевтичного кількісного аналізу за ходом проведення аналізу:

А. Елементний. Б. Ультрамiкрометод. В. Сухий. Г. Дробний. Д. Мокрий.

69. Вкажіть умови йодометричного титрування при визначенні лікарської субстанції:

А. На холодi, сильноокисле середовище, без iндикатора. Б. При нагрiванні, сильнолужне середовище, iндикатор (крохмаль). В. При нагрiванні, слабоокисле середовище, iндикатор (крохмаль). Г. На холодi, нейтральне середовище, iндикатор (крохмаль). Д. Усе перелічене.

70. Вкажіть формулу розрахунку константи дисоціації води, яку враховують при фармацевтичному аналізі:

$$\text{А. } K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}. \quad \text{Б. } K = C\alpha^2. \quad \text{В. } K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]. \quad \text{Г. } \alpha = \frac{n}{N}.$$

Д.  $\alpha = nN$ .

71. Вкажіть формулу розрахунку буферної ємності кислого буфера за кислотою, який додають до розчину лікарської субстанції:

$$\text{А. } \alpha = fC. \quad \text{Б. } K = C\alpha^2. \quad \text{В. } B = \frac{v}{V\Delta\text{pH}}. \quad \text{Г. } \mu = \frac{1}{2} \sum Cz^2. \quad \text{Д. } \alpha = nN.$$

72. Вкажіть ряд лікарських солей, що не піддаються гiдролізу:

А.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ . Б.  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ . В.  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$ . Г.  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Д. Немає правильної відповіді.

73. Вкажіть формулу розрахунку буферної ємності кислого буфера за лугом, який додають до розчину лікарської субстанції:

$$\text{А. } \alpha = fC. \quad \text{Б. } K = C\alpha^2. \quad \text{В. } B = \frac{v}{V\Delta\text{pH}}. \quad \text{Г. } \mu = \frac{1}{2} \sum Cz^2. \quad \text{Д. } \alpha = nN.$$

74. Вкажіть назву титрованого розчину, який використовують для фармацевтичного аналізу:

А. Розчин, яким титрують. Б. Титрант. В. Розчин з відомою молярною часткою речовини. Г. Розчин з масовою концентрацією речовини. Д. Розчин з масовою часткою речовини.

75. Вкажіть метод оксидиметрії з використанням адсорбційних iндикаторів при визначенні лікарської речовини:

А. Алкаліметрія. Б. Аргентометрія. В. Перманганатометрія. Г. Йодометрія. Д. Усе перелічене.

76. При дії фармакопейного препарату тіосульфат-йона на лікарську субстанцію, що містить катіони металів, утворюється осад. Вкажіть найменш розчинний сульфід, виходячи з ДР:

А.  $DP(CdS)=1,2 \cdot 10^{-28}$ . Б.  $DP(HgS)=4,0 \cdot 10^{-53}$ . В.  $DP(PbS)=2,5 \cdot 10^{-5}$ .  
Г.  $DP(CuS)=6,3 \cdot 10^{-36}$ . Д.  $DP(FeS)=5,1 \cdot 10^{-18}$ .

77. Вкажіть особливості роздільного визначення в лікарській суміші йонів кальцію та магнію методом прямої комплексонометрії:

А. Регулювання рН. Б. Застосування двох різних індикаторів.  
В. Регулювання значення концентрацій. Г. Регулювання часу титрування.  
Д. Усе перелічене.

78. Вкажіть спосіб визначення фактичної місткості мірної колби під час фармацевтичного аналізу:

А. Визначення маси води, яка вміщується в мірному посуду. Б. Визначення маси води, яка виливається з мірного посуду. В. Визначення об'єму води, яка вміщується в мірному посуду. Г. Визначення об'єму води, яка виливається з мірного посуду. Д. Усе перелічене.

79. Вкажіть стандартні речовини й розчини для методу броматометрії під час визначення лікарських сполук:

А.  $As_2S_3, Na_2S_2O_3$ . Б.  $KI, Na_2S_2O_3$ . В.  $Na_2C_2O_4, (NH_4)_2C_2O_4$ .  
Г.  $KMnO_4, (NH_4)_2C_2O_4$ . Д.  $KBrO_3, KMnO_4$ .

80. Вкажіть найголовнішу напівреакцію титранту для методу цериметрії під час визначення лікарської речовини:

А.  $BrO_3^- + 6H^+ + 6e^- \rightarrow Br^- + 3H_2O$ . Б.  $I^- + Cl^- + 2e^- \rightarrow ICl$ .  
В.  $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ . Г.  $[I_3]^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$ . Д.  $Ce^{4+} + e^- \rightarrow Ce^{3+}$ .

81. Вкажіть буфер, який необхідно додати для підтримки сталого значення рН 8-10 під час проведення фармацевтичного аналізу:

А.  $NH_3 \cdot H_2O + NH_4Cl$ . Б.  $CH_3COOH + CH_3COONa$ . В.  $Na_3PO_4 + H_2O$ .  
Г.  $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$ . Д. Усе перелічене.

82. Вкажіть найголовнішу напівреакцію титранту для методу йодхлориметрії під час визначення лікарської речовини:

А.  $IO_3^- + 4e^- + 6H^+ + Cl^- \rightarrow ICl + 3H_2O$ . Б.  $[I_3]^- + 2e^- \rightarrow 3I^-$ . В.  $ICl + 2e^- \rightarrow I^- + Cl^-$ .  
Г.  $BrO_3^- + 6H^+ + 6e^- \rightarrow Br^- + 3H_2O$ . Д.  $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ .

83. Вкажіть вихідну речовину для методу ацидиметрії під час приготування первинного стандартного розчину при проведенні фармацевтичного аналізу:

А. Натрій гідроксид. Б. Натрій оксалат. В. Натрій карбонат. Г. Натрій хромат. Д. Натрій біхромат.

84. Вкажіть аніон, за допомогою якого найповніше можна осадити  $Ca^{+2}$  з лікарської суміші, виходячи з добутоків розчинності:  $DP(CaCO_3)=3,8 \cdot 10^{-9}$ ,  $DP(CaC_2O_4)=2,3 \cdot 10^{-9}$ ,  $DP(CaSO_3)=3,2 \cdot 10^{-7}$ ,  $DP(CaSO_4)=9,1 \cdot 10^{-6}$ :

А.  $CO_3^{2-}$ . Б.  $SO_3^{2-}$ . В.  $C_2O_4^{2-}$ . Г.  $SO_4^{2-}$ . Д. Усе перелічене.

**85.** Вкажіть найголовнішу напівреакцію методу йодометрії під час визначення лікарської речовини:

А.  $\text{IO}_3^- + 4\text{e} + 6\text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{ICl} + 3\text{H}_2\text{O}$ . Б.  $\text{Br}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Br}^-$ . В.  $\text{ICl} + 2\text{e} \rightarrow \text{I}^- + \text{Cl}^-$ .  
Г.  $[\text{I}_3]^- + 2\text{e} \rightarrow 3\text{I}^-$ . Д.  $\text{I}^- + \text{Cl}^- + 2\text{e} \rightarrow \text{ICl}$ .

**86.** Вкажіть формулу розрахунку маси досліджуваної лікарської речовини при зворотному титруванні за методом йодометрії:

А.  $m(X) = C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)VM\left(\frac{1}{z}X\right)$ .

Б.  $m(X) = C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)VM\left(\frac{1}{z}X\right)w(X)$ .

В.  $m(X) = (C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_1V_1 - C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)_2V_2)M\left(\frac{1}{z}X\right)$

Г.  $m(X) = v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ . Д.  $m(X) = C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)VM(X)$ .

**87.** Вкажіть об'єкти для фільтрування під час визначення лікарської речовини:

А. Азбестова сітка, фарфорова чашка, тигель, предметне скло.  
Б. Газовий пальник, баня, сушильна шафа, муфельна піч. В. Фільтри, лійка, стакан, пробірка. Г. Центрифуга, піщана баня, електроплитка.  
Д. Усе перелічене.

**88.** Вкажіть ряд стандартних речовин для методу комплексонометрії під час визначення лікарської речовини:

А.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ . Б.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ . В.  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ . Г.  $\text{Zn}$ ,  $\text{ZnO}$ .  
Д.  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{HCl}$ .

**89.** Вкажіть формулу розрахунку об'єму стандартного розчину, якщо відомий титр за досліджуваною лікарською речовиною:

А.  $T(X) = \frac{C\left(\frac{1}{z}X\right)M\left(\frac{1}{z}X\right)}{1000}$ . Б.  $V_A = \frac{m(X)1000}{C\left(\frac{1}{z}A\right)M\left(\frac{1}{z}A\right)}$ . В.  $V_A = \frac{m(X)}{T\left(\frac{A}{X}\right)}$ .

Г.  $C\left(\frac{1}{z}X\right)V_X = C\left(\frac{1}{z}A\right)V_A$ . Д. Усе перелічене.

**90.** Вкажіть метод фармацевтичного кількісного аналізу за ходом його проведення:

А. Мікроаналіз. Б. Ультрамикроаналіз. В. Систематичний аналіз.  
Г. Сухий. Д. Мокрий.

**91.** Вкажіть формулу взаємозв'язку граничного розведення та мінімальної концентрації досліджуваної лікарської речовини:

А.  $\rho = \frac{1}{v}$ . Б.  $m = \rho V 10^6$ . В.  $w = \frac{1}{\rho}$ . Г.  $m(X) = C\left(\frac{1}{z}X\right)VM\left(\frac{1}{z}X\right)$ .

Д. Усе перелічене.

92. Вкажіть ряд фармакопейних солей, які внаслідок гідролізу зумовлюють кислу реакцію середовища:

А.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ . Б.  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$ . В.  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$ .  
Г.  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . Д. Немає правильної відповіді.

93. Вкажіть поняття «точка еквівалентності» під час титриметричних визначень лікарських речовин:

А. Момент кінця титрування. Б. Момент взаємодії речовин відповідно до закону еквівалентів. В. Момент титрування за допомогою «свідка». Г. Момент фіксації змін реакції. Д. Усе перелічене.

94. Вкажіть причину застосування крохмалю в кінці титрування під час визначення лікарської речовини методом йодометрії:

А. Не утворює комплексної сполуки синього кольору. Б. Адсорбує йод. В. Утворює комплекс синього кольору. Г. Не здатний до адсорбції на початку титрування. Д. Усе перелічене.

95. Оберіть індикатор та метод визначення за способом титрування розчину амоніаку в лікарській суміші:

А. Фенолфталеїн, пряме титрування. Б. Метилоранж, зворотне титрування. В. Фенолфталеїн, зворотне титрування. Г. Метилоранж, пряме титрування. Д. Усе перелічене.

96. Вкажіть ряд індикаторів для методу аргентометрії під час визначення хлоридів у лікарській суміші:

А. Ферум (III) тіоціанат, дифенілкарбазон. Б. Калій хромат, залізоамоніачні галуни. В. Натрій нітропрусид, дифенілкарбазид. Г. Еозин, мурексид. Д. Ферум (III) тіоціанат, мурексид.

97. Вкажіть ряд індикаторів методу меркуриметрії під час визначення лікарської речовини:

А. Ферум (III) тіоціанат, дифенілкарбазон. Б. Калій хромат, залізоамоніачні галуни, еозин. В. Натрій нітропрусид, дифенілкарбазид. Г. Еозин, мурексид. Д. Ферум (III) тіоціанат, мурексид.

98. Вкажіть ряд індикаторів для методу меркуриметрії при проведенні фармацевтичного аналізу:

А. Ферум (III) тіоціанат, дифенілкарбазон. Б. Калій хромат, залізоамоніачні галуни, еозин. В. Натрій нітропрусид, дифенілкарбазид. Г. Еозин, мурексид. Д. Ферум (III) тіоціанат, мурексид.

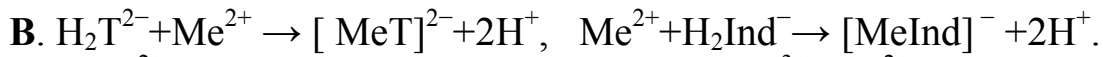
99. Вкажіть продукт відновлення  $\text{MnO}_4^-$  у кислому середовищі в лікарській субстанції, якщо внаслідок реакції спостерігається знебарвлення малинового кольору розчину:

А.  $\text{Mn}(\text{OH})_4$ . Б.  $\text{Mn}^{2+}$ . В.  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ . Г.  $\text{MnO}_2$ . Д.  $\text{MnO}_4^{2-}$ .

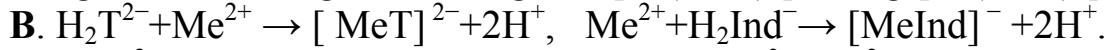
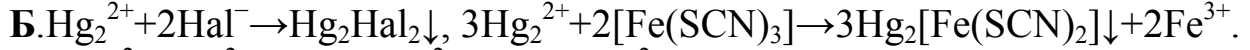
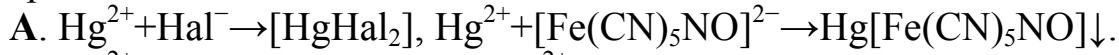
100. Вкажіть йонні реакції меркуриметрії під час фармацевтичного аналізу:

А.  $\text{Hg}^{2+} + \text{Hal}^- \rightarrow [\text{HgHal}_2]$ ,  $\text{Hg}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]^{2-} \rightarrow \text{Hg}[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \downarrow$ .

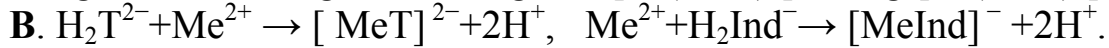
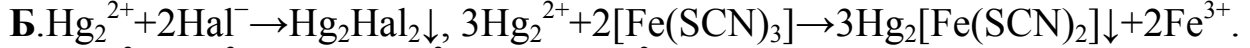
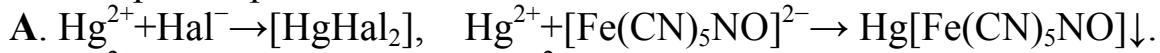
Б.  $\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Hal}^- \rightarrow \text{Hg}_2\text{Hal}_2 \downarrow$ ,  $3\text{Hg}_2^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{SCN})_3] \rightarrow 3\text{Hg}_2[\text{Fe}(\text{SCN})_2] \downarrow + 2\text{Fe}^{3+}$ .



**101.** Вкажіть йонні рівняння меркурометрії під час визначення лікарських речовин:



**102.** Вкажіть йонні рівняння методу комплексонометрії під час визначення лікарської речовини:



**103.** Вкажіть метод аналізу, за допомогою якого можна визначити кисень у лікарському водному розчині:

**А.** Йодометрія. **Б.** Аргентометрія. **В.** Комплексонометрія.

**Г.** Алкаліметрія. **Д.** Усе перелічене.

**104.** Вкажіть ряд поправок під час визначення лікарської субстанції, які необхідно врахувати при проведенні калібровки мірного посуду:

**А.** Зміни маси латунних важків, розширення скла зі зміною температури.

**Б.** Зміни маси води, об'єму рідини, яка виливається з мірного посуду.

**В.** Зміни об'єму води, маси рідини, яка вміщується в мірному посуді.

**Г.** Зміни об'єму води, маси рідини, яка вливається в мірний посуд.

**Д.** Усе перелічене.

**105.** Вкажіть клас хімічних реагентів найвищого ступеня чистоти під час використання їх у фармацевтичному аналізі:

**А.** ч. д. а. **Б.** ос. ч. **В.** х. ч. **Г.** ч. **Д.** Усе перелічене.

**106.** Вкажіть формулу розрахунку коефіцієнта активності електроліту, який входить до складу лікарської субстанції:

**А.**  $\alpha = fC$ . **Б.**  $K = C\alpha^2$ . **В.**  $\lg f = -0,5z^2\sqrt{\mu}$ . **Г.**  $\alpha = \frac{n}{N}$ . **Д.**  $v = \frac{m}{M}$ .

**107.** Вкажіть фізичні величини на кривих титрування під час визначення лікарської речовини:

**А.** рН та об'єм. **Б.** Об'єм та концентрація. **В.** Концентрація та титр.

**Г.** Маса та концентрація. **Д.** Маса та титр.

**108.** Вкажіть тип терезів, на яких виконують зважування, під час перевірки місткості мірного посуду об'ємом 50 мл для аналізу лікарської субстанції:

**А.** Аналітичні. **Б.** Технічні. **В.** Аналітичні та технічні. **Г.** Аптечні. **Д.** Усе перелічене.

**109.** Вкажіть ряд нейтральних молекул, для яких можливі кислотні властивості лікарських речовин у  $H_2O$ :

**А.** Амоніак, метиламін. **Б.** Амоній-йон, гідроксоній-йон. **В.** Нітратна та хлоридна кислоти. **Г.** Хлорид-йон, ацетат-йон. **Д.** Сульфатна кислота, нітратна кислота.

**110.** Вкажіть тип терезів, на яких проводять зважування, під час перевірки місткості мірного посуду об'ємом 100 мл для аналізу фармпрепарату:

**А.** Аналітичні. **Б.** Технічні. **В.** Аналітичні та технічні. **Г.** Аптечні. **Д.** Усе перелічене.

**111.** Вкажіть речовини для стандартизації меркурій (II) нітрату методом меркуриметрії під час проведення фармацевтичного аналізу:

**А.**  $NaI$ , хром темносиній. **Б.**  $NaBr$ , мурексид. **В.**  $KI$ , дифенілкарбазид. **Г.**  $NaCl$ , дифенілкарбазон. **Д.** Усе перелічене.

**112.** Вкажіть речовини для стандартизації калій бромату методом броматометрії під час визначення лікарської речовини:

**А.**  $NaI$ , хром темносиній. **Б.**  $I_2$ ,  $HCl$ ,  $Na_2S_2O_3$ . **В.**  $KI$ ,  $HCl$ ,  $Na_2S_2O_3$ . **Г.**  $NaCl$ , дифенілкарбазон. **Д.** Усе перелічене.

**113.** Вкажіть речовини для стандартизації йод монохлориду методом йодхлориметрії під час визначення лікарських речовин:

**А.**  $NaI$ ,  $Na_2S_2O_3$ , хром темносиній. **Б.**  $I_2$ ,  $HCl$ ,  $Na_2S_2O_3$ . **В.**  $KI$ ,  $Na_2S_2O_3$ , крохмаль. **Г.**  $NaCl$ ,  $I_2$ , дифенілкарбазон. **Д.** Усе перелічене.

**114.** Найбільш точною кількісною характеристикою гідролізу солей є:

**А.** Ступінь гідролізу. **Б.** Константа гідролізу. **В.** Йонний добуток води. **Г.** Активність. **Д.** Коефіцієнт активності.

**115.** Вкажіть речовини, які необхідно додати до розчину фармакопейного реагенту  $CuSO_4$ , щоб змістити рівновагу гідролізу ліворуч:

**А.**  $NH_4OH$ . **Б.**  $NaOH$ . **В.**  $H_2SO_4$ . **Г.**  $(NH_4)_2SO_4$ . **Д.**  $Na_2SO_4$ .

**116.** Вкажіть фармпрепарат, яким можна замінити питну соду під час нейтралізації надлишку хлоридної кислоти шлункового соку:

**А.**  $NH_4Cl$ . **Б.**  $NaSCN$ . **В.**  $Na_2SO_4$ . **Г.**  $NaCl$ . **Д.**  $K_2SO_4$ .

**117.** Вкажіть причину, яка зумовлює вторинність стандартного розчину натрій нітриту під час проведення фармацевтичного аналізу:

**А.** Здатність до окиснення. **Б.** Здатність до відновлення. **В.** Здатність до кислотних властивостей. **Г.** Здатність до основних властивостей. **Д.** Здатність до амфотерних властивостей.

**118.** Вкажіть ряд внутрішніх та зовнішніх індикаторів нітритометрії, які застосовуються під час фармацевтичного аналізу:

**А.** Тропеолін 00, йодкрохмальний папір. **Б.** Йод, калій бромід. **В.** Калій йодид, калій бромід. **Г.** Тропеолін 00, бром. **Д.** Усе перелічене.

## 2.2. Електрохімія. Електрохімічні методи аналізу

### 2.2.1. Теоретичні основи

**Електрохімічні методи аналізу (ЕМА).** *Електрохімічна (e/x) комірка* – посудина з розчином електроліту, у який занурені два електроди, слугує інструментом для ЕМА. Визначувана речовина може входити до складу як електроліту, так і одного з електродів.

*Гальванічний елемент* – e/x комірка без прикладеної зовні напруги, тобто окисно-відновна реакція відбувається за рахунок різниці потенціалів на електродах (ЕРС, E). У разі потреби комірку можна приєднати до зовнішнього джерела напруги. У цьому випадку можна змінити напрям окисно-відновної реакції і струму на протилежний тому, який був у гальванічному елементі.

*За різновидом аналітичного сигналу* виділяють такі ЕМА:

1) кондуктометрія – вимірювання електропровідності ( $\kappa$ ,  $\lambda_v$ ) досліджуваного розчину;

2) потенціометрія – вимірювання рівноважного потенціалу індикаторного електрода ( $\phi$ ), для якого досліджувана речовина є потенціалвизначальною;

3) кулонометрія – вимірювання кількості електрики ( $Q$ ), необхідної для повного перетворення (окиснення або відновлення) досліджуваної речовини;

4) вольтамперометрія (полярографія) – вимірювання стаціонарних або нестаціонарних поляризаційних характеристик електродів у реакціях за участю досліджуваної речовини;

5) електрогравіметрія – вимірювання маси речовини, що виділяється на електродах у результаті електролізу.

*За ознакою застосування електролізу* ЕМА поділяють таким чином:

1) із застосуванням електролізу: кулонометрія, вольтамперометрія (полярографія) та електрогравіметрія.

2) без застосування електролізу: кондуктометрія та потенціометрія.

*За ознакою безпосереднього (прямого) або посереднього (непрямого) визначення речовини* ЕМА поділяють:

1) на прямі – кондуктометрія, потенціометрія, кулонометрія, вольтамперометрія (полярографія);

2) непрямі – базуються на застосуванні хімічних реакцій ( $X+T\rightarrow P$ ) чотирьох типів (нейтралізації, осадження, комплексоутворення, окисно-відновні): кондуктометричне титрування; потенціометричне титрування; кулонометричне титрування; амперометричне титрування.

*За ознакою місця перебігу реакції* методи ґрунтуються на процесах, що відбуваються на електродах або в міжелектродному просторі.

**Кондуктометрія** – метод аналізу, що ґрунтується на вимірюванні електропровідності розчину електроліту.

*Електропровідність* – здатність розчину електроліту проводити електричний струм.

*Електропровідність загальна* ( $L(X)$ ) – величина, обернена до опору ( $R$ ), яку вимірюють в омах у мінус першому степені або сименсах ( $\text{Ом}^{-1}$  або  $\text{См}$ ):

$L = \frac{I}{R}$ , де  $R$  – опір розчину електроліту, Ом. Електропровідність розчину

залежить від концентрації  $C$ , швидкості руху йонів  $u$ :  $L = \frac{kCus}{l}$ ;  $K_1 = \frac{S}{l}$ ;

$L = K_1Cu$ , де  $l$  – відстань між електродами, см;  $S$  – площа електродів,  $\text{см}^2$ ;  $k$  – коефіцієнт пропорційності.

*Питома електропровідність* ( $\kappa(X)$ ) – це електропровідність одиничного об'єму електроліту ( $\text{м}^3$ ) з двома плоскими паралельними металевими електродами, що розташовані на відстані 1 м.  $\kappa(X)$  обернено пропорційна питомому опору шару електроліту  $\rho$ :  $\kappa(X) = \frac{1}{\rho}$ ; одиниця вимірювання – сименс на метр ( $\text{См/м}$ ).

*Еквівалентна електропровідність*  $\lambda_v\left(\frac{1}{z}X\right)$  – електропровідність розчину, в об'ємі якого міститься кількість речовини еквіваленту електроліта 1 кмоль, з двома плоскими паралельними металевими електродами на відстані 1 м.

Зв'язок між електропровідностями такий:  $\lambda_v\left(\frac{1}{z}X\right) = \frac{\lambda_v}{z}$ ;

$\lambda_v\left(\frac{1}{z}X\right) = \kappa(X)V = \frac{\kappa(X)1000}{C\left(\frac{1}{z}X\right)}$ ; одиниця вимірювання –  $[\text{См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кмоль}^{-1}]$ .

Таким чином, зі збільшенням  $C(X)$   $\kappa(X)$  збільшується (до певного значення  $C(X)$ , а потім зменшується), а  $\lambda_v\left(\frac{1}{z}X\right)$  – збільшується під час розбавлення розчину, досягає максимуму при ступені дисоціації 1, а потім зменшується).

*Закон Арреніуса*: еквівалентна (молярна) електропровідність  $\lambda_v$  прямо пропорційна ступеню електролітичної дисоціації  $\alpha$ :  $\lambda_v(X) = k\alpha$ .

*Закон Кольрауша*: еквівалентна електропровідність при безмежному розбавленні дорівнює сумі рухливостей йонів:  $\lambda_{\text{КА}}^0 = \lambda_+^0 + \lambda_-^0$ . Закон під-



креслює незалежність переносу електрики протилежно зарядженими йонами, адитивність електропровідності й значно спрощує її визначення.

*Еквівалентна електропровідність при безмежному розбавленні* – максимальне значення еквівалентної електропровідності при безмежному розбавленні, позначається  $\lambda_0$  (або  $\lambda_\infty$ ). Відповідно до рівняння Арреніуса  $\lambda_v(X) = k\alpha$ ; при безмежному розбавленні розчину  $\alpha = 1$ , тому  $\lambda_0 = k$ ;

звідси отримаємо:  $\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_0}$ .

*Рухливість йонів* – кількість електрики, що переносять однозарядні йони крізь розчин електроліту об'ємом  $1 \text{ м}^3$  під впливом градієнта потенціалу  $1 \text{ В/м}$ :  $\lambda = \alpha U_+ F + \alpha U_- F = \alpha F (U_+ + U_-)$ .

Рухливість катіона ( $\lambda_+^0$ )  $\lambda_+^0 = U_+ + F$ , рухливість аніона ( $\lambda_-^0$ )  
 $\lambda_-^0 = \lambda_+^0 + \lambda_-^0$ .

Числа переносу катіона ( $n_k$ ) – відношення кількості електрики, що переносять катіони, до всієї кількості електрики:  $n_k = \frac{\lambda_+}{\lambda_+ + \lambda_-}$ . Числа переносу аніона ( $n_a$ ) – відношення кількості електрики, що переносять аніони,

до всієї кількості електрики:  $n_a = \frac{\lambda_-}{\lambda_+ + \lambda_-}$ .

Рухливість йонів Гідрогену значно вища, ніж рухливість інших йонів приблизно на один порядок. Швидкість руху йонів і відповідно електропровідність залежать від ефективного радіуса йонів: чим менший радіус, тим більша електропровідність.

### **Класифікація кондуктометрії:**

1. *Пряма кондуктометрія* – базується на вимірюванні  $\kappa(X)$  у спеціальних приладах (кондуктометрах) при частоті змінного струму 50–10 000 Гц (для запобігання поляризації та встановлення сталого значення  $\mu$ ); використовують градувальний графік у координатах « $\kappa(X)$  –  $S$ (стандарту)».

Застосування методу: для оцінки чистоти розчинників (навіть дистильованої води), для визначення констант дисоціації, складу та констант стійкості комплексних сполук, розчинності малорозчинних електролітів.

2. *Непряма кондуктометрія* (кондуктометричне титрування) поділяється на два типи:

а) низькочастотне кондуктометричне титрування (НКТ) – базується на використанні хімічної реакції (4 типи) і залежності  $\lambda(\kappa)$  від  $V$  (мл). Графік має форми, наведені на рис. 1.

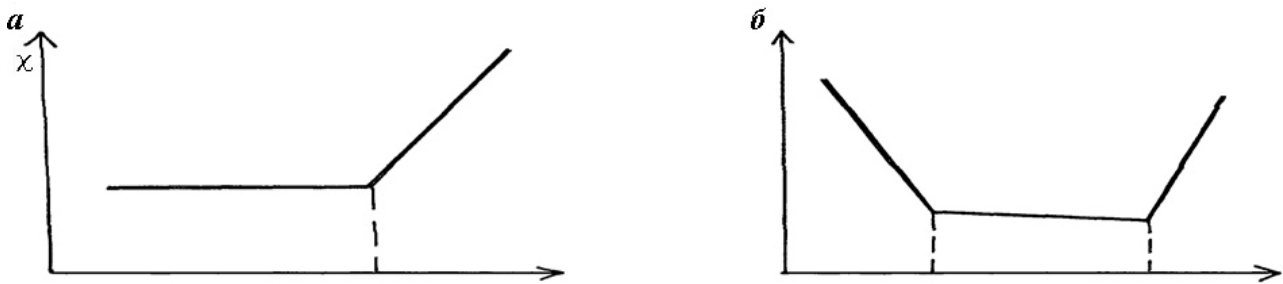


Рис. 1. Кондуктометрична крива:  
а – для одного компонента; б – для суміші двох компонентів

Переваги методу НКТ: можливість диференційного титрування (кислот або лугів); титрування непрозорих або забарвлених розчинів; висока чутливість ( $10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>); висока точність аналізу, відносна похибка не перевищує  $\pm 2\%$ ;

б) високочастотне кондуктометричне титрування (ВКТ) – базується на вимірюванні високочастотної  $\lambda(\kappa)$  залежно від  $C(X)$  при безконтактному кондуктометричному титруванні (електроди розташовані зовні) за умови дії електричного струму високої частоти (від 1 до 100 МГц).

Електролітична комірка, у якій електроліт безпосередньо не контактує з електродами і пов'язаний з вимірюваним ланцюгом індуктивно, дістала назву *L*-комірка (електроди розташовані в індуктивній котушці), а за наявності електродів у вигляді пластин, розташованих по обидва боки посудини з електролітом, – *C*-комірка (через ємність). Електроди можуть бути виготовлені з будь-якого металу, і з'являється можливість аналізувати агресивні середовища, пасти, емульсії. Під час титрування виключена поляризація електродів, які не контактують з досліджуванним розчином.

Вимірюючи  $\kappa$  або  $\lambda$ , при проходженні струму відбуваються хімічні реакції біля електрода (електроліз), що змінює склад розчину й викликає *поляризацію електрода* (служує джерелом похибок при вимірюванні).

*Умови зменшення поляризації електродів:*

- а)  $\lambda$  вимірюють при змінному струмі;
- б) виконують платикування електродів, що збільшує поверхню електродів, а значить, і зменшує поляризацію.

*Застосування кондуктометрії:*

- а) визначення концентрації малорозчинної солі, наприклад  $C(\text{AgCl})$ :

$$(\text{AgCl}) = \frac{\kappa(\text{р-ну}) - \kappa(\text{води})}{\lambda^0 \text{Ag}^+ + \lambda^0 \text{Cl}^-}.$$

- б) визначення ступеня електролітичної дисоціації  $\alpha$ , виходячи із законів Арреніуса та Кольрауша:  $\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda^0} = \frac{\lambda_v}{\lambda^0 k + \lambda^0 A}$ ;

в) вмісту солей у фізіологічно активних рідинах: крові, слині, жовчі, шлунковому соці;

г) контроль чистоти фармпрепаратів, вологості в лікарських субстанціях.

**Потенціометрія** – метод аналізу, що базується на використанні залежності електрорушійної сили ( $E$  або  $EPC$ ) електрохімічного ( $e/x$ ) ланцюга від  $\alpha$ (йона) у розчині.

Основним рівнянням є рівняння Нернста:  $\varphi = \varphi^0 + \frac{S}{n} \lg \alpha(\text{Me}^{z+})$  або

$\varphi = \varphi^0 - \frac{S}{z} \lg \alpha(\text{X}^{z-})$ , де  $\varphi^0$  – стандартний потенціал, виміряний за певних умов ( $T = 298\text{K}$ ,  $\alpha = 1$ ,  $p = 101,3$  кПа);  $S$  – кривизна електродної функції

індикаторного електрода; для ідеального електрода  $S = \frac{2,303RT}{F} = 0,059$

при 298 К ( $R$  – універсальна газова стала;  $F$  – число Фарадея;  $T$  – температура за Кельвіном);  $n$  – кількість електронів, які беруть участь в електродному процесі (або заряд йонів);  $\alpha(\text{Me}^{z+})$  та  $\alpha(\text{X}^{z-})$  – активність у

розчині катіонів та аніонів відповідно; активність пов'язана з концентрацією йонів відомим рівнянням:  $\alpha(\text{Me}^{z+}) = f(\text{Me}^{z+})C(\text{Me}^{z+})$ .

*За  $e/x$  ланцюгом виділяють потенціометрію:*

а) без переносу – обидва електроди занурені в один розчин, рідинна межа відсутня, наприклад, стандартний елемент Вестона:  $\text{Cd}$ ,  $\text{Hg}/\text{CdSO}_4/\text{Hg}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Hg}$ ; електрод ліворуч обернений до катіона ( $\text{Cd}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cd}$ ), а електрод праворуч – до аніона: ( $\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2e \rightarrow 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$ );

б) з переносом (включають сольовий місток) – два електроди (стандартний та індикаторний) занурені в різні розчини, що контактують між собою через сольовий місток за схемою:

Індикаторний електрод	Досліджуваний розчин	Сольовий місток	Електрод порівняння
--------------------------	-------------------------	--------------------	------------------------

Індикаторний електрод || електрод порівняння

*$E/x$  концентраційні ланцюги* – гальванічний елемент з двома однаковими металевими електродами з різною концентрацією солей йонів металу.

*Електрорушійна сила ( $E$ ,  $EPC$ )* – максимальна різниця електродних потенціалів, що досягається при зворотній роботі гальванічного елемента:  $E = \varphi_{\text{інд}} - \varphi_{\text{порівн}}$ , де  $\varphi_{\text{інд}}$  та  $\varphi_{\text{порівн}}$  – потенціали індикаторного електрода та електрода порівняння відповідно. Елемент має назву незворотного, якщо в  $e/x$  системі хоча б один з процесів є термодинамічно незворотним.

*Електроди порівняння* (стандартні) – електроди з постійним і відомим потенціалом. Найчастіше використовують такі:

– каломельний (к/м, трифазний, II роду) – схема: KCl/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>,Hg; електродна реакція: Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>+2e→2Hg+2Cl<sup>-</sup>; рівняння Нернста:  $\varphi_{\text{к/м}} = \varphi^0_{\text{к/м}} - 0,059 \lg [\text{Cl}^-]$ ;  $\varphi^0$  (к/м,нас.) = 0,241В,  $\varphi^0 = 0,286\text{В}$  (при C(KCl) = 1 моль/л, T = 298 К),  $\varphi^0 = 0,338\text{В}$  (при C(KCl)=0,1 моль/л);

– хлорсрібний (х/с, трифазний, II роду) – схема: KCl/AgCl,Ag; електродна реакція: AgCl+e→Ag+Cl<sup>-</sup>; рівняння Нернста:  $\varphi_{\text{х/с}} = \varphi^0_{\text{х/с}} - 0,059 \lg [\text{Cl}^-]$ ;  $\varphi^0$  (х/с,нас.) = 0,201В,  $\varphi^0 = 0,238\text{В}$  (C(KCl) = 1 моль/л, T = 298 К),  $\varphi^0_{\text{х/с}} = 0,290\text{В}$  при (C(KCl) = 0,1 моль/л);

– водневий (двофазний, газовий, I роду) – схема: 2H<sup>+</sup>/H<sub>2</sub>,Pt; електродна реакція: 2H<sup>+</sup>+2e→H<sub>2</sub>; рівняння Нернста:  $\varphi_{\text{н}} = \varphi^0_{\text{н}} + 0,059 \lg [\text{H}^+]$ , звідси

$$\text{pH} = \frac{E}{0,059} = \frac{\varphi_0 - \varphi}{0,059}$$

*Електроди визначення* (індикаторні електроди) – електроди, потенціали яких залежать від концентрації (активності) визначуваного йона в розчині.

Найчастіше використовують такі:

– скляний (двофазний, I роду) – схема: H<sup>+</sup> | скло | HCl/AgCl, Ag ; електродна реакція: H<sup>+</sup><sub>скл</sub> ↔ H<sup>+</sup><sub>розчин</sub>; рівняння Нернста:  $\varphi_{\text{н}} = \varphi^0_{\text{н}} + 0,059 \lg [\text{H}^+]$  або  $\varphi = \text{const} + 0,059 \lg [\text{H}^+]$ , де const – стала, яка залежить від сорту скла та його йонообмінних властивостей;

– хінгдронний (х/г, двофазний, I роду) – схема: C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>/Pt; електродна реакція: C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> + 2H<sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> → C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>; рівняння Нернста:  $\varphi_{\text{х/г}} = \varphi^0_{\text{х/г}} + 0,059 \lg [\text{H}^+] = \varphi^0_{\text{х/г}} - 0,059 \text{pH}$ ,  $\varphi^0$  (хг) = 0,699В;

– іонселективний (ІСЕ) (двофазний, I роду) – схема:

Досліджуваний | Мембрана | Стандартний | AgCl, Ag  
розчин А<sup>+</sup>, В<sup>-</sup> | А<sup>+</sup>, В<sup>-</sup> | розчин А<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> |  
| ← ----- ICE ----- → |

електродна реакція: B<sup>+</sup> + A<sub>м</sub><sup>+</sup> ↔ B<sub>м</sub><sup>+</sup> + A<sup>+</sup> ; рівняння Нікольського:

$$\varphi_{\text{ІСЕ}} = \text{const} + \frac{0,059}{n_{\text{A}^+}} \lg \left( a_{\text{A}^+} + K_{\text{A}^+/\text{B}^+} a_{\text{B}^+}^{\left(\frac{n_{\text{B}^+}}{n_{\text{A}^+}}\right)} \right), \text{ де } a_{\text{A}^+} \text{ та } a_{\text{B}^+} - \text{активності}$$

досліджуваного та домішкового йонів відповідно; n<sub>A<sup>+</sup></sub> та n<sub>B<sup>+</sup></sub> – їх заряди відповідно; K<sub>A<sup>+</sup>/B<sup>+</sup></sub> a<sub>B<sup>+</sup></sub> – коефіцієнт селективності.

*Дифузійний потенціал* виникає на межі двох розчинів з різною концентрацією за схемою: Zn/ZnCl<sub>2</sub>(a<sub>1</sub>) || (a<sub>2</sub>) ZnCl<sub>2</sub>/Zn; рівняння Нернста:

$\varphi = \varphi_0 + \frac{\lambda_+ - \lambda_-}{\lambda_+ + \lambda_-} \frac{0,059}{n} \lg \frac{a_1}{a_2}$ , де активність  $a_1 > a_2$ ;  $\lambda_+$ ,  $\lambda_-$  – рухливості катіона та аніона відповідно. Окремим випадком дифузійного потенціалу є мембранний потенціал. В організмі утворюються два потенціали:

– потенціал спокою:  $\varphi_{\text{спокою}} = \varphi^0 + 0,059 \lg \frac{[\text{K}^+]_{\text{в клітині}}}{[\text{K}^+]_{\text{зовні клітині}}}$ ;

– потенціал дії:  $\varphi_{\text{дії}} = \varphi^0 + 0,059 \lg \frac{[\text{Na}^+]_{\text{зовні клітині}}}{[\text{Na}^+]_{\text{в клітині}}}$ .

**Взаємозв'язок хімічної та електричної енергії.** Перетворення в електрохімічній системі (гальванічному елементі) підпорядковується першому закону термодинаміки й максимальна робота дорівнює  $A_{\text{max}} = 2,3RT \lg K = -\Delta G$ . У свою чергу, зменшення енергії Гіббса й відповідно максимальна робота процесу, що розрахована на 1 моль, дорівнює:  $-\Delta G = A_{\text{max}} = nFE$ , де  $F$  – число Фарадея;  $nF$  – кількість електрики, що пов'язана з перетворенням  $n$ -еквівалентів речовини ( $n$ -кількість електронів, які беруть участь в елементарному електрохімічному процесі);  $E$  – електрорушійна сила.

*Класифікація потенціометричних методів аналізу:*

1) пряма потенціометрія (йонOMETрія) – базується на визначенні  $C(X)$  за величиною  $E$  е/х ланцюга з індикаторним електродом, селективним до даного йона. Для визначення  $C(X)$  застосовують два методи:

а) метод градувального графіка – базується на побудові графіка в координатах « $E - (-\lg C)$ » стандартних розчинів. Вимірюючи  $E$  е/х ланцюга досліджуваного розчину, за графіком визначають  $C(X)$ ; попередньо в стандартні та досліджувані розчини вводять індиферентний електроліт з високою  $C$  (1 моль/л та більші) для сталої йонної сили розчину. У деяких випадках проводять градування безпосередньо шкали йонOMETра або рН-метра, наприклад, під час вимірювання рН розчинів;

б) метод добавок (європейський та державний) – базується на вимірюванні потенціалу індикаторного електрода до та після додавання невеликого об'єму стандартного розчину досліджуваного йона. Невідому концентрацію розраховують за формулою  $C_X = \frac{C_{\text{ст}} V_{\text{ст}}}{V_X \left( 10^{\frac{\Delta E}{0,059}} - 1 \right)}$ ; при  $V_X > V_{\text{ст}}$

формула спрощується:  $C_X = \frac{C_{\text{ст}}}{V_X \left( 10^{\frac{\Delta E}{0,059}} - 1 \right)}$ ;

2) потенціометричне титрування – базується на індикації точки еквівалентності за зміною  $E$  потенціометричної комірки в ході титрування; криві титрування зображені на рис. 2.

Переваги методу: дозволяє проводити визначення в непрозорих та забарвлених розчинах; точність вища за йонометрію.

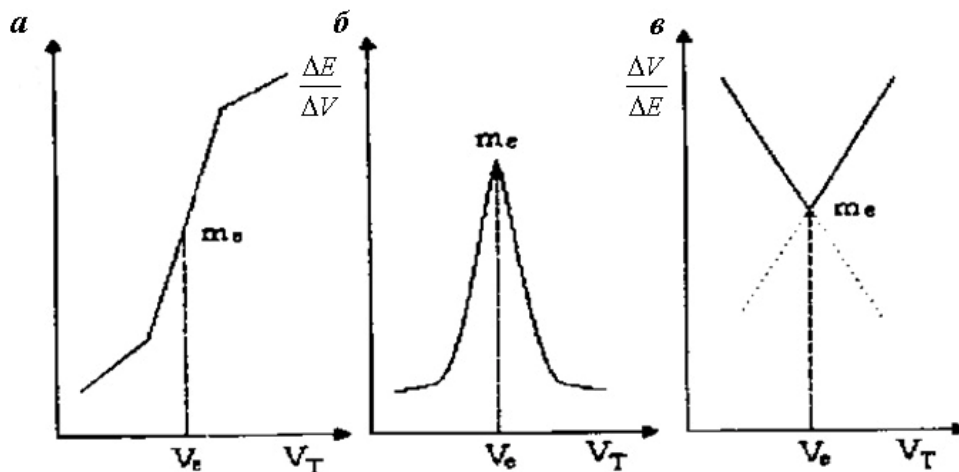


Рис. 2. Криві потенціометричного титрування:  $a$  – інтегральна,  $b$  – диференціальна,  $c$  – крива Гран

Застосовується потенціометрія при визначенні активності багатьох неорганічних йонів та речовин нейонного характеру у фармацевтичних препаратах, а також величини рН, яка слугує критерієм якості багатьох лікарських препаратів і таких груп речовин, як алкалоїди, вітаміни, антибіотики, гормони.

**Кулонометрія** – метод, що базується на вимірюванні кількості електрики  $Q$ , затраченої на хімічне перетворення досліджуваної речовини (окиснення або відновлення).

Основний закон – закон Фарадея: 
$$m(X) = \frac{M(X)Q}{nF} = \frac{M(X)It}{nF},$$

де  $m(X)$  – маса електрохімічно перетвореної речовини, г;  $M(X)$  – молярна маса, г/моль;  $Q$  – кількість електрики, Кл;  $I$  – сила струму, А;  $t$  – час, с;  $n$  – кількість електронів, що беруть участь у реакції.

*Пряма кулонометрія* поділяється:

а) на потенціостатичну (при  $E = \text{const}$  робочого електрода протягом електролізу). Має певні особливості: сила струму безперервно зменшується, тому що  $C(X)$  зменшується; електроліз закінчується при  $I = 0$ ;  $Q$  вимірюють за допомогою приладу (кулометра) або графічно в координатах

$\langle I - t \rangle; Q = \frac{1}{2,3K}; K = \text{tga}.$

б) амперостатичну (при  $I = \text{const}$ );  $Q = It$ . Чутливість визначення –  $10^{-9}$  г. Застосування: визначення  $\text{Me}^{+n}$ , компонентів лікарських засобів (аскорбінова кислота, оксіхінолін, новокаїн та ін.);

*Кулонометричне титрування* базується на електрохімічному отриманні титранту (електрогенерованого або кулонометричного) з подальшою реакцією його з аналізованою речовиною ( $X$ ). Кулонометричний титрант утворюється в процесі електролізу спеціально уведеного реактиву (допоміжного реагенту). Режим титрування – амперостатичний, значення сили струму велике, що дозволяє виконувати титрування експресно. Використовують 4 типи реакцій. Чутливість –  $10^{-6}$  моль/л. У випадку кислотно-основного титрування відсутня необхідність введення допоміжної речовини, оскільки титранти (йони  $\text{H}^+$  та  $\text{OH}^-$ ) генеруються під час електролізу води в катодній та анодній камерах комірки.

Виділяють кулонометричне титрування з внутрішньою генерацією (титрант електрогенерується безпосередньо в аналізованому розчині) та із зовнішньою генерацією (титрант отримують в окремій посудині, а потім додають його до аналізованого розчину).

**Електрогравіметрія** – метод, що базується на точному визначенні маси речовини, осадженої на електроді під час електролізу.

Основний закон – закон Фарадея:  $m(X) = \frac{M(X)It}{nF}$ , де  $M(X)$  – молярна маса електроліту;  $I$  – сила струму;  $t$  – час;  $n$  – число електронів у реакції;  $F$  – стала Фарадея.

*Реакції на електродах:*

- а) на катоді відбувається процес відновлення, на аноді – окиснення;
- б) осадження відбувається у вигляді покриття, що утримується на поверхні електроду.

*Поляризація електродів* – виникнення різниці потенціалів між електродами, що має напрям, протилежний тому, який накладається зовні; такі електроди називають поляризованими, а процес на електродах – електродною поляризацією.

Напругу для електролізу ( $E_{\text{ел}}$ ) розраховують за формулами:

$$E_{\text{ел}} = E_{\text{розл}} + IR + \eta; \quad E_{\text{ел}} = (\varphi_{\text{а}} + \eta_{\text{а}}) - (\varphi_{\text{к}} + \eta_{\text{к}}) + IR;$$

$$E_{\text{ел}} = (\varphi_{\text{к}} + \eta_{\text{к}}) - (\varphi_{\text{а}} + \eta_{\text{а}}) - IR.$$

*Перенапруга* ( $\eta$ ) дорівнює:  $\eta = E(\text{розкладу}) - E(\text{поляризації})$  при  $IR = 0$ . Типи перенапруги ( $\eta$ ): дифузійна та е/х реакції ( $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ).  $\eta$  залежить від: густини струму, домішок, поверхні електрода (гладка, шершава).

*Типи поляризації:*

- а) хімічна (за рахунок зміни поверхні електрода та утворення внутрішнього гальванічного елемента з  $E$ , протилежною  $E$  електролізу).
- б) концентраційна (за рахунок  $\Delta C$ ).

Уникнути хімічної поляризації можна з використанням деполаризаторів (для водню – окисників, для кисню – відновників); концентраційної – за рахунок перемішування речовин, що вступають в йонообмінну реакцію.

Застосування електрогравіметрії: при проведенні електросинтезу фармпрепаратів на основі органічних речовин для одержання низки продуктів (електровідновлення щавлевої, оцтової кислот та ін.).

**Вольтамперометрія (полярографія)** – метод, що базується на вивченні поляризаційних (вольтамперних) кривих – полярограм (кривих залежності сили струму  $I$  від напруги  $E$ , які отримують у процесі електролізу розчину досліджуваної речовини при поступовому підвищенні напруги з одночасною фіксацією при цьому сили струму.

Полярографія – це вольтамперометрія з використанням ртутного крапельного електрода (РКЕ).

*Типи електродів.* Електроліз проводять з використанням легкополяризованого електрода з невеликою поверхнею (катод, індикаторний, мікроелектрод, на якому відбувається електровідновлення або електроокиснення речовини, РКЕ – капіляр з рівномірно витікаючою ртуттю); другий електрод з великою поверхнею (анод, не поляризується, електрод стандартний, порівняння, донна ртуть або насичений каломельний).

Для отримання полярограм до досліджуваного розчину додають певний індиферентний електроліт з катіонами, які відновлюються значно важче за визначуваний катіон (калій хлорид, калій нітрат) з перебільшеною концентрацією у 100-1000 разів (фон); форма полярограм нагадує хвилю (рис. 3).

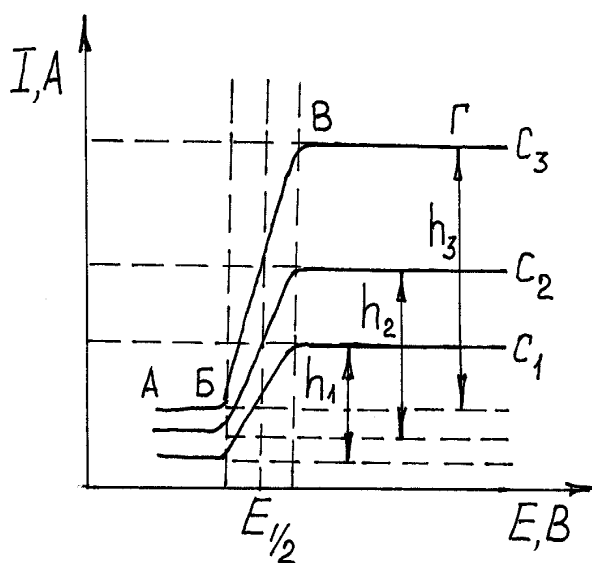


Рис. 3. Полярограми визначуваного елемента при концентраціях  $C_1 < C_2 < C_3$



*Утворення полярограми та її характеристики:*

а) на початку електролізу, коли значення поданого потенціалу є незначним, сила струму збільшується дуже повільно; такий струм називається залишковим ( $I_{\text{залиш}}$ );

б) за умови  $\varphi(\text{катода}) = \varphi(\text{відновлення})$  починається розряження катіонів на ртутній краплині:  $\text{Me}^{z+} + ze^{-} + \text{Hg} \rightarrow \text{Me}(\text{Hg})$ ; на катоді утворюється розведена амальгама металу; як тільки краплина потрапляє на анод, амальгама розкладається на складові:  $\text{Me}(\text{Hg}) - ze^{-} \rightarrow \text{Me}^{z+} + \text{Hg}$ ;

в) після досягнення потенціалу відновлення сила струму стрімко зростає і потім залишається сталою, незважаючи на збільшення потенціалу; цей струм дістав назву граничного дифузійного ( $I_{\text{гран}}$ ) і його значення пропорційне концентрації визначуваної речовини;

г) дифузійний струм ( $I_{\text{д}}$ ) – різниця між граничним струмом та залишковим струмом.

Основне рівняння – рівняння Ільковича:  $I_{\text{д}} = 607zD^{1/2}m^{2/3}t^1$ , де  $I_{\text{д}}$  – сила дифузійного струму, мкА;  $z$  – число електронів електрохімічної реакції, залежить від природи йона;  $D$  – коефіцієнт дифузії йона,  $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ , залежить від природи йона та домішок;  $m$  – швидкість витікання ртуті з капіляру, мг/с;  $t$  – час утворення краплини, с.

Величина  $m^{2/3}t^1$  є характеристикою капіляра, яку визначають експериментально.

Для зворотного відновлення речовини Гейровським–Ільковичем було запропановано *рівняння полярографічної хвилі*:  $E = E_{1/2} - \frac{0,059}{z} \lg \frac{I}{I_0 - I}$ ;

коли сила струму дорівнює половині  $I_{\text{д}}$  ( $I = \frac{1}{2}I_{\text{д}}$ ), одержують  $E = E_{1/2}$  (потенціал напівхвилі), величина якої залежить від фонового електроліту, рН, присутності комплексоутворювачів.

*Методи визначення речовин:*

1) якісний аналіз:

а) ідентифікацію речовин за  $E_{1/2}$  виконують за таблицею – за полярографічним спектром;

б)  $E_{1/2}$  можна знайти експериментально за кривою залежності « $\lg \left[ \frac{I}{I_{\text{д}} - I} \right] - E$ »; полярограма має вигляд прямої, точка перетину якої з

віссю абсцис відповідає потенціалу при  $I = \frac{1}{2}I_{\text{д}}$ ; для кількісних обчислень рівняння Ільковича не застосовують внаслідок труднощів визначення його параметрів, тому на практиці частіше користуються висотою полярографічної хвилі  $h$ , мм.

2) кількісні полярографічні методи аналізу – базуються на використанні відомих способів визначення концентрації:

а) метод градувального графіка (стандартних серій) – одержують полярограми декількох стандартних розчинів, вимірюють висоту хвилі  $h$ , будують графік у координатах « $h - C$ » та за  $h_x$  за графіком знаходять  $C_x$ ;

б) метод порівняння – вимірюють висоту полярограми двох–трьох стандартних розчинів і визначають середній коефіцієнт пропорційності, виходячи з відношення:  $K_1 = \frac{h_1}{c_1}$ ;  $K_2 = \frac{h_2}{c_2}$ ;  $K_{\text{середнє}} = \frac{K_1 + K_2}{2}$ . Вимірявши висоту хвилі визначуваної речовини  $h_x$  та використавши  $K_{\text{середнє}}$ , визначають

$$C_x = \frac{h_x}{K};$$

в) метод додатків – вимірюють висоту хвилі для розчину досліджуваної речовини  $h_1$ , потім додають певний об'єм стандартного розчину  $V_{\text{ст}}$  з концентрацією  $C_{\text{ст}}$  і знову визначають висоту хвилі  $h_2$ ; концентрацію досліджуваного розчину  $C_x$  знаходять, розв'язуючи систему рівнянь:  $h_1 = KC_x$ ;

$h_2 = K(C_x + C_{\text{ст}})$ , звідки:  $C_x = \frac{C_{\text{ст}}V_{\text{ст}}h_1}{h_2(V_x + V_{\text{ст}}) - h_1V_x}$ ; без урахування розведення формула спрощується:  $C_x = C_{\text{ст}} \frac{h_x}{h_{x+\text{ст}} - h_x}$ , де  $V_x$  – об'єм аналізованого розчину;  $V_{\text{ст}}$  – об'єм добавки.

При визначенні суміші йонів необхідно, щоб різниця потенціалів їх напівхвиль була не менше 0,2-0,3В, концентрація досліджуваного йона в межах  $10^{-2}$ – $10^{-6}$  моль/л;

3) у полярографії зі змінним струмом основним рівнянням є:

$I_{\text{max}} = K(\Delta E) D^{1/2} z^2 v^{1/2} CS$ , де  $I_{\text{max}}$  – струм піка, мкА;  $D$  – коефіцієнт дифузії,  $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ;  $z$  – кількість електронів;  $v$  – частота;  $C$  – концентрація, ммоль/л;  $S$  – площа електрода,  $\text{см}^2$ ;  $\Delta E$  – амплітуда змінної напруги, мВ;

4) у методі інверсійної вольтамперометрії величина аналітичного сигналу ( $I_{\text{max}}$ ) залежить від швидкості розгортання потенціалу (замість  $\Delta E$ ) і тих самих факторів, що і в попередньому методі. Метод застосовується при аналізі розбавлених розчинів ( $C(X)$  у межах  $10^{-3}$  моль/л);

5) диференційна вольтамперометрія – застосовується при близьких значеннях потенціалу напівхвилі (графічна залежність у координатах  $\frac{\Delta I}{\Delta E} - E$ ).

*Застосування полярографії:* під час аналізу багатоконпонентних систем, до яких належать лікарські засоби, для контролю якості фармпрепа-

ратів різних груп неорганічних сполук (Галогенів, Бору, Купруму, Феруму, Цинку) та органічних сполук (амінів та їх похідних, етерів та естерів карбонових кислот, гетероциклічних сполук з атомами Оксигену, Нітрогену, Сульфуру).

*Амперометричне титрування.* Амперометрія є різновидом титриметрії, у якому точку еквівалентності встановлюють полярографічним методом, а саме: за стрімкою зміною  $I_d$  у процесі титрування залежно від  $V$ (титранту); за отриманими даними будують криву амперметричного титрування, на якій за точкою перетину відрізків прямих визначають еквівалентний об'єм титранту.

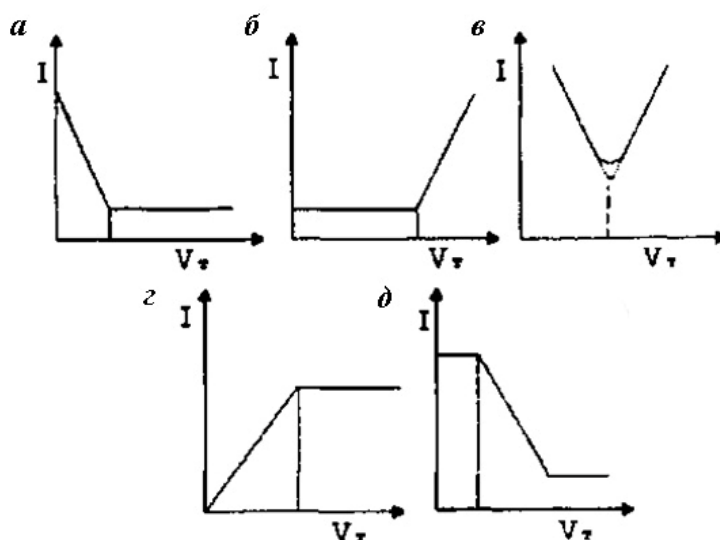


Рис. 4. Форма кривих залежності від полярографічного (e/x активного) компонента:  
 а – e/x активна X; б – e/x активний T; в – e/x активні обидва; г – e/x активний продукт P;  
 д – титрування з полярографічним індикатором (відсутні e/x активні)

*Умови титрування:*

а) проводять за значенням сили струму, що відповідає  $E_{1/2}$  речовини, яка бере участь у реакції;

б) будують графік залежності « $I_{\text{диф}} - V_{\text{титранту}}$ »;

в) в електродній реакції  $X+T \rightarrow P$  достатньо, щоб брали участь хоча б один з двох компонентів або продуктів реакції; форми кривих залежності від полярографічно-активного компонента наведено на рис. 4;

г) умови вибору  $E$ : перед вимірюваннями обирають  $E$  для титрування, що відповідає  $I_{\text{диф}}$  йона, який бере участь в e/x реакції (за полярограмою амперметрії і на 0,1-0,2В більш негативного проти  $E_{1/2}$ );

д) переваги методу: висока селективність; чутливість (до  $10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>); можливість визначати більшість елементів ПС і органічних речовин), висока точність, простота аналізу.

### 2.2.2. Тестові завдання

1. Вкажіть рівняння розрахунку рівноважного потенціалу йонів цинку в фармпрепараті цинку:

А.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{2} \lg [Zn^{+2}]$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]}$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[K^+]_1}{[K^+]_2}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[Na^+]_1}{[Na^+]_2}$ .

Д.  $\varphi = + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[K^+]}{[Na^+]}$ .

2. Вкажіть рівняння розрахунку окисно-відновного потенціалу речовини при перебігу фармакопейної реакції:

А.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg [Me^{+n}]$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]}$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[K^+]_1}{[K^+]_2}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[Na^+]_1}{[Na^+]_2}$ .

Д.  $\varphi = + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[K^+]}{[Na^+]}$ .

3. Вкажіть рівняння розрахунку мембранного потенціалу, який викликаний різноманітними фізіологічними процесами:

А.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg [Me^{+n}]$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]}$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[K^+]_1}{[K^+]_2}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{DP}{[Cl^-]}$ .

Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \lg \frac{C_{відн}}{C_{окисн}}$ .

4. Вкажіть значення ступеня дисоціації фармакопейного препарату  $H_3PO_4$ , як електроліта середньої сили, що необхідно враховувати при кондуктометрії:

А.  $\alpha = 0$ . Б.  $\alpha = 1$ . В.  $\alpha = 10$ . Г.  $0 < \alpha < 1$ . Д.  $0,03 < \alpha < 0,30$ .

5. Вкажіть значення ступеня дисоціації фармакопейного препарату оцтової кислоти, що необхідно враховувати при кондуктометрії:

А.  $0 < \alpha < 0,03$ . Б.  $\alpha = 0$ . В.  $\alpha = 1$ . Г.  $\alpha = 10$ . Д.  $1 < \alpha < 10$ .

6. Вкажіть умови самочинних фармакопейних реакцій за величинами різниці стандартних потенціалів катода (ox) та анода (red) при потенціометрії:

А.  $\varphi_{\text{к}}^0 - \varphi_{\text{а}}^0 > 0$ . Б.  $\varphi_{\text{к}}^0 - \varphi_{\text{а}}^0 < 0$ . В.  $\varphi_{\text{ox}}^0 - \varphi_{\text{red}}^0 < 0$ . Г.  $\varphi_{\text{ox}}^0 - \varphi_{\text{red}}^0 > 0$ .  
Д. Усе перелічене.

7. Вкажіть взаємозв'язок між різницею стандартних потенціалів катода й анода та енергією Гіббса при самочинних фармакопейних реакціях:

А.  $\varphi_{\text{к}}^0 - \varphi_{\text{а}}^0 > 0$ ,  $\Delta G^0 > 0$ . Б.  $\varphi_{\text{к}}^0 - \varphi_{\text{а}}^0 < 0$ ,  $\Delta G^0 > 0$ .  
В.  $\varphi_{\text{ox}}^0 - \varphi_{\text{red}}^0 < 0$ ,  $\Delta G^0 < 0$ . Г.  $\varphi_{\text{ox}}^0 - \varphi_{\text{red}}^0 > 0$ ,  $\Delta G^0 < 0$ . Д. Усе перелічене.

8. Вкажіть взаємозв'язок між різницею стандартних потенціалів окисника й відновника та енергією Гіббса при самочинних фармакопейних реакціях:

А.  $\varphi_{\text{к}}^0 - \varphi_{\text{а}}^0 > 0$ ,  $\Delta G^0 > 0$ . Б.  $\varphi_{\text{к}}^0 - \varphi_{\text{а}}^0 < 0$ ,  $\Delta G^0 > 0$ .  
В.  $\varphi_{\text{ox}}^0 - \varphi_{\text{red}}^0 < 0$ ,  $\Delta G^0 < 0$ . Г.  $\varphi_{\text{ox}}^0 - \varphi_{\text{red}}^0 > 0$ ,  $\Delta G^0 < 0$ . Д. Усе перелічене.

9. Константа дисоціації фармакопейного препарату нітратної кислоти пов'язана зі ступенем електролітичної дисоціації:

А.  $K_{\text{д}} = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$ . Б.  $K_{\text{д}} = \frac{C\alpha}{1-\alpha}$ . В.  $K_{\text{д}} = \frac{\alpha(1-C)}{C(1-\alpha)}$ . Г.  $K_{\text{д}} = \frac{C-\alpha}{1-\alpha}$ .

Д. Немає відповіді.

10. Вкажіть назву рівняння розрахунку коефіцієнта активності фармакопейного препарату калій перманганату:

А. Дебая–Хюккеля. Б. Оствальда. В. Кольрауша. Г. Нернста. Д. Гесса.

11. Вкажіть галогени, якими можна окислити  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$  в лікарській суміші, якщо  $\varphi^0(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}) = 0,77\text{В}$ ,  $\varphi^0(\text{I}_2, 2\text{I}^-) = 0,54\text{В}$ ,  $\varphi^0(\text{Br}_2, 2\text{Br}^-) = 1,09\text{В}$ ,  $\varphi^0(\text{Cl}_2, 2\text{Cl}^-) = 1,36\text{В}$ :

А. Хлор. Б. Йод. В. Бром. Г. Усе перелічене. Д. Немає правильної відповіді.

12. Вкажіть можливість перебігу в кислому середовищі фармакопейної реакції між калій перманганатом і метанолом, якщо  $\varphi^0(\text{CH}_4, \text{CH}_3\text{OH}) = 0,59\text{В}$ ,  $\varphi^0(\text{MnO}_4^-, \text{Mn}^{2+}) = 1,5\text{В}$ :

А. Так. Б. Ні. В. Можлива при великих концентраціях. Г. Можлива при низьких концентраціях. Д. Можлива при температурі.

13. Вкажіть можливість перебігу в кислому середовищі фармакопейної реакції між калій перманганатом і щавлевою кислотою, якщо  $\varphi^0(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = -0,49\text{В}$ ,  $\varphi^0(\text{MnO}_4^-, \text{Mn}^{2+}) = 1,5\text{В}$ :

А. Так. Б. Ні. В. Можлива при великих концентраціях. Г. Можлива при низьких концентраціях. Д. Можлива при температурі.

14. Виберіть визначення розрахунку йонної сили розчину фармакопейного препарату кальцій хлориду:

**А.** Напівсума добутку молярності кожного йона на квадрат його заряду.  
**Б.** Напівсума добутку концентрації кожного йона на його коефіцієнт активності.  
**В.** Добуток квадрату заряду йона на активності всіх йонів.  
**Г.** Напівсума добутку масової концентрації кожного йона на його коефіцієнт активності.  
**Д.** Усе перелічене.

**15.** Мірою активної кислотності середовища (рН) фармакопейного препарату натрій карбонату є:

**А.** Негативний десятковий логарифм рівноважної молярної концентрації гідроген-йонів.  
**Б.** Загальна кислотність розчину.  
**В.** Водневий показник розчину лугу.  
**Г.** Водневий показник розчину кислоти.  
**Д.** Водневий показник кислоти.

**16.** Для ідентифікації йонів у фармпрепараті використовують кондуктометрію шляхом вимірювання питомої електропровідності, яка є:

**А.** Величина, обернена опорю розчину об'ємом  $1 \text{ м}^3$  з довжиною кювети  $1 \text{ м}$ .  
**Б.** Величина, еквівалентна опорю розчину об'ємом  $1 \text{ м}^3$  з довжиною кювети  $1 \text{ м}$ .  
**В.** Електропровідність розчину будь-якого об'єму.  
**Г.** Величина, обернена опорю розчину електроліту.  
**Д.** Величина, еквівалентна опорю розчину електроліту.

**17.** У сучасних електрохімічних методах фармацевтичного аналізу необхідно враховувати константу рівноваги. Оберіть формулу зв'язку константи рівноваги з ізобарним потенціалом за стандартних умов:

**А.**  $\Delta G^0 = -nE^0F$ . **Б.**  $\Delta G^0 = -2,3RT \lg K$ . **В.**  $\Delta G = \Delta G^0 + 2,3RT \lg K$ .  
**Г.**  $\Delta G = 2,3RT \lg C$ . **Д.**  $\Delta G^0 = 2,3RT \lg K$ .

**18.** Оберіть формулу зв'язку константи рівноваги фармакопейної реакції з ізохорним потенціалом за рівноважних умов:

**А.**  $\Delta F^0 = -nE^0F$ . **Б.**  $\Delta F^0 = -2,3RT \lg K$ . **В.**  $\Delta F = \Delta F^0 + 2,3RT \lg K$ .  
**Г.**  $\Delta F^0 = 2,3RT \lg K$ . **Д.**  $\Delta F = 2,3RT \lg K$ .

**19.** Вкажіть формулу розрахунку стандартного електродного потенціалу при потенціометричному дослідженні лікарської речовини:

**А.**  $\Delta G^0 = -nE^0F$ . **Б.**  $\Delta G = \Delta G^0 + 2,3RT \lg K$ . **В.**  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg C$ .  
**Г.**  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg K$ . **Д.**  $E = \varphi_1^0 - \varphi_2^0$ .

**20.** Вкажіть фізичний сенс еквівалентної електропровідності, що вимірюється при кондуктометричному дослідженні лікарської речовини:

**А.** Провідність розчину електроліту, який містить кількість речовини, еквіваленту  $1 \text{ кмоль}$  з товщиною шару  $1 \text{ м}$  та об'ємом  $1 \text{ м}^3$ .  
**Б.** Провідність розчину електроліту з товщиною шару  $1 \text{ м}$  та об'ємом  $1 \text{ м}^3$ .  
**В.** Провідність розчину електроліту, обернена питомій електропровідності.  
**Г.** Провідність розчину електроліту, обернена загальній електропровідності.  
**Д.** Провідність розчину електроліту, прямо пропорційна питомій електропровідності.

21. Вкажіть зв'язок між еквівалентною та питомою електропровідностями, які вимірюються при кондуктометрії лікарських препаратів:

А.  $\lambda_v \left( \frac{1}{z} X \right) = \frac{\kappa(X)V}{z}$ . Б.  $\lambda_v = \frac{1}{\kappa 10}$ . В.  $\lambda_v = \lambda_{\max} C$ . Г.  $\lambda_v = \frac{\kappa}{V}$ .

Д.  $\lambda_v = \frac{V}{\kappa}$ .

22. При кондуктометрії розчинів фармпрепаратів застосовується основний закон Кольрауша. Оберіть доповнення до формулювання закону Кольрауша: «у безмежно розведеному розчині електроліту електропровідність дорівнює...

А. ...сумі рухливостей катіона та аніона». Б. ...сумі концентрацій катіона та аніона». В. ...сумі абсолютних швидкостей йонів». Г. ...сумі чисел переносу». Д. Усе перелічене.

23. Вкажіть формулу розрахунку рівноважного електродного потенціалу речовини у фармпрепараті за будь-яких умов:

А.  $\Delta G^0 = -nE^0 F$ . Б.  $\Delta G = \Delta G^0 + 2,3RT \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{red}]}{[\text{ox}]}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{2,3RT}{n} \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$ .

Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[\text{red}]}{[\text{ox}]}$ .

24. Вкажіть середовище, у якому найбільш сильні окислювальні властивості має манган (VII) при перманганатометричному визначенні відновників у фармакопейному препараті:

А. Кисле. Б. Лужне. В. Нейтральне. Г. Слабкокисле. Д. Слабколужне.

25. Вкажіть середовище, у якому найбільш сильні відновні властивості має манган (II) за фармакопейною реакцією з окисником:

А. Кисле. Б. Лужне. В. Нейтральне. Г. Слабкокисле. Д. Слабколужне.

26. Вкажіть формулу розрахунку ступеня електролітичної дисоціації натрій гідрокарбонату у фармакопейному препараті методом кондуктометрії:

А.  $\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_{\max}}$ . Б.  $\alpha = \frac{1}{\kappa \lambda_{\max}}$ . В.  $\alpha = \lambda_{\max} \lambda_v$ . Г.  $\alpha = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_v}$ . Д.  $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$ .

27. Вкажіть тип розчину фармпрепарату калій хлориду, що містить електроліт з найбільшим значенням еквівалентної електропровідності:

А. Безмежно розбавлений. Б. Концентрований. В. З однаковими рухливостями йонів. Г. Насичений. Д. Ненасичений.

28. Вкажіть значення рН у точці еквівалентності при потенціометричному титруванні фармакопейного препарату HCl розчином лугу:

А. рН = 7. Б. рН > 7. В. рН < 7. Г. рН > 3. Д. рН < 10.

29. Вкажіть формулу, що зв'язує константу рівноваги фармакопейної реакції та стандартну ЕРС ( $E^0$ ):

А.  $2,3RT \lg K = nE^0F$ . Б.  $\Delta G = \Delta G^0 + 2,3RT \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{red}]}{[\text{ox}]}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{2,3RT}{n} \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$ . Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{n} \lg K$ .

30. Вкажіть вираз, що пов'язує стандартну ЕРС ( $E^0$ ) фармакопейної реакції з роботою:

А.  $2,3RT \lg K$ . Б.  $nE^0F$ . В.  $-\Delta H + T\Delta S$ . Г.  $-2,3RT \lg K$ . Д.  $\Delta H - T\Delta S$ .

31. Вкажіть потенціал, що утворюється за рахунок переходу електронів при електрохімічних визначеннях фармпрепарату:

А. Металевий. Б. Мембранний. В. Потенціал спокою. Г. Дифузійний. Д. Потенціал дії.

32. При потенціометрії фармакопейного препарату купрум (II) сульфату застосовують гальванічний елемент. Вкажіть рівняння Нернста для гальванічного елемента Данієля–Якобі:

А.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{\alpha(\text{Cu}^{2+})}{\alpha(\text{Zn}^{2+})}$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{\alpha(\text{Zn}^{2+})}{\alpha(\text{Cu}^{2+})}$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{\alpha_2(\text{Zn}^{2+})}{\alpha_1(\text{Zn}^{2+})}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{R}{n} \ln \frac{\alpha(\text{Zn}^{2+})}{\alpha(\text{Cu}^{2+})}$ .

Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{n} \lg \frac{\alpha(\text{Zn}^{2+})}{\alpha(\text{Cu}^{2+})}$ .

33. При визначенні рН біологічних рідин методом потенціометрії застосовують електроди другого роду. Вкажіть формулу розрахунку величини рівноважного потенціалу такого електрода:

А.  $\varphi = \varphi^0 - \frac{RT}{nF} \ln \alpha(\text{Cl}^-)$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 - \frac{RT}{2nF} \lg [\text{Cl}^-]$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \alpha(\text{Cl}^-)$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + 0,059 \lg \frac{[\text{Hg}_2\text{Cl}_2]}{[\text{KCl}]}$ .

Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \alpha(\text{K}^+)$ .

34. При визначенні рН рідин лікарських препаратів методом потенціометрії застосовують електроди визначення. Вкажіть рівняння Нернста для такого електрода:



А.  $\varphi = \varphi^0 + 0,059 \lg \alpha(\text{K}^+)$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 + 0,059 \ln(\text{pH})$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 - \frac{RT}{2nF} \ln[\text{H}^+]$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 - 0,059 \lg \alpha(\text{H}^+)$ .

Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{0,059}{2} \ln \alpha(\text{H}^+)$ .

35. Вкажіть електрод, у якому подвійний електричний шар утворюється за рахунок градієнта концентрації при дослідженнях лікарських речовин методом електрохімії:

А. Металевий. Б. Мембранний. В. Окиснювально-відновний. Г. Платиновий. Д. Хлорсрібний.

36. При дослідженні лікарської речовини на кривій потенціометричного титрування спостерігається стрибок потенціалу. Оберіть причину виникнення такого стрибка в гетерогенній ох-red системі:

А. Концентрація йонів у розчині. Б. Кислотність середовища. В. Йонна сила розчину. Г. Подвійний електричний шар на межі розподілу фаз. Д. Усе перелічене.

37. У ході потенціометрії лікарських розчинів застосовують гальванічний елемент. Вкажіть ознаку, яку використовують для складання цього елемента:

А. Різна концентрація йонів у розчині. Б. Різні величини рН. В. Різна електропровідність. Г. Різні величини електродних потенціалів. Д. Усе перелічене.

38. Скляний електрод часто застосовують у фармацевтичному аналізі. Виберіть рівняння Нернста для скляного електрода в лужному середовищі:

А.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \alpha(\text{Na}^+)$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 - \frac{2,3RT}{nF} \lg[\text{OH}^-]$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 - 0,059 \lg \frac{C(\text{скла})}{C(\text{розчину})}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + 0,059 \lg \alpha(\text{H}^+)$ .

Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{2nF} \ln \alpha(\text{K}^+)$ .

39. При вимірюванні рН лікарської рідини застосовують індикаторний електрод, до якого належить скляний. Виберіть рівняння Нернста для скляного електрода в кислому середовищі:

А.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \alpha(\text{Na}^+)$ . Б.  $\varphi = \varphi^0 - \frac{2,3RT}{nF} \lg[\text{OH}^-]$ .

В.  $\varphi = \varphi^0 - 0,059 \lg \frac{C(\text{скла})}{C(\text{розчину})}$ . Г.  $\varphi = \varphi^0 + 0,059 \lg \alpha(\text{H}^+)$ .

Д.  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{2nF} \ln \alpha(\text{K}^+)$ .

40. При вимірюванні рівноважних потенціалів у лікарських розчинах необхідно усувати дифузійний потенціал, який виникає на межі:

А. Двох розчинів різної концентрації. Б. Металу та розчину його солі. В. Неметалу та розчину його солі. Г. Платини та розчину окисника з його відновною формою. Д. Усе перелічене.

41. При електрохімічному дослідженні лікарського розчину використовують гальванічний елемент. Вкажіть ознаку, що зумовлює напрямок руху електронів у зовнішньому колі цього елемента:

А. Активність металу. Б. Заряд йонів у розчині. В. Концентрація йонів у розчині. Г. Величина електродних потенціалів. Д. Усе перелічене.

42. Вкажіть ознаку, що зумовлює напрямок руху електронів у внутрішньому колі гальванічного елемента при дослідженні лікарської субстанції:

А. Активність металу. Б. Заряд йонів у розчині. В. Концентрація йонів у розчині. Г. Величина електродних потенціалів. Д. Усе перелічене.

43. При дослідженні лікарського розчину методом потенціометрії користуються стандартними електродними потенціалами у водневій шкалі. Стандартний водневий електрод у парі з мідним електродом буде анодом, тому що:

А.  $\varphi^0(\text{H}_2) < \varphi^0(\text{Cu})$ . Б.  $\varphi^0(\text{H}_2) = \varphi^0(\text{Cu})$ . В.  $\varphi^0(\text{H}_2) > \varphi^0(\text{Cu})$ .  
Г.  $\varphi^0(\text{H}_2) < 0$ . Д.  $\varphi^0(\text{H}_2) > 0$ .

44. Вкажіть тип біопотенціалу, який викликаний різними фізіологічними процесами:

А. Мембранний. Б. Електродний. В. Контактний. Г. Платиновий. Д. Скляний.

45. Вкажіть електрод, величина потенціалу якого не залежить від рН при потенціометричному дослідженні розчину лікарської субстанції:

А. Каломельний. Б. Водневий. В. Скляний. Г. Хінгідронний. Д. Усе перелічене.

46. Вкажіть найпоширеніший індикаторний електрод для визначення рН у фармацевтичному аналізі:

А. Скляний. Б. Цинковий. В. Хлорсрібний. Г. Хінгідронний. Д. Усе перелічене.

47. При дослідженні лікарського розчину методом потенціометрії користуються стандартними електродними потенціалами у водневій шкалі. Водневий електрод у парі з цинковим електродом буде катодом, тому що:

А.  $\varphi^0(\text{H}_2) = \varphi^0(\text{Zn})$ . Б.  $\varphi^0(\text{H}_2) > \varphi^0(\text{Zn})$ . В.  $\varphi^0(\text{H}_2) < \varphi^0(\text{Zn})$ .  
Г.  $\varphi^0(\text{H}_2) < 0$ . Д.  $\varphi^0(\text{H}_2) > 0$ .

48. При електрохімічних дослідженнях рідких лікарських форм використовують електроди порівняння та визначення. Вкажіть рівень окисної

сили йонів Гідрогену в стандартному водневому електроді порівняно з  $\text{Ca}^{+2}$  в його електроді:

А. Вищий. Б. Нижчий. В. Такий самий. Г. Більший нуля.  
Д. Менший нуля.

49. При контролі якості лікарських препаратів методами електрохімії користуються рядом стандартних електродних потенціалів. Вкажіть рівень окисної сили йонів гідрогену в стандартному водневому електроді порівняно з  $\text{Cu}^{+2}$ :

А. Вищий. Б. Нижчий. В. Такий самий. Г. Більший нуля.  
Д. Менший нуля.

50. Вкажіть тип хлорсрібного електрода, який використовують як електрод порівняння при аналізі рідких лікарських форм:

А. Першого роду. Б. Другого роду. В. Окиснювально-відновний.  
Г. Йон-селективний. Д. Газовий.

51. При визначенні рН ін'єкційних розчинів використовують сольовий місток, що зменшує дифузійний потенціал, який виникає за рахунок:

А. Градієнта концентрацій двох розчинів. Б. Переходу електронів з розчину до металу. В. Переходу електронів з металу в розчин.  
Г. Градієнта рН. Д. Градієнта електропровідностей.

52. Вкажіть тип потенціометричного титрування досліджуваної лікарської речовини за допомогою гальванічного елемента  $\text{Ag}, \text{AgCl}/\text{HCl}/\text{склян. мембрана}/\text{дослідж. р-н}/\text{KCl}/\text{AgCl}, \text{Ag}$ :

А. Кисотно-основне. Б. Осаджувальне. В. Окиснювально-відновне.  
Г. Комплексометричне. Д. Амперометричне.

53. Вкажіть гомогенні електроди, які застосовуються при визначенні солей у фізіологічно активних рідинах електрохімічними методами:

А. Вугільні. Б. Металеві. В. Неметалеві. Г. З інертних металів. Д. Усе перелічене.

54. Вкажіть гетерогенні електроди, які застосовуються при визначенні якості фармпрепарату в розчині електрохімічними методами:

А. Платинові. Б. Металеві. В. Сольовий місток. Г. З інертних металів.  
Д. Усе перелічене.

55. Вкажіть зіставлення величин потенціалів при фармацевтичному аналізі, якщо один електрод слугує окисником (ox), а інший – відновником (red) у гальванічному елементі:

А.  $\varphi^0(\text{ox}) > \varphi^0(\text{red})$ . Б.  $\varphi^0(\text{ox}) < \varphi^0(\text{red})$ . В.  $\varphi^0(\text{ox}) = \varphi^0(\text{red})$ .  
Г.  $\varphi^0(\text{ox}) > 0$ . Д.  $\varphi^0(\text{ox}) < 0$ .

56. Вкажіть електрохімічний ланцюг, який застосовують як індикаторний для визначення концентрації лікарських засобів, що мають кислотно-основні властивості:

А. Ag, AgCl/HCl/склян. мембрана/дослідж. р-н/KCl/AgCl, Ag.

Б. Pt, H<sub>2</sub>/дослідж. р-н/KCl/AgCl, Ag.

В. Pt, H<sub>2</sub>/дослідж. р-н/KCl/Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, Hg.

Г. Ag, AgCl/KCl/дослідж. р-н/KCl/AgCl, Ag.

Д. Pt/C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>/дослідж. р-н/KCl/AgCl, Ag.

57. Вкажіть зміни еквівалентної електропровідності оцтової кислоти в фармакопейному фармпрепараті за даної температури з розведенням розчину:

А. Швидко зростає і досягає максимуму. Б. Повільно зростає.

В. Не змінюється. Г. Зменшується. Д. Повільно зростає, а потім швидко зменшується.

58. Оберіть найпоширеніший електрод, який застосовують як індикаторний при титруванні основ у фізіологічно активних рідинах:

А. Скляний. Б. Хлорсрібний. В. Каломельний. Г. Хінгідронний.

Д. Стандартний водневий.

59. Для визначення йонів металу у фізіологічно активній рідині електрохімічним методом складають гальванічний елемент. Вкажіть пару електродів з найбільшим значенням ЕРС ( $E$ ):

А.  $\varphi^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,8\text{В}$ . Б.  $\varphi^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{В}$ .

В.  $\varphi^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,6\text{В}$ . Г.  $\varphi^0(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}) = -0,14\text{В}$ .

Д. Усе перелічене.

60. Для ідентифікації лікарського препарату електрохімічним методом складають гальванічний елемент. Вкажіть пару електродів з найменшим значенням ЕРС ( $E$ ):

А.  $\varphi^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,8\text{В}$ . Б.  $\varphi^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{В}$ .

В.  $\varphi^0(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,6\text{В}$ . Г.  $\varphi^0(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}) = -0,14\text{В}$ .

Д. Усе перелічене.

61. При дослідженні фізіологічно активної рідини складають гальванічний елемент з двох електродів. Оберіть електрод, що разом з переліченими електродами виконує функцію окисника в гальванічному елементі:

А. SnCl<sub>2</sub>/Sn. Б. AgNO<sub>3</sub>/Ag. В. ZnCl<sub>2</sub>/Zn. Г. CuCl<sub>2</sub>/Cu. Д. FeCl<sub>2</sub>/Fe.

62. Вкажіть формулу розрахунку йонної сили розчину електроліту фізіологічної рідини:

А.  $\mu = 0,5 \sum C^2 z^2$ . Б.  $\mu = 0,5 \sum Cz$ . В.  $\mu = 0,5 \sum fz^2$ . Г.  $\mu = -0,5 \sum Cz^2$ .

Д.  $\mu = -0,5 \sum Cfa^2$ .

63. Вкажіть гальванічний елемент, для якого величина ЕРС не залежить від  $\varphi^0$  при дослідженні фізіологічної рідини:

А.  $\text{Ag}/\text{AgCl} \parallel \text{KNO}_3/\text{K}$ . Б.  $\text{Ag}/\text{AgNO}_3 \parallel \text{AgNO}_3/\text{Ag}$ .  
В.  $\text{Pt}/\text{H}_2/\text{HCl}/\text{AgCl}, \text{Ag}$ . Г.  $\text{Pt}/\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+} \parallel \text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+}/\text{Pt}$ .  
Д.  $\text{Pt}, \text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \parallel \text{CH}_3\text{COOH}/\text{H}_2, \text{Pt}$ .

64. Вкажіть електрод, за допомогою якого можна визначити зміни внутрішньої концентрації натрій-йонів у досліджуваній лікарській рідині:

А. Скляний. Б. Каломельний. В. Хлорсрібний. Г. Платиновий.  
Д. Калієвий.

65. Вкажіть електрод, що виконує функцію відновника в гальванічному елементі з перелічених пар електродів при електрохімічному дослідженні фармпрепарату:

А.  $\text{SnCl}_2/\text{Sn}$ . Б.  $\text{AgNO}_3/\text{Ag}$ . В.  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2/\text{Hg}$ . Г.  $\text{CuCl}_2/\text{Cu}$ .  
Д.  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2/2\text{Hg}$ .

66. Вкажіть пару електродів металів, стосовно якої свинцевий електрод буде мати позитивний заряд при біологічних дослідженнях:

А.  $\text{Cd}, \text{Sn}$ . Б.  $\text{Mg}, \text{Cd}$ . В.  $\text{Sn}, \text{Cu}$ . Г.  $\text{Cd}, \text{Cu}$ . Д.  $\text{Ca}, \text{Cu}$ .

67. Вкажіть пару електродів металів, стосовно якої свинець буде мати негативний заряд при біологічних дослідженнях:

А.  $\text{Cd}, \text{Sn}$ . Б.  $\text{Mg}, \text{Cd}$ . В.  $\text{Sn}, \text{Cu}$ . Г.  $\text{Cd}, \text{Cu}$ . Д.  $\text{Ca}, \text{Cu}$ .

68. Вкажіть тип скляного електрода, який застосовується для вимірювання рН в біологічних середовищах:

А. Порівняння. Б. Першого роду. В. Окиснювально-відновний.  
Г. Другого роду. Д. Газовий.

69. Вкажіть гальванічний елемент, який можна застосувати для вимірювання рН фізіологічно активної рідини:

А.  $\text{Ag}, \text{AgCl}/\text{HCl}/\text{склян. мембрана}/\text{H}^+//\text{KCl}/\text{AgCl}, \text{Ag}$ .

Б.  $\text{Cd}, \text{Hg}/\text{CdSO}_4 \parallel \text{HgSO}_4, \text{Hg}$ . В.  $\text{Zn}/\text{ZnSO}_4 \parallel \text{CuSO}_4/\text{Cu}$ .

Г.  $\text{Pb}/\text{PbSO}_4 \parallel \text{PbI}_2/\text{Pb}$ . Д.  $\text{Ag}/\text{AgNO}_3/\text{NH}_4\text{NO}_3/\text{AgNO}_3/\text{Ag}$ .

70. Вкажіть стандартний електрод, який застосовується в кислотно-основній потенціометрії біологічних середовищ:

А. Скляний. Б. Хлорсрібний. В. Срібний. Г. Калієвий. Д. Ртутний.

71. Напрямок ох-red реакції в біологічному середовищі зумовлюється:

А. Різницею потенціалів двох систем. Б. Електрорушійною силою.

В. Різницею концентрацій йонів у розчині. Г. Йонною силою. Д. Різницею активностей йонів.

72. Вкажіть зміни величин електродних потенціалів, за якими побудовані рядки стандартних електродних потенціалів:

А. Зменшення. Б. Зростання. В. Зменшення, потім зростання.

Г. Зростання, потім зменшення. Д. Немає правильної відповіді.

73. Вкажіть чинник, який найбільше впливає на величину рівноважного ох-red потенціалу наведеного електрода  $\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}/\text{Pt}$  при біологічних дослідженнях:

А.  $[\text{Fe}^{3+}]$ . Б.  $[\text{Fe}^{2+}]$ . В. Співвідношення  $[\text{Fe}^{3+}]/[\text{Fe}^{2+}]$ . Г. Кількість електронів. Д. Усе перелічене.

74. Вкажіть чинник, який найбільше впливає на величину рівноважного *ox-red* потенціалу наведеного електрода  $\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}/\text{Pt}$  за  $25\text{ }^\circ\text{C}$  при дослідженні фізіологічних рідин:

А.  $\varphi^0(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+})$ . Б. Співвідношення  $[\text{Fe}^{3+}]/[\text{Fe}^{2+}]$ . В. Температура. Г. Кількість електронів. Д. Усе перелічене.

75. Вкажіть індикаторний електрод, який можна застосувати при перманганатометричному визначенні калій йодиду в розчині фармпрепарату:

А. Платиновий. Б. Водневий. В. Скляний. Г. Ртутний. Д. Хлорсрібний.

76. Вкажіть електрод, який застосували для визначення рН оцтової кислоти в лікарській субстанції за допомогою йономеру:

А. Водневий. Б. Скляний. В. Хінгдронний. Г. Йонселективний. Д. Платиновий.

77. З наведених чинників укажіть ті, що впливають на величину рівноважного електродного потенціалу цинкового електрода при дослідженні фізіологічного розчину:

А.  $\varphi^0(\text{Zn})$ . Б.  $[\text{Zn}^{2+}]$ . В. Температура. Г. Кількість електронів. Д. Усе перелічене.

78. Вкажіть зв'язок між вільною енергією Гіббса та ЕРС при самочинних процесах у фізіологічно активних рідинах:

А.  $\Delta G^0 > 0, \text{ЕРС} > 0$ . Б.  $\Delta G^0 = 0, \text{ЕРС} > 0$ . В.  $\Delta G^0 < 0, \text{ЕРС} < 0$ . Г.  $\Delta G^0 < 0, \text{ЕРС} > 0$ . Д.  $\Delta G^0 = 0, \text{ЕРС} < 0$ .

79. Вкажіть чинник, який найбільше впливає на величину мембранного потенціалу спокою:

А.  $[\text{K}^+]$ . Б.  $[\text{K}^+]_{\text{усередині клітини}}/[\text{K}^+]_{\text{зовні клітини}}$ . В. Температура.

Г.  $[\text{K}^+]_{\text{зовні клітини}}/[\text{K}^+]_{\text{усередині клітини}}$ . Д.  $[\text{H}^+]$ .

80. Вкажіть величину потенціалу стандартного водневого електрода, що слугує як стандарт для розрахунків відносних потенціалів біологічних рідин:

А.  $\varphi^0 > 0$ . Б.  $\varphi^0 < 0$ . В.  $\varphi^0 = 0$ . Г.  $\varphi^0 < \varphi^0(\text{Cu}^{2+})$ . Д.  $\varphi^0 < \varphi^0(\text{Ag}^+)$ .

81. Вкажіть величину стандартного потенціалу цинкового електрода, який використовується як індикаторний для визначення  $\text{Zn}^{2+}$  в лікарській рідині:

А.  $\varphi^0 > 0$ . Б.  $\varphi^0 < 0$ . В.  $\varphi^0 = 0$ . Г.  $\varphi^0 < (\text{Cu}^{2+})$ . Д.  $\varphi^0 > (\text{Al}^{3+})$ .

82. Вкажіть величину стандартного потенціалу мідного електрода, який використовується як індикаторний для визначення  $\text{Cu}^{2+}$  в лікарській рідині:

А.  $\varphi^0 > 0$ . Б.  $\varphi^0 < 0$ . В.  $\varphi^0 = 0$ . Г.  $\varphi^0 < \varphi^0(\text{Ag}^+)$ . Д.  $\varphi^0 > (\text{Al}^{3+})$ .

83. Вкажіть визначення, що відповідає поняттю «металевий електрод», який використовується як індикаторний при фармацевтичних дослідженнях:

А. Система, що складається з металу, зануреного в розчин своєї солі.

Б. Система, що складається з інертного металу, зануреного у воду. В. Сис-

тема, що складається з металу, зануреного у воду. Г. Система з подвійним електричним шаром. Д. Тіло з подвійним електричним шаром.

**84.** Вкажіть умови збільшення величини рівноважного потенціалу цинкового електрода ( $Zn^{2+}/Zn$ ), який застосовують для визначення  $Zn^{2+}$  у фармпрепараті:

А. Збільшити  $[Zn^{2+}]$ . Б. Зменшити  $[Zn^{2+}]$ . В. Збільшити  $t$ . Г. Зменшити  $t$ . Д. Немає правильної відповіді.

**85.** Виберіть визначення мембранного потенціалу, який утворюється в організмі:

А. Потенціал, що утворюється на мембрані, яка розділяє розчини різної концентрації. Б. Потенціал, що виникає на межі розчинів речовини різної концентрації. В. Різниця потенціалів подвійного електричного шару з обох боків мембрани, що розділяє розчини речовини різної концентрації. Г. Потенціал подвійного електричного шару. Д. Потенціал тіла з подвійним електричним шаром.

**86.** Виберіть визначення дифузійного потенціалу, який виникає при фармацевтичному аналізі методами електрохімії:

А. Потенціал, що утворюється на мембрані, яка розділяє розчини різної концентрації. Б. Потенціал, що виникає на межі розчинів речовини різної концентрації. В. Різниця потенціалів подвійного електричного шару з обох боків мембрани, що розділяє розчини речовини різної концентрації. Г. Потенціал подвійного електричного шару. Д. Потенціал тіла з подвійним електричним шаром.

**87.** Вкажіть напрям фармакопейної реакції  $MnO_4^- + 2I^- \leftrightarrow I_2 + MnO_4^{2-}$ , якщо  $\varphi^0(I_2, 2I^-) = 0,54$  В,  $\varphi^0(MnO_4^-, MnO_4^{2-}) = 0,56$  В:

А. У прямому ( $MnO_4^- + 2I^- \rightarrow$ ). Б. У зворотному ( $I_2 + MnO_4^{2-} \rightarrow$ ). В. Залишається в стані рівноваги. Г. У прямому в нейтральному середовищі. Д. Усе перелічене.

**88.** Вкажіть напрям реакції в рідкій лікарській субстанції  $Br_2 + I^- \leftrightarrow IO_3^- + 2Br^-$ , якщо  $\varphi^0(Br_2, 2Br^-) = 1,09$  В,  $\varphi^0(IO_3^-, I^-) = 1,08$  В:

А. У прямому ( $Br_2 + I^- \rightarrow$ ). Б. У зворотному ( $IO_3^- + 2Br^- \rightarrow$ ). В. Практично залишається в стані рівноваги. Г. У прямому в лужному середовищі. Д. Усе перелічене.

**89.** Вкажіть напрям фармакопейної реакції  $Fe^{3+} + Sn^{2+} \leftrightarrow Fe^{2+} + Sn^{4+}$ , якщо  $\varphi^0(Sn^{4+}, Sn^{2+}) = 0,15$  В,  $\varphi^0(Fe^{3+}, Fe^{2+}) = 0,77$  В:

А. У прямому ( $Fe^{3+} + Sn^{2+} \rightarrow$ ). Б. У зворотному ( $Fe^{2+} + Sn^{4+} \rightarrow$ ). В. Залишається в стані рівноваги. Г. У прямому в лужному середовищі. Д. Усе перелічене.

**90.** Вкажіть напрям реакції в розчині лікарської субстанції  $MnO_4^- + 2Cr^{3+} \leftrightarrow Cr_2O_7^{2-} + Mn^{2+}$ , якщо  $\varphi^0(MnO_4^-, Mn^{2+}) = 1,5$  В,  $\varphi^0(Cr_2O_7^{2-}, 2Cr^{3+}) = 1,33$  В:

А. У стані рівноваги. Б. У зворотному ( $Cr_2O_7^{2-} + Mn^{2+} \rightarrow$ ). В. У прямому ( $MnO_4^- + 2Cr^{3+} \rightarrow$ ). Г. У прямому в нейтральному середовищі. Д. Усе перелічене.

**91.** Вкажіть напрям реакції в розчині фармпрепарату  $\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+}$ , якщо  $\varphi^0(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ В}$ ,  $\varphi^0(\text{MnO}_4^-, \text{Mn}^{2+}) = 1,5 \text{ В}$ :

**А.** У прямому ( $\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} \rightarrow$ ). **Б.** Залишається в стані рівноваги.  
**В.** У зворотному ( $\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} \rightarrow$ ). **Г.** У прямому в нейтральному середовищі.  
**Д.** Усе перелічене.

**92.** Вкажіть напрям реакції в лікарській рідині  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{Cl}^- \leftrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{Cr}^{3+}$ , якщо  $\varphi^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, 2\text{Cr}^{3+}) = 0,29 \text{ В}$ ,  $\varphi^0(\text{Cl}_2, 2\text{Cl}^-) = 1,35 \text{ В}$ :

**А.** У прямому ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{Cl}^- \rightarrow$ ). **Б.** Залишається в стані рівноваги.  
**В.** У зворотному ( $\text{Cl}_2 + 2\text{Cr}^{3+} \rightarrow$ ). **Г.** У прямому в лужному середовищі.  
**Д.** Усе перелічене.

**93.** Вкажіть визначення, що відповідає поняттю «ox-red»—електрод, який використовують для потенціометрії водних розчинів фармпрепаратів:

**А.** Тіло, на поверхні якого йони змінюють заряд. **Б.** Хімічно інертне електропровідне тіло, занурене в розчин, що містить одночасно окиснену та відновлену форму речовини. **В.** Тіло з подвійним електричним шаром.  
**Г.** Мембрана з подвійним електричним шаром.

**94.** Виберіть визначення, що відповідає поняттю «ox-red потенціал», який виникає в процесі диганя:

**А.** Різниця потенціалів на межі окисненої та відновленої форм речовини.  
**Б.** Потенціал, що утворюється на межі інертного металу та розчину, що містить одночасно окиснену та відновлену форми речовини. **В.** Різниця потенціалів подвійного електричного шару, який утворюється на межі хімічно інертного електропровідного тіла та розчину, що містить одночасно ox і red форми речовини. **Г.** Потенціал з подвійним електричним шаром.  
**Д.** Потенціал з подвійним електричним шаром по обидва боки мембрани.

**95.** Вкажіть тип електрода, до якого належить водневий електрод:

**А.** Тільки електрод порівняння. **Б.** Тільки електрод визначення.  
**В.** Електрод визначення та порівняння. **Г.** Тільки стандартний електрод.  
**Д.** Усе перелічене.

**96.** Вкажіть умови зменшення величини рівноважного потенціалу мідного електрода ( $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ ), що можна використати для потенціометрії лікарських розчинів:

**А.** Збільшити  $[\text{Cu}^{2+}]$ . **Б.** Зменшити  $[\text{Cu}^{2+}]$ . **В.** Збільшити  $t$ . **Г.** Зменшити  $t$ .  
**Д.** Немає відповіді.

**97.** Вкажіть процеси зі зміною ступеня окиснення, що супроводжують процес дихання:

**А.** Ox-red. **Б.** Адсорбційні. **В.** Ферментативні. **Г.** Фізіологічні.  
**Д.** Усе перелічене.

**98.** Вкажіть чинники, які впливають на величину рівноважного ox-red потенціалу електрода  $\text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+}/\text{Pt}$ , що можна використати в потенціометрії лікарського розчину:



А.  $[\text{Sn}^{4+}]$ . Б. Співвідношення  $\frac{[\text{Sn}^{4+}]}{[\text{Sn}^{2+}]}$ . В. Температура. Г.  $[\text{Sn}^{4+}]$ .

Д. Усе перелічене.

**99.** Вкажіть чинники, які впливають на величину рівноважного ок-ред потенціалу електрода  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}/\text{Pt}$  при 25 °С, що можна враховувати для кількісних потенціометричних визначень:

А.  $[\text{Sn}^{4+}]$ . Б. Співвідношення  $\frac{[\text{Sn}^{4+}]}{[\text{Sn}^{2+}]}$ . В. Температура. Г.  $[\text{Sn}^{2+}]$ .

Д. Усе перелічене.

**100.** Вкажіть чинники, які впливають на величину рівноважного потенціалу мідного електрода, що можна враховувати при кількісних визначеннях лікарських субстанцій:

А.  $\varphi^0(\text{Cu})$ . Б.  $[\text{Cu}^{2+}]$ . В. Температура. Г. Кількість електронів.

Д. Усе перелічене.

**101.** Вкажіть зв'язок енергії Гіббса та ЕРС для біологічного процесу в стані рівноваги:

А.  $\Delta G^0 > 0$ ,  $\text{ЕРС} > 0$ . Б.  $\Delta G^0 = 0$ ,  $\text{ЕРС} > 0$ . В.  $\Delta G^0 < 0$ ,  $\text{ЕРС} < 0$ .  
Г.  $\Delta G^0 = 0$ ,  $\text{ЕРС} = 0$ .

**102.** Вкажіть чинники, що впливають на величину мембранного потенціалу дії:

А.  $[\text{Na}^+]$ . Б.  $\frac{[\text{Na}^+]_{\text{зовні клітини}}}{[\text{Na}^+]_{\text{в клітині}}}$ . В. Температура. Г.  $\frac{[\text{Na}^+]_{\text{в клітині}}}{[\text{Na}^+]_{\text{зовні клітини}}}$ .

Д. Усе перелічене.

**103.** Ряд стандартних біологічних потенціалів побудований у водневій шкалі. Вкажіть величину потенціалу стандартного водневого електрода порівняно зі срібним електродом:

А.  $\varphi^0(\text{H}_2) > \varphi^0(\text{Ag})$ . Б.  $\varphi^0(\text{H}_2) < \varphi^0(\text{Ag})$ . В.  $\varphi^0(\text{H}_2) = \varphi^0(\text{Ag})$ .  
Г.  $\varphi^0(\text{H}_2) < 0$ . Д. Усе перелічене.

**104.** Вкажіть величину стандартного потенціалу мідного електрода порівняно зі срібним електродом при аналізі  $[\text{Ag}^+]$  у фармпрепараті:

А.  $\varphi^0(\text{Cu}) > \varphi^0(\text{Ag})$ . Б.  $\varphi^0(\text{Cu}) < \varphi^0(\text{Ag})$ . В.  $\varphi^0(\text{Cu}) = \varphi^0(\text{Ag})$ .  
Г.  $\varphi^0(\text{Cu}) < \varphi^0(\text{H}_2)$ . Д. Усе перелічене.

**105.** Вкажіть величину стандартного потенціалу цинкового електрода порівняно зі срібним при аналізі відповідних йонів у лікарській рідині:

А.  $\varphi^0(\text{Zn}) > \varphi^0(\text{Ag})$ . Б.  $\varphi^0(\text{Zn}) < \varphi^0(\text{Ag})$ . В.  $\varphi^0(\text{Zn}) = \varphi^0(\text{Ag})$ .  
Г.  $\varphi^0(\text{Zn}) < \varphi^0(\text{Cu})$ .

**106.** Вкажіть визначення, яке відповідає поняттю «зворотний цинковий електрод», що застосовується в потенціометрії лікарських рідин:

- А.** Це система, що складається з цинку, зануреного в розчин своєї солі.
- Б.** Це система, що складається з інертного металу, зануреного у воду.
- В.** Це система, що складається з цинку, зануреного у воду.
- Г.** Це система, що складається з цинку, зануреного в кислоту.
- Д.** Усе перелічене.

**107.** Вкажіть чинники, що впливають на збільшення рівноважного потенціалу срібного електрода, що треба враховувати при потенціометрії лікарських рідин:

- А.** Збільшити  $[Ag^+]$ .
- Б.** Зменшити  $[Ag^+]$ .
- В.** Збільшити  $t$ .
- Г.** Зменшити  $t$ .
- Д.** Усе перелічене.

**108.** Вкажіть визначення мембранного калієвого потенціалу:

- А.** Потенціал, що утворюється на мембрані, яка розділяє розчини речовини різної концентрації калій-йонів.
- Б.** Потенціал, що виникає на межі розчинів йонів калію різної концентрації.
- В.** Різниця потенціалів подвійного електричного шару по обидва боки мембрани, що розділяє розчини калій йонів різної концентрації.
- Г.** Потенціал тіла з подвійним електричним шаром.
- Д.** Усе перелічене.

**109.** Вкажіть визначення молярної електропровідності електроліту в лікарській рідині:

- А.** Питома електропровідність будь-якого об'єму.
- Б.** Фізична величина, еквівалентна опору розчину електроліту об'ємом  $1\text{ м}^3$ .
- В.** Фізична величина, що дорівнює електропровідності розчину електроліту при одиничному заряді поверхні.
- Г.** Фізична величина, яка більша за число еквівалентної загальної електропровідності.
- Д.** Усе перелічене.

**110.** Вкажіть визначення загальної електропровідності електроліту в розчині фармпрепарату:

- А.** Фізична величина, що обернена опору електроліту відповідного об'єму.
- Б.** Фізична величина, еквівалентна опору розчину електроліту об'ємом  $1\text{ м}^3$ .
- В.** Фізична величина, що дорівнює розчину електроліту при одиничному заряді поверхні.
- Г.** Фізична величина за умов одиничного струму.
- Д.** Немає відповіді.

**111.** Вкажіть визначення потенціометричного методу аналізу:

- А.** Метод визначення концентрації йонів, який базується на вимірюванні електродного потенціалу індикаторного електрода.
- Б.** Метод визначення концентрації йонів, який базується на вимірюванні сили струму.
- В.** Метод визначення маси речовини, який базується на вимірюванні електродного потенціалу індикаторного електрода.
- Г.** Метод визначення концентрації йонів, який базується на вимірюванні електропровідності досліджуваного розчину.
- Д.** Немає відповіді.

**112.** Вкажіть індикаторний окисно-відновний електрод, який застосовують в електрохімії при аналізі біологічних рідин:

А. Платиновий. Б. Хлорсрібний. В. Мембранний. Г. Хінгідронний. Д. Немає відповіді.

**113.** Вкажіть визначення дифузійного струму, який вимірюється для полярографічних досліджень лікарських рідин:

А. Різниця між граничним та залишковим струмом. Б. Струм, спричинений електростатичною взаємодією. В. Різниця між залишковим струмом та струмом зарядження. Г. Початковий струм полярографії. Д. Струм одиничної напруги.

**114.** Вкажіть рівняння, на якому ґрунтується метод потенціометрії лікарських рідин:

А. Ільковича. Б. Нернста. В. Менделєєва–Клапейрона. Г. Онзагера. Д. Нікольського.

**115.** Вкажіть визначення потенціалу напівхвилі, що використовують для ідентифікації електроліту в лікарській рідині:

А. Потенціал, за яким величина струму становить половину граничного струму. Б. Потенціал, за яким величина струму становить половину залишкового струму. В. Потенціал, за яким величина струму становить половину дифузійного струму. Г. Потенціал половинної напруги. Д. Потенціал половинного опору.

**116.** Вкажіть рівняння розрахунку потенціалу індикаторного окисно-відновного електрода при визначенні електроліту у фармпрепараті:

$$\text{А. } \varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \lg \frac{a(\text{ox})}{a(\text{red})} \quad \text{Б. } \varphi = \varphi^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{a(\text{ox})}{a(\text{red})}$$

$$\text{В. } \varphi = \frac{RT}{nF} \lg \frac{a(\text{ox})}{a(\text{red})} \quad \text{Г. } \varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \lg \frac{a(\text{red})}{a(\text{ox})} \quad \text{Д. } \varphi = \frac{RT}{nF} \lg \frac{a(\text{red})}{a(\text{ox})}$$

**117.** Вкажіть тип індикаторного електрода, який застосовується в осадовому титруванні при потенціометрії лікарської речовини:

А. Скляний. Б. Водневий. В. Мембранний. Г. З благородного металу. Д. Металевий.

**118.** Вкажіть фізичні величини, за якими будують графічну залежність на полярограмі при полярографічних визначеннях лікарських речовин:

А.  $I - R$ . Б.  $I - C$ . В.  $E - V$ . Г.  $I - E$ . Д.  $I - V$ .

**119.** Вкажіть фактор, який зумовлює вибір індикаторного електрода в потенціометрії лікарських речовин:

А. Тип титриметричної реакції. Б. Концентрація титранту. В. Концентрація титрованого йона. Г. Природа електрода порівняння. Д. Індикатор.

**120.** Вкажіть чинник, який впливає на збільшення величини стрибка при потенціометрії лікарської речовини:

- А. Збільшення різниці стандартних окиснювально-відновних потенціалів.
- Б. Зменшення різниці стандартних окиснювально-відновних потенціалів.
- В. Збільшення концентрації титрованого розчину та розчину титранту.
- Г. Зменшення концентрації титрованого розчину та розчину титранту.
- Д. Немає відповіді.

121. Вкажіть рівняння, на якому ґрунтується полярографічний аналіз лікарських речовин:

- А. Ільковича. Б. Нернста. В. Менделєєва–Клапейрона. Г. Нернста–Тюріна. Д. Онзагера.

122. Вкажіть електрод, потенціал якого залежить від концентрації визначуваного йона в лікарській субстанції:

- А. Індикаторний. Б. Порівняння. В. Хлорсрібний. Г. Каломельний. Д. Стандартний.

123. Вкажіть порядок між значеннями величин ДР утворених осадів під час диференційної осадкової потенціометрії в лікарській рідині:

- А. Один. Б. Два. В. Три. Г. Однаковий. Д. Чотири.

124. Вкажіть фізичну величину, на вимірюванні якої ґрунтується якісний полярографічний аналіз лікарської субстанції:

- А. Сила граничного дифузійного струму. Б. Стандартний потенціал індикаторного електрода. В. Висота полярографічної хвилі. Г. Потенціал полярографічної напівхвилі. Д. Сила залишкового струму.

125. Вкажіть методи, на яких базується потенціометричний аналіз фармпрепаратів:

- А. Осадження визначуваного йона на одному з електродів. Б. Розділення декількох визначуваних йонів з подальшим їх концентруванням. В. Вивчення графіків залежності сили струму від накладеної на електролітичну комірку напруги. Г. Вимірювання різниці потенціалів між двома відповідними електродами, зануреними в аналізований розчин. Д. Усе перелічене.

126. Вкажіть фізичні величини, за якими будують криву потенціометричного титрування за методом Грана при потенціометрії фармпрепаратів:

- А.  $E - V$ . Б.  $\Delta E/\Delta V - V$ . В.  $\Delta E/\Delta V - E$ . Г.  $\Delta V/\Delta E - V$ . Д.  $\Delta V/\Delta E - E$ .

127. Вкажіть рівняння Ільковича для розрахунку концентрації рідкої лікарської речовини:

- А.  $I = 507nDm^{2/3}t^{1/6}C$ . Б.  $I = 607nDm^{2/3}t^{1/6}C^2$ . В.  $I = nD^{1/2}m^{2/3}t^{1/6}C$ . Г.  $I = 607nD^{1/2}m^{2/3}t^{1/6}C$ . Д.  $I = 600nDm^{2/3}t^{1/6}C^2$ .

128. Вкажіть ознаки, які характеризують головні властивості йон-селективних електродів для потенціометрії розчинів лікарських засобів:

- А. Коефіцієнт селективності, час відгуку. Б. Кількість вимірювань, електродна функція. В. Селективність визначення, кількість вимірювань. Г. Чутливість визначення, кут нахилу електродної функції. Д. Немає відповіді.

**129.** Вкажіть індикаторний електрод, який застосовують у потенціометрії за реакцією комплексоутворення лікарської речовини:

**А.** Скляний. **Б.** Водневий. **В.** Металевий. **Г.** Мембранний, чутливий до визначуваного йона. **Д.** Каломельний.

**130.** Вкажіть причину виникнення залишкового струму при проведенні полярографії лікарської речовини:

**А.** Електростатичні сили. **Б.** Відновлення мікрокількостей домішок. **В.** Відновлення фонового електроліту. **Г.** Наявність заряду на ртутній краплині. **Д.** Наявність донної ртуті.

**131.** Продовжіть правильне визначення йон-селективного електрода, відповідно до якого це – електрод, у якому різниця потенціалів на межі розділення фаз «електродний матеріал – електроліт»:

**А.** Не залежить від концентрації визначуваного йона. **Б.** Залежить від температури розчину. **В.** Залежить від концентрації визначуваного йона. **Г.** Залежить від природи електроліту, але не залежить від концентрації визначуваного йона. **Д.** Залежить від відношення концентрацій окисної та відновної форм визначуваного йона.

**132.** Вкажіть чинники, від яких залежить висота полярографічної хвилі при полярографії лікарської субстанції:

**А.** Склад електроліту. **Б.** Характеристика капіляра. **В.** Градієнт концентрації. **Г.** Концентрація відновлюваного йона. **Д.** Маса ртуті.

**133.** Вкажіть електрод порівняння, який застосовують в потенціометрії окиснювально-відновних лікарських пар:

**А.** Скляний. **Б.** Хлорсрібний. **В.** З благородного металу. **Г.** Чутливий до визначуваного йона. **Д.** Хінгідронний.

**134.** Вкажіть фізичні величини, за якими будують інтегральну криву потенціометричного титрування при біологічних дослідженнях:

**А.**  $E - V$ . **Б.**  $\Delta E / \Delta V - V$ . **В.**  $\Delta E / \Delta V - E$ . **Г.**  $\Delta V / \Delta E - V$ . **Д.**  $\Delta V / \Delta E - E$ .

**135.** Вкажіть фізичні величини, за якими будують диференційну криву потенціометричного титрування при аналізі лікарських речовин:

**А.**  $E - V$ . **Б.**  $\Delta E / \Delta V - V$ . **В.**  $\Delta E / \Delta V - E$ . **Г.**  $\Delta V / \Delta E - V$ .

**136.** Вкажіть схему будови хлорсрібного електрода порівняння, який широко використовується при потенціометричному аналізі розчинів лікарських речовин:

**А.**  $KCl / AgCl, Ag$ . **Б.**  $Ag, Cl_2 / KCl$ . **В.**  $(-)Ag^0 / Ag^0(+)$ . **Г.**  $HCl / AgCl, Ag$ . **Д.**  $KCl / HgCl, Hg$ .

**137.** Вкажіть електрод другого роду, який застосовується при аналізі лікарських розчинів методами електрохімії:

**А.** Метал, покритий шаром його важкорозчинної солі й занурений у розчин солі зі спільним аніоном. **Б.** Метал, занурений у розчин солі металу. **В.** Неметал, занурений у розчин солі неметалу. **Г.** Мембранний. **Д.** Водневий.

**138.** Для ідентифікації лікарських препаратів методом полярографії визначають:

**А.** Потенціал напівхвилі. **Б.** Потенціал виділення. **В.** Потенціал розкладання. **Г.** Граничний дифузійний струм. **Д.** Залишковий струм.

**139.** Вкажіть матеріал електрода кондуктометричної комірки для титрування розчину фармакопейного препарату NaCl титрантом AgNO<sub>3</sub>:

**А.** Мідь. **Б.** Сурма. **В.** Платина. **Г.** Цинк. **Д.** Свинець.

**140.** Вкажіть метод, що ґрунтується на вимірюванні кількості електрики внаслідок електролізу певної кількості речовини лікарської субстанції:

**А.** Кулонометрія. **Б.** Потенціометрія. **В.** Амперометрія. **Г.** Кондуктометрія. **Д.** Полярографія.

**141.** Вкажіть чинник, від якого залежить маса ртуті, що витікає з капіляра за одну секунду при полярографії розчину лікарської речовини:

**А.** Радіус капіляра. **Б.** Довжина капіляра. **В.** Концентрація розчину. **Г.** Заряд йона. **Д.** Коефіцієнт дифузії.

**142.** Вкажіть одиниці позначення коефіцієнта дифузії в рівнянні Ільковича:

**А.** мг/с. **Б.** мг·с. **В.** см<sup>2</sup>/с. **Г.** с/мг. **Д.** моль/л.

**143.** Вкажіть запис насиченого хлорсрібного електрода, який застосовується для кількісних визначень лікарських речовин:

**А.** KCl (1моль/л)/AgCl (нас.), Ag. **Б.** KCl (нас.)/AgCl, Ag.

**В.** KCl (0,1моль/л)/AgCl (нас.), Ag. **Г.** KCl (1%)/AgCl (0,1моль/л), Ag.

**Д.** KCl (нас.)/AgNO<sub>3</sub> (нас.).

**144.** Вкажіть метод, який базується на дослідженні явищ, що відбуваються на ртутному електроді, застосовується для якісного і кількісного аналізу лікарських речовин:

**А.** Інверсійна вольтамперометрія. **Б.** Класична полярографія. **В.** Полярографія змінного струму. **Г.** Потенціометрія. **Д.** Кондуктометрія.

**145.** Вкажіть причину високої відтворюваності полярографічних кривих, за допомогою яких виконують і якісний, і кількісний аналіз лікарських субстанцій:

**А.** Розряд йонів металу на поверхні ртутної краплі. **Б.** Значна перенапруга йонів Гідрогену на ртутній краплі. **В.** Сталість відновлення поверхні краплинного електрода. **Г.** Природа електроліту. **Д.** Число електронів електроліту.

**146.** Вкажіть типи індикаторних електродів, що застосовуються в електрохімії для визначення лікарських речовин:

**А.** Металеві, потенціал яких встановлюється внаслідок електродної реакції. **Б.** Напівелементи, потенціали яких є постійними, легко відтворюваними й не залежать від складу розчину. **В.** Каломельний. **Г.** Стандартний водневий електрод. **Д.** Хлорсрібний.

**147.** Вкажіть одиниці вимірювання концентрації в рівнянні Ільковича, якщо дифузійний струм вимірюється в мікроамперах (мкА):

**А.** моль/л. **Б.** ммоль/л. **В.** г/л. **Г.** мг/л. **Д.** %.

**148.** Вкажіть чинник, що впливає на період крапання ртуті при визначенні лікарської речовини полярографією:

**А.** Склад розчину, який полярографують. **Б.** Потенціал електрода. **В.** Маса ртуті в електроді. **Г.** Коефіцієнт дифузії. **Д.** Коефіцієнт пропорційності.

**149.** Вкажіть заходи усунення максимумів II роду при полярографії лікарських речовин:

**А.** Зниження концентрації фонового електроліту. **Б.** Підвищення концентрації фонового електроліту. **В.** Уведення в розчин ПАР. **Г.** Уведення домішок. **Д.** Немає відповіді.

**150.** Вкажіть визначення йонометрії, яка використовується для визначення йонів у лікарських речовинах:

**А.** Пряма потенціометрія з використанням йонселективних електродів. **Б.** Потенціометричне титрування. **В.** Пряма потенціометрія з використанням електродів I роду як індикаторних. **Г.** Пряма потенціометрія з використанням електродів II роду як індикаторних. **Д.** Усе перелічене.

**151.** Вкажіть перевагу методу добавок у кількісних полярографічних визначеннях лікарської речовини:

**А.** Дозволяє визначити концентрації, які не можна визначити методом градуовального графіка. **Б.** Більш експресний, дає змогу полярографувати досліджуваній та стандартній розчини за однакових умов. **В.** Можна визначити йони, висота хвилі яких не пропорційна концентрації. **Г.** Дозволяє визначати домішки. **Д.** Усе перелічене.

**152.** Вкажіть електроди порівняння, що застосовуються для кількісних визначень лікарських субстанцій:

**А.** Нормальний каломельний. **Б.** Скляний. **В.** Срібний. **Г.** Хінгідронний. **Д.** Металевий.

**153.** Вкажіть послідовність етапів визначення лікарської речовини методом прямої потенціометрії:

**А.** Приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова інтегральної та диференціальних кривих титрування, визначення концентрації досліджуваної речовини.

**Б.** Приготування стандартних розчинів, приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова градуовального графіка, визначення концентрації досліджуваної речовини.

**В.** Приготування стандартних розчинів, приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова інтегральної кривої титрування, визначення концентрації досліджуваної речовини.

Г. Приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова градувального графіка, визначення концентрації досліджуваної речовини.

Д. Усе перелічене.

**154.** Вкажіть ряд електродів порівняння, що застосовуються в електрохімії для кількісних визначень лікарських речовин:

А. Срібний, водневий. Б. Водневий, хлорсрібний. В. Скляний, хлорсрібний. Г. Каломельний, мідний. Д. Хінгідронний, срібний.

**155.** Вкажіть послідовність етапів визначення лікарської речовини методом потенціометрії за кислотно-основною реакцією:

А. Приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова інтегральної та диференціальних кривих титрування, визначення концентрації досліджуваної речовини.

Б. Приготування стандартних розчинів, приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова градувального графіка, визначення концентрації досліджуваної речовини.

В. Приготування стандартних розчинів, приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова інтегральної кривої титрування, визначення концентрації досліджуваної речовини.

Г. Приготування досліджуваного розчину, вимірювання ЕРС, побудова градувального графіка, визначення концентрації досліджуваної речовини.

Д. Усе перелічене.

**156.** Вкажіть запис насиченого каломельного електрода, який застосовується в електрохімії для кількісних визначень лікарських речовин:

А.  $\text{KCl (нас.) / Hg}$ . Б.  $\text{KCl (1 моль/л) / Hg}_2\text{Cl}_2 \text{ (нас.)}, \text{Hg}$ .

В.  $\text{KCl (нас.) / Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}$ . Г.  $\text{KCl (0,1 моль/л) / Hg}_2\text{Cl}_2 \text{ (нас.)}, \text{Hg}$ .

Д.  $\text{KCl (1\%) / Hg}_2\text{Cl}_2 \text{ (0,1 моль/л)}, \text{Hg}$ .

**157.** Вкажіть ряд стандартних розчинів для градуювання шкали рН-метра у кислому середовищі для дослідження фармацевтичних препаратів:

А. Амоніачний буфер. Б. Розчин калій біфталату. В. Розчин бури. Г. Фосфатний буфер. Д. Розчин калій хлориду.

**158.** Вкажіть ряд стандартних розчинів для градуювання шкали рН-метра у лужному середовищі для дослідження лікарських речовин:

А. Амоніачний буфер. Б. Розчин калій біфталату. В. Розчин бури. Г. Фосфатний буфер. Д. Розчин калій хлориду.

**159.** Вкажіть кількість «стрибків» на кривій потенціометричного титрування лікарського розчину, що містить ортофосфатну кислоту:

А. Один чіткий. Б. Два чітких. В. Два розмитих. Г. Відсутні. Д. Три розмитих.

**160.** Вкажіть кількість «стрибків» на кривій потенціометричного титрування лікарського розчину, що містить суміш сильної та слабкої кислот:

А. Один чіткий. Б. Два чітких. В. Два розмитих. Г. Відсутні. Д. Немає відповіді.



**161.** Вкажіть кількість «стрибків» на кривій потенціометричного титрування розчину лікарської речовини, що містить суміш хлоридної та боратної кислот:

А. Один чіткий. Б. Два чітких. В. Два розмитих. Г. Відсутні.  
Д. Три розмитих.

**162.** Виберіть індикаторний електрод для потенціометричного визначення в розчині біологічної субстанції амоніаку та натрій карбонату:

А. Скляний. Б. Платиновий. В. Срібний. Г. Хлорсрібний. Д. Натрієвий.

**163.** Виберіть стандартний електрод для потенціометричного визначення в розчині лікарської субстанції амоніаку та натрій гідрогенкарбонату:

А. Скляний. Б. Платиновий. В. Срібний. Г. Хлорсрібний. Д. Натрієвий.

**164.** Виберіть індикаторний електрод для потенціометричного визначення в розчині біологічної субстанції хлоридної і та оцтової кислот:

А. Скляний. Б. Платиновий. В. Срібний. Г. Хлорсрібний. Д. Натрієвий.

**165.** Виберіть стандартний електрод для потенціометричного визначення в розчині біологічної субстанції хлоридної та оцтової кислот:

А. Скляний. Б. Платиновий. В. Срібний. Г. Хлорсрібний. Д. Натрієвий.

**166.** Виберіть індикаторний електрод для потенціометричного визначення в розчині лікарської речовини ферум (II) сульфату:

А. Скляний. Б. Платиновий. В. Срібний. Г. Хлорсрібний. Д. Каломельний.

**167.** Виберіть стандартний електрод для потенціометричного визначення в розчині лікарської речовини ферум (II) сульфату:

А. Скляний. Б. Платиновий. В. Срібний. Г. Хлорсрібний. Д. Залізний.

**168.** Вкажіть фізичну величину, яку вимірюють при кондуктометричному титруванні лікарської речовини, що містить хлоридну та оцтову кислоти:

А. Електропровідність. Б. рН. В.  $E$  (ЕРС). Г. Показник заломлення. Д. рОН.

**169.** Вкажіть кількість точок еквівалентності на кривій низькочастотного кондуктометричного титрування суміші КСІ та КІ:

А. Одна. Б. Дві. В. Три.

**170.** Вкажіть переваги амперометричного титрування з індикатором при дослідженнях лікарських речовин:

А. Титрування відбувається з більшою точністю. Б. Можливість титрування за більш позитивних потенціалів. В. Визначувана речовина й титрант можуть бути полярографічно неактивними. Г. Усе перелічене. Д. Немає відповіді.

**171.** Вкажіть переваги методу добавки при полярографічних визначеннях лікарських речовин:

**А.** Дозволяє визначати концентрації, які не можна визначити методом градувального графіка. **Б.** Дозволяє визначати йони, висота полярограми яких не пропорційна концентрації. **В.** Дає можливість полярографувати досліджуваній і стандартній розчині за однакових умов. **Г.** Більш експресний. **Д.** Усе перелічене.

## 2.3. Спектроскопія. Спектроскопічні методи аналізу

### 2.3.1. Теоретичні основи

Методи, що ґрунтуються на взаємодії молекул, атомів, йонів з електромагнітним випромінюванням, дістали назву **спектроскопічних**. Розподіляються на молекулярні та атомні.

**Методи молекулярної спектроскопії** ґрунтуються на вимірюванні інтенсивності електромагнітного випромінювання  $I$ , що поглинається (колориметрія, фотометрія, турбідиметрія), розсіюється (нефелометрія) або випускається (люмінесценція) досліджуваною речовиною (молекулою, йоном).

**Метод фотометрії** ґрунтується на поглинанні світла (молекули, йона) у видимій ділянці спектра.

Основним законом поглинання світла є закон Бугера–Ламберта–Бера: оптична густина прямо пропорційна концентрації розчину й товщині кювети з розчином:  $A = \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon l C = \frac{E}{10} l \rho = \frac{EMl}{10}$ , де  $I_0$ ,  $I$  – інтенсивність падаючого та пройденого світла крізь розчин відповідно;  $l$  – товщина поглинального шару, см;  $\varepsilon$  та  $E$  – молярний та питомий коефіцієнти світлопоглинання відповідно;  $C$  та  $\rho$  – молярна (моль/л) та масова (г/л) концентрації розчину відповідно;  $M$  – молярна маса речовини.

За умови  $l = 1$  см,  $C = 1$  моль/л або  $\rho = 1$  г/л  $\varepsilon = A$  та  $E = A$ , тобто коефіцієнти світлопоглинання слугують індивідуальною характеристикою речовини. Величина, обернена оптичній густині:  $T = I/I_0$ ; якщо  $T$  виражено у процентах, то  $A = 2 - \lg T$ .

*Закон адитивності оптичної густини:* для даної довжини хвилі оптична густина суміші компонентів, які не взаємодіють між собою, дорівнює сумі оптичних густин окремих компонентів з тією самою довжиною хвилі:

$$A_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^{i=n} \varepsilon_i C_i l.$$

Вимірювання й реєстрування поглинання випромінювання здійснюють за допомогою спеціальних приладів – ФЕК, спектрофотометр; при цьому падаюче випромінювання поділяється на еталонне та вимірюване за однакової інтенсивності.

Основні вузли схеми вимірювання: джерело випромінювання (лампа розжарювання – для ФЕК, воднева лампа – для спектрофотометра), монохроматор (світлофільтр (СФ) – для ФЕК, або призма, дифракційна решітка (для спектрофотометра), кювета, детектор, реєстратор.

*Фотометричні методи визначення концентрації досліджуваної речовини розподіляються:*

а) на метод градуувального графіка – ґрунтується на побудові графіка в координатах « $A - f(C)$  серії еталонних розчинів»; вимірявши  $A_x$  за тих самих умов за графіком знаходять  $C_x$ ;

б) метод порівняння – ґрунтується на порівнянні  $A_{ст}$  і  $A_x$ , що приготовані за однакових умов:  $C_x = \frac{A_x C_{ст}}{A_{ст}}$ ;

в) метод добавок – ґрунтується на порівнянні  $A_x$  і цього ж розчину з додаванням  $C_{ст}$  відомої кількості певної речовини:  $C_x = \frac{C_{ст} A_x}{A_{x+ст} - A_x}$ ;

г) за відомою величиною молярного коефіцієнта світлопоглинання можна знайти концентрацію досліджуваного розчину:  $C_x = \frac{A_x}{\epsilon l}$ .

*Фотометричне титрування* полягає в послідовному вимірюванні оптичної густини в процесі титрування з подальшою побудовою кривої титрування в координатах « $A - \text{об'єм титранту (мл)}$ ». Точку еквівалентності знаходять як точку перетину двох прямолінійних ділянок кривої титрування. Умови титрування: знаходять  $\lambda_{\max}$ , знімаючи спектр поглинання – криву залежності в координатах « $A - \lambda$ »; за даної  $\lambda_{\max}$  визначають оптимальні умови титрування (залежність  $A = f(\text{рН}, t, \text{товщину кювети}, \text{порядок додавання реагентів})$ ); потім перевіряють межу концентрації, у якій виконується закон Бугера–Ламберта–Бера.

Фотометричне титрування застосовується для визначення концентрації фармацевтичних препаратів (фолієва кислота, пілокарпін, промедол), контролю якості ін'єкційних розчинів (галантамін гідробромід) та ін.

Оптичне явище, при якому збуджені під впливом джерела випромінювання (УФ,  $t$ ,  $h\nu$ ) електрони, повертаючись до основного стану, випускають випромінювання, має назву **люмінесценції**. Це світіння, надлишкове над температурним, з тривалістю не менше ніж  $10^{-10}$  с (холодне світіння).

*Основні характеристики й закони люмінесценції:*

а) енергетичний вихід ( $B_{ен}$ ) – відношення енергії люмінесценції ( $E_{л}$ ) до енергії поглиненого світла ( $E_{с}$ ):  $B_{ен} = \frac{E_{л}}{E_{с}}$ .

б) квантовий вихід ( $B_{\text{кв}}$ ) – відношення числа випущених ( $N_{\text{л}}$ ) і поглинутих ( $N_{\text{с}}$ ) квантів:  $B_{\text{кв}} = \frac{N_{\text{л}}}{N_{\text{с}}}$ ;

в) взаємозв'язок між  $B_{\text{ен}}$  та  $B_{\text{кв}}$  – враховуючи, що  $E = Nh\nu$  та  $\lambda = \frac{c}{\nu}$ ,  
отримаємо:  $B_{\text{ен}} = \frac{N_{\text{л}} h\nu_{\text{л}}}{N_{\text{с}} h\nu_{\text{с}}} = B_{\text{кв}} \frac{\nu_{\text{л}}}{\nu_{\text{с}}}$ ;  $B_{\text{ен}} = K\lambda_{\text{с}}$ ;  $B_{\text{кв}} = K_1\lambda_{\text{л}} = \text{const}$ ;

г)  $B_{\text{кв}}$  знаходять за методом порівняння (стандартів):  
 $B_{\text{кв(х)}} = \frac{I_{\text{х}} B_{\text{кв(ст)}} A_{\text{ст}}}{I_{\text{ст}} A_{\text{х}}}$ , де  $I_{\text{х}}$ ,  $I_{\text{ст}}$  – інтенсивності люмінесценції (флуоресценції) зразка та стандарту відповідно;  $A_{\text{х}}$ ,  $A_{\text{ст}}$  – оптична густина розчинів зразка та стандарту при довжині хвилі збудження;  $B_{\text{кв(ст)}}$  – квантовий вихід стандартної речовини; за умови  $A_{\text{х}} = A_{\text{ст}}$  рівняння спрощується:

$$B_{\text{кв(х)}} = \frac{I_{\text{х}} B_{\text{кв(ст)}}}{I_{\text{ст}}}$$

*Закон Стокса:* спектр люмінесценції має зсув у довгохвильову ділянку спектра (батохромний зсув) проти спектра поглинання і є дзеркальним відображенням останнього.

*Закон Вавилова:* енергетичний вихід спочатку зростає пропорційно довжині збуджуючого світла, потім залишається сталим і після досягнення деякої граничної довжини хвилі різко спадає. Пропорційність  $B_{\text{ен}}$  довжині хвилі поглиненого світла означає сталість  $B_{\text{кв}}$  у цьому спектральному інтервалі: чим більший  $B_{\text{кв}}$ , тим меншою є кількість речовини, що люмінесціює (її можна визначити за світінням).

*За терміном світіння розрізняють:*

а) флуоресценцію – випромінювання світла у видимому діапазоні при дії УФ протягом  $10^{-10}$  с;

б) фосфоресценцію – випромінювання світла і після припинення дії УФ протягом  $>10^{-10}$  с.

*За джерелом збудження розрізняють:*

а) хемілюмінесценцію (хімічна реакція); б) канділюмінесценцію (температура); в) тербілюмінесценцію (тиск); г) ренгенолюмінесценцію ( $\gamma$ -променів); д) сонолюмінесценцію (УФ); е) катодолюмінесценцію (потік електронів); ж) фотолюмінесценцію ( $h\nu$ ).

Основні вузли схеми вимірювання: джерело випромінювання (ртутно-кварцова лампа – в УФ-ділянці та вольфрамково-галогенові – у видимій ділянці), СФ<sub>1</sub> (для виділення збудженого випромінювання), кювета, СФ<sub>2</sub> (для виділення люмінесцентного випромінювання), детектор, реєстратор.

Люмінесцентний аналіз ґрунтується на лінійній залежності інтенсивності люмінесценції від концентрації:  $I_{\text{л}} = I_0 \varepsilon l C B_{\text{кв}}$ , де  $I_0$  – інтенсивність падаючого світла;  $\varepsilon$  – коефіцієнт світлопоглинання;  $l$  – товщина кювети;  $C$  – концентрація розчину.

За умови сталості  $I_0$ ,  $l$ ,  $B_{\text{кв}}$  рівняння спрощується:  $I_{\text{л}} = KC$ , але при високих концентраціях інтенсивність люмінесценції зменшується – спостерігається концентраційне гасіння люмінесценції, яке описується рівнянням Вавилова:  $B = B_0 \exp(-K(C - C_0))$ , де  $B$  і  $B_0$  – вихід люмінесценції при  $C > 0$ ;  $C_0$  – гранична концентрація, після досягнення якої спостерігається концентраційне гасіння;  $K$  – стала.

*Методи люмінесцентного аналізу:*

а) градувального графіка  $I_{\text{л}} - p(\text{ст})$ , де  $p(\text{ст})$  – масова концентрація (г/л);

б) метод добавки  $m = \frac{m(I_x - I_0)}{(I_{x+\text{ст}} - I_x)}$ , де  $m$  – маса досліджуваної речовини;

$I_0$ ,  $I_x$ ,  $I_{x+\text{ст}}$  – інтенсивності люмінесценції холостого розчину, досліджуваного розчину, досліджуваного розчину з добавкою відповідно.

*Застосування люмінесценції:* для визначення неорганічних люмінофорів і органічних речовин, які використовуються у фармації (антибіотики, гормони); ідентифікація ступеня розкладу твердих препаратів аспірину внаслідок їх гідролізу, стійкість окиснення фолікули при його зберіганні та ін.

Методи аналізу, що ґрунтуються на зменшенні інтенсивності світла, яке проходить крізь розчини суспензій, емульсій та інших мутних середовищ, за рахунок розсіювання світла мають назву **нефелометрія**, а за рахунок поглинання світла – **турбідиметрія**.

Основний закон нефелометрії – закон Релея:  $I_p = I_0 \left( F + \frac{NV^2}{\lambda^4 l^2} \right)$ , де  $F$  –

коефіцієнт, що залежить від показників заломлення величини кута падаючого і кута розсіюючого світла;  $N$  – загальне число частинок, що розсіюють світло;  $V$  – об'єм даної частинки;  $\lambda$  – довжина світла, що падає;  $l$  – відстань до приймача розсіяного світла.

За умов сталості деяких показників рівняння має спрощений вигляд:

$I_p = KI_0 \frac{NV^2}{\lambda^4}$ , тобто зі зменшенням довжини хвилі падаючого світла зростає інтенсивність розсіювання світла. За сталості останніх показників і з

урахуванням, що  $C = \frac{N}{N_a V}$ , отримаємо більш спрощений вираз:  $\frac{I}{I_0} = K_1 C$ ,

логарифмуючи який маємо прямолінійну залежність в координатах « $A_{\text{увна}} - \lg C$ » порівняно з графіком у координатах « $A_{\text{увна}} - C$ ».

Основний закон турбідиметрії: залежність  $A_{\text{уявна}}$  від  $C$  подібна закону Бугера–Ламберта–Бера:  $A_{\text{уявна}} = SIC$ , де  $S$  – молярний коефіцієнт мутності розчину (каламутність).

**Атомна спектроскопія** поділяється на атомно-емісійний аналіз (АЕА) та атомно-абсорбційний аналіз (ААА).

*Метод АЕА* полягає в реєстрації характеристичних (резонансних, найбільш яскравих ліній) для кожного виду атома електромагнітних коливань (емісії надлишкової енергії після збудження атома й повернення його до основного стану) у видимій та УФ-ділянках спектра.

*Кількісний АЕА* ґрунтується на емпіричній залежності між інтенсивністю спектральної лінії досліджуваного елемента ( $I_x$ ) та концепцією визначуваного елемента  $C_x$  відповідно до рівнянь Ломакіна:  $\lg I_x = b \lg C_x + \lg a$  та Шейбе:  $I_x = aC_x^b$ , де  $a$  і  $b$  – емпіричні коефіцієнти, що характеризують процеси відповідно на поверхні електродів та у хмарі розряду.

Вимірювання  $I_x$  виконують за відношенням  $\frac{I_x}{I_{\text{ст}}} = \frac{a_x}{a_{\text{ст}}} e^{\frac{(E_x - E_{\text{ст}})}{kT}} C^B$  *аналітичної пари* ліній, які повинні бути гомологічними (не належати збудженим атомам та йонам, бути в одній спектральній ділянці, мати близькі потенціали порушення  $E_x$ ,  $E_{\text{ст}}$ ); за умови  $E_x = E_{\text{ст}}$ ,  $I_{\text{ст}} = \text{const}$ ,  $C_{\text{ст}} = \text{const}$  рівняння спрощується:  $\frac{I_x}{I_{\text{ст}}} = a' C^B$  або  $\lg \frac{I_x}{I_{\text{ст}}} = b \lg C + \lg a$  – основа всіх методів кількісного спектрального аналізу.

Фіксувати спектри можна різними методами, у тому числі й найбільш поширеним – фотографічним (з урахуванням джерела випромінювання – полум'я, метод дістав назву фотометрія полум'я). Після обробки плівки (проявлення, фіксування, промивання, висушування) визначають оптичну густину почорніння ліній аналітичних пар ( $S_x$  та  $S_{\text{ст}}$ ) за допомогою мікрофотометрів або денситометрів і за графіком у координатах « $\Delta S - \lg C$ » визначають вміст елементів у зразкові.

Основні вузли схеми методу: розпилювач (стиснуті повітря або кисень), атоматизатор (полум'я – 2 000–3 000 °С; дуга – 5 000–10 000 °С; іскра – 15 000 °С), світлофільтр, реєстратор.

*Основні методи фотометрії полум'я:*

а) градуувального графіка;

б) стандартних добавок:  $C_x = \frac{C_{\text{ст}} I_x}{I_{x+\text{ст}} - I_x}$ , де  $C_x$  і  $C_{\text{ст}}$  – концентрації компонента в зразку без добавки та з добавкою відповідно;  $I_x$  і  $I_{x+\text{ст}}$  – інтенсивність поглинання емісії компонента зразка без добавки та з добавкою відповідно.

Метод АЕА застосовується для кількісних визначень фармпрепаратів (анальгін – фотометрією полум'я, калій хлориду – полуменево-фотометричним методом), кальцію в питній воді та ін.

*Метод ААА* ґрунтується на визначенні концентрації за поглинанням шаром пари елемента монохроматичного світла, довжина хвилі якого відповідає центру лінії поглинання.

Для атомного поглинання характерна закономірність, аналогічна закону Бугера–Ламберта–Бера:  $A = \lg \frac{I_0}{I} = KIC$  (як і для молекулярного поглинання). Прямолинійна залежність  $A$  від  $C$  полягає в основі кількісного аналізу, до якого належать методи градувального графіка та добавок.

Якісні визначення елементів полягають в ідентифікації присутності або відсутності їх резонансної лінії поглинання, яка є індивідуальною характеристикою атома.

Основні вузли схеми методу: джерело резонансного випромінювання (лампа з порожнистим катодом або кварцева трубка з парами йонів визначуваного елемента), автоматизатор (полум'я або кювета Львова, які переводять речовину у вільні атоми (у незбудженому стані), що поглинають резонансне випромінювання), монохроматор, детектор, реєстратор.

Застосовують метод ААА для визначення малих і високих концентрацій металів (міді, цинку, важких металів у препаратах).

Методи, що базуються на явищі поляризації молекул під дією світлового випромінювання, називаються **оптичними** і розділяються на рефрактометрію, поляриметрію.

*Рефрактометрія* ґрунтується на вимірюванні відносного показника заломлення ( $n$ ) або ( $\Delta n$ ) речовин, який можна розрахувати за формулою:  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ , де  $\alpha$  та  $\beta$  – кути падіння та заломлення світла відповідно.

Умови вимірювання: оскільки  $n$  залежить від  $\lambda$  та  $t$ , то показник заломлення вимірюють у монохроматичному світлі й за сталої температури. Запис  $n_D^{20}$  означає, що вимірювання виконували при 20 °С та  $\lambda = 589,3$  нм (жовтий колір лінії натрію).

За умови, коли світло переходить із середовища з меншим  $n_1$  в середовище з більшим  $n_2$  ( $n_1 < n_2$ ),  $\sin \beta < \sin \alpha$ , при  $\alpha = 90^\circ$   $\sin \beta_{\text{гр}} = \frac{n_1}{n_2}$ , де  $\beta_{\text{гр}}$  – граничний кут заломлення; коли  $n_1 > n_2$   $\sin \beta > \sin \alpha$ , при  $\beta = 90^\circ$   $\sin \alpha_{\text{гр}} = \frac{n_2}{n_1}$ , де  $\alpha_{\text{гр}}$  – граничний кут повного внутрішнього відбиття (явище повного відбиття світла дістало назву *повне внутрішнє відбиття*).

*Явище зворотності ходу променя світла:* внаслідок зворотності ходу променів для двох даних середовищ (при переході із середовища 1 → 2) маємо вираз:  $\beta_{\text{гр}} = \alpha_{\text{гр}}$  (при переході променя із середовища 2 → 1).

Ідентифікація речовин відбувається при якісній рефрактометрії.

Концентрацію речовини ( $w$ , %) визначають:

а) методом градуувального графіка в координатах « $\Delta n$ -  $w$ »;

б) за табличними значеннями залежно від  $w$ ;

в) за рефрактометричним фактором ( $F$ ), який визначається експериментально й дорівнює збільшеному на 1 % показнику заломлення:  $C = \frac{n - n_0}{F}$ .

Показник заломлення вимірюють на рефрактометрах: Аббе (визначення ґрунтуються на явищі повного внутрішнього відбиття); Пульфриха (визначення ґрунтуються на вимірюванні кута заломлення монохроматичного світла). Останній метод є більш точним, але обмеженим.

Застосовують рефрактометрію для кількісного визначення білка в крові, рідких лікарських форм (токоферолу ацетату, вініліну), контролю якості розчинів, які використовують у фармації (глюкоза, кордіамін, уротропін, амідопірин та ін.)

*Поляриметрія* ґрунтується на визначенні оптичного кута обертання – кута обертання площини поляризації, утвореного під час проходження поляризованого світла крізь оптично активну речовину (наприклад, речовину з асиметричним атомом Карбону).

Обертання називають правим ( $d$ ), або позитивним (+), якщо воно відбувається за годинниковою стрілкою, і лівим ( $l$ ), або негативним (-), якщо обертання відбувається проти годинникової стрілки. Великі літери  $D$  і  $L$  перед назвою або формулою оптично активної речовини вказують на її належність до стеричних рядів  $D$ - або  $L$ - гліцеринового альдегіду, який обрано як сполуку порівняння.

Основний закон: кут обертання прямо пропорційний концентрації оптично активної речовини в розчині:  $\alpha = \alpha_{\text{пит}} l p = [\alpha] l p$  або  $\alpha = \alpha_m l C$ , де  $\alpha = \alpha_{\text{пит}}$ ,  $\alpha_m$  – відповідно питоме та молярне обертання площини поляризації, що залежить від природи речовини, розчинника,  $\lambda$  та  $t$ , тому кут обертання вимірюють у монохроматичному світлі й за сталої температури;  $p$  та  $C$  – відповідно масова (г/мл) та молярна (моль/л) концентрації. Запис  $\alpha_D^{20}$  означає, що вимірювання проводили при 20 °C та  $\lambda = 589,3$  нм (жовтий колір лінії натрію).  $\alpha_m = \alpha_{\text{пит}} M = [\alpha] M$ ; залежність  $\alpha_{\text{пит}}$  ( $\alpha_m$ ) від  $\lambda$  має назву дисперсія оптичного обертання.

Застосовують поляриметрію для ідентифікації речовин (натуральної та синтетичної камфори), для контролю мутаротації глюкози, кількісного визначення лікарських препаратів (прегніну, резерпіну, преднізолону).



### 2.3.2. Тестові завдання

1. Вкажіть тип лікарського розчину, який можна фотометрувати для кількісних визначень методом фотоелектроколориметрії:

А. Каламутний. Б. Забарвлений. В. Будь-який. Г. Безбарвний. Д. Прозорий.

2. Вкажіть графічну залежність між фізичними величинами розчину фармакопейного препарату калій перманганату при побудові кривої світлопоглинання за методом фотометрії:

А.  $A - \lambda$ . Б.  $A - C$ . В.  $I - l$ . Г.  $A - l$ . Д.  $I - C$ .

3. Вкажіть фізичну величину, яку вимірюють методом рефрактометрії під час визначення вмісту багатьох речовин у лікарській суміші етанолу та гліцерину:

А. Показник заломлення речовини. Б. Кут обертання площини поляризації поляризованого світла, що пройшло крізь оптично активне середовище. В. Величина, що дорівнює співвідношенню швидкості поширення світла в середовищі до швидкості поширення світла у вакуумі. Г. Оптична активність речовини. Д. Кут обертання.

4. Вкажіть фізичну величину, яку вимірюють методом поляриметрії під час визначення ступеня чистоти глюкози й аскорбінової кислоти:

А. Показник заломлення речовини. Б. Кут обертання площини поляризації поляризованого світла, що пройшло крізь оптично активне середовище. В. Величина, що дорівнює співвідношенню швидкості поширення світла в середовищі до швидкості поширення світла у вакуумі. Г. Оптична активність речовини. Д. Інтенсивність світла.

5. Вкажіть тип випромінювання, який викликають у розчині промедолу молекулярні коливання:

А. УФ. Б. ІЧ. В. Видиме. Г. Радіовипромінювання. Д. Усе перелічене.

6. Абсорбційні оптичні методи аналізу розчину фолієвої кислоти базуються на вимірюванні:

А. Оптичної густини. Б. Показника заломлення при проходженні світла. В. Кута обертання площини поляризації поляризованого світла, що пройшло крізь оптично активне середовище. Г. Потенціалу. Д. Опору.

7. Вкажіть визначення люмінесценції, що використовують для аналізу антибіотиків:

А. Теплове випромінювання. Б. Поглинання світла. В. Перехід з одного рівня на інший. Г. Перехід з випромінюванням. Д. Усе наведене.

8. Вкажіть тип лікарських систем, для яких застосовують турбідиметричний метод аналізу:

А. Забарвлені розчини. Б. Незабарвлені розчини. В. Сплави. Г. Суспензії. Д. Прозорі розчини.

9. На основі результатів фотометричного титрування фармакопейного препарату купрум сульфату будують криву фотометричного титрування в координатах:

А.  $A-V$ . Б.  $I-V$ . В.  $E-V$ .

10. Вкажіть метод спектроскопії для визначення первинних амідів, до якого належить фотометрія полум'я:

А. Атомно-абсорбційний. Б. Емісійний. В. Абсорбційний. Г. Фотометрія. Д. Люмінесценція.

11. Вкажіть назву методу, який ґрунтується на поєднанні екстракції визначуваної лікарської речовини гексеналу й подальшого її фотометричного визначення:

А. Екстракційно-фотометричне титрування. Б. Фотометричне титрування. В. Екстракція. Г. Поляриметрія. Д. Рефрактометрія.

12. Вкажіть метод аналізу, який треба використати для кількісного визначення двох фармакопейних речовин-калій перманганату та натрій хромату, якщо спектри поглинання обох речовин перекриваються:

А. Двохвильова спектрофотометрія. Б. Диференційна спектрофотометрія. В. Екстракція. Г. Рефрактометрія. Д. Поляриметрія.

13. Око – це детектор у:

А. Фотометрах. Б. Колориметрах. В. Поляриметрах. Г. Спектрографах. Д. Рефрактометрах.

14. Вкажіть явище, на якому ґрунтується атомно-абсорбційна спектроскопія при аналізі препаратів цинку:

А. Випущення світла атомами. Б. Розсіювання світла атомами. В. Поглинання світла атомами. Г. Відбиття світла атомами. Д. Усе перелічене.

15. Вкажіть процес, який відбувається з розчином фармакопейного препарату цинку в полум'ї пальника:

А. Дисоціація на молекули. Б. Дисоціація на йони. В. Дисоціація на радикали. Г. Випаровування. Д. Дисоціація на атоми.

16. Вкажіть індикатор хемілюмінесценції при визначенні вітамінів:

А. Дофін. Б. Метилловий оранжевий. В. Фероїн. Г. Дифеніламін. Д. Крохмаль.

17. Вкажіть спектроскопічний метод аналізу, який можна використати для визначення іонів  $Co^{2+}$  у вітаміні  $B_{12}$ :

А. Спектрофотометрія. Б. Флуориметрія. В. Поляриметрія. Г. Рефрактометрія. Д. Турбідиметрія.

18. Вкажіть закономірність, яка відображає залежність оптичної густини розчину фармакопейного препарату натрій хромату від його властивостей відповідно до закону Бугера–Ламберта–Бера в методах молекулярно-абсорбційного аналізу:

- А. Прямо пропорційна товщині шару та показнику поглинання.  
Б. Прямо пропорційна товщині шару та концентрації речовини.  
В. Обернено пропорційна товщині шару та концентрації речовини.  
Г. Прямо пропорційна концентрації, обернено пропорційна товщині шару.

Д. Прямо пропорційна концентрації та обернено пропорційна показнику поглинання.

19. Вкажіть рівняння, за яким розраховується енергія випромінювання при спектроскопії гліцеролу:

А.  $E = \varphi_1 - \varphi_2$ . Б.  $E = h\nu$ . В.  $E = 2,3 RT \lg K$ . Г.  $E = 0,059 \lg [H^+]$ .

20. Вкажіть чинники, що впливають на форму спектра флуоресценції розчину антибіотика:

- А. Довжина збуджувального світла. Б. Температура. В. Маса речовини.  
Г. Об'єм розчину. Д. Оптична густина.

21. Вкажіть тип лікарського розчину, для якого застосовують нефелометричний метод аналізу:

- А. Забарвлений. Б. Незабарвлений. В. Осад. Г. Суспензія.  
Д. Усе перелічене.

22. Вкажіть джерело збудження в фотометрії полум'я при визначенні арсену в зразку:

- А. Лампа з порожнистим катодом. Б. Полуменевий пальник.  
В. Електрична дуга. Г. Лампа розжарювання. Д. Іскра.

23. Вкажіть тип приладу, у якому використовують світлофільтр для отримання заданої  $\lambda$  при проведенні контролю якості ін'єкційних розчинів:

- А. Поляриметр. Б. Спектроскоп. В. Спектрофотометр. Г. Колориметр.  
Д. Фотометр.

24. Вкажіть рівняння розрахунку концентрації лікарського розчину препарату цинку за даними оптичної густини методом атомно-абсорбційної спектроскопії:

А.  $I = aC^b$ . Б.  $\lg \frac{I_0}{I} = KIC$ . В.  $I = kC$ . Г.  $\lg \frac{I}{I_0} = KIC$ . Д.  $\lg \frac{I}{I_0} = A$ .

25. Вкажіть причину більш простих спектрів, отриманих у полум'ї, ніж за допомогою дуги або іскри при визначенні калій хлориду в фармпрепараті:

- А. Температура полум'я нижча, ніж в електричних джерелах збудження.  
Б. Температура полум'я вища, ніж в електричних джерелах збудження.  
В. Температура полум'я коливається в широких межах.  
Г. Температура полум'я близька до електричних джерел збудження.  
Д. Немає правильної відповіді.

26. Вкажіть величину енергії фотона (eВ), яка відповідає характеристичній довжині хвилі 495,9 нм при визначенні солей феруму (III) у фармпрепараті:

А. 5,3. Б. 3,6. В. 4,9. Г. 2,5. Д. 1,2.

27. Вкажіть джерело збудження речовини при солюмінесценції інсуліну:

А. УФ. Б. Ультразвук. В. ІЧ-випромінювання. Г. Температура. Д.  $\gamma$ -випромінювання.

28. Вкажіть залежність між фізичними величинами, яка використовується в рефрактометрії для ідентифікації глюкози та гліцеролу:

А.  $n - C$ . Б.  $A - C$ . В.  $\alpha - C$ . Г.  $\varphi - C$ . Д.  $\eta - C$ .

29. Вкажіть тип координати, за якою будують градувальний графік для визначення фармакопейного препарату нікол (II) методом фотометрії:

А.  $n - C$ . Б.  $A - C$ . В.  $\alpha - C$ . Г.  $\varphi - C$ . Д.  $\eta - C$ .

30. Вкажіть кислоту для кількісного визначення солей феруму (III) в фармпрепараті методом фотометрії:

А. Хлороцтова. Б. Сульфосаліцилова. В. Щавлева. Г. Амінобензойна. Д. Сульфатна.

31. Вкажіть фізичну величину, яку вимірюють під час кількісних визначень резерпіну у фармпрепараті методом поляриметрії:

А. Оптична густина. Б. Оптичний кут обертання. В. Коефіцієнт заломлення. Г. Потенціал дії. Д. Потенціал порушення.

32. Вкажіть фізичну величину, яку вимірюють під час визначення концентрації етанолу в деяких лікарських формах методом рефрактометрії:

А. Оптична густина. Б. Показник заломлення. В. Кут заломлення. Г. Потенціал дії. Д. Потенціал порушення.

33. Вкажіть значення молярної концентрації тестостерону у фармпрепараті (моль/л), який поглинає світло, якщо молярний коефіцієнт світлопоглинання дорівнює оптичній густині при товщині шару розчину 1 см:

А. 0,1. Б. 1,0. В. 10. Г. 100. Д. 0,01.

34. Вкажіть фізико-хімічний метод, за яким можна проаналізувати глюкозу:

А. Нефелометрія. Б. Флуориметрія. В. Поляриметрія. Г. Рефрактометрія. Д. Фотометрія.

35. Вкажіть структурні одиниці взаємодії електромагнітного випромінювання (ЕМВ) при спектрофотометрії галантаміну гідроброміду у фармпрепараті:

А. Сполука з магнітною складовою ЕМВ. Б. Внутрішні атомні (АО) та молекулярні (МО) орбіталі. В. Валентні АО. Г. Сполука з донорно-акцепторним зв'язком. Д. Усе перелічене.

36. Вкажіть відповідну залежність між фізичними величинами, яку називають спектром люмінесценції при аналізі тіаміну хлориду в таблетках:

А.  $I_{\lambda} - \lambda$ . Б.  $E_{\lambda} - \lambda$ . В.  $I_{\lambda} - C$ . Г.  $E_{\lambda} - C$ . Д.  $I_{\lambda} - m$ .

37. Вкажіть фізичні величини, за якими будують графік залежності у випадку нефелометрії лікарської суспензії:

А.  $A_{уявна} - C$ . Б.  $\frac{I_0}{I} - C$ . В.  $\frac{I}{I_0} - C$ . Г.  $A_{уявна} - \lg C$ . Д.  $\lg \frac{I}{I_0} - C$ .

38. Вкажіть стан, у вигляді якого лікарська речовина вводиться в полум'я пальника при кількісному аналізі:

А. Емульсія. Б. Порошок. В. Аерозоль. Г. Газ. Д. Усе перелічене.

39. Оптична густина лікарського розчину ( $A$ ) – це:

А.  $\lg \frac{I}{I_0}$ . Б.  $\lg \frac{I_0}{I}$ . В.  $\frac{1}{T}$ . Г.  $\lg T$ . Д. Усе перелічене.

40. Вкажіть джерело випромінювання в атомно-абсорбційному аналізі важких металів у фармпрепараті:

А. Вольфрамова лампа розжарювання. Б. Іскра. В. Лампа з порожнистим катодом. Г. Лампа розжарювання. Д. Усе перелічене.

41. Фотометрія полум'я при визначенні кальцію у фармпрепараті ґрунтується на:

А. Спектральному випромінюванні збуджених у газовому полум'ї атомів визначуваних елементів. Б. Вимірюванні інтенсивності холодного світіння речовин під впливом температури. В. Візуальному порівнянні інтенсивності кольорів розчинів різної концентрації. Г. Вимірюванні інтенсивності випускання енергії під впливом УФ. Д. Вимірюванні інтенсивності випускання енергії під впливом  $h\nu$ .

42. Вкажіть джерело виникнення кандолюмінесценції при визначенні адреналіну:

А. Ультразвук. Б. Температура. В. Хімічна реакція. Г. Тиск. Д. УФ.

43. Вкажіть правило вибору реагента для фотометрії фолієвої кислоти:

А. З більшим коефіцієнтом світлопоглинання. Б. З меншим коефіцієнтом світлопоглинання. В. Немає значення. Г. З мінімальною довжиною хвилі. Д. Немає правильної відповіді.

44. Вкажіть чинники, від яких залежить коефіцієнт світлопоглинання промедолу у фармпрепараті:

А. Природа речовини. Б. Концентрація речовини. В. Інтенсивність поглинання падаючого світла. Г. Товщина шару розчину. Д. Густина розчину.

45. Вкажіть метод спектроскопії при ідентифікації компонентів лікарської речовини, до якого належить фотометрія полум'я:

А. Атомно-абсорбційна. Б. Емісійна. В. Абсорбційна. Г. Флюоресценція. Д. Поляриметрія.

46. Вкажіть рівняння, за яким розраховують концентрацію фармакопейного реагенту кобальт (II) сульфату методом зрівнювання кольорів у колориметрії:

А.  $\lg \frac{I_0}{I} = KIC$ . Б.  $\lg \frac{I}{I_0} = KIC$ . В.  $C_1 \left( \frac{1}{z} X \right) V_1 = C_2 \left( \frac{1}{z} A \right) V_2$ . Г.  $C_x = \frac{C_{\text{ст}} I_{\text{ст}}}{I_x}$ .

Д.  $T(X) = \frac{m(X)}{V}$ .

47. Валентні коливання лікарської речовини – це коливання:

А. Збудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку без зміни кута між зв'язками. Б. Збудженої молекули, коли не змінюється довжина зв'язку, а змінюється кут між зв'язками. В. Збудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку й кут між зв'язками. Г. Незбудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку без зміни кута між зв'язками. Д. Незбудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку й кут між зв'язками.

48. Деформаційні коливання лікарської речовини – це коливання:

А. Збудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку без зміни кута між зв'язками. Б. Збудженої молекули, коли не змінюється довжина зв'язку, а змінюється кут між зв'язками. В. Збудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку й кут між зв'язками. Г. Незбудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку без зміни кута між зв'язками. Д. Незбудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку й кут між зв'язками.

49. Нормальні коливання лікарської речовини – це коливання:

А. Молекули, коли змінюється її електронний дипольний момент, а ядра усіх атомів коливаються з однаковою частотою і фазою. Б. Молекули, коли не змінюється її електронний дипольний момент, а ядра усіх атомів коливаються з різною частотою і фазою. В. Молекули, коли змінюється її електронний дипольний момент, а ядра усіх атомів коливаються з різною частотою і фазою. Г. Незбудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку без зміни кута між зв'язками. Д. Незбудженої молекули, коли змінюється довжина зв'язку й кут між зв'язками.

50. Вкажіть формулу розрахунку уротропіну в суміші багатокомпонентної системи методом рефрактометрії:

А.  $C = \frac{\alpha 1000}{[\alpha]}$ . Б.  $C_x = \frac{n - n_0 - F_1 C_1}{F_x}$ . В.  $C = \frac{n - n_0}{F}$ . Г.  $C = \frac{\alpha 100}{[\alpha]_{D^{20}}}$ .

Д.  $C_x = \frac{v}{V}$ .

51. Вкажіть формулу розрахунку амідопіріну у фармпрепараті методом рефрактометрії:

А.  $C = \frac{\alpha 1000}{[\alpha]}$ . Б.  $C_x = \frac{n - n_0 - F_1 C_1}{F_x}$ . В.  $C = \frac{n - n_0}{F}$ . Г.  $C = \frac{\alpha 100}{[\alpha]_{D^{20}}}$ .

Д.  $C_x = \frac{v}{V}$ .

52. Вкажіть формулу розрахунку сахарози методом поляриметрії:

А.  $C = \frac{\alpha 1000}{[\alpha]}$ . Б.  $C_x = \frac{n - n_0 - F_1 C_1}{F_x}$ . В.  $C = \frac{n - n_0}{F}$ . Г.  $C = \frac{\alpha 100}{[\alpha]_{D^{20}}}$ .

Д.  $C_x = \frac{v}{V}$ .

53. Енергія електромагнітного випромінювання гормоном описується рівнянням:

А.  $E = h\omega$ . Б.  $E = hc$ . В.  $E = h\lambda$ . Г.  $E = hv$ . Д.  $E = h\frac{\lambda}{c}$ .

54. Пропускання ферум (III) хлориду у фармпрепараті фераміду ( $T$ ) – це:

А.  $\frac{I}{I_0}$ . Б.  $\lg \frac{I_0}{I}$ . В.  $\frac{1}{T}$ . Г.  $\lg T$ .

55. Виберіть світлофільтр для визначення фармакопейного препарату з  $Ni^{2+}$  на фотоелектроколориметрі з урахуванням наведених даних:

$\lambda, \text{нм}$	400	440	490	540	590
$A$	0,38	0,57	0,42	0,35	0,15

А. 400. Б. 440. В. 490. Г. 490. Д. 540.

56. Вкажіть тип лампи-атомізатора, яку використовують як неполуменеве джерело в атомно-абсорбційному аналізі при ідентифікації цинку:

А. З порожнистим катодом. Б. Газонаповнена воднева. В. Ксенонова газорозрядна. Г. Безелектродна розрядна кулькова. Д. Воднева розжарювання.

57. ІЧ-спектроскопія лікарської субстанції – це метод, який ґрунтується на:

А. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 760 – 1000 нм. Б. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 360 – 760 нм. В. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 180 – 360 нм. Г. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 180 – 760 нм. Д. Немає правильної відповіді.

58. УФ-спектроскопія лікарської субстанції – це метод, який ґрунтується на:

А. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 760 – 1000 нм. Б. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 360 – 760 нм. В. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 180 – 360 нм. Г. Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 180 – 760 нм. Д. Немає правильної відповіді.

**59.** Видима спектроскопія фармакопейного препарату калій перманганату – це метод, який ґрунтується на:

**А.** Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 760 – 1 100 нм. **Б.** Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 360 – 760 нм. **В.** Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 180 – 360 нм. **Г.** Вимірюванні поглинання речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 180 – 760 нм. **Д.** Немає правильної відповіді.

**60.** Квантовий вихід люмінесценції рибофлавіну – це відношення:

**А.** Числа квантів, що не випромінювались, до числа квантів, що випромінювались. **Б.** Числа квантів, що не випромінювались, до числа квантів, що поглинались. **В.** Числа квантів, що випромінювались, до числа квантів, що поглинались. **Г.** Числа квантів, що випромінювались, до числа квантів, що не поглинались. **Д.** Немає правильної відповіді.

**61.** Спектр поглинання йонів цинку як важлива їх аналітична характеристика в УФ-ділянці спектра зумовлений:

**А.** Йонізацією атомів. **Б.** Електронними переходами в молекулі. **В.** Конформаційними перетвореннями молекули. **Г.** Обертальним рухом молекули в просторі. **Д.** Коливальним рухом атомів при утворенні зв'язку.

**62.** Вкажіть прилад, за допомогою якого вимірюють оптичний кут обертання рибофлавіну:

**А.** Поляриметр. **Б.** Спектрофотометр. **В.** Рефрактометр. **Г.** Фотоелектроколориметр. **Д.** ІЧ-спектрофотометр. **Е.** УФ-спектрофотометр.

**63.** Вкажіть прилад, за допомогою якого вимірюють ступінь поглинання лікарською речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 180 – 760 нм:

**А.** Поляриметр. **Б.** Спектрофотометр. **В.** Рефрактометр. **Г.** УФ-спектрофотометр. **Д.** Фотоелектроколориметр.

**64.** Вкажіть прилад, за допомогою якого вимірюють ступінь поглинання лікарською речовиною монохроматичного випромінювання в області спектра 760 – 1 100 нм:

**А.** Поляриметр. **Б.** Спектрофотометр. **В.** Рефрактометр. **Г.** Фотоелектроколориметр. **Д.** ІЧ-спектрофотометр.

**65.** Вкажіть прилад, за допомогою якого вимірюють ступінь поглинання лікарською речовиною немонохроматичного випромінювання в області спектра 300 – 700 нм:

**А.** Поляриметр. **Б.** Спектрофотометр. **В.** Рефрактометр. **Г.** Фотоелектроколориметр. **Д.** ІЧ-спектрофотометр.

**66.** Вкажіть прилад, за допомогою якого вимірюють відносний показник заломлення світла ацетатів:

**А.** Поляриметр. **Б.** Спектрофотометр. **В.** Рефрактометр. **Г.** Фотоелектроколориметр. **Д.** ІЧ-спектрофотометр.



67. Вкажіть пристрій, за допомогою якого порівнюють інтенсивність кольору розчинів фармакопейного розчину купрум (II) сульфату різної концентрації:

А. Поляриметр. Б. Спектрофотометр. В. Колориметр. Г. Фотоелектроколориметр. Д. ІЧ-спектрофотометр.

68. Вкажіть фізичну величину, яку вимірюють при визначенні йонів купруму в лікарській субстанції за фотометричною реакцією з амоніаком:

А. Показник заломлення. Б. Оптична густина. В. Потенціал напівхвилі. Г. Густина. Д. Кут обертання.

69. Ділянка спектра, що використовується у фотометрії фармпрепарату натрій хромату:

А. Рентгенівська. Б. Видима. В. Інфрачервона. Г. Ультрафіолетова. Д. Усе перелічене.

70. Проба для атомно-абсорбційного аналізу фармпрепарату купрум сульфату повинна бути:

А. Твердою. Б. Газоподібною. В. Забарвленою. Г. Рідкою. Д. Усе перелічене.

71. Основними джерелами збудження в емісійній спектроскопії є:

А. Світло. Б. Полум'я. В. Дуга. Г. Ультразвук. Д. Тиск.

72. Спектр люмінесценції тіаміну хлориду – це залежність:

А. Інтенсивності випромінювання від  $\lambda$ . Б. Енергії випромінювання від  $\lambda$ . В. Концентрації від  $\lambda$ . Г. Інтенсивності від енергії випромінювання. Д. Інтенсивності від концентрації.

73. Кривою світлопоглинання як специфічною характеристикою параміносаліцилату для його ідентифікації є залежність:

А.  $I - \lambda$ . Б.  $A - \lambda$ . В.  $I - C$ . Г.  $E - C$ . Д.  $E - I$ .

74. Пристроєм для одержання світла із заданою  $\lambda$  при кількісних аналізах фармпрепаратів є призма у:

А. Спектрофотометрах. Б. Колориметрах. В. Фотометрах. Г. Спектрографрах. Д. Кондуктометрах.

75. Для кількісних визначень плюмбуму у водному розчині атомно-абсорбційною спектроскопією найчастіше застосовують:

А. Метод добавок. Б. Метод трьох еталонів. В. Метод обмежених розчинів. Г. Метод Ходакова. Д. Метод Мора.

76. Форма спектра флуоресценції антибіотика залежить від:

А. Довжини хвилі збуджуючого світла. Б. Концентрації. В. Температури. Г. Тиску. Д. Усе перелічене.

77. Абсорбційні оптичні методи аналізу йонів металів у лікарській субстанції базуються на:

А. Об'єднаному законі Бугера–Ламберта–Бера. Б. Законі Гесса. В. Законі Стокса–Ломеля. Г. Законі Ломакіна. Д. Законі Шейбе.

78. Вкажіть визначення спектра поглинання лікарської речовини:

- А. Розподіл за масою значень молярного коефіцієнта поглинання.  
Б. Розподіл за довжинами хвиль значень молярного коефіцієнта поглинання.  
В. Розподіл за концентраціями значень молярного коефіцієнта поглинання.  
Г. Розподіл за потенціалом молярного коефіцієнта поглинання.  
Д. Розподіл за тиском значень молярного коефіцієнта поглинання.

79. Вкажіть рівняння Ломакіна для атомної спектроскопії калій хлориду у фармпрепараті:

А.  $I = ac^6$ . Б.  $I = b \lg C - \lg a$ . В.  $I = ac$ . Г.  $A = \lg \frac{I_0}{I}$ . Д.  $A = \lg \frac{I}{I_0}$ .

80. Вкажіть оптичний метод аналізу, який можна використати для визначення точної концентрації йонів калію в лікарській речовини з молярною концентрацією  $10^{-6}$  моль/л:

- А. Емісійна фотометрія полум'я. Б. Рефрактометрія. В. Спектрофотометрія. Г. Флуориметрія. Д. Поляриметрія.

81. Вкажіть формулу розрахунку енергетичного виходу люмінесценції лікарської речовини:

А.  $B = \frac{E_{\text{л}}}{E_{\text{п}}}$ . Б.  $B = k\lambda_c$ . В.  $I = kC$ . Г.  $I = kCl$ . Д.  $B = \frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{л}}}$ .

82. Вкажіть фармакопейний препарат, розчин якого можна фотометрувати за власним поглинанням:

- А. Натрій сульфат. Б. Натрій хромат. В. Натрій хлорид. Г. Натрій нітрат. Д. Натрій хлорид.

83. Вкажіть речовину, концентрацію якої можна визначати двома методами – поляриметричним та рефрактометричним:

- А. Натрій бензоат. Б. Кальцій глюконат. В. Аскорбінова кислота. Г. Гліцерол. Д. Етанол.

84. Вкажіть метод кількісного аналізу, який можна застосувати для одночасного усунення впливу сторонніх речовин, концентрування й визначення концентрації:

- А. Диференційна спектрофотометрія. Б. Поляриметрія. В. Екстракційно-фотометричний аналіз. Г. Рефрактометрію. Д. Флуориметрія.

85. Вкажіть теорію, засновником якої був Уолш:

- А. Люмінесценція. Б. Хроматографія. В. Квантова. Г. Атомно-абсорбційна. Д. Кондуктометрія.

86. Вкажіть найбільш раціональний спектроскопічний метод кількісного визначення люмінуючих вітамінів:

- А. Нефелометрія. Б. Турбідиметрія. В. Флуориметрія. Г. Рефрактометрія. Д. Спектрофотометрія.

87. Для одержання випромінювання у видимій ділянці спектра можна використовувати конструкційний матеріал:

- А. NaCl. Б. Силікатне скло. В. Li. Г. SiC. Д. KBr.

88. Батохромний зсув лікарської речовини – це:

- А. Зміщення смуги поглинання в область більш довгих хвиль.
- Б. Зміщення смуги поглинання в область більш коротких хвиль.
- В. Не зміщення смуг поглинання довжин хвиль під впливом чинників.
- Г. Дзеркальне відображення спектрів поглинання.
- Д. Дзеркальне відображення спектрів люмінесценції.

89. Інтенсивність випромінювання в полум'ї для характеристичної довжини хвилі даного елемента лікарської речовини пропорційна його:

- А. Концентрації. Б. Масі. В. Відносній молекулярній масі. Г. Ізотопному складу. Д. Температурі плавлення.

90. Вкажіть оптичний метод аналізу, який можна використати для визначення точної концентрації фармакопейного препарату натрій хромату з молярною концентрацією  $10^{-6}$  моль/л:

- А. Емісійна фотометрія полум'я. Б. Рефрактометрія. В. Спектрофотометрія. Г. Флуориметрія. Д. Поляриметрія.

91. Вкажіть метод спектроскопії, до якого належить спектрофотометрія полум'я:

- А. Атомно-абсорбційна. Б. Емісійна. В. Абсорбційна. Г. Молекулярна. Д. Фотометрія.

92. Вкажіть формулу розрахунку квантового виходу ( $B_k$ ) при люмінесценції:

А.  $B_e = \frac{E_{\text{л}}}{E_c}$ . Б.  $B_e = \frac{\lambda_{\text{л}}}{\lambda_c} B_k$ . В.  $B_k = \frac{N_{\text{л}}}{N_c}$ . Г.  $B_e = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\text{л}}} B_k$ . Д.  $I_{\text{л}} = 2,3I_0\varepsilon l B_k$ .

93. Вкажіть формулу розрахунку енергетичного виходу при люмінесценції:

А.  $B_e = \frac{E_{\text{л}}}{E_c}$ . Б.  $B_e = \frac{\lambda_{\text{л}}}{\lambda_c} B_k$ . В.  $B_k = \frac{N_{\text{л}}}{N_c}$ . Г.  $B_e = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\text{л}}} B_k$ . Д.  $I_{\text{л}} = 2,3I_0\varepsilon l B_k$ .

94. Вкажіть формулу взаємозв'язку енергетичного та квантового виходів при люмінесценції:

А.  $B_e = \frac{E_{\text{л}}}{E_c}$ . Б.  $B_e = \frac{\lambda_{\text{л}}}{\lambda_c} B_k$ . В.  $B_k = \frac{N_{\text{л}}}{N_c}$ . Г.  $B_e = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\text{л}}} B_k$ . Д.  $I_{\text{л}} = 2,3I_0\varepsilon l B_k$ .

95. Вкажіть формулу розрахунку інтенсивності флюоресценції за невеликих концентрацій ( $10^{-7} - 10^{-4}$  моль/л) преднізалону:

А.  $B_e = \frac{E_{\text{л}}}{E_c}$ . Б.  $B_e = \frac{\lambda_{\text{л}}}{\lambda_c} B_k$ . В.  $B_k = \frac{N_{\text{л}}}{N_c}$ . Г.  $B_e = \frac{\lambda_c}{\lambda_{\text{л}}} B_k$ .

Д.  $I_{\text{л}} = 2,3I_0C\varepsilon l B_k$ .

96. Вкажіть умову прояву хемілюмінесценції:

- А. Перебіг хімічної реакції. Б. Дія світла. В. Дія температури. Г. Дія тиску. Д. Дія потоку електронів.

97. Вкажіть фізичну величину, яку називають каламутністю лікарської субстанції:

А. Дифузійний потенціал. Б. Інтенсивність розсіюваного випромінювання. В. Число частинок, що розсіюють. Г. Оптична густина. Д. Потенціал.

98. Вкажіть частинки лікарської речовини, які утворюються в полум'ї пальника:

А. Молекули. Б. Йони. В. Атоми. Г. Комплекси. Д. Асоціати.

99. Вкажіть послідовний ряд фармакопейних реагентів для визначення катіонів Fe(II) та Fe(III) методом потенціометрії та фотометрії:

А. Щавлева кислота, калій перманганат. Б. Калій біхромат, сульфосаліцилова кислота. В. п-амінобензойна кислота, амоній роданід. Г. Фенілоцтова кислота, жовта кров'яна сіль. Д. Червона кров'яна сіль, хлороцтова кислота.

100. Вкажіть прилад, у якому застосовується світлофільтр як пристрій для одержання світла з відповідною ланкою довжин хвиль:

А. Фотометри. Б. Колориметри. В. Спектрофотометри. Г. Кондуктометри. Д. Полярграфи.

101. Вкажіть прилад, який можна використати як нефелометр:

А. Полярограф. Б. Колориметр. В. Флуориметр. Г. Спектрофотометр. Д. Усе перелічене.

102. Вкажіть прізвище вченого, який запропонував атомно-абсорбційний аналіз:

А. Планк. Б. Цвет. В. Шредінгер. Г. Уолш. Д. Онзагер.

103. Вкажіть пристрій, який дозволяє одержати випромінювання з довжиною хвилі 1 нм:

А. Світлофільтр. Б. Призма. В. Дифракційна ґратка. Г. Кювета. Д. Детектор.

104. Вкажіть прилад, який можна використати при турбідиметричних вимірюваннях:

А. Полярограф. Б. Колориметр. В. Флуориметр. Г. Спектрофотометр. Д. Потенціометр.

105. Вкажіть фізичну властивість, яка зумовлює атомно-абсорбційну спектроскопію:

А. Випускання світла. Б. Поглинання світла. В. Розсіювання світла. Г. Заломлення світла. Д. Усе перелічене.

106. Вкажіть пристрій, який дозволяє одержати випромінювання з довжиною хвилі зі значенням десятківнанометрів:

А. Світлофільтр. Б. Призма. В. Дифракційна ґратка. Г. Кювета. Д. Детектор.

107. Вкажіть фізичну величину, за вимірюванням якої визначають концентрацію фруктози в деяких лікарських формах методом рефрактометрії:

**А.** Кут обертання площі поляризованого променя світла. **Б.** Кут повного внутрішнього відбивання променя світла. **В.** Кут падіння променя світла. **Г.** Показник заломлення розчину. **Д.** Кут заломлення променя світла.

**108.** Вкажіть аналітичний сигнал у атомно-абсорбційній спектроскопії:

**А.** Зменшення інтенсивності поглинання. **Б.** Збільшення інтенсивності випромінювання. **В.** Зменшення інтенсивності випромінювання. **Г.** Збільшення інтенсивності поглинання. **Д.** Зменшення показника заломлення.

**109.** Вкажіть фактор, від якого залежить величина питомого коефіцієнта світлопоглинання лікарської речовини:

**А.** Природа. **Б.** Концентрація. **В.** Густина розчину. **Г.** Товщина шару розчину. **Д.** Тиск.

**110.** Вкажіть формулу залежності люмінесценції від концентрації вітаміну за умов сталості квантового виходу інтенсивності світла:

**А.**  $B = \frac{N_{\text{л}}}{N_{\text{п}}}$ . **Б.**  $B = \frac{E_{\text{л}}}{E_{\text{п}}}$ . **В.**  $I = kC$ . **Г.**  $I = kC\varepsilon$ . **Д.**  $B = \frac{N_{\text{п}}}{N_{\text{л}}}$ .

**111.** Вкажіть область довжин хвиль, у бік яких зсунуті спектр флюоресценції та його максимум відносно спектра поглинання та його максимуму:

**А.** Короткі. **Б.** Довгі. **В.** Не зсунуті. **Г.** Середні. **Д.** Усе перелічене.

**112.** Вкажіть хімічні причини відхилення від основного закону світлопоглинання:

**А.** Сторонні електроліти, сольватація, рН,  $\alpha$  (дисоціація). **Б.**  $C(\text{речовини}) < 0,01$  моль/л, немонохроматичність світлового потоку, недосконалість приладу. **В.**  $C(\text{речовини}) > 0,01$  моль/л, монохроматичність світлового потоку. **Г.**  $C(\text{речовини}) < 0,01$  моль/л, дисоціація, недосконалість приладу. **Д.**  $C(\text{речовини}) > 0,01$  моль/л, сторонні електроліти.

**113.** Вкажіть фізичні причини відхилення від основного закону світлопоглинання:

**А.** Сторонні електроліти, сольватація, рН,  $\alpha$  (дисоціації). **Б.**  $C(\text{речовини}) < 0,01$  моль/л, немонохроматичність світлового потоку, недосконалість приладів. **В.**  $C(\text{речовини}) > 0,01$  моль/л, монохроматичність світлового потоку. **Г.**  $C(\text{речовини}) < 0,01$  моль/л, дисоціація, недосконалість приладу. **Д.**  $C(\text{речовини}) > 0,01$  моль/л, сторонні електроліти.

**114.** Вкажіть зв'язок між оптичною густиною та пропусканням лікарської речовини:

**А.**  $A = 2 - \lg T$ . **Б.**  $A = l\varepsilon C$ . **В.**  $A = 1 - \lg T$ . **Г.**  $A = -\lg T$ . **Д.**  $A = 3 - \lg T$ .

**115.** Вкажіть температуру дуги:

**А.** 3 500 °С. **Б.** 5 500 °С. **В.** 7 500 °С. **Г.** 8 000 °С.

**116.** Концентраційна залежність оптичної густини препарату цинку в атомно-абсорбційній спектроскопії виражається рівнянням:

**А.**  $I = aC^b$ . **Б.**  $\lg \frac{I_0}{I} = klC$ . **В.**  $I = kC$ . **Г.**  $A = kC$ . **Д.**  $A = klC$ .

117. Ренгенолюмінесценція має прояв під час дії:

А. Ультразвуку. Б. ІЧ-випромінювання. В. Температури. Г.  $\gamma$ -променів.  
Д. Потоку електронів.

118. Аналітичний сигнал в атомно-абсорбційному аналізі пов'язаний з числом:

А. Збуджених атомів. Б. Незбуджених атомів. В. Молекул, що розпалися на атоми. Г. Вільних атомів. Д. Усе перелічене.

119. Фотометрія полум'я застосовується переважно для визначення:

А. Галогенів. Б. Важких металів. В. Лужних металів. Г. Неметалів.  
Д. *d*-металів.

120. Виберіть основні вузли флуорометра:

А. Джерело збудження, пристрій для виділення спектрального діапазону, детектор, індикатор сигналу. Б. Джерело випромінювання, пристрій для виділення спектрального діапазону, кювети, детектор, індикатор сигналу. В. Поляризатор, кювета з розчином, аналізатор. Г. Джерело світла, вимірювальна призма, кювета. Д. Поляризатор, детектор, джерело випромінювання.

121. Виберіть основні вузли поляриметра:

А. Джерело збудження, пристрій для виділення спектрального діапазону, детектор, індикатор сигналу. Б. Джерело випромінювання, пристрій для виділення спектрального діапазону, кювета, детектор, індикатор сигналу. В. Поляризатор, кювета з розчином, аналізатор. Г. Джерело світла, вимірювальна призма, кювета. Д. Поляризатор, детектор, джерело випромінювання.

122. Виберіть основні вузли флуорометра:

А. Джерело збудження, пристрій для виділення спектрального діапазону, детектор, індикатор сигналу. Б. Джерело випромінювання, пристрій для виділення спектрального діапазону, кювета, детектор, індикатор сигналу. В. Поляризатор, кювета з розчином, аналізатор. Г. Джерело світла, вимірювальна призма, кювета. Д. Поляризатор, детектор, джерело випромінювання.

123. Пристроєм для одержання світла із заданою  $\lambda$  є світлофільтри у:

А. Спектроскопах. Б. Спектрофотометрах. В. Колориметрах.  
Г. Фотометрах. Д. Кондуктометрах.

124. Якщо  $A = 0,15$ ;  $l = 5$  см;  $\varepsilon = 7 \cdot 10^4$ , то  $C$  дорівнює:

А.  $4,3 \cdot 10^{-6}$  мг/л. Б.  $7,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л. В.  $8,6 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Г.  $6,4 \cdot 10^{-5}$  моль/л.  
Д.  $5,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л.

125. Концентраційна залежність оптичної густини в атомно-абсорбційній спектроскопії виражається рівнянням:

А.  $I = aC^b$ . Б.  $\lg \frac{I_0}{I} = A = klC$ . В.  $I = kC$ . Г.  $\lg \frac{I_0}{I} = A = kC$ .

Д.  $\lg \frac{I}{I_0} = A = klC$ .

## 2.4. Поверхневі явища. Хроматографічні методи аналізу

### 2.4.1. Теоретичні основи

*Поверхневі молекули* – молекули на поверхні поділу, що мають надлишкову енергію за рахунок їх некомпенсованості.

*Поверхнева енергія* ( $E_s$ ) – надлишкова енергія поверхневих молекул; залежить від природи фаз, температури, площі поверхні  $S$ , тобто  $E_s = \sigma S$ , де  $\sigma$  – поверхневий натяг – поверхнева енергія одиничної поверхні, або робота зі створення одиничної поверхні ( $1 \text{ м}^2$ ):  $\sigma = \frac{E_s}{S}$ . Оскільки вільна рі-

дина прагне до мінімальної поверхні, то крапля має форму кульки.

*Фактори впливу на поверхневий натяг  $\sigma$ :*

а) енергія міжмолекулярних зв'язків  $E_{\text{м.з}}$ : чим більша, тим  $\sigma$  більший; у полярних розчинниках (вода)  $E_{\text{м.з}}$  більша, ніж  $E_{\text{м.з}}$  у неполярних розчинниках (спирти, бензен), тому  $\sigma$  (полярних)  $>$   $\sigma$  (неполярних);

б) сторонні речовини: поверхнево-активні речовини (ПАР), дифільні – білки, фосфоліпіди, жовчні кислоти – зменшують  $\sigma$ ; поверхнево-інактивні речовини (ППАР) – всі електроліти – збільшують  $\sigma$ ;

в) молекулярна маса молекули розчинника: чим вона більша, тим кількість молекул на поверхні розчинника менша і тим менший  $\sigma$ ;

г) температура: чим більша, тим більший броунівський рух частинок на поверхні, тим енергія створення одиничної поверхні менша;

д) тиск зовнішнього середовища: чим більший, тим  $\sigma$  менший (закон Генрі);

е) адсорбційні процеси на поверхні: чим більша адсорбція ( $\Gamma$ ), тим  $\sigma$  менша.

**Адсорбція** – самочинний процес концентрування адсорбату на поверхні адсорбенту. Адсорбент – речовина, на якій відбувається процес адсорбції, адсорбат (адсорбтив) – речовина, яка адсорбується на адсорбенті.

*Класифікація адсорбції:*

– фізична (оборотний екзотермічний процес з невеликими значеннями теплових ефектів ( $40 \text{ кДж/моль}$ )), зумовлена силами міжмолекулярної взаємодії, характеризується незначними швидкостями процесу, великими значеннями енергії активації, нестехіометричним співвідношенням сполук;

– хімічна (хемосорбція) (необоротний ендо- або екзотермічний процес зі значними величинами теплового ефекту ( $400 \text{ кДж/моль}$ )), зумовлена специфічною взаємодією, стереохімічністю, характеризується великими швидкостями реакції, незначними енергіями активації.

*Фактори впливу на властивості поверхні поділу фаз:*

1) *адгезія* (прилипання) – взаємодія частинок різних фаз, що характеризується роботою адгезії ( $W_a$ ), спрямованою на подолання зчеплення між молекулами двох взаємонерозчинних рідин (наприклад, на межі вода–бензен). Рівняння Дюпре:  $W_a = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3$  ( $\sigma_1$  – вода–повітря;  $\sigma_2$  – бензин–повітря;  $\sigma_3$  – вода–бензен). Адгезія відбувається між  $p-p$ ;  $p-t$ ;  $t-t$ .

2) *когезія* (зчеплення) – взаємодія частинок однієї фази, яка характеризується роботою когезії  $W_k$ , що спрямована на розрив сил зчеплення між частинками. Рівняння Гаркінса:  $W_k = 2\sigma$ .

3) *розтікання рідини* (коефіцієнт розтікання  $f$ ) – процес, що залежить від адгезії та когезії, які слугують її критерієм, а саме: якщо  $W_a > W_k$ , то  $f > 0$  (розтікання відбувається) і навпаки.

4) *змочування* – явище на межі трьох фаз Т-Р-Г, кількісною характеристикою якого слугує кут змочування (крайовий кут  $\Theta$ ) – кут між твердою поверхнею та перетичною в точці перетину трьох фаз, що вимірюється з боку рідини (має межу від  $0-180^\circ$ ). Периметр змочування (межа взаємодії трьох фаз) – лінія, по якій поверхня поділу рідина–газ стикається з поверхнею твердого тіла, тобто на одиницю довжини периметра змочування діють три сили  $\sum_{p-r}, \sigma_{t-r}, \sigma_{t-p}$ . При утворенні рівноважного крайового кута всі три сили повинні зрівноважувати одна одну.

*Теплота змочування (екзотермічний процес)* – застосовується у випадку неможливості визначення  $\Theta$  (при змочуванні порошоків рідиною). Ребіндер запропонував як критерій гідрофільності поверхні порошоків ( $\beta$ ) відношення теплоти змочування водою до теплоти змочування бенzenом (гексаном):  $\beta = \frac{\Delta H(\text{води})}{\Delta H(\text{бензену})}$ . Для гідрофільних поверхонь  $\beta > 1$ , для гідрофобних –  $\beta < 1$ .

*Рівняння Юнга* – умова рівноваги:  $\sigma_{t-r} = \sigma_{b-p} + \sigma_{p-r} \cos \Theta$  або  $\cos \Theta = \frac{\sigma_{t-r} - \sigma_{t-p}}{\sigma_{p-r}}$ : при  $\sigma_{t-r} > \sigma_{t-p}$ ,  $0 < \Theta < 90^\circ$ ,  $1 > \cos \Theta > 0$  – змочування відбувається; при  $\sigma_{t-r} < \sigma_{t-p}$ ,  $90^\circ < \Theta < 180^\circ$ ,  $0 > \cos \Theta > -1$  – змочування немає.

*Рівняння Дюпре–Юнга* – зв'язок змочування з роботою адгезії та когезії:  $W_a = \sigma_{p-r}(1 + \cos \Theta)$  або  $\cos \Theta = \frac{2W_a - W_k}{W_k}$ ; чим більша різниця  $W_a - W_k = f$ , тобто чим більший  $f$ , тим більше змочування.



*Правило Ребіндера (вибіркове змочування)* – для випадку змочування на межі твердої фази з двома незмішуваними рідинами: рідина, яка краще змочує тверду поверхню, виявляє вибіркове змочування; якщо вода вибірково змочує тверду поверхню, то остання називається гідрофільною (олеофобною). Гідрофільна (олеофобна) поверхня має  $\Theta < 90^\circ$ ;  $\cos \Theta > 0$  – змочується водою; гідрофобна (олеофільна) поверхня має  $\Theta > 90^\circ$ ;  $\cos \Theta < 0$  – не змочується водою.

*Особливості адсорбції на рідких поверхнях (рухомих):*

а) рівняння Гіббса – основне рівняння розрахунку величини адсорбції

$\Gamma$ :  $\Gamma = \frac{-C}{RT} \frac{\Delta\sigma}{\Delta C}$ , де  $\Gamma$  та  $C$  – відповідно адсорбція (поверхневий надлишок адсорбату) та концентрація адсорбату в розчині;  $R$  – універсальна газова стала;  $T$  – температура, К;

б) поверхнева активність  $g$  – адсорбційна здатність адсорбенту утримувати адсорбат на поверхні:  $g = \frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$ ; якщо  $g > 0$ , то  $\Gamma > 0$  – відбувається позитивна адсорбція (накопичення адсорбату на поверхні,  $\Delta c > 0$ ,  $\Delta\sigma < 0$ ); при  $g < 0$ ,  $\Gamma < 0$  – негативна адсорбція (зменшення адсорбату на поверхні  $\Delta c > 0$ ,  $\Delta\sigma > 0$ );

в) правило Дюкло–Траубе: у гомологічному рядку поверхнева активність  $g$  збільшується в 3,2 разу на кожну гомологічну різницю ( $\text{CH}_2$ ).

*Особливості адсорбції на нерухомих (твердих) поверхнях* (теорія Ленгмюра):

а) активні центри: адсорбція відбувається не на всій поверхні адсорбенту, а лише на активних центрах (шершавостях);

б) моно шар: адсорбційні сили мають малий радіус дії, внаслідок цього кожний активний центр адсорбує лише одну молекулу адсорбату, утворюючи мономолекулярний шар;

в) механізм адсорбції – фізико-хімічний процес і особливо чітко це проявляється при адсорбції газів: спочатку діють хімічні сили, а потім відбувається адсорбція газу й з підвищенням тиску процес поступово переходить у суто фізичний.

**Сорбція** – це адсорбція газів на твердих адсорбентах, яка залежить як від адсорбенту, так і від адсорбату. Сорбент конденсує газ, і його капілярні сили втягують речовину в пори: чим сильніше конденсується газ, тим краще відбувається адсорбція (на цьому явищі базується принцип дії протигаза).

**Адсорбцію з розчинів** розділяють на молекулярну (неелектролітів та слабких електролітів) та йонну (сильних електролітів).

*Особливості молекулярної адсорбції.* Адсорбенти поділяються на гідрофільні (добре змочуються водою: глина, силікагель) та гідрофобні (погано змочуються водою: вугілля, парафін, тальк).

*Правило вирівнювання полярностей* (Ребіндера): на поверхні розподілу фаз з різними полярностями, що характеризуються діелектричною проникністю  $\epsilon$ , адсорбується тільки речовина з проміжною полярністю, тобто адсорбція речовини  $\epsilon_c$  відбувається лише тоді, коли виконується співвідношення:  $\epsilon_t > \epsilon_x > \epsilon_p$ , або  $\epsilon_t < \epsilon_x < \epsilon_p$ , де  $\epsilon_x$ ,  $\epsilon_t$  і  $\epsilon_p$  – діелектрична проникність відповідно речовини, твердого адсорбенту й розчинника.

Адсорбція ПАР з води збільшується зі зростанням її молярної маси та зменшенням розчинності. При адсорбції ВМС може змінюватися конформаційний стан макромолекули, розгортання її статистичного клубка. Достатньо довгі й гнучкі молекули полімерів адсорбуються тільки окремими ланками.

*Особливості йонної адсорбції.* Йони адсорбуються на полярних адсорбентах: катіони – на негативно заряджених, аніони – на позитивно заряджених.

*Правило Паннета–Фаянса–Пєскова:* на поверхні твердих адсорбентів переважно адсорбуються йони, які входять до складу кристалічної ґратки адсорбенту або ізоморфні ним.

*Потенціалвизначні йони* (ПВ) – йони, які адсорбуються за механізмом добудови кристалічної ґратки; тверда поверхня набуває заряд ПВ, тому отримує навколо себе деяку кількість протийонів електроліту (ПІ), які не здатні добудовувати ґратку. Протийони концентруються в шарі рідини близько до твердого адсорбенту, утворюючи разом з ПВ подвійний електричний шар (ПЕШ), при цьому ПВ утворюють внутрішню, а ПІ – зовнішню оболонку цього шару.

За умови додавання до твердого адсорбенту з ПЕШ розчину іншого електроліту відбувається йонний обмін – **йонообмінна адсорбція**, яка базується на обміні ПІ зовнішнього шару ПЕШ на йони того ж знака доданого електроліту в еквівалентних кількостях.

Йонообмінна адсорбція збільшується зі збільшенням заряду йонів, що обмінюються, а для йонів однакового заряду – зі збільшенням їх радіуса. Рядки йонів, що розташовані за збільшенням їх йонообмінної здатності, називаються ліотропними рядками. Для однозарядних йонів спостерігається така закономірність за зменшенням адсорбційної здатності:

- для катіонів –  $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Cs}^+$ ;
- для аніонів –  $\text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{NO}_3^- > \text{I}^- > \text{CNS}^-$ .

**Хроматографія** – це метод розділення та аналізу суміші речовин, що базується на різному розподілі компонентів суміші між двома контактуючими фазами, одна з яких є нерухомою (НФ), а інша має постійний напрямок руху (РФ).

Хроматографію поділяють залежно від: агрегатного стану рухомої фази (адсорбційна, розподільна), механізму розділення (йонобмінна, осадова), техніки виконання аналізу (колонкова, капілярна, поверхнева – у тонкому шарі з рідкою або газуватою РФ або паперова), за режимом уведення суміші (елюентна, фронтальна, витіснювальна).

*Адсорбційна хроматографія* (НФ – тверда) базується на концентруванні розділюваних компонентів на твердій поверхні (НФ), і залежно від різниці енергії в системі адсорбат-адсорбент її поділяють на молекулярну (зумовлена міжмолекулярними ван-дер-ваальсовими силами) і хемосорбцію (зумовлена силами хімічної взаємодії). В обох випадках головна умова розділення – різниця енергії поглинання розділюваних речовин. При встановленні динамічної рівноваги між адсорбцією і десорбцією хроматографованої речовини, що розчинена у РФ, число молекул, зв'язаних з поверхнею (НФ), пропорційне концентрації розчиненої речовини (ізотерма адсорбції). Чим міцніший зв'язок з поверхнею, тим повільніше рухається хроматографована речовина. Чим більша різниця в ізотермах адсорбції, тим вища селективність розділення суміші. Розподіл здійснюють або на колонках, або в шарі з рідкою або газуватою РФ – (тонкошарова хроматографія (ТШХ)).

*Розподільна хроматографія* (НФ–рідина на носії) базується на процесі безперервного перерозподілу хроматографованої речовини між РФ та НФ, що зумовлений як ван-дер-ваальсовими, так і специфічними (водневими) силами. Оскільки розподіл відбувається на межі двох незмішуваних рідин, то розділення визначається різницею їх коефіцієнтів розподілу за законом Нернста. Стосовно хроматографії коефіцієнт розподілу є відношення концентрації хроматографованої речовини в більш полярній фазі до її концентрації в менш полярній фазі. За технікою виконання виділяють ТШХ (з носієм зв'язаний розчинник, що використовується для одержання тонкого шару) та паперову (вода зв'язана з целюлозою паперу).

Різновидом розподільної хроматографії є гель-проникна (молекулярних сит), у якій розподіл ґрунтується на різному розмірі молекул, причому молекули менші за розміри пор адсорбенту затримуються, а більші – рухаються і виходять крізь колонку раніше.

*Йонобмінна хроматографія* ґрунтується на стехіометричному обміні йонів хроматографованого розчину з йоногенними групами сорбенту (йоніту) і залежно від типу йоногенних груп поділяється на катіоніт (містить фіксовані йони гідрогену, сульфо-, карбоксигрупи) і аніоніт (містить фіксовані гідроксі-, аміногрупи). Кількісною характеристикою іоніту є загальна ємність – здатність іоніту зв'язувати йони, що обмінюються:

$$K_{\text{обм}} = \frac{v(1/z_{\text{йонів}})}{m(\text{адсорбенту})}; \text{ одиниця вимірювання – ммоль/мг; залежить від рН,}$$

йонної сили розчину,  $\mu$ .

*Осадова хроматографія* ґрунтується на різниці розчинності осадів компонентів суміші з осаджувачем, що міститься в порах твердого адсорбенту. Менш розчинний осад в першу чергу фіксується на адсорбенті й у зоні з меншою відстанню від зони контакту, тобто формується хроматографа. За технікою виконання може бути колонковою, ТШХ, паперовою.

*Афінна хроматографія (біоспецифічна)* ґрунтується на специфічній спорідненості між хроматографованою речовиною (фермент, гормон, антиген) і іммобілізованою макромолекулою – лігандом (субстрат, рецептор, антитіла), закріпленою на адсорбентах (носіях). Речовини, які не взаємодіють біоспецифічно, легко проходять крізь адсорбент і вимиваються з колонки. Елюцію речовин, які зв'язалися з лігандом, виконують буферними розчинами або детергентами, що викликають дисоціацію утворених комплексів. Метод дає змогу виділяти необхідний біополімер з високим ступенем чистоти.

*Газова хроматографія* ґрунтується на використанні РФ у стані газу або пари; поділяється на газоадсорбційну (г/т) і газорідинну (г/р). У г/т хроматографії НФ є твердий адсорбент, а в г/р – рідина, нанесена на твердий носій. Кількісною характеристикою є константа розподілу  $K_p = \frac{C(\text{НФ})}{C(\text{РФ})}$ .

Швидкість руху зони обернено пропорційна  $K_p$ , і це є визначальним фактором розділення суміші. Вихід компонентів після їх розділення реєструється у вигляді хроматограми.

*Фронтальна хроматографія* – найпростіший варіант хроматографії, що базується на безперервному пропусканні суміші ( $A$  і  $B$  в розчиннику, елюенті  $S$ ) крізь колонку. Хроматографа (вихідна крива) методу ґрунтується на визначенні концентрації кожного компонента суміші в координатах «кількість речовини – об'єм розчину, що пройшов крізь колонку». Елюат збирають на виході з колонки. Внаслідок сорбції  $A$  і  $B$  спочатку з колонки витікає розчинник (елюент)  $S$ , потім розчинник і менш сорбований компонент  $A$ , а потім розчинник, компонент  $A$  і компонент  $B$ , тобто вдається виділити в чистому вигляді лише один компонент суміші – найменш сорбований. Метод застосовується для очищення розчину від домішок, які краще сорбуються, ніж основний компонент.

*Витіснювальна хроматографія* базується на розділенні компонентів суміші (після їх введення в колонку) слабкоактивним елюентом  $S_1$ , який потім замінюють на інший  $S_2$  (витіснювач), що сорбується на НФ краще за компоненти аналізованої суміші; внаслідок цього новий елюент ( $S_2$ ) витісняє компоненти зі збільшенням взаємодії їх з НФ; довжина ступінчастої хроматограми («концентрація–час» (об'єм)) пропорційна концентрації  $S$ .

*Елюентна хроматографія* базується на промиванні суміші компонентів, що знаходяться в колонці, елюентом. Переміщення компонентів при проходженні елюенту відбувається з різною швидкістю, що залежить від спорідненості їх до сорбенту. Розподіл компонентів, які по черзі виходять з колонки, відбувається за зонами відповідно до швидкості з фіксацією аналітичного сигналу, пов'язаного з концентрацією. Піки компонентів на хроматографі відповідають компонентам суміші: чим більша висота піку, тим більша концентрація компонента.

Основними характеристиками хроматографії є коефіцієнти ємності, розділення, розподілу; час утримання, ширина та розрешення піків.

*Коефіцієнт ємності* ( $K_{ем}$ ) показує, наскільки сильно речовина  $A$  утримується НФ порівняно з РФ:  $K_{ем} = \frac{v(НФ)}{v(РФ)}$ , де  $v$  – кількість речовини  $A$  (моль) в РФ та НФ.

*Коефіцієнт розподілу* ( $K_p$ ) показує співвідношення концентрацій речовини  $A$  в РФ та НФ при встановленій рівновазі:  $K_p = \frac{C(РФ)}{C(НФ)}$ .

Для кожного виду хроматографії коефіцієнт розподілу має свою назву: у розподільній та йонообмінній – коефіцієнт розподілу, в адсорбційній – коефіцієнт адсорбції, у гел'фільтраційній – коефіцієнт проникності.

*Коефіцієнт розділення* показує ступінь розділення двох речовин ( $A$  та  $B$ ):  $a = \frac{K_{ем}(B)}{K_{ем}(A)}$  або  $a = \frac{K_p(A)}{K_p(B)}$ . Коефіцієнт розділення можна визначити за

відносним утриманням компонентів суміші:  $a = \frac{V_{r2}}{V_{r1}} = \frac{t_{r2}}{t_{r1}}$ .

*Час утримання* ( $t_R$ ) – час від моменту введення суміші в колонку до появи максимуму піка при виході з колонки. Індекс утримання  $R$ :  $R = \frac{t_0}{t_r}$ , де  $t_0$  – час проходження розчинника або неутриманої речовини крізь колонку (мертвий час); для кожної речовини характерний свій  $R$ , тому  $R$  разом з  $t_r$  слугують для ідентифікації речовин (якісний аналіз). Для ідентифікації речовин за хроматограмою користуються стандартними зразками або чистими речовинами, порівнюючи  $t_r(x)$  з  $t_r(ст)$ .

*Об'єм утримання* – об'єм РФ, що пройшла крізь шар сорбенту за час  $t_r$ :  $V_r = t_r v$ , де  $v$  – об'ємна швидкість РФ.

Ефективність хроматографічного розділення характеризується:

а) ефективністю колонки ( $N_{эф}$ ) – залежить від ширини піка:

$N_{эф} = \left( \frac{t_r}{\mu_{0,5}} \right)^2$ , де  $\mu_{0,5}$  – ширина піка на середині хроматограми;

б) ефективністю роботи колонки:  $\frac{l}{N}$ , де  $l$  – довжина колонки, мм; чим менші значення, тим більш вузькі піки на хроматографі.

*Критерій селективності*  $K_c$  – величина, що характеризує вибірковість сорбенту:  $K_c = \frac{t_{r2} - t_{r1}}{t_{r2} + t_{r1}} = \frac{V_{r2} - V_{r1}}{V_{r2} + V_{r1}}$ ; при  $K_c \leq 0,4$  маємо повне розділення компонентів.

*Критерій розділення*  $R$  – величина, що враховує вплив на повноту розділення ефективності колонки ( $N_{\text{ef}}$ ) і селективність сорбенту ( $\mu$ ):

$$R = \frac{2\Delta t_{r2,r1}}{\mu_1 + \mu_2}; \text{ при } R \geq 1 \text{ маємо повне розділення компонентів.}$$

Площа піка  $S$  пропорційна кількості речовини в суміші, тому  $S$  використовують в кількісному аналізі. У деяких випадках, коли хроматограма має вузькі піки, користуються висотою піка  $h$ .

Виділяють такі методи визначення аналізованої речовини за хроматограмою:

1) *метод абсолютної калібровки* – базується на побудові градуувального графіка залежності  $S$  або  $h$  від маси (г) компонента; у випадку, коли на хроматографі реєструються піки всіх компонентів, вміст кожного з них (%) розраховують за методом нормування;

2) *метод нормування* – базується на розрахунках, відповідно до яких суму площин (висот) усіх піків на хроматограмі суміші приймають за 100 %. Вміст компонента знаходять за формулою  $\omega_X = \frac{100S_X}{\sum S}$  або

$$\omega_X = \frac{100h_X}{\sum h}.$$

3) *метод внутрішнього стандарту* – базується на додаванні до аналізованої суміші відомої кількості речовини, що не входить до суміші (внутрішній стандарт), яка повинна бути інертною до компонентів досліджуваної суміші з близькими фізико-хімічними властивостями; вміст компонента (%) знаходять за формулою:  $\omega_X = \frac{S_X 100r}{S_{\text{ст}}}$  або  $\omega_X = \frac{h_X 100r}{h_{\text{ст}}}$ , де  $r$  – відношення маси внутрішнього стандарту до маси досліджуваної речовини ( $X$ ).

## 2.4.2. Тестові завдання

1. Вкажіть розчин фармакопейного препарату, між йонами якого спостерігається обмінна адсорбція з частинкою, що містить потенціалвизначні (ПВ)  $\text{Ba}^{+2}$  та протийони (ПІ)  $\text{Cl}^-$ :

А. Натрій сульфат. Б. Натрій нітрит. В. Натрій нітрат.  
Г. Натріф бромід. Д. Натрій ацетат.

2. Вкажіть розчин фармакопейного препарату, між йонами якого спостерігається обмінна адсорбція з частинкою, що містить потенціалвизначні (ПВ)  $\text{SO}_4^{2-}$  та протийони (ПІ)  $\text{K}^+$ :

А. Аргентум нітрат. Б. Натрій нітрат. В. Калій хлорид.  
Г. Магній хлорид. Д. Манган бромід.

3. Вкажіть розчин фармакопейного препарату, між йонами якого спостерігається обмінна адсорбція з частинкою, що містить потенціалвизначні (ПВ)  $\text{CO}_3^{2-}$  та протийони (ПІ)  $\text{Na}^+$ :

А. Хлоридна кислота. Б. Натрій йодид. В. Калій хлорид.  
Г. Калій сульфат. Д. Амоній хлорид.

4. Вкажіть розчин фармакопейного препарату, між йонами якого спостерігається обмінна адсорбція з частинкою, що містить потенціалвизначні (ПВ)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  та протийони (ПІ)  $\text{K}^+$ :

А. Ферум (II) хлорид. Б. Ферум (III) хлорид. В. Натрій хлорид.  
Г. Калій нітрат. Д. Калій сульфат.

5. Вкажіть послідовність адсорбції перелічених аніонів у суміші фармпрепарату на позитивно зарядженій поверхні: 1. Хлорид. 2. Йодид. 3. Сульфат. 4. Бромід.

А. 1234. Б. 2314. В. 3142. Г. 3241.

6. Вкажіть одиницю вимірювання поверхневого натягу рідкої лікарської субстанції:

А. Н/м. Б. См. В. кг. Г. Н. Д. Па.

7. Вкажіть метод визначення поверхневого натягу слізної рідини:

А. Сталагмометричний. Б. Вольтамперометричний. В. Потенціометричний. Г. Спектроскопічний. Д. Кулонометричний.

8. Порівняйте поверхневий натяг води з водним розчином фармакопейного препарату етанолу:

А. Поверхневий натяг води більший, ніж розчину. Б. Поверхневі натяги однакові. В. Поверхневий натяг води менший, ніж розчину. Г. Поверхневий натяг полярної речовини менший, ніж неполярної. Д. Усе перелічене.

9. Вкажіть фізико-хімічний метод дослідження, за яким неможливо визначити поверхневий натяг рідких фармпрепаратів:

А. Гравіметричний. Б. Спектроскопічний. В. Кондуктометричний. Г. Потенціометрія. Д. Фотометрія.

10. Вкажіть метод, за яким не можливо зменшити поверхневу енергію розчину фармакопейного препарату оцтової кислоти:

А. Теплопередача. Б. Збільшення поверхні розподілу. В. Збільшення поверхневого натягу. Г. Уведення електролітів. Д. Усе перелічене.

11. Вкажіть послідовність адсорбції перелічених катйонів у фармпрепараті на негативно зарядженій поверхні: 1. Цезій. 2. Літій. 3. Натрій. 4. Барій:

А. 1234. Б. 2314. В. 4231. Г. 4132. Д. 3124.

12. Вкажіть умови перебігу позитивної адсорбції при фармацевтичному аналізі:

А.  $g > 0$ ,  $\Delta b < 0$ . Б.  $g > 0$ ,  $\Delta b > 0$ . В.  $g < 0$ ,  $\Delta b < 0$ . Г.  $g < 0$ ,  $\Delta b > 0$ . Д. Немає відповіді.

13. Вкажіть умови перебігу негативної адсорбції при фармацевтичному аналізі:

А.  $g > 0$ ,  $\Delta b < 0$ . Б.  $g > 0$ ,  $\Delta b > 0$ . В.  $g < 0$ ,  $\Delta b < 0$ . Г.  $g < 0$ ,  $\Delta b > 0$ . Д. Немає відповіді.

14. Вкажіть рівняння Гіббса для розрахунку величини адсорбції компонентів у лікарській суміші:

А.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{-C\Delta\sigma}{RT\Delta C}$ . Б.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{P}{A+P}$ . В.  $\Gamma = kp^{1/n}$ . Г.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{C}{K+C}$ . Д.  $\Gamma = \frac{v}{m}$ .

15. Вкажіть рівняння Фрейндрліха для розрахунку величини адсорбції компонентів у фармпрепараті:

А.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{-C\Delta\sigma}{RT\Delta C}$ . Б.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{P}{A+P}$ . В.  $\Gamma = kp^{1/n}$ . Г.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{C}{K+C}$ .

Д. Немає відповіді.

16. Вкажіть спосіб зменшення поверхневої енергії фармакопейного препарату етанолу:

А. Укрупнення частинок. Б. Дроблення частинок. В. Зменшення поверхневого натягу. Г. Уведення електроліту. Д. Зменшення температури.

17. Об'єднання дрібних крапель води у більш крупні відбувається за рахунок:

А. Зменшення поверхневої енергії. Б. Збільшення поверхневого натягу. В. Збільшення площі поверхні розподілу. Г. Збільшення зовнішнього тиску. Д. Усе перелічене.

18. Вкажіть чинники, що впливають на зменшення поверхневої енергії розчину фармакопейного препарату йоду:

А. Збільшення поверхневого натягу. Б. Збільшення поверхні розподілу. В. Зменшення поверхневого натягу. Г. Зменшення тиску. Д. Зменшення температури.

19. Для стабілізації лікарських форм застосовують ПАР. Виберіть правильне твердження: «Поверхнево-активна речовина – це речовина, яка ... »



А. Зменшує поверхневий натяг. Б. Збільшує поверхневу енергію.  
В. Збільшує поверхневий натяг. Г. Збільшує площу поверхні розподілу.  
Д. Усе перелічене.

20. Поверхнево-активні речовини (ПАР) здатні змінювати поверхневий натяг розчинника. Виберіть ПАР, яка зменшує поверхневий натяг водного розчину фармакопейного препарату йоду:

А. Оцтова кислота. Б. Вода. В. Їдкий натр. Г. Алюміній сульфат.  
Д. Усе перелічене.

21. Вкажіть рівняння Ленгмюра для розрахунку величини адсорбції на активному вугіллі – фармпрепараті «Карболен»:

А.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{-C\Delta\sigma}{RT\Delta C}$ . Б.  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{C}{K + C}$ . В.  $\Gamma = kp^{l/n}$ . Г.  $\Delta\sigma = a \ln(1 + bC)$ .

Д.  $\Gamma = \frac{v}{m}$ .

22. Виберіть визначення «поверхнева активність» олеїнової кислоти в суміші компонентів фармпрепарату:

А. Фізична величина, яка дорівнює поверхневій енергії для утворення поверхні. Б. Фізична величина, яка дорівнює силі, з якою утримується адсорбат на поверхні даної довжини. В. Фізична величина, яка дорівнює роботі для утворення поверхні. Г. Фізична величина, яка дорівнює силі, що утримує одиничну кількість речовини адсорбату на поверхні одиничної довжини. Д. Усе перелічене.

23. Виберіть визначення «поверхневий натяг» олеїнової кислоти, що є компонентом у фармпрепараті:

А. Фізична величина, яка дорівнює поверхневій енергії для утворення одиничної поверхні. Б. Фізична величина, яка дорівнює силі, з якою утримується адсорбат на поверхні даної довжини. В. Фізична величина, яка дорівнює роботі для утворення поверхні. Г. Фізична величина, яка дорівнює силі, що утримує кількість речовини адсорбату на поверхні одиничної довжини. Д. Немає відповіді.

24. Виберіть поняття «поверхнева енергія» поверхневих молекул щавлевої кислоти у фармакопейному препараті:

А. Фізична величина, яка дорівнює роботі для утворення поверхні. Б. Фізична величина, яка дорівнює силі, що утримує кількість речовини адсорбату на поверхні одиничної довжини. В. Надлишкова енергія на поверхні речовини за рахунок некомпенсованості поверхневих молекул. Г. Енергія поверхневих молекул. Д. Немає відповіді.

25. Гемосорбція широко застосовується для лікування від отруень. Вкажіть умови, за яких адсорбція не відбувається на активованому вугіллі:

А.  $\Gamma > 0, \frac{-\Delta\sigma}{\Delta C} < 0$ . Б.  $\Gamma > 0, \frac{-\Delta\sigma}{\Delta C} > 0$ . В.  $\Gamma < 0, -\frac{\Delta\sigma}{\Delta C} < 0$ . Г.  $\Gamma < 0, \frac{-\Delta\sigma}{\Delta C} > 0$ .

Д. Немає відповіді.

26. Поверхнево-активні речовини (ПАР) застосовують для зниження змочування, що треба враховувати в технології лікарських засобів. Виберіть правильне твердження: «ПАР – це речовина ... »:

А. Дифільна. Б. Тільки з гідрофільними групами. В. Тільки з гідрофобними групами. Г. Тільки з неполярними групами. Д. Тільки з полярними групами.

27. Однією з важливих характеристик фармпрепарату натрій бензоату як ПАР є поверхнева активність. Виберіть правильне твердження: «Поверхнева активність залежить від ... »:

А. Довжини неполярного вуглецевого радикала. Б. Спорідненості ПАР до води. В. Кількості гідрофільних груп. Г. Кількості полярних груп. Д. Немає відповіді.

28. Вкажіть прізвище вченого, який встановив залежність поверхневої активності від довжини вуглецевого радикала:

А. Траубе. Б. Ребіндер. В. Фаянс. Г. Шишковський. Д. Нернст.

29. Вкажіть правило, за яким визначається залежність поверхневої активності фармакопейного препарату сульфосаліцілової кислоти від довжини вуглецевого радикала:

А. Траубе. Б. Вант-Гоффа. В. Шульце–Гарді. Г. Шишковського. Д. Нернста.

30. Вкажіть число, яке вказує на зростання поверхневої активності фармпрепарату олеїнової кислоти при збільшенні вуглецевого радикала на кожну гомологічну різницю ( $\text{CH}_2$ ):

А. 3,5. Б. 7. В. 10. Г. 0,5.

31. Вкажіть відмітні особливості паперової хроматографії, що застосовується при індефікації амінокислот у суміші:

А. Рухомий адсорбент. Б. Нерухомий адсорбент. В. Незначна різниця полярностей адсорбату та адсорбенту. Г. Мала різниця полярностей адсорбату та адсорбенту. Д. Усе перелічене.

32. Вкажіть кращі адсорбенти, що використовують при розділенні суміші амінокислот розподільною хроматографією:

А. Полярні. Б. неполярні. В. Хлороформ. Г. Фенол. Д. Усе перелічене.

33. Вкажіть відмітні особливості адсорбційної хроматографії, що застосовується при розділенні компонентів лікарської суміші:

А. Рухомий адсорбент. Б. Нерухомий адсорбент. В. Незначна різниця адсорбційної здатності компонентів суміші. Г. Мала різниця адсорбційної здатності компонентів суміші. Д. Усе перелічене.

34. Адсорбція фармпрепарату натрій цитрату із суміші – це:

А. Самочинне концентрування на поверхневому шарі речовин з малими значеннями поверхневого натягу. Б. Самочинне концентрування на поверхневому шарі речовин з великими значеннями поверхневого натягу.

**В.** Розчинення газу в об'ємі рідини. **Г.** Розчинення електроліту в рідині.  
**Д.** Розчинення твердої речовини в рідині.

**35.** Ізотерма адсорбції для розчину фармпрепарату аспарагінової кислоти – це залежність:

**А.** Поверхневої активності від концентрації адсорбату. **Б.** Адсорбції від концентрації адсорбату. **В.** Поверхневого натягу від концентрації адсорбату. **Г.** Концентрації від маси адсорбату. **Д.** Поверхневого натягу від маси.

**36.** Вкажіть рівняння залежності поверхневого натягу фармакопейної оцтової кислоти як ПАР від її концентрації:

**А.** Шишковського. **Б.** Вант-Гоффа. **В.** Шульце–Гарді. **Г.** Ленгмюра.  
**Д.** Нернста.

**37.** Вкажіть математичний вираз розрахунку поверхневої активності фармпрепарату олеїнової кислоти:

**А.**  $\frac{-\Delta\sigma}{\Delta c}$ . **Б.**  $\Delta\sigma$ . **В.**  $\lg C$ . **Г.**  $KC$ . **Д.**  $\frac{C}{K+C}$ .

**38.** Виберіть правильне визначення: «Поверхневий натяг  $\alpha$ -аланіну – це ... »:

**А.** Питома поверхнева енергія. **Б.** Рівнодійна сил тяжіння. **В.** Енергія поверхні розподілу. **Г.** Сила утримання однієї молекули на поверхні.  
**Д.** Енергія утримання однієї молекули на поверхні.

**39.** Вкажіть ПАР, що є фармакопейним препаратом:

**А.** Етанол. **Б.** Калій йодид. **В.** Червона кров'яна сіль. **Г.** Натрій хлорид.  
**Д.** Усе перелічене.

**40.** Вкажіть розташування молекул валеріанової кислоти як ПАР відповідно до правила Траубе:

**А.** Паралельно поверхні. **Б.** Під будь-яким кутом до поверхні.  
**В.** Внутрішньохаотично в рідині. **Г.** Утворюють «частокіл Ленгмюра».  
**Д.** Немає відповіді.

**41.** Ізотерма поверхневого натягу  $\beta$ -фенілаланіну – це:

**А.** Залежність поверхневої активності від концентрації адсорбату.  
**Б.** Залежність адсорбції від концентрації адсорбату. **В.** Залежність поверхневого натягу від концентрації адсорбату. **Г.** Сила утримання однієї молекули на поверхні. **Д.** Енергія утримання однієї молекули на поверхні.

**42.** Закон Генрі виконується при адсорбції:

**А.** Фармакопейного препарату NO. **Б.** Речовин з розведених розчинів фармпрепарату NaCl. **В.** Речовин з концентрованих розчинів фармпрепарату NaCl. **Г.** Речовини зі суміші. **Д.** Усе перелічене.

**43.** Закон Ленгмюра виконується при адсорбції:

**А.** Фармакопейного препарату NO. **Б.** Речовин з розведених розчинів фармпрепарату NaCl. **В.** Речовин з концентрованих розчинів фармпрепарату NaCl. **Г.** Речовини із суміші. **Д.** Усе перелічене.

44. Константа Ленгмюра пов'язана з термодинамічними характеристиками розчину фармакопейного препарату цинку рівнянням:

А.  $\Delta G^0 = -2,3RT \lg K$ . Б.  $\lg K = \frac{E}{0,059}$ . В.  $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ .

Г.  $\lg K = \frac{En}{0,059}$ . Д.  $\Delta F^0 = -2,3RT \lg C$ .

45. Вкажіть властивості адсорбенту, що покладені в основу класифікації хроматографії на адсорбційну та розподільну при проведенні фармацевтичного аналізу:

А. Величина поверхневої активності. Б. Тип (рухомий, нерухомий). В. Розмір гранул. Г. Тип хімічної реакції. Д. Селективність.

46. Вкажіть розташування неполярного радикала молекули винної кислоти при розчиненні її фармпрепарату у воді:

А. На повітрі. Б. У воді. В. У неполярному розчиннику. Г. Паралельно між собою. Д. Немає відповіді.

47. Вкажіть правильне твердження: «При розчиненні фармпрепарату аскорбінової кислоти»:

А. Полярні групи занурені у воду. Б. Неполярний радикал перебуває у воді. В. Полярна частина ПАР перебуває в повітрі. Г. Вуглецевий радикал занурений у воду. Д. Немає відповіді.

48. Вкажіть залежність, яку виражає ізотерма поверхневого натягу аспарагінової кислоти:

А. Поверхневий натяг – функція від концентрації. Б. Адсорбція – функція від концентрації. В. Адсорбція – функція від поверхневого натягу. Г. Поверхневий натяг – функція від температури. Д. Адсорбція – функція від температури.

49. Вкажіть вигляд графіка ізотерми поверхневого натягу олеїнової кислоти:

А. Гіпербола. Б. Парабола. В. Пряма з нахилом донизу. Г. Пряма з нахилом доверху. Д. Пряма, паралельна осі абсцис.

50. Вкажіть визначення адсорбції оцтової кислоти на вугіллі:

А. Збільшення концентрації речовини в поверхневому шарі. Б. Концентрування однієї речовини іншою. В. Пряма з нахилом донизу. Г. Концентрування однієї речовини об'ємом іншої. Д. Пряма паралельна осі абсцис.

51. Газоадсорбційна хроматографія застосовується при контролі лікарських засобів. Вкажіть міру адсорбції на межі рідина–газ:

А. Надлишок кількості речовини адсорбату на одиниці поверхні порівняно з об'ємною фазою. Б. Кількість речовини адсорбату на одиниці поверхні. В. Маса речовини адсорбату на одиниці поверхні. Г. Об'єм адсорбату на одиниці поверхні. Д. Усе перелічене.

52. Для контролю чистоти фармпрепаратів застосовують електрофорез. Вкажіть ознаку, що покладена в основу класифікації електрофорезу на паперовий та диск-електрофорез:

А. Тип адсорбенту. Б. рН ізоелектричного стану. В. Проходження електричного струму крізь адсорбент. Г. Кількість компонентів. Д. Немає відповіді.

53. Для зниження жорсткості води застосовують йонообмінну адсорбцію, яка є:

А. Стехіометричний обмін однаково заряджених йонів відповідно до правил перебігу реакцій. Б. Стехіометричний обмін йонів дифузійного шару частинок з подвійним електричним шаром на йони в розчині. В. Зворотне стехіометричне заміщення рухливого йона, зв'язаного з йоногенною групою іоніту, на інший, однойменно заряджений йон. Г. Обмін йонів у розчинах різної концентрації. Д. Немає відповіді.

54. Сучасний метод аналізу й розділення компонентів у суміші хроматографія ґрунтується на катіонообмінній адсорбції, яка є:

А. Стехіометричний обмін однаково заряджених катіонів відповідно до правил перебігу реакцій. Б. Стехіометричний обмін катіонів дифузійного шару частинок з подвійним електричним шаром на катіони в розчині. В. Зворотне стехіометричне заміщення рухливого катіона, зв'язаного з йоногенною групою катіоніту, на інший, однойменно заряджений катіон. Г. Обмін катіонів у розчинах різної концентрації. Д. Немає відповіді.

55. Йонообмінна хроматографія ґрунтується на аніонообмінній адсорбції, яка є:

А. Стехіометричний обмін аніонів, однаково заряджених, відповідно до правил перебігу реакцій. Б. Стехіометричний обмін аніонів дифузійного шару частинок з подвійним електричним шаром на аніони в розчині. В. Зворотне стехіометричне заміщення рухливого аніона, зв'язаного з йоногенною групою аніоніту, на інший, однойменно заряджений аніон. Г. Обмін аніонів у розчинах різної концентрації. Д. Немає відповіді.

56. Вкажіть чинники, що впливають на розділення речовин у фармпрепараті методом гель-фільтрації:

А. Розміри адсорбенту. Б. Розміри молекул речовин. В. рН. Г. Об'єм розчинника. Д. Агрегатний стан адсорбенту.

57. Величину адсорбції фармакопейного препарату масляної кислоти можна розрахувати за рівнянням Ленгмюра:

А.  $\Gamma = -\frac{C\Delta\sigma}{RT\Delta C}$ . Б.  $\Gamma = \frac{v}{m}$ . В.  $\Gamma = \Gamma^0 \frac{C}{K + C}$ . Г.  $\Gamma = KC^{1/z}$ . Д.  $\Gamma = \frac{CV}{m}$ .

58. Надлишок адсорбату (Гіббсову адсорбцію) фармакопейного препарату етанової кислоти можна розрахувати за формулою:

А.  $\Gamma = -\frac{C\Delta\sigma}{RT\Delta C}$ . Б.  $\Gamma = \frac{v}{m}$ . В.  $\Gamma = \Gamma^0 \frac{C}{K + C}$ . Г.  $\Gamma = KC^{1/z}$ . Д.  $\Gamma = \frac{CV}{m}$ .

59. Абсолютну адсорбцію фармакопейного препарату жовчної кислоти можна розрахувати за формулою:

А.  $\Gamma = -\frac{C\Delta\sigma}{RT\Delta C}$ . Б.  $\Gamma = \frac{v}{m}$ . В.  $\Gamma = \Gamma^0 \frac{C}{K+C}$ . Г.  $\Gamma = KC^{1/z}$ . Д.  $\Gamma = \frac{CV}{m}$ .

60. Вкажіть умови, за яких величини абсолютної та відносної адсорбції фармакопейного препарату гліколевої кислоти приблизно однакові:

А.  $C_s \gg C_v$ . Б.  $C_s \ll C_v$ . В.  $C_s = C_v$ . Г.  $C_s > C_v$ . Д.  $C_s < C_v$ .

61. Поверхнева активність – це:

А. Міра здатності речовини зменшувати  $\delta$  на поверхні. Б. Сила, що утримує адсорбат на поверхні. В. Поверхнева енергія поверхні. Г. Енергія міжмолекулярного зв'язку. Д. Сила, що утримує 1 кмоль адсорбату на одиничній поверхні.

62. Величина адсорбції залежить від:

А. Природи поверхні адсорбату. Б. Тиску адсорбату. В. Температури. Г. Молекулярної маси адсорбату. Д. Усього переліченого.

63. Вкажіть йони  $\alpha$ -амінокислоти, які краще адсорбуються на позитивно заряджений поверхні адсорбенту в слабколужному середовищі:

А. Аргінін. Б. Валін. В. Глутамінова кислота. Г. Лейцин. Д. Гліцин.

64. Вкажіть йони  $\alpha$ -амінокислоти, які краще адсорбуються на негативно заряджений поверхні адсорбенту в слабколужному середовищі:

А. Аргінін. Б. Валін. В. Глутамінова кислота. Г. Лейцин. Д. Гліцин.

65. Вкажіть зміни  $[Ca^{+2}]$  внаслідок йонообмінної адсорбції між катіонітом та фармакопейним розчином кальцій хлориду:

А. Збільшиться. Б. Не зміниться. В. Зменшиться. Г. Спочатку зменшується, а потім збільшується. Д. Спочатку збільшується, а потім зменшується.

66. Вкажіть зміни концентрації хлорид-йонів внаслідок йонообмінної адсорбції між аніонітом та фармакопейним препаратом кальцій хлориду:

А. Збільшиться. Б. Не зміниться. В. Зменшиться. Г. Спочатку зменшується, а потім збільшується. Д. Спочатку збільшується, а потім зменшується.

67. Вкажіть йони, які будуть переважно адсорбуватися на кристалах продукту фармакопейної реакції  $Ag_2SO_4$ :

А.  $K^+$ . Б.  $Ag^+$ . В.  $SO_4^{2-}$ . Г.  $NO_3^-$ . Д.  $OH^-$ .

68. Вкажіть адсорбент, який можна використати для максимального вилучення жовчної кислоти з води:

А. Активоване вугілля. Б. Силікагель. В. Целюлоза. Г. Глина. Д. Сефадекс.

69. Зниженню поверхневого натягу розчинника на межі повітря–вода сприяє:

А. Збільшення величини полярності. Б. Збільшення молярної маси. В. Застосування ПАР. Г. Збільшення температури. Д. Усе перелічене.

70. Вкажіть величину рівнодійної сили всередині рідкої фази:  
А. Дорівнює нулю. Б. Більша нуля. В. Менша нуля. Г. Не змінюється.  
Д. Немає відповіді.
71. Вкажіть напрям рівнодійної сили на межі рідина–газ:  
А. У бік розчину. Б. У бік газової фази. В. Паралельно поверхні розподілу. Г. Перпендикулярно поверхні розподілу. Д. Немає відповіді.
72. Вкажіть правильне твердження поверхневої енергії:  
А. Робота створення одиничної поверхні за рахунок поверхневих молекул. Б. Запас енергії одиничної поверхні поділу фаз. В. Енергія переходу речовини з однієї фази в іншу. Г. Сила утримання адсорбату. Д. Енергія рівноважного стану.
73. Вкажіть правильне твердження:  
А. Поверхнева енергія більша за поверхневий натяг. Б. Поверхнева енергія дорівнює поверхневому натягу. В. Поверхнева енергія менша за поверхневий натяг. Г. Поверхнева енергія рівноважних молекул. Д. Немає відповіді.
74. Вкажіть одиницю вимірювання поверхневої енергії:  
А. Н/м. Б. См. В. кг. Г. Н·м. Д. См.
75. Вкажіть метод визначення поверхневого натягу фармпрепарату холевої кислоти:  
А. Капілярного підняття. Б. Титриметричний. В. Кондуктометричний. Г. Спектроскопічний. Д. Фотометрія.
76. Вкажіть фізико-хімічний метод дослідження, за яким можливо визначити поверхневий натяг рідин:  
А. Титриметрія. Б. Сталагмометрія. В. Полярографія. Г. Кондуктометрія. Д. Фотометрія.
77. Вкажіть метод, за яким можливо зменшити поверхневу енергію:  
А. Теплопередача. Б. Зменшення поверхні розподілу. В. Збільшення поверхневого натягу. Г. Зменшення молярної маси. Д. Усе перелічене.
78. Вкажіть спосіб збільшення поверхневої енергії чистих речовин:  
А. Укрупнення частинок. Б. Дроблення частинок. В. Зменшення поверхневого натягу. Г. Уведення електролітів. Д. Зменшення молярної маси.
79. Вкажіть причину прагнення рідин мати форму краплі:  
А. Зменшення поверхневої енергії. Б. Збільшення поверхневого натягу. В. Збільшення площі поверхні розподілу. Г. Вирівнювання теплоти. Д. Вирівнювання концентрації.
80. Виберіть правильне твердження: «Поверхнева активність залежить від ... »:  
А. Довжини вугководневого радикала. Б. Спорідненості ПАР до розчинника. В. Кількості полярних груп. Г. Кількості неполярних груп. Д. Усе перелічене.

**81.** Вкажіть прізвище вченого, який встановив залежність адсорбції від концентрації адсорбату на рідких поверхнях:

**А.** Гіббс. **Б.** Ребіндер. **В.** Фаянс. **Г.** Шишковський. **Д.** Нернст.

**82.** Вкажіть назву рівняння залежності адсорбції від концентрації адсорбату на твердих адсорбентах:

**А.** Траубе. **Б.** Вант-Гоффа. **В.** Ленгмюра. **Г.** Шишковського. **Д.** Нернста.

**83.** Вкажіть число, яке вказує збільшення величини адсорбції ПАР при зростанні вуглеводневого радикала на кожну гомологічну різницю ( $\text{CH}_2$ ):

**А.** 3,5. **Б.** 7. **В.** 10. **Г.** 0,5. **Д.** 6,4.

**84.** Вкажіть рівняння залежності адсорбції від концентрації адсорбату на рухомих поверхнях:

**А.** Шишковського. **Б.** Гіббса. **В.** Шульце–Гарді. **Г.** Ленгмюра. **Д.** Нернста.

**85.** Вкажіть розташування молекул глікохолевої кислоти як ПАР відповідно до правила Траубе:

**А.** Паралельно поверхні. **Б.** Під будь-яким кутом до поверхні. **В.** Внутрішньохаотично в рідині. **Г.** Утворюють «частокіл Ленгмюра». **Д.** Немає відповіді.

**86.** Вкажіть розташування неполярного радикала молекули пальмітинової кислоти при розчиненні її у воді:

**А.** На повітрі. **Б.** У воді. **В.** У неполярному розчиннику. **Г.** Паралельно площі поверхні. **Д.** Під прямим кутом до площі поверхні.

**87.** Вкажіть залежність між фізичними величинами, що називається ізотермою адсорбції:

**А.**  $\sigma - C$ . **Б.**  $\Gamma - C$ . **В.**  $\Gamma - \sigma$ . **Г.**  $\sigma - T$ . **Д.**  $\sigma - P$ .

**88.** Вкажіть вигляд графіка ізотерми адсорбції:

**А.** Гіпербола. **Б.** Парабола. **В.** Пряма з нахилом донизу. **Г.** Пряма з нахилом доверху. **Д.** Пряма паралельна осі абсцис.

**89.** Вкажіть визначення «частоколу Ленгмюра»:

**А.** Стан щільного розташування молекул ПАР у поверхневому шарі. **Б.** Стан «плаваючих» молекул ПАР у поверхневому шарі. **В.** Пряма з нахилом донизу. **Г.** Пряма паралельна осі абсцис. **Д.** Усе перелічене.

**90.** Вкажіть рівняння залежності адсорбції від концентрації адсорбату на межі двох не змішуваних рідинах:

**А.** Ленгмюра. **Б.** Шишковського. **В.** Нернста. **Г.** Оствальда. **Д.** Гіббса.

**91.** Вкажіть причину, що зумовлює позитивну адсорбцію ПАР:

**А.** Більш слабка взаємодія диполів води з молекулами ПАР, ніж між собою. **Б.** Більш сильна взаємодія молекул ПАР з водою, ніж між собою. **В.** Мала розчинність ПАР у воді. **Г.** Дифільність ПАР. **Д.** Усе перелічене.

**92.** Вкажіть тип адсорбції ПАР:

**А.** Негативна. **Б.** Позитивна. **В.** Нульова. **Г.** Дробна. **Д.** Усе перелічене.



**93.** Вкажіть можливості рівняння адсорбції Гіббса:

**А.** Встановлює взаємозв'язок між адсорбцією, концентрацією та поверхневим натягом. **Б.** Дає змогу будувати ізотерму поверхневого натягу. **В.** Дає змогу будувати ізотерму адсорбції. **Г.** Встановлює взаємозв'язок між адсорбцією і концентрацією. **Д.** Усе перелічене.

**94.** Вкажіть властивість, характерну для малих концентрацій ПАР:

**А.** Вуглеводневі ланцюги «плавають» на поверхні, а полярні групи занурені у воду. **Б.** Вуглеводневі ланцюги занурені у воду, а полярні групи обернені до повітря. **В.** Молекули на поверхні утворюють «частокіл Ленгмюра». **Г.** Молекула згорнута. **Д.** Немає відповіді.

**95.** Вкажіть причину сталості граничної адсорбції в гомологічному рядку:

**А.** Однакова кількість молекул на одиниці поверхні розподілу. **Б.** Однакові розміри молекул ПАР. **В.** Збільшення розчинності ПАР у воді. **Г.** Зменшення розчинності ПАР у воді. **Д.** Різні розміри молекул ПАР.

**96.** Вкажіть зміни величини поверхневого натягу розчину ПАР у процесі утворення мономолекулярного шару:

**А.** Зменшується і становить величину поверхневого натягу ПАР. **Б.** Збільшується і становить величину поверхневого натягу води. **В.** Не змінюється. **Г.** Зменшується і становить величину поверхневого натягу розчину. **Д.** Немає відповіді.

**97.** Вкажіть тип концентрацій, за якими рівняння Ленгмюра переходить у рівняння Фрейндліха:

**А.** Середні. **Б.** Низькі. **В.** Високі. **Г.** З концентрованих розчинів. **Д.** Насичених розчинів.

**98.** Вкажіть причини труднощів розрахунку величини адсорбції на нерухомих адсорбентах порівняно з адсорбцією на рухомих:

**А.** Неможливість виміряти поверхневий натяг та питому поверхню. **Б.** Відсутність методів вимірювання поверхневого натягу. **В.** Неоднорідність поверхні. **Г.** Відсутність стереометричного закону. **Д.** Усе перелічене.

**99.** Вкажіть тип залежності, на підставі якої будують графік для визначення константи рівняння Фрейндліха:

**А.**  $\lg \frac{x}{m} - \lg C$ . **Б.**  $\Gamma - T$ . **В.**  $\Gamma - C$ . **Г.**  $\frac{x}{m} - C$ . **Д.**  $\sigma - C$ .

**100.** Вкажіть принцип, за яким підбирають фази у хроматографії:

**А.** Відмінність коефіцієнтів розподілу. **Б.** Добра розчинність фаз одна в одній. **В.** Висока розчинність визначуваних речовин у рухомій та нерухомій фазах. **Г.** Швидкість проведення методу. **Д.** Усе перелічене.

**101.** Вкажіть фізичні величини, на підставі зміни яких розділяють компоненти методом хроматографії:

**А.** Коефіцієнти розподілу. **Б.** Швидкості руху. **В.** Розчинність. **Г.** Коефіцієнти активності. **Д.** Усе перелічене.

**102.** Вкажіть число, яке показує перебільшення поверхневої активності масляної кислоти порівняно з пропіоновою:

**А.** 3,5. **Б.** 10. **В.** 6,5. **Г.** 8,0. **Д.** 10.

**103.** Солюбілізація – це:

**А.** Розчинення ліпиду у вуглеводневій частині ПАР. **Б.** Об'єднання частинок. **В.** Розчинення ліпиду в полярній частині ПАР. **Г.** Розчинення ПАР у гідрофобному розчиннику. **Д.** Розчинення ПАР у гідрофільному розчиннику.

**104.** Вкажіть тип концентрації фармакопейної ПАР – олеїнової кислоти, за якої спостерігається прямо пропорційна залежність адсорбції від неї:

**А.** Малі. **Б.** Середні. **В.** Великі. **Г.** Немає значення. **Д.** Немає відповіді.

**105.** Вкажіть назву рівняння  $\Gamma = \frac{-C\Delta\sigma}{RT\Delta C}$ :

**А.** Гіббса. **Б.** Ленгмюра. **В.** Фрейндліха. **Г.** Вант-Гоффа. **Д.** Нернста.

**106.** Вкажіть назву рівняння  $d\sigma = B \ln(1 + AC)$ :

**А.** Шишковського. **Б.** Гіббса. **В.** Ленгмюра. **Г.** Фрейндліха. **Д.** Нернста.

**107.** Вкажіть назву рівняння  $\Gamma = \Gamma_0 \frac{P}{A + P}$ :

**А.** Ленгмюра. **Б.** Гіббса. **В.** Шишковського. **Г.** Фрейндліха. **Д.** Нернста.

**108.** Вкажіть величину поверхневого натягу олеїнової кислоти як ПАР по відношенню до розчинника:

**А.** Менша. **Б.** Більша. **В.** Однакова. **Г.** Розчиняється. **Д.** Немає відповіді.

**109.** Вкажіть адсорбент, який можна застосувати проти інтоксикації внаслідок отруєння солями алкалоїдів:

**А.** Активоване вугілля. **Б.** Силікагель. **В.** Каолін. **Г.** Крохмаль. **Д.** Усе перелічене.

**110.** Вкажіть поверхневе явище, яке впливає на зниження терапевтичної дії порошку з екстракту красавки та активованого вугілля:

**А.** Адсорбція. **Б.** Десорбція. **В.** Адгезія. **Г.** Когезія. **Д.** Розтікання.

**111.** Вкажіть фармакопейну речовину, яка здатна знижувати поверхневий натяг:

**А.** Валеріанова кислота. **Б.** Купрум сульфат. **В.** Натрій нітрат. **Г.** Сульфатна кислота. **Д.** Натрій сульфат.

**112.** Відмітні особливості фізичної адсорбції: **1.** Специфічність взаємодії. **2.** Необоротність процесу. **3.** Оборотність процесу. **4.** Зумовленість силами Ван-дер-Ваальса. **5.** Зумовленість силами хімічного зв'язку.

**А.** 234. **Б.** 324. **В.** 123. **Г.** 431. **Д.** 134.

**113.** Відмітні особливості хемосорбції: **1.** Специфічність взаємодії. **2.** Необоротність процесу. **3.** Оборотність процесу. **4.** Зумовленість силами Ван-дер-Ваальса. **5.** Зумовленість силами хімічного зв'язку.

**А.** 234. **Б.** 324. **В.** 123. **Г.** 431. **Д.** 125.

**114.** Виберіть основні положення адсорбційної теорії на твердому адсорбенті: **1.** Адсорбційну активність має вся поверхня адсорбенту. **2.** Адсорбційну активність мають тільки активні центри адсорбенту. **3.** Активні центри – випуклі ділянки поверхні адсорбенту. **4.** Активні центри – западини на поверхні адсорбенту. **5.** Активний центр може утримувати тільки одну молекулу адсорбату. **6.** У результаті адсорбції утворюється мономолекулярний шар адсорбату.

**А.** 2345. **Б.** 1234. **В.** 1346. **Г.** 2345. **Д.** 2356.

**115.** Вкажіть причини посилення фізичної адсорбції:

**А.** Підвищення температури. **Б.** Зниження температури. **В.** Невеликі значення енергії активації. **Г.** Зменшення концентрації адсорбату. **Д.** Великі значення швидкості реакції.

**116.** Вкажіть йони  $\alpha$ -амінокислот, які переважно адсорбуються на позитивно зарядженій поверхні в слабколужному середовищі:

**А.** Лізін. **Б.** Аспарагінова кислота. **В.** Аланін. **Г.** Лейцин. **Д.** Гліцин.

**117.** Вкажіть йони  $\alpha$ -амінокислот, які переважно адсорбуються на негативно зарядженій поверхні в слабкокислому середовищі:

**А.** Аргінін. **Б.** Аспарагінова кислота. **В.** Валін. **Г.** Лейцин. **Д.** Гліцин.

**118.** Вкажіть зміни  $[Na^+]$  внаслідок йонообмінної адсорбції між катіоном та розчином фармпрепарату натрій хлориду:

**А.** Збільшиться. **Б.** Не зміниться. **В.** Зменшиться. **Г.** Спочатку не змінюється, а потім збільшується. **Д.** Спочатку збільшується, а потім зменшується.

**119.** Вкажіть йони, які переважно адсорбуються на кристалах фармакопейного препарату AgI:

**А.**  $K^+$ . **Б.**  $Ag^+$ . **В.**  $Cl^-$ . **Г.**  $NO_3^-$ . **Д.**  $I^-$ .

**120.** Вкажіть тип хроматографії, яку можна використати для якісного визначення амінокислот на папері в суміші вода – фенол:

**А.** Адсорбційна. **Б.** Гель-фільтрація. **В.** Розподільна. **Г.** Афінна. **Д.** Йонообмінна.

**121.** Вкажіть адсорбент, який можна використати для максимального вилучення ліпиду з розчину фенолу:

**А.** Активоване вугілля. **Б.** Силікагель. **В.** Парафін. **Г.** Усе перелічене. **Д.** Немає відповіді.

**122.** Вкажіть ряд фармакопейних кислот, у якому поверхнева активність зростає відповідно до правила Дюкло–Траубе:

**А.** Масляна, оцтова, мурашина. **Б.** Пропіонова, олеїнова, ліноленова. **В.** Сульфатна, сульфїтна, сульфїдна. **Г.** Оцтова, масляна, олеїнова. **Д.** Нітратна, хлоридна, сульфатна.

**123.** Вкажіть адсорбент, який можна використати для максимального вилучення олеїнової кислоти з води:

А. Активоване вугілля. Б. Силікагель. В. Глина. Г. Целюлоза. Д. Немає відповіді.

124. Вкажіть водний розчин спирту з найбільшим поверхневим натягом на межі з повітрям (молярні концентрації однакові):

А. Гексанол. Б. Етанол. В. Пропанол. Г. Гептанол. Д. Бутанол.

125. Вкажіть водний розчин кислоти з найменшим поверхневим натягом на межі з повітрям (молярні концентрації однакові):

А. Гексанова. Б. Пальмітинова. В. Стеаринова. Г. Гептанова. Д. Пентанова.

126. Вкажіть чинники, які збільшують поверхневий натяг розчинника на межі повітря–вода у водному розчині фармакопейного препарату натрій хромат:

А. Збільшення концентрації олеїнової кислоти. Б. Зменшення концентрації олеїнової кислоти. В. Додавання калій гідроксиду. Г. Зниження температури. Д. Немає відповіді.

127. Вкажіть чинники, які знижують поверхневий натяг води у водному розчині фармакопейного препарату натрій тіосульфату на межі повітря – вода:

А. Підвищення тиску. Б. Зниження тиску. В. Додавання калій гідроксиду. Г. Підвищення температури. Д. Немає відповіді.

128. Вкажіть теорію адсорбції, яка містить припущення про утворення полімолекулярних шарів:

А. БЕТ. Б. Ленгмюра. В. Арреніуса. Г. Гіббса. Д. Ребіндера.

129. Вкажіть правило, що застосовується при визначенні адсорбції йонів з розчину фармакопейного препарату алюмокалієвих галунів на твердому адсорбенті:

А. Паннета–Фаянса–Пескова. Б. Ребіндера. В. Шульце–Гарді. Г. Нернста. Д. Шишковського.

130. Застосування активованого вугілля в медичній практиці базується на його:

А. Високій адсорбційній здатності. Б. Гідрофобних властивостях. В. Гідрофільних властивостях. Г. Невеликій густині. Д. Розчинності у воді.

131. Адсорбція фармакопейного газу NO твердим адсорбентом не залежить від:

А. Об'єму газу. Б. Природи газу. В. Температури. Г. Кількість активних центрів. Д. Немає відповіді.

132. «Частокіл Ленгмюра» для олеїнової кислоти як ПАР – це:

А. Насичений моношар ПАР на межі поділу рідина–газ. Б. Насичений моношар ПАР на межі поділу рідина–тверда поверхня. В. Насичений моношар ПАР на межі поділу тверда поверхня –газ. Г. Подвійний електричний шар. Д. Немає відповіді.

**133.** Вкажіть йони фармпрепарату, які переважно адсорбуються за правилом Панета–Фаянса:

**А.** Лише такі, які входять до складу адсорбенту. **Б.** Лише аніони. **В.** Лише катіони. **Г.** Будь-які йони з розчину. **Д.** Лише такі, які не входять до складу адсорбенту.

**134.** Вкажіть назву рівняння  $\frac{x}{m} = BP^{1/n}$ :

**А.** Фрейндліха. **Б.** Гіббса. **В.** Ленгмюра. **Г.** Шишковського. **Д.** Нернста.

**135.** При аналізі фармпрепарату методом осадження йонів спостерігається процес співосадження – розподіл мікрокомпонента між:

**А.** Осадом (тверда фаза) і осадом (тверда фаза). **Б.** Розчином (рідка фаза) і осадом (тверда фаза). **В.** Розчином 1 (рідка фаза) і розчином 2 (рідка фаза). **Г.** Розчином (рідка фаза) і газом (газоподібна фаза). **Д.** Усе перелічене.

**136.** Вкажіть ряд катіонів фармпрепарату, які можуть бути ідентифіковані в суміші при хроматографічному розподілі на папері, якщо  $R_f$  йонів відповідно дорівнює  $R_f(\text{Cd}^{2+}) = 0,6$ ;  $R_f(\text{Zn}^{2+}) = 0,6$ ;  $R_f(\text{Co}^{2+}) = 0,1$ ;  $R_f(\text{Bi}^{3+}) = 0,5$ ;  $R_f(\text{Al}^{3+}) = 0,1$ :

**А.**  $\text{Al}^{3+}$   $\text{Co}^{2+}$ . **Б.**  $\text{Cd}^{2+}$   $\text{Zn}^{2+}$ . **В.**  $\text{Al}^{3+}$   $\text{Bi}^{3+}$ .

**137.** Вкажіть ряд методів хроматографії за технікою виконання аналізу фармпрепарату:

**А.** Рідинна, газова, газорідинна. **Б.** Адсорбційна, розподільна, осадова. **В.** Капілярна, колонкова, площинна. **Г.** Фронтальна, капілярна, витіснювальна. **Д.** Елюентна, площинна, газова.

**138.** Вкажіть ряд методів хроматографії за агрегатним станом рухомої фази компонентів фармпрепарату:

**А.** Рідинна, газова, газорідинна. **Б.** Адсорбційна, розподільна, осадова. **В.** Капілярна, колонкова, площинна. **Г.** Фронтальна, капілярна, витіснювальна. **Д.** Елюентна, площинна, газова.

**139.** Вкажіть ряд методів хроматографії за механізмом розділення компонентів фармпрепарату:

**А.** Рідинна, газова, газорідинна. **Б.** Адсорбційна, розподільна, осадова. **В.** Капілярна, колонкова, площинна. **Г.** Фронтальна, капілярна, витіснювальна. **Д.** Елюентна, площинна, газова.

## ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ

### 3.1. Теоретичні основи

**Колоїдна хімія** – наука про поверхневі явища та дисперсні системи.

Дисперсна система (д/с) складається з дисперсної фази (д/ф) та дисперсійного середовища (д/с). Дисперсії – це тіла певного розміру (від шарів до дрібних частинок). Дисперсійне середовище – це середовище, у якому розміщені дисперсії.

За розмірами дисперсної фази дисперсні системи поділяються на чотири групи:

- істинні розчини –  $10^{-9}$  м, 1 нм;
- колоїдні системи –  $10^{-9}$ - $10^{-7}$  м, 1-100 нм;
- мікрогетерогенні системи –  $10^{-7}$ - $10^{-5}$  м, 100-1000 нм;
- грубодисперсні системи –  $10^{-5}$ - $10^{-3}$  м, >1000 нм.

За агрегатним станом дисперсної фази (тверда, рідка, газоподібна) та дисперсійного середовища виділяють вісім типів, але ближче до біологічних об'єктів ті колоїдні розчини, що містять як д/с рідину (воду) та високомолекулярну дисперсну фазу (білки, вуглеводи, ліпіди та ін.); колоїдні розчини з рідким д/с називають золями.

За характером взаємодії між д/с та д/ф колоїдні системи поділяються відповідно на ліофільні (ВМС, стійкі) та ліофобні (золі, нестійкі). Якщо д/с є вода, то колоїдні системи називають гідрофільними (стійкі) або гідрофобними (нестійкі).

Золі одержують за таких умов:

а) розміри частинок д/ф повинні відповідати розмірам колоїдних частинок, що досягається за допомогою двох методів: диспергаційного та конденсаційного;

б) колоїдні частинки (д/ф) повинні погано розчинятися у д/с, хоча б у момент їх одержання;

в) колоїдний стан треба закріпити, тобто перешкодити злипанню частинок (коагуляції) при їх взаємному зіткненні в розчині, для чого вводять стабілізатори (йони електролітів, що утворюють на поверхні колоїдної частинки йонно-гідратну оболонку).

*Диспергаційні методи.* Одержання колоїдів методами диспергації як фізичними (механічні, електричні, акустичні, біологічні), так і хімічними (за перебігом хімічної реакції) здійснюється дробленням грубодисперсних (мікрогетерогенних) частинок до розмірів колоїдних. До диспергаційних методів відносять і пептизацію – хімічне диспергування: обробка пептизатором (електролітом, ПАР) свіжоскоагульованого осаду з переведенням його до золю.

*Конденсаційні методи.* Одержання колоїдів методами конденсації (фізичні, хімічні) відбувається з утворенням пересичених розчинів д/ф у д/с з подальшим виділенням фази у вигляді частинок колоїдних розмірів. Фізична конденсація здійснюється при фазовому переході розчиненої речовини до нерозчиненого стану внаслідок зміни зовнішніх умов (заміна розчинника, зміна температури, тиску та ін.). Хімічна конденсація ґрунтується на використанні хімічних реакцій (обміну, гідролізу, окиснення–відновлення) в середовищі розчинника, за умови утворення нерозчинної речовини.

Розчини ВМС одержують розчиненням їх у воді; для їх стійкості не треба додавати стабілізатори. Розчиненню полімера передують набухання, яке відбувається за рахунок однобічної дифузії молекул розчинника у полімерну сполуку. Проходячи в міжмолекулярні пустоти полімеру, розчинник ослаблює взаємодію макромолекул, внаслідок чого вони можуть набутися стійкішою конформацією. Звідси, основні властивості, пов'язані з розчинністю та набуханням полімерів.

Явище переходу води (НМС, д/ф) в структуру ВМС (д/с), що зумовлює збільшення маси та об'єму ВМС, називається *набуханням*. Процес складається з двох стадій: сольватації та розподілу в полімері низькомолекулярної рідини (НМС). Існує обмежене набухання, що приводить до гелеутворення (розчин НМС у ВМС), та необмежене, яке закінчується повним розчиненням (розчин ВМС у НМС).

Здатність полімеру до набухання кількісно характеризується ступенем набухання – відношення маси поглинутої низькомолекулярної рідини до маси полімеру до набухання:  $a = \frac{m - m_0}{m_0} 100$ , де  $a$  – ступінь набухання;

$m_0$  – маса полімеру до набухання;  $m$  – маса набухлого полімеру.

*Тиск набухання*  $\pi$  – тиск, що утворюється завдяки збільшенню об'єму та маси полімеру. За механізмом виникнення  $\pi$  нагадує осмотичний тиск, тому:  $\pi = Kp^n$ , де  $K$  і  $n$  – константи, що залежать від природи полімеру й розчинника;  $p$  – масова концентрація полімеру, г/л.

*Теплота набухання* – теплота, що виділяється завдяки набуханням. Розрізняють: інтегральну теплоту (теплота 1 кг набухлого сухого полімеру) та диференціальну теплоту (теплота 1 кг рідини, необхідна для сухого полімеру).

*Фактори впливу на набухання та розчинення:*

а) природа ВМС та розчинника: подібне розчиняється в подібному (білок у воді);

б) утворення водневих зв'язків між полярними групами полімеру й розчинником сприяють набуханням та розчиненням;

в) просторова будова: полімери з розгалуженими ланцюгами набухають і розчиняються гірше, ніж ті, що мають лінійні макроланцюги;

г) температура: підвищення температури прискорює набухання та розчинення ВМС (принцип Ле-Шательє);

д) молекулярна маса ВМС: з її збільшенням зростає енергія взаємодії між макромолекулами, енергія розчинення, внаслідок чого швидкість процесу розчинення зменшується;

е) надмолекулярні структури: глобулярні полімери або не набухають, або набухають слабкіше, тому що в щільно згорнутий полімерний клубок (глікоген, альбумін) молекули розчинника дифундуватимуть важко;

є) зміна рН середовища відносно ізоелектричної точки (рІ), яка викликає посилення набухання.

За певних умов колоїдні розчини втрачають свою плинність і тверднуть, перетворюючись у гелі. *Гелеутворення* – оборотний ендотермічний процес утворення внутрішніх структур у формі просторової сітки, комірки якої заповнені рідиною (водою). Перехід золю в гель (золь ↔ гель) та навпаки є оборотним і називається тиксотропією.

*Фактори впливу на гелеутворення:*

– рН: максимальне значення гелеутворення в рІ;

– температура: її підвищення погіршує процес;

– електроліти: відповідно до ліотропних рядків:  $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$ .

З часом відбувається старіння гелів (гель зменшується за об'ємом, зберігає форму, втрачає прозорість), що призводить до розділення гелю на дві фази (НМР та ВМС): рідка фаза є розведеним розчином, а інша фаза – більш концентрований гель. Цей процес дістав назву синерезису. Процес синерезису в розчинах ВМС є оборотним. Має важливе біологічне значення: під час старіння колоїдів відбувається їх ущільнення, що знижує проникність клітинних мембран та цитоплазми, а це, у свою чергу, порушує обмін речовин.

Явище виділення від золю або розчину ВМС ізольованих одна від одної макроскопічних крапельок рідини або рідинного шару (крапля містить «рій» ультрамікроскопічних крапель) або злиття гідратних оболонок без об'єднання д/ф або макромолекул має назву *коацервація*. У розшарованій системі в'язка фаза, що містить д/ф, ВМС, називається коацерватом. Явище використовується у фармації при мікрокапсулюванні для захисту лікарських речовин від впливу навколишнього середовища.

**В'язкість, основні поняття та закони.** Кожна рідина чинить опір частинці, яка рухається в розчині.

*Сила тертя* – сила, що протидіє руху частинки.

*Внутрішнє тертя* – сила, що протидіє руху частинки з боку власних частинок.

*В'язкість* – внутрішнє тертя при русі сусідніх шарів рідини. Сила внутрішнього тертя  $F$  розраховується за формулою Ньютона:  $F = \eta S \frac{dU}{dX}$ , де  $\eta$  –



коефіцієнт в'язкості, що є силою тертя за умови  $S = 1 \text{ м}^2$ ,  $\frac{dU}{dX} = 1 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ;

$S$  – площа шарів рідини, між якими відбувається тертя;  $\frac{dU}{dX}$  – зміна швидкості руху шарів при зміні відстані шарів один відносно одного.

*Рівняння Ейнштейна* – для розрахунку в'язкості гідрофобних золів:

$\frac{\eta}{\eta_0} = 1 + 2,5\phi$ , де  $\eta$  і  $\eta_0$  – в'язкості золю та д/с відповідно;  $\phi$  – об'ємна частка д/ф.

*Рівняння Пуазейля* – зв'язок швидкості руху частинки з в'язкістю:

$V = \frac{\pi r^4 \Delta p t}{8l\eta}$ , з якого можна визначити абсолютну в'язкість. Формула для її

розрахунку за умови сталості показника  $(\frac{\pi r^4 \Delta p t}{8l})$  спрощується:  $\eta_{\text{абс}} = K\rho t$ .

В'язкість розчинів ВМС не підпорядковується такій прямо пропорційній закономірності (за рахунок збільшення об'ємної фази внаслідок гідратації).

*Рівняння Штаудінгера* – рівняння взаємозв'язку відносної в'язкості з концентрацією і молекулярною масою ВМС:  $\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \eta_{\text{пит}} = KM\rho$ , де  $\eta_{\text{пит}}$  –

питома в'язкість;  $K$  – константа для даного полімергомологічного ряду в даному розчиннику;  $M$  – молекулярна маса полімеру;  $\rho$  – масова концентрація полімеру.

Оскільки питома в'язкість, приведена в'язкість ( $\eta_{\text{прив}} = \frac{\eta_{\text{пит}}}{C} = KM$ ) для більшості розчинів полімерів лінійно зростають із збільшенням їх концентрації, то на графіку в координатах  $\eta_{\text{пит}} - C$ , можна знайти *характеристичну в'язкість*  $[\eta]$  – відрізок, що відсікається прямою на осі  $\eta_{\text{прив}}$ . Характеристична в'язкість не залежить від концентрації, а залежить тільки від природи ВМС. За узагальненим рівнянням Штаудінгера  $[\eta] = KM^a$ , де  $K$  і  $a$  – сталі коефіцієнти для даного гомологічного ряду полімеру й розчинника відповідно.

**Методи очищення.** Для очищення золів та ВМС від домішок (електролітів та НМС) застосовують:

а) діаліз – ґрунтується на здатності домішкових йонів та молекул малих розмірів вільно проникати крізь напівпроникну мембрану, тоді як великим колоїдним частинкам та молекулам ВМС така здатність не властива;

б) електродіаліз – діаліз під струмом, прискорює очищення колоїдних розчинів від електролітів;

в) ультрафільтрацію – діаліз під тиском; за цим принципом працює апарат «штучна нирка».

**Мембранна рівновага Доннана.** Для дисперсних систем характерний осмотичний тиск. Для двох дисперсних систем з однаковим дисперсним середовищем за однакової температури:  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{r_2^3}{r_1^3}$ , де  $N_1$  і  $N_2$  – число частинок у одиниці об'єму;  $\pi_1$  та  $\pi_2$  – осмотичний тиск;  $D_1$  та  $D_2$  – ступінь дисперсності д/ф;  $r_1$  та  $r_2$  – радіус дисперсної фази. Явище осмосу покладене в основу рівноваги трикомпонентної системи, що містить: розчинник, розчинену ВМС та електроліт, який проходить крізь мембрану (мембранна рівновага). У випадку коли концентрація електроліту ( $C_2$ ) велика порівняно з концентрацією ВМС ( $C_2 \gg C_1$ ), то електроліт ( $C_x$ ) розподіляється рівномірно по обидва боки мембрани:  $X \approx \frac{C_2}{2}$ . Якщо  $C_1 \approx C_2$ , то  $X = \frac{C_2}{3}$ , тобто проходження електроліту крізь мембрану зменшується. Якщо  $C_2 \ll C_1$ , то  $X \approx 0$ , тобто електроліт практично не переходить крізь мембрану.

Мембранна рівновага відіграє важливу роль для розуміння обміну речовин у живих організмах, осмотичного тиску золів та розчину ВМС, негативної адсорбції йонів, явищ набухання та різних фізико-хімічних процесів.

**Седиментаційна рівновага.** Процеси седиментації (осідання) зумовлені броунівським рухом і дифузією.

*Рівняння Ейнштейна* – залежність середнього зміщення частинки  $\Delta X^2$  за часом  $t$  від коефіцієнта дифузії  $D$ :  $\Delta x = \sqrt{2Dt}$ ;  $D = \frac{RT}{N_A} \frac{1}{6\pi\eta r}$ , де  $N_A$  – стала Авогадро;  $\eta$  – в'язкість;  $r$  – радіус сферичних частинок.

*Закони дифузії Фіка.* Перший закон – швидкість дифузії  $\left(\frac{dm}{dt}\right)$  прямо пропорційна площі ( $S$ ), крізь яку відбувається дифузія, і градієнту концентрації  $\left(\frac{dC}{dX}\right)$ :  $\frac{dm}{dt} = -DS \frac{dC}{dX}$ .

Другий закон : швидкість зміни концентрації за часом  $\left(\frac{dC}{dt}\right)$  прямо пропорційна другій похідній градієнта концентрації  $\left(\frac{d^2C}{dX^2}\right)$ :  $\left(\frac{dC}{dt}\right) = D \frac{d^2C}{dX^2}$ .

*Флуктуація* – явище, обернене дифузії, а саме: спонтанне відхилення густини, концентрації або параметра від середнього рівноважного значення в мікрооб'ємі системи.

*Рівняння Лапласа–Перрена.* Процесу седиментації протидіє броунівський рух і дифузія: чим менші частинки, тим сильніший броунівський рух і дифузія. При встановленні седиментаційно-дифузійної рівноваги можна охарактеризувати рівноважний розподіл частинок залежно від висоти за

рівнянням Лапласа–Перрена:  $2,3 \lg \frac{v_1}{v_2} = \frac{mg(h_2 - h_1)(p - p_0)}{KTp}$ , де  $v_1$  та  $v_2$  –

концентрація частинок на висоті  $h_1$  та  $h_2$  відповідно;  $m$  – маса частинки;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $p$  і  $p_0$  – густина частинок і середовища відповідно;  $K$  – константа Больцмана;  $T$  – температура. З іншого боку, седиментаційна нестійкість золів у полі земного тяжіння пов'язана зі зрівноваженням сили гравітації  $mg$  силою тертя  $Fu$ , тобто  $mg = Fu$ , або  $V(p - p_0)g = Fu$ , де  $u$  – швидкість седиментації,  $p$  та  $p_0$  – густина розчину золю та розчинника відповідно;  $V$  – об'єм золю;  $F$  – коефіцієнт тертя.

Враховуючи, що для сферичної частинки  $V = 4/3\pi r^3$ ,  $F = 6\pi\eta r$ , знаходимо вираз для швидкості седиментації:  $u = \frac{2g(p - p_0)r^2}{9\eta} = \frac{h}{t}$ , вираз для радіуса

частинки:  $r = \sqrt{\frac{9\eta}{2g(p - p_0)}} \sqrt{\frac{h}{t}}$  і спрощений вираз зв'язку радіуса частинки

з висотою за умови сталості першого множника:  $r = \sqrt{\frac{h}{t}}$  (рівняння прави-

льне для частинок розміром  $10^{-4} - 10^{-7}$  м). Розчини ВМС седиментаційно стійкі й практично не осідають у полі земного тяжіння, але седиментацію ВМС можна здійснити у відцентровому полі (в ультрацентрифузі) при  $g = 10^6$ . На визначенні швидкості седиментації частинок дисперсної фази ґрунтуються методи седиментаційного аналізу; за швидкістю осідання можна визначити розміри частинок.

*Рівняння Сведберга.* Для визначення розмірів частинок при ультрацентрифугуванні величину  $g$  у рівнянні рівноваги замінюють на  $w^2 r$  – прискорення в полі центрифуги ( $w^2$  – кутова швидкість,  $r$  – відстань частинок до осі обертання), а  $u$  замінюють на  $\frac{dx}{dt}$ ; тоді  $V(p - p_0)w^2 r = F \frac{dx}{dt}$ .

Розділяючи змінні та інтегруючи вираз у межах від  $X_1$  до  $X_2$  та від 0 до  $t$ , для сферичних частинок ( $V = 4,3\pi r^3$ ;  $F = 6\pi\eta r$ ) отримуємо рівняння Сведберга:  $M = RTS_0/D_0(1 - V_2 p_0)$ , де  $S_0$  – константа седиментації, що характеризує здатність до седиментації; пропорційна швидкості седиментації;  $D_0$  – коефіцієнт дифузії;  $V_2$  – парціальний об'єм ВМС ( $V_2 = 1/p$ ).

Константа седиментації позначається літерою  $S$  і вимірюється у сведбергах ( $S$ ):  $1S = 10^{-13}$  с. Різні білки мають значення констант у межах  $1S - 50S$ .

Застосування: можна визначати молекулярну масу білків, їх розподіл за молярною масою, зміну конфігурації та розмірів, вивчати сольватацію та гідратацію білків, їх однорідність та просторову структуру; на основі визначення молекулярної маси можливі ідентифікація, очищення та концентрування білків.

**Одержання золів та ВМС, їх стійкість.** *Мицелоутворення золів.* У гідрофобних дисперсних системах д/ф складається з міцел – окремих колоїдних частинок, а д/с називають інтерміцелярною рідиною – рідиною, що містить, крім розчинника, усі інші розчинені речовини (електроліти та неелектроліти). Міцела має складнішу будову, ніж звичайні молекули.

Розглянемо утворення гідрозолу аргентум йодиду методом хімічної конденсації за реакцією  $\text{AgNO}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{AgI} + \text{KNO}_3$  при надлишку  $\text{AgNO}_3$ . Частинки осаду утворюють агрегат (твердий адсорбент), що є основною масою міцели  $(\text{AgI})_m$ . Оскільки в розчині присутні йони  $n(\text{Ag}^+)$  та  $n(\text{NO}_3^-)$ , то відповідно до правила Паннета–Фаянса–Пєскова йони аргентуму перші адсорбуються на поверхні й надають їй позитивного заряду (називаються потенціалвизначними йонами (ПВ)). Агрегат з ПВ-йонами утворює ядро міцели, яке несе заряд ПВ-йонів, тобто позитивний. Позитивно заряджене ядро притягує протилежно заряджені йони (протийони (ПІ),  $\text{NO}_3^-$ ). Частина ПІ-йонів, яка міцніше зв'язана з ядром, утворює адсорбційний шар, у якому концентрація ПІ-йонів поступово зменшується. Ядро разом з адсорбційним шаром ПІ утворюють гранулу, гранула разом з дифузним шаром – міцелу, яка завжди електронейтральна. Будову міцел позначають особливими міцелярними формулами: у квадратні дужки беруть гранулу. Наприклад, міцелярна формула аргентум йодиду для випадка коли  $C_{(\text{AgNO}_3)} > C_{(\text{KI})}$ , має вигляд:  $[(\text{AgI})_m n\text{Ag}^+(n-x)\text{NO}_3^-]_x\text{NO}_3^-$  (позитивна); для випадку, коли  $C_{(\text{AgNO}_3)} < C_{(\text{KI})}$ :  $[(\text{AgI})_m n\Gamma(n-x)\text{K}^+]_x\text{K}^+$  (негативна); коли концентрації обох електролітів однакові ( $C_{(\text{AgNO}_3)} = C_{(\text{KI})}$ ):  $[(\text{AgI})_m n\Gamma n\text{K}^+]$  (нейтральна).

*Ізоелектричний стан (ІЕС)* – стан, коли гранула має нульовий заряд; такого стану можна досягти відповідним значенням рН, яке називають ізоелектричною точкою:  $\text{pH}_{\text{ІЕС}} = \text{pI}$ .

У міцелі виникають два *потенціали*: електротермодинамічний ( $E$ ) та електрокінетичний ( $\xi$  – дзета-потенціал).  $E$ -потенціал – різниця потенціалів між ПВ та усіма ПІ;  $\xi$ -потенціал – різниця потенціалів між рухомою

(дифузною) та нерухомою (адсорбційною) частинами III. Співвідношення між потенціалами:  $\frac{E}{\xi} = 10$ .

*Фактори впливу на  $\xi$ -потенціал:*

а) товщина дифузного шару протийонів: чим він товщий, тим більша величина  $\xi$ ;

б) концентрація електролітів, що присутні в розчині (обернена залежність);

в) заряд йона (прямо пропорційний вплив): впливи йонів  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  відносяться як 1:2:3, а їх концентрації перебувають у співвідношенні 800:25:1 відповідно;

г) перезарядка колоїдної частинки або макромолекули ВМС відбувається при дії багатозарядних електролітів з високою концентрацією; при цьому частинка набуває знаку заряду надлишково адсорбованих іонів електроліту;

д) знак  $\xi$ -потенціалу залежить від хімічної природи дисперсної фази: кислі сполуки у водному розчині мають негативний заряд, а основні – позитивний.

**Особливості утворення макроіону ВМС в розчинах:**

а) макромолекула ВМС є носієм великої кількості фіксованих зарядів і такої кількості малих йонів, яку зумовлює електронейтральність системи;

б) регулюючи рН середовища, можна домогтися стану, за якого макромолекула ВМС (наприклад, білка) перебуває в катіонній, аніонній формах або в ізоелектричному стані (ІЕС);

в) при  $pH < pI$  макромолекула набуває надлишкового позитивного заряду, а при  $pH > pI$  – негативного;

г) положення  $pI$  білків визначають силою кислотних та основних груп ( $pK$ ) та їх відносною кількістю; для більшості тваринних та рослинних білків кислотні властивості переважають основні, і їх  $pI$  розташована в області низьких значень рН (глобулін –  $pH = 5,4$ ; гемоглобін –  $6,7$ ; пепсин –  $2,0$ ; гістони –  $8,5$ );

д) конформаційний стан білків у розчині істотно залежить від наявності заряду на макромолекулі; у ІЕС різнойменні заряди притягуються і макромолекула перебуватиме в згорнутому стані; у кислому та лужному середовищах відбувається відштовхування окремих груп та розтягування ланцюга в цілому, тобто відбувається розгортання спіралі.

**Стійкість золів.** Прагнення до зменшення вільної поверхневої енергії золів здійснюється завдяки об'єднанню частинок (коагуляції). М. П. Песков (1922) увів у вчення про стійкість золів поняття кінетичної (седиментаційної) та агрегативної стійкостей. Відповідно до сучасної теорії ДЛФО (засновники – Б. В. Дерягін, Л. М. Ландау, Е. Фервей та

Дж. Овербек) стійкість дисперсних систем пов'язана із сольватною (гідратною) оболонкою навколо ядра колоїдних міцел, що зумовлено сольватацією (гідратацією) йонів у дифузному шарі, які, маючи пружні сили (розклинюючий тиск (р.т.)), перешкоджають злипанню частинок (коагуляції); чим менший розклинюючий тиск, тим більша коагуляція. Для золів стійкість більше пов'язана з дзета-потенціалом.

Здатність дисперсних частинок утримуватися в завислому стані під впливом броунівського руху (або здатність зберігати рівномірний розподіл частинок) зумовлює *кінетичну стійкість* (КС).

Фактори впливу на кінетичну стійкість – дзета-потенціал та розклинюючий тиск, але для гідрофобних золів переважає перший. Кінетична стійкість обернено пропорційна константі коагуляції  $K$ :  $КС = \frac{1}{K}$ . Фактори впливу: механічні (струшування, перемішування), температурні, йонізоване випромінювання, величина дзета-потенціалу.

*Електролітна коагуляція.* Будь-який електроліт своїм протийоном викликає коагуляцію, якщо концентрація електроліту перевищує поріг коагуляції (ПК) – мінімальна кількість речовини електроліту, що викликає коагуляцію золю:  $ПК = C_{пор} = \frac{v_{ел}}{V_{золю}} = \frac{C_{ел} V_{ел}}{V_{золю}}$ , [ммоль/л]. Величина, обернена

ПК, називається *коагулюючою здатністю електроліту*  $P$ :  $P = \frac{1}{ПК}$ . Візуально

ПК визначають за помутнінням колоїдного розчину, за зміною забарвлення та іншими ознаками. Коагулюючу здатність виявляє йон протилежного знака по відношенню до заряду поверхні частинок (ПІ); чим вищий заряд коагулюючого йона, тим  $P$  сильніша (правило Шульце–Гарді). Поріг коагуляції йонів одного й того ж знака та зарядності залежить від розмірів і ступеня їх гідратації (за цими ознаками йони згруповані у ліотропні ряди). Наприклад, для негативних золів ПК зменшуються за таким ліотропним рядом:  $Li^+ > Na^+ > K^+ > NH_4^+ > Cs^+$ . Однозарядні аніони за їх впливом на позитивні золі за коагулюючою дією зменшуються в такому ліотропному ряді:  $\Gamma^- > Cl^- > Br^- > NO_3^- > SO_4^{2-}$ . Суміші електролітів можуть викликати коагуляцію трьох типів, а саме:

адитивний:  $C_{пор}(\text{суміші}) = C_{пор}(\text{ел-т}_1) + C_{пор}(\text{ел-т}_2)$ ;

антагоністичний:  $C_{пор}(\text{суміші}) > C_{пор}(\text{ел-т}_1) + C_{пор}(\text{ел-т}_2)$ ;

синергетичний:  $C_{пор}(\text{суміші}) < C_{пор}(\text{ел-т}_1) + C_{пор}(\text{ел-т}_2)$ .

*Взаємна коагуляція* – випадіння в осад золів при змішуванні золів протилежних зарядів; на цьому явищі ґрунтується очищення питної води.

Здатність дисперсної системи зберігати вихідний ступінь дисперсності або величина, обернена константі седиментації  $S$ , зумовлює *агрегативну*

*стійкість* (АС):  $АС = \frac{1}{S}$ . Усі фактори, які впливають на константу седиментації (розглянуто вище), впливають і на АС. Втрата агрегативної стійкості призводить до взаємного злипання колоїдних частинок з утворенням більших за розміром агрегатів. Агрегативна стійкість забезпечується наявністю в колоїдних частинках однойменних зарядів та сольватних (гідратних) оболонки навколо ядра міцел.

**Стійкість розчинів ВМС.** Завдяки наявності на поверхні макромолекули двох оболонок: сольватної (гідратної) та електричної розчини ВМС є стійкими дисперсними системами. Сольватна оболонка утворюється за рахунок полярних (гідрофільних) груп: спиртових, амідних, складно-ефірних, гідросульфідних та ін. і забезпечує великий розклинюючий тиск, зростання якого підвищує стійкість розчинів ВМС. Для виділення дисперсної фази ВМС потрібні електроліти високої концентрації. Наприклад, глобулін плазми крові виділяється при дії розчину сульфату амонію з  $w = 50 \%$ , а альбумін – з  $w = 100 \%$ .

Під впливом електролітів з високою концентрацією та водовіднімаючих речовин спостерігається виділення в осад розчиненого ВМС, що дістало назву **висолювання**.

*Фактори впливу на висолювання:*

а) розклинюючий тиск, що порушує сольватні (гідратні) зв'язки між макромолекулами ВМС; оскільки в ІЕС гідратна оболонка найменша, висолювання у ІЕТ буде максимальним;

б) дія електролітів – визначається ліотропними рядами – аніонним:  $C_2O_4^{2-} > SO_4^{2-} > CHCOO^- > Cl^- > NO_3^- > I^- > CNS^-$  та катіонним:  $Li^+ > Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > Ba^{2+}$  (найбільша роль у висолюванні належить аніонам);

в) ступінь розчинності ВМС: чим нижчий, тим краще висолювання;

г) довжина макромолекул та молекулярна маса ВМС: чим вони більші, тим менша розчинність ВМС, тим краще висолювання;

д) явище висолювання є оборотним і після відмивання від електроліту виділена з розчину ВМС може бути знову переведена до розчину;

е) на різній здатності до висолювання ґрунтується розділення білків, приготування концентрованих лікувальних сироваток ( $\gamma$ -глобулін). Але за певних умов ВМС можуть осаджуватися незворотно.

**Денатурація.** Під впливом певних факторів відбувається модифікація вторинної, третинної, четвертинної структур молекул білка, що зумовлює денатурацію. Фактори впливу на денатурацію: незворотне осадження ВМС (білків) під впливом високої температури, концентрованих кислот та лугів, дубільних сполук, променевої енергії;

Денатуровані ВМС (білки) стають нерозчинними, втрачають здатність до набухання, змінюють біологічні властивості (денатурований гемо-

глобін не може переносити кисень); при нетривалій дії денатуруючого агента можливе відновлення вихідної (нативної) структури білка (ренатурація), що пов'язано з відновленням його біологічних функцій.

**Вплив ВМС на стійкість золів. Захист.** Гідрофобні (нестійкі) золі під впливом ВМС можна перевести до гідрофільних (стійких) дисперсних систем. Таке явище називають захисною дією, а сполуки, які підвищують стійкість золів, – захисними. Ступінь захисної дії ВМС залежить від природи розчиненого полімеру та золю. Кількісною мірою захисної дії розчину ВМС є захисне число (з.ч.: золоте, залізне, рубінове) – мінімальна маса ВМС (масова концентрація ВМС), яка захищає 10 мл стандартного золю (золота, заліза, рубіну) від коагулюючої дії 1 мл розчину натрій хлориду з масовою концентрацією 100 г/л ( $w = 10\%$ ): з.ч. =  $p_{\min(\text{ВМС})} = \frac{m(\text{ВМС})}{V(\text{золю})}$ . Ко-

лоїдний захист відіграє важливу роль у перебігу фізіологічних процесів у живих організмах: білки крові захищають жири, холестерол та інші гідрофобні речовини.

Наявність подвійного електричного шару в міцелах золів та макромолекулах ВМС зумовлюють **електрокінетичні явища**.

*Електрофорез* – явище переміщення частинок дисперсної фази золю або макроіонів ВМС в електричному полі до протилежно зарядженого електрода. Швидкість електрофорезу прямо пропорційна градієнту електричного напруження ( $E$ ) та дзета-потенціалу ( $\xi$ ):  $u = \frac{\varepsilon E \xi}{K \pi \eta}$ , звідки:

$\xi = \frac{K \pi \eta u}{\varepsilon E}$ , де  $u$  – середня швидкість д/ф;  $K$  – стала, що залежить від форми д/ф: для сферичних  $K = 6$ , для циліндричних  $K = 4$ ;  $\varepsilon$  – діелектрична проникність;  $\eta$  – в'язкість середовища. Внаслідок електрофорезу, як і внаслідок електролізу, можуть відбуватися осідання та розділення частинок дисперсної фази на електродах.

*Електроосмос* – явище переміщення дисперсного середовища в електричному полі до протилежно зарядженого електрода відносно дисперсної фази (крізь капіляри, мембрани). Швидкість електроосмосу прямо пропорційна силі струму ( $I$ ) та дзета-потенціалу ( $\xi$ ):  $u = \frac{\varepsilon I \xi}{K \pi k}$ , звідси:

$\xi = \frac{K \pi k u}{\varepsilon I}$ , де  $I$  – сила струму;  $k$  – питома електропровідність.

Механічне пересування фаз може викликати електрорушійну силу (е.р.с.), яка дістала назву *потенціал седиментації* (ефект Дорна, величина, обернена електрофорезу),  $\xi = \frac{K \pi \rho l}{\varepsilon}$ , де  $\rho$  – густина;  $l$  – товщина д/ф. Як-

що надається рух рідинній фазі, то викликана е.р.с. дістала назву *потенціал*



течії (ефект Квінке, величина, обернена електроосмосу):  $\xi = \frac{K\pi\eta\kappa}{\varepsilon P}$ ,

де  $P$  – тиск, Па.

Електрофорез широко використовується у методах розділення білків. Загальним для цих методів є застосування носіїв (фільтрувального паперу, гелів), на яких різноманітно рухаються або адсорбуються білки (залежно від рН, рК, заряду, ІЕТ). На носій, просочений буфером, наносять аналізуючий розчин. Під впливом електричного поля залежно від заряду та молярної маси компонентів останні рухаються з різною швидкістю по довжині колонки або підкладки.

Дисперсні системи з частинками розміром, більшим за 0,1 мкм, належать до **грубодисперсних**: суспензії, емульсії, аерозолі.

*Емульсії* – дисперсні системи, у яких і дисперсна фаза, і дисперсійне середовище є незмішуваними між собою рідинами, тобто д/ф і д/с різко відмінні за полярністю. Полярнішу рідину умовно називають «вода» (в), а менш полярну – «масло» (м). У зв'язку з цим емульсії класифікують на прямі – масло у воді (м/в – I роду) та протилежні – вода в маслі (в/м – II роду). Емульсії системи нестійкі, тому що при змішуванні двох не змішуваних рідин збільшується вільна поверхнева енергія. Стійкі емульсії можна утворити тільки за допомогою стабілізатора (емульгатора), як правило, це низькомолекулярні ПАР (мила), високомолекулярні ПАР (желатин, сапонін), що адсорбуються на поверхні розподілу, зменшуючи поверхневий натяг.

Емульсії, як і колоїдні розчини, виявляють такі самі властивості, як коагуляція, коацервація та ін., але мають і певні особливості:

а) **обернення фаз** – явище полягає в перетворенні емульсії одного типу в емульсію іншого типу; виникає після додавання до відповідної емульсії надлишку емульгатора для емульсії іншого типу;

б) **тип емульсії** можна встановити за властивостями д/с: якщо емульсія не змочує гідрофобну поверхню, розбавляється водою, забарвлюється водорозчинним барвником, то це пряма (м/в) і навпаки;

в) за концентрацією д/ф емульсії розділяють на розбавлені (0,1 % від об'єму емульсії), концентровані (від 0,1-74 % від об'єму, недеформовані сферичні краплини), висококонцентровані (більші 74 % від об'єму, деформовані краплі у вигляді поліедрів, бджолиних стільників);

г) **агрегативно нестійкі**, що проявляється в явищі коалесценції – спонтанне злипання крапель, що може призвести до повного розшарування емульсії;

д) **флокуляція** – зворотний процес утворення агрегатів краплин, які не злипаються, а зберігають свою індивідуальність (процес, зворотний коагуляції);

е) для одержання концентрованих емульсій необхідні емульгатори (ПАР).

Особливості емульгаторів:

а) спирти та жири з  $C < 8$  виявляють слабку емульгуючу дію;

б) найбільшу емульгуючу здатність виявляють ПАР з  $C = 10-18$ ;

в) гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ) – співвідношення гідрофільних (полярних) і ліпофільних (неполярних) властивостей; емульгатори, які краще розчиняються у воді, стабілізують прямі емульсії (м/в) і навпаки;

г) кількісно емульгуюча здатність характеризується числом ГЛБ: емульгатори (гідрофільні, стеарати, олеати) з числом ГЛБ 8 – 18 стабілізують прямі емульсії, а з числом ГЛБ 3–6 (гідрофобні) стабілізують зворотні емульсії;

д) як тверді емульгатори, що утворюють структурно-механічний бар'єр, використовують порошки;

е) для одержання лікарських емульсій застосовують оксиетильовані нейногенні ПАР (твіни, плуроніки);

є) вплив ГЛБ особливо виявляється у явищі обернення фаз: якщо до емульсії, стабілізованої натрій стеаратом, додати солі кальцію, то утворюється зворотна емульсія (кальцій стеарат);

ж) засвоєння жирів у організмі відбувається через емульгування під впливом жовчі.

Концентровані емульсії є *пінами*, для яких притаманні властивості емульсій. Екстракорпоральне насичення крові киснем здійснюється у пінних апаратах (штучні легені).

**Аерозолі** – дисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем. За агрегатним станом д/ф аерозолі класифікують на рідкі (тумани з розміром частинок до 0,1–10 мкм) та тверді (дим з розміром частинок 0.001–10 мкм та пил з розміром частинок понад 10 мкм).

Особливості молекулярно-кінетичних властивостей аерозолей зумовлені малою дифузиею, броунівським рухом, малими значеннями в'язкості, густини газового середовища, седиментаційної стійкості. Аерозолі можуть утворюватися внаслідок конденсації або диспергації і при їх утворенні має бути значне перенасичення або в системі повинні бути зародки – ядра конденсації. У фармації застосовують аерозольну лікарську форму.

*Порошки* можна розглядати як аерозолі з твердою дисперсною фазою (концентровані аерозолі).

Основні характеристики і властивості:

а) насипна щільність – маса одиниці об'єму порошку, вільно насипана у будь-яку ємність;

б) текучість – оцінюється кутом природного відхилення – кут, утворений порошком, насипаним у вигляді конуса, і горизонтальною площиною; чим менший кут відхилення, тим більша текучість порошку;

в) розпилення і флюїдизація (переведення у стан, близький до рідкого) – розширення порошку при продувці його знизу газом, що подається крізь пористе дно циліндра;

г) гранулювання порошоків – процес переведення порошоків у гранули (агрегати сферичної або циліндричної форми); гранули більш стійкі при зберіганні, менше розпилюються, їх зручно фасувати і дозувати.

**Суспензії** – це дисперсні системи, у яких дисперсною фазою є тверде тіло, а дисперсійним середовищем – рідина. Частинки суспензій у водному середовищі мають заряд і подвійний електричний шар, тому здатні сольватуватися. Як і для золів, для суспензій характерні явища коагуляції, седиментації, стабілізації. Особливу роль відіграють концентровані суспензії – пасти, у яких всі частинки системи поводять себе, як один великий агрегат. Порушення структури під дією зовнішніх сил дозволяє надати тілу бажаної форми, яка залишається після дії зовнішніх сил.

## 3.2. Тестові завдання

1. Вкажіть ознаку, за якою фармакопейний золь  $As_2S_3$  належить до ліофобного:

А. За ступенем дисперсності. Б. За міжфазовою взаємодією. В. За ступенем стійкості. Г. За методом одержання. Д. За властивостями.

2. Вкажіть ознаку, за якою іхтіолова паста належить до грубодисперсних систем:

А. За ступенем дисперсності. Б. За міжфазовою взаємодією. В. За ступенем стійкості. Г. За методом одержання. Д. За властивостями.

3. Спонтанне збільшення міжфазової поверхні при утворенні фармакопейного золю берлінської лазури пов'язане з:

А. Прагненням до мінімуму енергії Гіббса. Б. Великою міжфазовою взаємодією. В. Малими величинами поверхневого натягу. Г. Методами одержання. Д. Методами очищення.

4. Термодинамічна стійкість желатину як ліофільної системи пов'язана з:

А. Прагненням до мінімуму енергії Гіббса. Б. Великою міжфазовою взаємодією. В. Малими величинами поверхневого натягу. Г. Методами одержання. Д. Методами очищення.

5. Вкажіть можливі причини виникнення подвійного електричного шару на міжфазовій поверхні фармакопейного золю  $As_2S_3$ :

А. Поверхнева дисоціація функціональних груп. Б. Адсорбція йонів електролітів. В. Орієнтування полярних молекул на міжфазовій межі. Г. Розчинення. Д. Коагуляція.

6. Вкажіть назву явища посилення коагулюючої дії суміші хлоридів кальцію і літію на фармакопейний золь меркурію (II):

А. Синергізм. Б. Антагонізм. В. Адитивність. Г. Синерезис. Д. Тиксотропія.

7. Вкажіть назву процесу послаблення коагулюючої дії суміші алюміній нітрату і калій сульфату на фармакопейний золь аргентум йодиду:

А. Синергізм. Б. Антагонізм. В. Адитивність. Г. Синерезис. Д. Тиксотропія.

8. За правилом Шульце–Гарді коагулююча дія йону-коагулянта на фармакопейний золь протаргол залежить від:

А. Заряду. Б. Розміру. В. Адсорбованості. Г. Здатності до гідратації. Д. Усе перелічене.

9. Броунівський рух можливий у таких системах:

А. Розчин фармакопейного препарату натрій хлориду. Б. Золь манган (IV) оксиду. В. Емульсія. Г. Розчин желатину. Д. Усе перелічене.

10. Фармакопейний золь каломелю підпорядковується законам:

А. Менделєєва–Клапейрона. Б. Арреніуса. В. Вант-Гоффа (осмос). Г. Дебая–Хюккеля. Д. Усе перелічене.

11. Концентрацію дисперсних частинок фармакопейного золю арсен (III) сульфідну можна визначити за рівнянням:

А.  $\pi = CRT$ . Б.  $PV = \nu RT$ . В.  $a = fC$ . Г.  $K = C\alpha^2$ . Д. Немає відповіді.

12. Вкажіть тип дисперсних систем, які можна досліджувати седиментаційним аналізом у полі гравітації:

А. Золь берлінської лазури. Б. Яечний альбумін. В. Желатин. Г. Білки. Д. Усе перелічене.

13. Вкажіть тип дисперсних систем, які можна досліджувати седиментаційним аналізом у відцентровому полі:

А. Суспензії. Б. Емульсії. В. Желатин. Г. Пасти. Д. Усе перелічене.

14. Вкажіть фізичну величину, що характеризує броунівський рух частинок фармакопейного золю аргентум йодиду:

А. Середній зсув. Б. Коефіцієнт дифузії. В. Швидкість седиментації. Г. Дзета-потенціал. Д. Швидкість коагуляції.

15. Виберіть метод, за допомогою якого можна спостерігати коагуляцію фармакопейного золю коларголу:

А. Нефелометрія. Б. Кріоскопія. В. Електрофорез. Г. Титриметрія. Д. Кондуктометрія.

16. Вкажіть назву явища, що спостерігається при зливанні однакових об'ємів позитивного золю  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  та негативного фармакопейного золю  $\text{As}_2\text{S}_3$ :

А. Взаємна коагуляція. Б. Седиментація. В. Синерезис. Г. Пептизація. Д. Синергізм.

17. Вкажіть йони з найменшим порогом коагуляції для фармакопейного позитивного золю алюміній гідроксиду:

А.  $\text{SO}_4^{2-}$ . Б.  $\text{Cl}^-$ . В.  $\text{Na}^+$ . Г.  $\text{J}^-$ . Д.  $\text{Na}^+$ .

18. Виберіть оптимальний стабілізатор для емульсії типу «масло–вода»:

А. Казеїн. Б. Етанол. В. Натрій сульфат. Г. Бензол. Д. Калій хлорид.

19. Вкажіть причину додавання ВМС до фармакопейного золю арсен (III) сульфідру:

А. Підвищення стійкості. Б. Коагуляція. В. Коалесценція. Г. Коацервація. Д. Синерезис.

20. Константа седиментації фармакопейного золю арсен (III) сульфідру – це:

А. Відношення маси частинки до коефіцієнта тертя. Б. Відношення швидкості частинки до прискорення вільного падіння. В. Відношення диференціала зміщення частинки за часом до кутового прискорення. Г. Відношення концентрацій дисперсної фази до дисперсного середовища. Д. Відношення кількості речовини дисперсної фази то об'єму дисперсного середовища.

21. Константа седиментації для білка – це:

А. Відношення відносної маси частинки до коефіцієнта тертя. Б. Відношення швидкості частинки до прискорення вільного падіння. В. Відношення диференціала зміщення частинки за часом до кутового прискорення. Г. Відношення концентрацій дисперсної фази до дисперсного середовища. Д. Відношення кількості речовини дисперсної фази то об'єму дисперсного середовища.

22. Вкажіть тип дисперсної системи, до якої належить кров, якщо розміри однієї з її складових – еритроцитів, мають порядок  $10^{-5}$  м:

А. Мікрогетерогенна. Б. Гомогенна. В. Грубодисперсна. Г. Гетерогенна. Д. Нестійка.

23. Вкажіть тип дисперсних систем за агрегатним станом д/ф та д/с, до яких належить розчин яєчного альбуміну:

А. Р – Р. Б. Р – Т. В. Т – Т. Г. Т – Р. Д. Р – Г

24. Вкажіть рН, за яким макроіон білка має позитивний заряд (pI = 4,7):

А. 4,0. Б. 4,7. В. 5,0. Г. 7,0. Д. 9,0.

25. Вкажіть рН, за яким макроіон білка має негативний заряд (pI = 5,5):

А. 2,5. Б. 2,9. В. 4,7. Г. 4,5. Д. 7,0.

26. Вкажіть рН, за яким макроіон білка має нульовий заряд (pI = 5,7):

А. 5,7. Б. 5,0. В. 3,0. Г. 7,0. Д. 9,0.

27. Мірою кінетичної стійкості золю сірки є:

А. Константа седиментації. Б. Швидкість осідання частинок. В. Величина, зворотна константі седиментації. Г. Величина, зворотна константі коагуляції. Д. Константа коагуляції.

28. Кінетична стійкість золю берлінської лазурі тим більша, чим:

**А.** Більший коефіцієнт тертя. **Б.** Менший коефіцієнт тертя. **В.** Більша концентрація. **Г.** Більша відносна маса осадженої частинки. **Д.** Менший радіус частинки.

**29.** Константа седиментації золю тинарової сині тим більша, чим:

**А.** Більша концентрація. **Б.** Менший коефіцієнт тертя. **В.** Менша коагуляція. **Г.** Менша відносна маса осадженої частинки. **Д.** Більший радіус частинки.

**30.** В ізоелектричній точці золю аргентум хлориду:

**А.** Електрофоретична рухливість дорівнює нулю. **Б.**  $\zeta$ -потенціал  $>0$ . **В.** Електрофоретична рухливість максимальна. **Г.**  $pI < 0$ . **Д.**  $\zeta$ -потенціал  $<0$ .

**31.** Ізоелектрична точка ( $pI$ ) фармакопейного позитивного золю ферум (III) гідроксиду:

**А.**  $pI > 7$ . **Б.**  $pI < 7$ . **В.**  $pI = 7$ . **Г.** Спочатку зменшується, а потім не змінюється. **Д.** Немає відповіді.

**32.** Ізоелектрична точка ( $pI$ ) фармакопейного негативного золю арсен (III) сульфиду:

**А.**  $pI > pH$ . **Б.**  $pI < pH$ . **В.**  $pI = pH$ . **Г.** Спочатку зменшується, а потім не змінюється. **Д.** Немає відповіді.

**33.** Вкажіть фармакопейний метод для визначення відносної молекулярної маси ВМС:

**А.** Віскозиметрія. **Б.** Осмометрія. **В.** Кріометрія. **Г.** Ебуліоскопія. **Д.** Усе перелічене.

**34.** Вкажіть метод, що застосовується у фармацевтичному виробництві для виділення ефірних масел з рослинної сировини:

**А.** Екстракція. **Б.** Ректифікація. **В.** Кріоскопія. **Г.** Поляриметрія. **Д.** Осмометрія.

**35.** Вкажіть назву явища, внаслідок якого зумовлюється згортання крові, що призводить до мінімальної крововтрати організму:

**А.** Коагуляція. **Б.** Адсорбція. **В.** Адгезія. **Г.** Когезія. **Д.** Змочування.

**36.** Вкажіть назву процесу укрупнення частинок внаслідок адсорбції макромолекул захисних білків на поверхні бактеріальних клітин та утворення агрегатів з великою кількістю частинок:

**А.** Седиментація. **Б.** Дифузія. **В.** Диспергування. **Г.** Пептизація. **Д.** Синерезис.

**37.** При уведенні нейтрального білка до розчину з  $pH < 5$  дисперсна фаза має:

**А.** Позитивний заряд. **Б.** Нульовий заряд. **В.** Негативний заряд. **Г.** ІЕС. **Д.** Усе перелічене.

**38.** При уведенні нейтрального білка до розчину з  $pH > 7$  дисперсна фаза має:

**А.** Позитивний заряд. **Б.** Нульовий заряд. **В.** Негативний заряд. **Г.** ІЕС. **Д.** Усе перелічене.

39. При уведенні нейтрального білка до розчину з  $pH=pI$  дисперсна фаза має:

А. Позитивний заряд. Б. Нульовий заряд. В. Негативний заряд. Г. Сума позитивних зарядів більша суми негативних зарядів. Д. Сума позитивних зарядів менша суми негативних зарядів.

40. рІ фармакопейного золю сірки можна змінити шляхом уведення:

А. ПАР. Б. ВМС. В. Кислоти. Г. Нагріванням. Д. Немає відповіді.

41. Вкажіть умови самочинного утворення ліофільного ферменту аргінази:

А.  $\Delta G < 0$ . Б.  $\Delta G > 0$ . В.  $\Delta G = 0$ . Г.  $\Delta H > 0$ . Д.  $\Delta H < 0$ .

42. Вкажіть явище антикоагулюючої дії гепарину, який знижує згортання крові та протидіє тромбоутворенню:

А. Колоїдний захист. Б. Діаліз. В. Когезія. Г. Адгезія. Д. Набряк.

43. Вкажіть назву процесу, на якому ґрунтується мікрокапсулювання з метою захисту ліків від дії навколишнього середовища:

А. Коацервація. Б. Когезія. В. Міцелоутворення. Г. Адгезія.

44. Вкажіть зміни адсорбційної здатності порошоків, таблеток, що складають до 80 % готових лікарських форм сучасної рецептури, зі збільшенням їх дисперсності:

А. Збільшується. Б. Зменшується. В. Не змінюється. Г. Сприяє коагуляції. Д. Немає відповіді.

45. Вкажіть назву явища, що зумовлює попереджувальний запис на етикетках деяких лікарських препаратів «Перед вживанням збовтати!»:

А. Седиментація. Б. Тиксотропія. В. Змочування. Г. Адгезія. Д. Когезія.

46. Вкажіть тип фармакопейної суспензії сірки за агрегатним станом д/ф та д/с:

А. Т – Р. Б. Р – Р. В. Р – Г. Г. Т – Т.

47. Агрегативна стійкість фармакопейного золю коларголу спрямована на:

А. Збільшення поверхневого натягу. Б. Збільшення коагуляції. В. Збільшення ентропії. Г. Збільшення дзета-потенціалу. Д. Збільшення розклинюючого тиску.

48. Вкажіть реакцію, яку можна використати для утворення фармакопейної міцели:

А.  $AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl \downarrow + HNO_3$ . Б.  $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ .

В.  $H_2S + SO_2 \rightarrow S \uparrow + H_2O$ . Г.  $Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow NaHCO_3 + NaOH$ .

Д.  $2FeCl_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6HCl$ .

49. Вкажіть частинку, яку можна віднести до ліофільної дисперсної системи за розмірами д/ф:

А. Йон гідрогену (0,01 нм). Б. Моносахарид (0,5 нм). В. Йон натрію (0,26 нм). Г. Еритроцити (7500 нм). Д. Усе перелічене.

50. Вкажіть речовину, водний розчин якої належить до гідрофільних дисперсних систем:

А. Золь манган (IV) оксид. Б. Золь сірки. В. Бензол. Г. Гемоглобін. Д. Йод.

51. Вкажіть речовину, водний розчин якої належить до гідрофобних дисперсних систем:

А. Натрій хлорид. Б. Золь сірки. В. Бензол. Г. Гемоглобін. Д. Йод.

52. Вкажіть метод, що використовується при приготуванні колоїдних розчинів сірки, холестерину, каніфолі шляхом додавання спирту до їх водних розчинів:

А. Заміна розчинника. Б. Хімічна конденсація. В. Седиментація. Г. Солюбілізація. Д. Синерезис.

53. Вкажіть тип набряку синтетичних ВМС контактних лінз у вологому середовищі очей, якщо матеріал лінз має певну кількість води:

А. Обмежений. Б. Необмежений. В. Кінетичний. Г. Адгезійний. Д. Немає відповіді.

54. Вкажіть тип набряку синтетичних ВМС зубних протезів у порожнині рота, якщо матеріал протезів має певну кількість води:

А. Обмежений. Б. Необмежений. В. Кінетичний. Г. Адгезійний. Д. Когезійний.

55. Для збільшення стійкості мікстури у вигляді суспензії додають речовину за точним дозуванням, а саме:

А. Желатин. Б. Натрій хлорид. В. Глюкоза. Г. Етанол. Д. Сахароза.

56. Вкажіть назву селективного розчинника, який використовують для вилучення речовин із лікарської рослинної сировини:

А. Екстрагент. Б. Екстракт. В. Рафінат. Г. Елюент. Д. Екстрактор.

57. Вкажіть речовину, водний розчин якої належить до гідрофобних дисперсних систем:

А. Натрій хлорид. Б. Сірка. В. Бензол. Г. Гемоглобін. Д. Еритроцити.

58. Вкажіть протийони фармакопейної міцели  $[(Agl)_m \cdot nI^-(n-x)Na^+] \cdot xNa^+$ :

А.  $(Agl)_m$ . Б. Йодид-йони. В. Йони натрію. Г.  $(Agl)_m \cdot nI^-$ . Д. Agl.

59. Вкажіть потенціалвизначні йони золю  $[(Agl)_m \cdot nAg^+(n-x)NO_3^-] \cdot xNO_3^-$ :

А.  $(Agl)_m$ . Б. Аргентум-йони. В. Нітрат-йони. Г.  $(Agl)_m \cdot nAg^+$ . Д. Agl.

60. Електротермодинамічний потенціал фармакопейного золю берлінської лазурі – це:

А. Різниця потенціалів між потенціалвизначними йонами і протийонами адсорбційного шару. Б. Різниця потенціалів між потенціалвизначними йонами й усіма протийонами. В. Різниця потенціалів між протийонами адсорбційного та дифузійного шарів. Г. Різниця потенціалів на поверхні розподілу фаз. Д. Немає відповіді.

61. Електрокінетичний потенціал золю тинарової сині – це:

А. Різниця потенціалів між протийонами адсорбційного та дифузійного шарів. Б. Різниця потенціалів між зарядом гранули та протийонами дифузійного шару. В. Різниця потенціалів на поверхні розподілу фаз. Г. Немає відповіді. Д. Різниця потенціалів між потенціалвизначними йонами та протийонами.



62. Вкажіть назву колоїдного лікарського препарату аргентуму, що захищений білками:

А. Протаргол. Б. Крохмаль. В. Колаген. Г. Гепарин. Д. Камфора.

63. Розчин яких лікарських засобів можна віднести до аерозолів:

А. Сірка. Б. Толуен. В. Кислота. Г. Гемоглобін. Д. Гіпозоль.

64. Розчини яких дисперсій можна віднести до емульсій, що використовуються як кровозупинні:

А. Сірка. Б. Толуен. В. Кислота. Г. Гемоглобін. Д. Піни.

65. Вкажіть формулу міцели фармпрепарату, яка має позитивний заряд гранули:

А.  $[(AgCl)_m \cdot nCl^- \cdot (n-x)Na^+] \cdot xNa^+$ . Б.  $[(AgCl)_m \cdot nCl^- \cdot nNa^+]$ .

В.  $[(AgCl)_m \cdot nAg^+ \cdot (n-x)NO_3^-] \cdot xNO_3^-$ . Г.  $[(AgCl)_m \cdot nAg^+ \cdot nNO_3^-]$ .

Д. Немає відповіді.

66. Вкажіть формулу міцели фармпрепарату, яка має негативний заряд гранули:

А.  $[(AgCl)_m \cdot nCl^- \cdot (n-x)Na^+] \cdot xNa^+$ . Б.  $[(AgCl)_m \cdot Cl^- \cdot nNa^+]$ .

В.  $[(AgCl)_m \cdot nAg^+ \cdot (n-x)NO_3^-] \cdot xNO_3^-$ . Г.  $[(AgCl)_m \cdot nAg^+ \cdot nNO_3^-]$ .

Д. Немає відповіді.

67. Вкажіть формулу міцели фармпрепарату, яка має нейтральний заряд гранули:

А.  $[(AgCl)_m \cdot nCl^- \cdot (n-x)Na^+] \cdot xNa^+$ . Б.  $[(AgCl)_m \cdot nCl^- \cdot nNa^+]$ .

В.  $[(AgCl)_m \cdot nAg^+ \cdot (n-x)NO_3^-] \cdot xNO_3^-$ . Г.  $[(AgCl)_m \cdot Ag^+ \cdot nNO_3^-]$ .

Д. Немає відповіді.

68. Вкажіть визначення, що відповідає поняттю «ізоелектрична точка» міцели:

А. Стан, за яким сума негативних зарядів дорівнює сумі позитивних зарядів у міцелі. Б.  $pH=7$ . В.  $pH$ , за яким заряд гранули дорівнює нулю. Г.  $pH > 7$ . Д.  $pH < 7$ .

69. Вкажіть умови, які сприяють зменшенню поверхневої енергії золю сірки:

А. Збільшення температури. Б. Збільшення розклинюючого тиску.

В. Збільшення коагуляції. Г. Уведення ПАР. Д. Укрупнення частинок.

70. Вкажіть протийони фармакопейної міцели  $[(Agl)_m \cdot nI^- \cdot (n-x)Na^+] \cdot xNa^+$ :

А.  $(Agl)_m$ . Б. Йодид-йони. В. Йони калію. Г.  $(Agl)_m \cdot nI^-$ . Д. AgI.

71. Вкажіть потенціалвизначні йони міцели  $[(Agl)_m \cdot nI^- \cdot (n-x)Na^+] \cdot xNa^+$ :

А.  $(Agl)_m$ . Б. Йодид-йони. В. Йони калію. Г.  $(Agl)_m \cdot nI^-$ . Д. AgI.

72. Вкажіть ядро міцели  $[(AgBr)_m \cdot nAg^+ \cdot (n-x)NO_3^-] \cdot xNO_3^-$ :

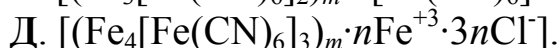
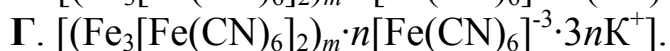
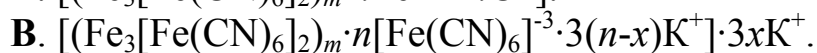
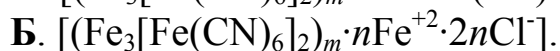
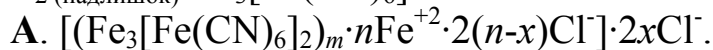
А.  $(AgBr)_m$ . Б. Аргентум-йони. В. Нітрат-йони. Г.  $(AgBr)_m \cdot nAg^+$ .

Д. AgBr.

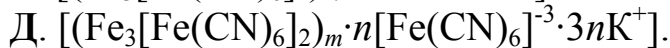
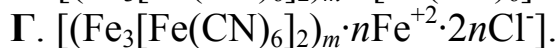
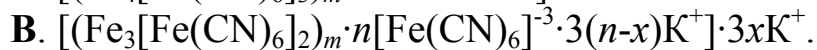
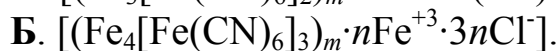
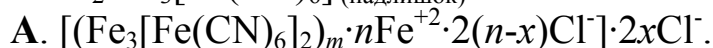
73. Вкажіть зміну показників, які сприяють збільшенню коагуляції антисептичного фармпрепарату золю Hg (II):

**А.** Збільшення дзета-потенціалу. **Б.** Зменшення розклинюючого тиску. **В.** Збільшення розклинюючого тиску. **Г.** Збільшення концентрації протіонів золю. **Д.** Усе перелічене.

**74.** Виберіть правильну міцелярну формулу за фармакопейною реакцією  $\text{FeCl}_2$  (надлишок) +  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$ :



**75.** Виберіть правильну міцелярну формулу за фармакопейною реакцією  $\text{FeCl}_2 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (надлишок)  $\rightarrow$ :



**76.** Вкажіть величини осмотичного тиску одномолярних фармакопейних золів ферум (II) гідроксиду ( $\pi_1$ ) і берлінської лазурі ( $\pi_2$ ) за однакових температур:

**А.**  $\pi_1 = \pi_2$ . **Б.**  $\pi_1 > \pi_2$ . **В.**  $\pi_1 < \pi_2$ . **Г.**  $\pi_1 \gg \pi_2$ . **Д.** Усе перелічене.

**77.** Вкажіть колір золів та чинники впливу на нього у пройденому та падаючому світлі:

**А.** Однаковий. **Б.** Неоднаковий. **В.** Не залежить від частоти хвилі. **Г.** Не залежить від довжини хвилі. **Д.** Не залежить від хвильового числа.

**78.** Вкажіть умови отримання фармакопейного золю берлінської лазурі методом конденсації:

**А.** Утворення осаду за реакцією при надлишку одного з реагентів та наявності стабілізатора. **Б.** Утворення осаду за реакцією при еквівалентних кількостях реагентів. **В.** Застосування ПАР у вигляді стабілізатора. **Г.** Утворення осаду. **Д.** Утворення комплексної сполуки.

**79.** Вкажіть склад адсорбційного шару фармакопейного золю цинку:

**А.** Потенціалвизначні та протийони. **Б.** Ядро та гранула. **В.** Протийони. **Г.** Агрегати та потенціалвизначні йони. **Д.** Ядро та протийони.

**80.** Вкажіть компонент фармакопейної міцели купруму, що визначає її заряд:

**А.** Гранула. **Б.** Адсорбційний шар. **В.** Протийони. **Г.** Дифузійний шар. **Д.** Ядро.

**81.** Вкажіть основні ознаки золів, які відокремив Песков:

**А.** Дисперсність та гетерогенність. **Б.** Гетерогенність та розчинність. **В.** Гомогенність та дисперсність. **Г.** Агрегатний стан дисперсної фази та середовища. **Д.** Коагуляція та розчинність.

82. Виберіть правильну міцелярну формулу за фармакопейною реакцією  $\text{FeCl}_3(\text{надлишок}) + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow$ :

- А.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n\text{Fe}^{+3} \cdot 3n\text{Cl}^-]$ .  
Б.  $[(\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2)_m \cdot n[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-3} \cdot 3n\text{K}^+]$ .  
В.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4} \cdot 4n\text{K}^+]$ .  
Г.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n\text{Fe}^{+3} \cdot 3(n-x)\text{Cl}^-] \cdot 3x\text{Cl}^-]$ .  
Д.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4} \cdot 4(n-x)\text{K}^+] \cdot 4x\text{K}^+$ .

83. Виберіть правильну міцелярну формулу за фармакопейною реакцією  $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(\text{надлишок})} \rightarrow$ :

- А.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n\text{Fe}^{+3} \cdot 3n\text{Cl}^-]$ .  
Б.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4} \cdot 4n\text{K}^+]$ .  
В.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n\text{Fe}^{+3} \cdot 3(n-x)\text{Cl}^-] \cdot 3x\text{Cl}^-]$ .  
Г.  $[(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{-4} \cdot 4(n-x)\text{K}^+] \cdot 4x\text{K}^+$ .  
Д. Немає відповіді.

84. Вкажіть співвідношення дифузійного ( $I_d$ ) та седиментаційного ( $I_c$ ) потоків для фармакопейного золю, що перебуває у дифузійно-седиментаційній рівновазі:

- А.  $I_d = I_c$ . Б.  $I_d > I_c$ . В.  $I_d < I_c$ . Г.  $I_d \gg I_c$ . Д.  $I_d \ll I_c$ .

85. Вкажіть причину забарвлення високодисперсного золю золота в червоний колір, а крупнодисперсного – у синій:

А. Менші за розмірами частинки краще поглинають короткохвильові промені світла. Б. Високий коефіцієнт заломлення високодисперсних частинок. В. Зміни інтенсивності падаючого світла на різні дисперсії. Г. Зміни коагуляції. Д. Зміни агрегативної стійкості.

86. Вкажіть заряд фармакопейного золю берлінської лазурі, якщо спостерігається підйом його по капілярах фільтрувального паперу:

А. Негативний. Б. Позитивний. В. Нульовий. Г. Заряд ізоелектричного стану. Д.  $\text{pH} > \text{pI}$ .

87. Вкажіть заряд фармакопейного золю ферум (III) гідроксиду, якщо на фільтрувальному папері спостерігається нерозмита пляма:

А. Негативний. Б. Позитивний. В. Нульовий. Г. Заряд ізоелектричного стану. Д.  $\text{pH} > \text{pI}$ .

88. Вкажіть заряд фармакопейного золю берлінської лазурі, якщо на фільтрувальному папері спостерігається розмита пляма:

А. Негативний. Б. Позитивний. В. Нульовий. Г. Заряд ізоелектричного стану. Д.  $\text{pH} > \text{pI}$ .

89. Виберіть правильну міцелярну формулу за фармакопейною реакцією  $\text{AgNO}_3(\text{надлишок}) + \text{KI} \rightarrow$ :

- А.  $[(\text{AgI})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot n\text{NO}_3^-]$ . Б.  $[(\text{AgI})_m \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3^-] \cdot x\text{NO}_3^-]$ .  
В.  $[(\text{AgI})_m \cdot n\text{I}^- \cdot n\text{K}^+]$ . Г.  $[(\text{AgI})_m \cdot n\text{I}^- \cdot (n-x)\text{K}^+] \cdot x\text{K}^+$ . Д.  $[(\text{AgI}) \cdot n\text{Ag}^+ \cdot (n-x)\text{NO}_3^-]$ .

90. Виберіть правильну міцелярну формулу за фармакопейною реакцією  $\text{AgNO}_3 + \text{KI}_{(\text{надлишок})} \rightarrow$ :

А.  $[(AgI)_m \cdot nAg^+ \cdot nNO_3^-]$ . Б.  $[(AgI)_m \cdot nAg^+ \cdot (n-x)NO_3^-] \cdot NO_3^-$ .  
В.  $[(AgI)_m \cdot nI^- \cdot nK^+]$ . Г.  $[(AgI)_m \cdot nI^- \cdot (n-x)K^+] \cdot xK^+$ . Д.  $[(AgI) \cdot I^- \cdot nK^+]$ .

91. Вкажіть йон з найбільшою пороговою концентрацією для негативного фармакопейного золю арсен(III):

А. Цезій. Б. Барій. В. Літій. Г.  $OH^-$ . Д.  $Cl^-$ .

92. Вкажіть йон з найменшою пороговою концентрацією для негативного фармакопейного золю берлінської лазури:

А. Цезій. Б. Барій. В. Літій. Г.  $OH^-$ . Д.  $Cl^-$ .

93. Вкажіть йон з найбільшою коагулюючою дією на позитивний фармакопейний золь алюмінію:

А. Сульфат. Б. Іодид. В. Хлорид. Г. Цезій. Д. Барій.

94. Вкажіть будову міцели за реакцією окиснення  $2H_2S + O_2 = 2S \downarrow + 2HOH$  (стабілізатор -  $H_2S_5O_6 \leftrightarrow 2H^+ + S_5O_6^{2-}$ ):

А.  $[(S)_m \cdot n S_5O_6^{2-} \cdot 2(n-x)H^+]^{2x-2} \cdot 2xH^+$ .

Б.  $[(H_2S)_m \cdot n S_5O_6^{2-} \cdot 2xH^+]^{2n-2} \cdot 2nH^+$ . В.  $[(S)_m \cdot nH^+ \cdot (n-x)S_5O_6^{2-}]^{2x} \cdot K^+$ .

Г.  $[(H_2S)_m \cdot n S_5O_6^{2-} \cdot xH^+]^{2n-x} \cdot nH^+$ . Д.  $[(S)_m \cdot nH^+ \cdot (n-x)S_5O_6^{2-}]^{2x} \cdot H^+$ .

95. Вкажіть будову міцели за реакцією відновлення  $2KAuO_2 + K_2CO_3 + 3HCHO = 2Au \downarrow + 3HCOOK + KHCO_3 + H_2O$  (стабілізатор -  $KAuO_2 \leftrightarrow K^+ + AuO_2^-$ ):

А.  $[(Au)_m \cdot n AuO_2^- \cdot (n-x)K^+] \cdot xK^+$ .

Б.  $[(Au)_m \cdot nK^+ \cdot (n-x) AuO_2^-]^{x+} \cdot xAuO_2^-$ . В.  $[(AuO_2^-)_m \cdot (n-x)K^+] \cdot (m-x) AuO_2^-$ .

Г.  $[(Au)_m \cdot (n-x)K^+ \cdot (m-x)AuO_2^-]$ . Д.  $[(Au)_m \cdot nK^+ \cdot (m-x)AuO_2^-]$ .

96. Вкажіть йон з найменшою коагулюючою дією на позитивний фармакопейний золь мангану (II):

А. Сульфат. Б. Іодид. В. Хлорид. Г. Натрій. Д. Барій.

97. Вкажіть метод утворення фармакопейного золю феруму (III):

А. Седиментація. Б. Конденсація. В. Електрофорез. Г. Ультрафільтрація. Д. Гельфільтрація.

98. Виберіть метод очищення фармакопейного золю берлінської лазури від домішок:

А. Седиментація. Б. Конденсація. В. Електрофорез. Г. Електродіаліз. Д. Гельфільтрація.

99. Вкажіть метод розділення суміші фармакопейних золів:

А. Електродіаліз. Б. Конденсація. В. Електрофорез. Г. Діаліз. Д. Диспергація.

100. Вкажіть формулу міцели арсен (III) сульфиду за фармакопейної реакцією  $2H_3AsO_3 + 3H_2S = As_2S_3 + 6H_2O$  (стабілізатор -  $H_2S$ ):

А.  $[(As_2S_3)_m \cdot 2nH^+]^{x-} \cdot xH^+$ . Б.  $[(As_2S_3)_m \cdot nHS^- \cdot (n-x)H^+]^{x-} \cdot xH^+$ .

В.  $[(As_2S_3)_m \cdot nHS^{2-} \cdot 2(n-x)H^+]^{2x-2} \cdot 2xH^+$ . Г.  $[(As_2S_3)_m \cdot nH_2S \cdot xH^+]^{x-} \cdot xH^+$ .

Д.  $[(As_2S_3)_m \cdot nH_2S \cdot (n-x)H^+]^{x-} \cdot xH^+$ .

**101.** Вкажіть визначення «захисного числа» для фармакопейного золю аргентуму:

**А.** Мінімальна маса електроліту, яка додається до 10 мл стандартного золю. **Б.** Мінімальна молярна концентрація електроліту, яка викликає коагуляцію золю. **В.** Мінімальна концентрація ПАР, яка протидіє зміні кольору 10 мл стандартного золю при додаванні 1 мл розчину з  $w(\text{NaCl})=10\%$ . **Г.** Захист золю від коагуляції. **Д.** Захист золю від коацервації.

**102.** Вкажіть визначення «порогу коагуляції» електроліту для фармакопейного золю феруму (III):

**А.** Мінімальна маса стабілізатора, яка потрібна для захисту 10 мл стандартного золю від коагуляції 1 мл розчину з  $w(\text{NaCl})=10\%$ . **Б.** Мінімальна молярна концентрація електроліту, яка викликає коагуляцію золю. **В.** Мінімальна концентрація ПАР, яка протидіє зміні кольору 10 мл стандартного золю при додаванні 1 мл розчину з  $w(\text{NaCl})=10$ . **Г.** Захист золю від коагуляції. **Д.** Захист золю від коацервації.

**103.** Вкажіть властивості ВМС у рІ:

**А.** Максимальне висолювання. **Б.** Максимальна коагуляція. **В.** Максимальне гелеутворення. **Г.** Мінімальне набрякання. **Д.** Усе перелічене.

**104.** Вкажіть визначення явища електрофорезу з використанням фармакопейного золю протарголу:

**А.** Діаліз під струмом. **Б.** Діаліз під тиском. **В.** Розділення сумішей при проходженні їх компонентів крізь гелі. **Г.** Рух дисперсної фази до електроду під впливом електричного струму. **Д.** Усе перелічене.

**105.** Вкажіть визначення електродіалізу для фармакопейного золю берлінської лазурі:

**А.** Діаліз під струмом. **Б.** Діаліз під тиском. **В.** Розділення сумішей при проходженні їх крізь гелі. **Г.** Рух дисперсної фази до електроду під впливом електричного струму. **Д.** Усе перелічене.

**106.** Вкажіть визначення гельфільтрації для фармакопейного золю ферум (III):

**А.** Діаліз під струмом. **Б.** Діаліз під тиском. **В.** Розділення сумішей при проходженні крізь гелі. **Г.** Рух дисперсної фази до електроду під впливом електричного струму. **Д.** Усе перелічене.

**107.** Вкажіть визначення ультрафільтрації для фармакопейного золю цинку:

**А.** Діаліз під струмом. **Б.** Діаліз під тиском. **В.** Розділення сумішей при проходженні крізь гелі. **Г.** Рух дисперсної фази до електроду під впливом електричного струму. **Д.** Усе перелічене

**108.** Вкажіть чинник, що сприяє висолюванню ВМС:

**А.** Зменшення розчинності ВМС. **Б.**  $\text{pH} > \text{pI}$ . **В.** Збільшення розчинності ВМС. **Г.**  $\text{pH} < \text{pI}$ . **Д.** Зменшення температури.

**109.** Вкажіть чинник, за яким висолювання ВМС відрізняють від дена-турації:

**А.** Розшарування фаз. **Б.** Коагуляція. **В.** Модифікація вторинної, третинної структур. **Г.** Пептизація. **Д.** Конденсація.

**110.** Вкажіть чинник, який зменшує швидкість набряку полімеру:

**А.** Збільшення температури. **Б.**  $pH > pI$ . **В.**  $pH < pI$ . **Г.**  $pH = pI$ .  
**Д.** Усе перелічене.

**111.** Вкажіть послідовність електролітної дії йонів **1.**  $Cl^-$ . **2.**  $Cl^-$ . **3.**  $SO_4^{2-}$  на посилення набряку полімеру:

**А.** 123. **Б.** 231. **В.** 312. **Г.** 321. **Д.** 132.

**112.** Вкажіть чинник, що сприяє драглеутворенню полімеру:

**А.** Зменшення температури. **Б.**  $pH = pI$ . **В.**  $pH > pI$ . **Г.**  $pH < pI$ .  
**Д.** Усе перелічене.

**113.** Вкажіть емульсії:

**А.** Розчин глини у воді. **Б.** Туман. **В.** Суміш холестерину з лецитином.  
**Г.** Розчин натрій хлориду. **Д.** Розчин сахарози.

**114.** Вкажіть аерозолі:

**А.** Розчин глини у воді. **Б.** Туман. **В.** Суміш холестерину з лецитином.  
**Г.** Розчин натрій хлориду. **Д.** Розчин сахарози.

**115.** Вкажіть суспензії:

**А.** Розчин глини у воді. **Б.** Туман. **В.** Суміш холестерину з лецитином.  
**Г.** Розчин натрій хлориду. **Д.** Розчин сахарози.

**116.** Вкажіть агрегатний стан дисперсного середовища в аерозолях:

**А.** Рідина. **Б.** Газ. **В.** Тверде. **Г.** Конденсована пара. **Д.** Усе перелічене.

**117.** Вкажіть агрегатний стан дисперсного середовища в емульсіях:

**А.** Рідина. **Б.** Газ. **В.** Тверде. **Г.** Неконденсована пара. **Д.** Усе перелічене.

**118.** Вкажіть агрегатний стан дисперсного середовища в суспензіях:

**А.** Рідина. **Б.** Газ. **В.** Тверде. **Г.** Неконденсована пара. **Д.** Усе перелічене.

**119.** У центрі міцели розташовані мікрокристали важкорозчинної сполуки, які утворюють:

**А.** Агрегат. **Б.** Дифузний шар протийонів. **В.** Гранулу. **Г.** Адсорбційний шар протийонів. **Д.** Шар протийонів.

**120.** Вкажіть тип емульсії, частинки дисперсної фази якої є деформованими й мають вигляд поліедрів:

**А.** Висококонцентрована. **Б.** Концентрована. **В.** Пряма. **Г.** Оборотна.  
**Д.** Розбавлена.

**121.** Вкажіть назву самочинного злипання крапель у емульсіях:

**А.** Коалесценція. **Б.** Седиментація. **В.** Флотація. **Г.** Коагуляція.  
**Д.** Коацервація.

**122.** Вкажіть порядок реакції кінетичного рівняння процесу коагуляції золю фармакопейного арсен (III) сульфіді відповідно до теорії швидкої коагуляції Смолуховського:

**А.** Другого. **Б.** Нульового. **В.** Першого. **Г.** Третього. **Д.** Дробного.

**123.** При контракції гелів:

**А.** Об'єм набухшого гелю менший за суму об'ємів сухого гелю та поглинутого розчинника. **Б.** Об'єм набухшого гелю більший за суму об'ємів сухого гелю та поглинутого розчинника. **В.** Об'єм набухшого гелю дорівнює сумі об'ємів сухого гелю та поглинутого розчинника. **Г.** Об'єм набухшого гелю дорівнює об'єму сухого гелю. **Д.** Об'єм набухшого гелю менший за об'єм сухого гелю.

**124.** При контракції гелів спостерігається:

**А.** Необмежений набряк. **Б.** Висолювання. **В.** Сумарне збільшення об'ємів. **Г.** Синергетизм процесу. **Д.** Антагонізм процесу.

**125.** Вкажіть ряд способів одержання гелів:

**А.** Набряк та драглеутворення. **Б.** Драглеутворення та желатинування. **В.** Тиксотропія та синерезис. **Г.** Конденсація та емульгування. **Д.** Ультрафільтрація та гел'фільтрація.

**126.** Вкажіть назву правила перебігу емульсії першого типу (м/в) в емульсію другого типу( в/м):

**А.** Обернення фаз. **Б.** Вант-Гоффа. **В.** Ребіндера. **Г.** Правило фаз Гіббса. **Д.** Трутона.

**127.** Вкажіть співвідношення концентрацій йонів зовні клітини ( $C_1$ ) та всередині клітини ( $C_2$ ) за мембранною рівновагою Доннана, якщо всередину крізь мембрану перейшла половина йонів:

**А.**  $C_1 > C_2$ . **Б.**  $C_1 = C_2$ . **В.**  $C_1 < C_2$ . **Г.**  $C_1 > 0$ . **Д.**  $C_1 < 0$ .

**128.** Вкажіть співвідношення концентрацій йонів зовні клітини ( $C_1$ ) та всередині клітини ( $C_2$ ) за мембранною рівновагою Доннана, якщо всередину крізь мембрану перейшла третина йонів:

**А.**  $C_1 = C_2$ . **Б.**  $C_1 > C_2$ . **В.**  $C_1 < C_2$ . **Г.**  $C_1 > 0$ . **Д.**  $C_1 < 0$ .

**129.** Вкажіть тип грубодисперсних систем, для яких спостерігається коалесценція:

**А.** Емульсії. **Б.** Суспензії. **В.** Порошки. **Г.** Аерозолі. **Д.** Дим.

**130.** Вкажіть тип електрокінетичного явища, яке протилежне електроосмосу:

**А.** Ефект Квінке. **Б.** Ефект Дорна. **В.** Потенціал осідання. **Г.** Електрофорез. **Д.** Електродіаліз.

**131.** Вкажіть тип електрокінетичного явища, яке протилежне електрофорезу:

**А.** Ефект Дорна. **Б.** Ефект Квінке. **В.** Електроосмос. **Г.** Потенціал течії. **Д.** Електродіаліз.

**132.** Метод пептизації належить до:

**А.** Диспергаційних. **Б.** Конденсаційних. **В.** Хроматографічних. **Г.** Полярографічних. **Д.** Електростатичних.

**133.** Вкажіть йони, які краще сприяють коагуляції золю  $[(Au)_m nAuO_2 \cdot (n-x) K^+]^x \cdot xK^+$ :

**А.**  $Al^{3+}$ . **Б.**  $Na^+$ . **В.**  $PO_4^{3-}$ . **Г.**  $Zn^{2+}$ . **Д.**  $Cl^-$ .

134. Вкажіть йони з найменшим порогом коагуляції для міцели  $[(S)_m nS_2O_6^{2-} 2(n-x)H^+]^{2x-} 2xH^+$ :

А.  $Al^{3+}$ . Б.  $K^+$ . В.  $SO_3^{2-}$ . Г.  $Zn^{2+}$ . Д.  $Cl^-$ .

135. Вкажіть йони з найменшим порогом коагуляції для міцели  $[(BaSO_4)_m nBa^{2+} 2(n-x)NO_3^-]^{2x+} 2xNO_3^-$ :

А.  $PO_4^{3-}$ . Б.  $Ca^{2+}$ . В.  $I^-$ . Г.  $Zn^{2+}$ . Д.  $Cl^-$ .

136. Ефект Тиндаля–Фарадея спостерігається для:

А. Усіх золів. Б. Гідрофільних. В. Гідрофобних. Г. Ліофільних. Д. Ліофобних.

137. Вкажіть рівняння Релея для інтенсивності неполяризованого світла, що розсіюють золі:

А.  $I = I_0 K \frac{V^2 v}{\lambda^4}$ . Б.  $I = I_0 \frac{V^2 v}{K \lambda^4}$ . В.  $I = I_0 K \frac{V^2 (N_1 - N_2)}{\lambda}$ . Г.  $A = \lg \frac{I_0}{I}$ .

Д.  $A = \varepsilon C l$ .

138. Вкажіть тип залежності між інтенсивністю розсіюваного світла ( $I_p$ ) та довжиною поляризованого світла ( $\lambda$ ), яке пройшло крізь золі:

А. Обернено пропорційна  $\lambda^4$ . Б. Прямопропорційна  $\lambda^4$ . В. Не залежить від  $\lambda$ . Г. Обернено пропорційна  $\lambda$ . Д. Прямопропорційна  $\lambda$ .

139. Вкажіть стабілізатор золю манган (IV) оксиду, якщо  $C(KMnO_4) = 2\%$ , а  $C(Na_2S_2O_3) = 1\%$  (об'єми однакові):

А. Перманганат-йон. Б. Калій-йон. В. Тіосульфат-йон. Г. Натрій-йон. Д. Йон Гідрогену.

140. Вкажіть стабілізатор для позитивно зарядженого золю аргентум йодиду за фармакопейною реакцією  $AgNO_3 + KI = AgI \downarrow + KNO_3$ :

А.  $AgNO_3$ . Б.  $NaNO_3$ . В.  $Al(NO_3)_3$ . Г.  $KI$ . Д. Усе перелічене.

141. Вкажіть стабілізатор для негативного золю аргентум йодиду за фармакопейною реакцією  $AgNO_3 + KI = AgI \downarrow + KNO_3$ :

А.  $AgNO_3$ . Б.  $NaNO_3$ . В.  $Al(NO_3)_3$ . Г.  $KI$ . Д. Усе перелічене.

142. Вкажіть стабілізатор для негативного золю  $Ag_2S$  за фармакопейною реакцією  $2AgNO_3 + K_2S = Ag_2S \downarrow + 2KNO_3$ :

А.  $KI$ . Б.  $K_2S$ . В.  $AgNO_3$ . Г.  $Ag_2S$ . Д.  $KNO_3$ .

143. Вкажіть стабілізатор для позитивного золю  $Ag_2S$  за фармакопейною реакцією  $2AgNO_3 + K_2S = Ag_2S \downarrow + 2KNO_3$ .

А.  $KI$ . Б.  $K_2S$ . В.  $AgNO_3$ . Г.  $Ag_2S$ . Д.  $KNO_3$ .

144. Вкажіть рівняння Гельмгольца–Смолуховського для розрахунку швидкості електрофорезу:

А.  $V = \frac{\varepsilon \xi H}{4\pi \eta}$ . Б.  $V = \frac{\varepsilon \xi H}{\pi \eta}$ . В.  $V = \frac{4\pi \eta}{\varepsilon \xi H}$ . Г.  $V = \frac{\pi \eta}{\varepsilon \xi H}$ . Д.  $V = \frac{u}{H}$ .

145. Вкажіть формулу розрахунку дзета-потенціалу (електрокінетичного  $\xi$ ):

А.  $\xi = \frac{\varepsilon H}{4\pi \eta}$ . Б.  $\xi = \frac{4\pi \eta \varepsilon}{HV}$ . В.  $\xi = \frac{4\pi \eta V}{\varepsilon H}$ . Г.  $V = \frac{\pi \eta V}{\varepsilon H}$ . Д.  $V = \frac{u}{H}$ .



**146.** Вкажіть зв'язок дзета–потенціалу ( $\xi$ ) зі стійкістю золю:

**А.** Чим більший  $\xi$ -потенціал, тим більш стійкий золь. **Б.** Чим більший  $\xi$ -потенціал, тим менш стійкий золь. **В.**  $\xi$ -потенціал не впливає на стійкість. **Г.** Чим менший  $\xi$ -потенціал, тим менш стійкий золь. **Д.**  $\xi$ -потенціал не впливає на коагуляцію.

**147.** У ізоелектричному стані міцели величина  $\xi$ -потенціалу дорівнює:

**А.** Нулю. **Б.** Максимальному значенню. **В.** Половині вихідного значення. **Г.** Половині максимального значення. **Д.** Третині вихідного значення.

**148.** Вкажіть вплив сторонніх електролітів на зміни величини та знака заряду дзета-потенціалу:

**А.** Змінюють обидва показники. **Б.** Не змінюють обидва показники. **В.** Змінюють величину, але не змінюють знак заряду. **Г.** Не змінюють величину, але змінюють знак заряду. **Д.** Немає відповіді.

**149.** Вкажіть заряд йонів електроліту, які викликають коагуляцію золю:

**А.** Протилежний заряду гранули. **Б.** Однаковий заряду гранули. **В.** Однаковий заряду міцели. **Г.** Однаковий заряд потенціалвизначних йонів. **Д.** Однаковий заряду адсорбента.

**150.** Вкажіть формулу Штаудінгера для розрахунку питомої в'язкості ( $\eta$ ) полімеру:

**А.**  $[\eta] = KMC$ . **Б.**  $\eta = \frac{CK}{M}$ . **В.**  $\eta = [\eta]KM$ . **Г.**  $\eta = KMC$ . **Д.**  $\eta = \frac{MK}{C}$ .

**151.** Вкажіть зміни в'язкості білка в ізоелектричній точці:

**А.** Мінімальна. **Б.** Максимальна. **В.** Не змінюється. **Г.** Спочатку збільшується, а потім залишається сталою. **Д.** Спочатку зменшується, а потім залишається сталою.

**152.** Вкажіть вплив ліотропних рядків аніонів на процеси набряку та висолювання:

**А.** Протилежний. **Б.** Однаковий. **В.** Не має впливу. **Г.** Обернений. **Д.** Узгоджувальний.

**153.** Вкажіть речовину з найбільшою захисною дією, якщо захисне число (мг) в переліченому рядку відповідно становить 0,1; 0,5; 35; 20; 40:

**А.** Желатин. **Б.** Натрій казеїнат. **В.** Крохмаль. **Г.** Декстрин. **Д.** Сапонін.

**154.** Вкажіть властивості колоїдів у ізоелектричному стані:

**А.** Мінімальне висолювання. **Б.** Мінімальна коагуляція. **В.** Максимальний набряк. **Г.** Мінімальний набряк. **Д.** Усе перелічене.

**155.** Висолюванню ВМС гірше відбувається за таких умов:

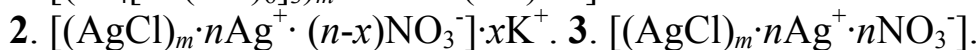
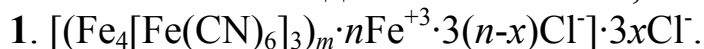
**А.** Більша розчинність ВМС. **Б.**  $pH > pI$ . **В.**  $pH = pI$ . **Г.** Великі концентрації йонів електроліту. **Д.** Малі концентрації йонів електроліту.

**156.** Взаємна коагуляція спостерігається, якщо:

**А.** Змішують золь алюміній гідроксиду та золь силіцій оксиду. **Б.** Змішують золь алюміній гідроксиду та золь ферум (III) гідроксиду. **В.** Додають

індиферентний електроліт. Г. Змішують золь силіцій оксиду та золь арсен (III) оксиду. Д. Змішують золь алюміній гідроксиду та золь ферум (II) гідроксиду.

**157.** Вкажіть послідовно негативний, нейтральний та позитивний золь:



А. 134. Б. 431. В. 123. Г. 321. Д. 231.

**158.** Вкажіть ознаку, яка зумовлює гнучкість ВМС:

А. Велика розчинність ВМС. Б. Існування міжмолекулярних зв'язків.

В. Існування ковалентних зв'язків. Г. Великі концентрації йонів електроліту. Д. Внутрішнє обертання ланок ланцюга.

**159.** Коацервація – це:

А. Здатність до розчинності ВМС. Б. Здатність до гнучкості. В. Утворення двох макрофаз (рідкої і драглеподібної) внаслідок довгого стояння ВМС. Г. Оборотний процес переходу гелю в золь. Д. Розшарування колоїдної системи.

**160.** Тиксотропія – це:

А. Здатність до розчинності ВМС. Б. Здатність до гнучкості. В. Утворення двох макрофаз (рідкої і драглеподібної) внаслідок довгого стояння ВМС. Г. Оборотний процес переходу гелю в золь. Д. Розшарування колоїдної системи.

**161.** Вкажіть зміну в'язкості рідини при збільшенні температури:

А. Зменшується. Б. Не змінюється. В. Спочатку зменшується, а потім залишається сталою. Г. Збільшується. Д. Немає відповіді.

**162.** Вкажіть формулу визначення в'язкості за методом порівняння зі стандартною рідиною:

А.  $\eta_x = \frac{\eta(ст)n(ст)}{n_x}$ . Б.  $\eta = K\rho t$ . В.  $\frac{\eta}{\eta_0} = 1 + 2,5\varphi$ . Г.  $\eta = KM\rho$ . Д.  $\frac{\eta}{\eta_0} = 2,5\varphi$ .

**163.** Вкажіть формулу розрахунку відносної в'язкості:

А.  $\eta_x = \frac{\eta(ст)n(ст)}{n_x}$ . Б.  $\eta = K\rho t$ . В.  $\frac{\eta}{\eta_0} = 1 + 2,5\varphi$ . Г.  $\eta = KM\rho$ . Д.  $\frac{\eta}{\eta_0} = 2,5\varphi$ .

**МЕТРОЛОГІЯ****4.1. Теоретичні основи****Основні статистичні характеристики:**

*Середнє арифметичне  $\bar{x}$*  приблизно дорівнює істинному значенню

$$\text{результатів аналізу } \mu, \quad \bar{X} = \mu\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}.$$

*Дисперсія  $S^2$*  – розсіювання результатів аналізу відносно середнього

$$\text{значення: } S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}; \quad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}, \text{ де } n - \text{число результатів}$$

аналізу.

*Середнє квадратичне відхилення  $S$*  – розглядається як оцінка випадкової похибки, притаманна для даної вибірки:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

*Стандартне відхилення середнього результату ( $S_{\bar{X}}$ )* розраховують за формулою:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}.$$

Оцінка надійного інтервалу результатів аналізу здійснюється за надійним інтервалом середнього значення ( $\Delta\bar{X}$ ), який розраховується таким чином:  $\Delta\bar{X} = t(P, f)S_{\bar{X}}$ , де  $t(P, f)$  – критерій Стьюдента (табличне значення), при числі степенів вільності  $f$  та надійній ймовірності  $P = 0,95$ , прийнятій в аналітичних розрахунках.

Надійний інтервал обмежує область, у середині якої за відсутності систематичних похибок розташоване істинне значення результату аналізу  $\mu$  із заданою надійною ймовірністю  $P$ :

$$(\bar{X} - \Delta\bar{X}) \leq \mu \leq (\bar{X} + \Delta\bar{X}).$$

Відносну похибку середнього результату ( $A_{\%}$ ) розраховують за формулою  $A_{\%} = \frac{\Delta\bar{X}100}{\bar{X}}$ .

Для порівняння відтворюваності двох методів аналізу з дисперсіями  $S_1^2$  та  $S_2^2$  ( $S_1^2 > S_2^2$ ) розраховують критерій Фішера  $F$ , який характеризує достовірність різниці  $S_1^2$  та  $S_2^2$ :  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ .

Розраховане значення  $F$  порівнюють з табличним значенням  $F(P, f_1, f_2)$  при 99 %; якщо  $F > F_{\text{табличне}}$ , то різниця дисперсій  $S_1^2$  та  $S_2^2$  статистично значуща з ймовірністю 99 %, а якщо  $S_1^2 < S_2^2$ , то більш високу відтворюваність має другий метод.

**Алгоритм розрахунку** основних метрологічних характеристик результатів аналізу:

1) перевіряють вибірку на однорідність:

а) розташовують результати аналізу в порядку зростання:

69,80; 69,83; 69,87; 69,93; 70,01; 70,05; 70,06; 70,38 ( $n = 9$ );

б) визначають розмах варіювання ( $R$ ) за рівнянням:

$R = |X_1 - X_9| = |69,80 - 70,38| = 0,58$ ;

в) визначають контрольний критерій для ідентифікації грубих помилок  $Q$ , виходячи з величини розмаха варіювання  $R$ :

$$Q_n = \frac{|X_n - X_{n-1}|}{R} = \frac{|X_9 - X_8|}{R} = \frac{|70,06 - 70,38|}{0,58} = 0,55.$$

Вибірка вважається однорідною, якщо значення  $Q_n$  не перебільшує табличного значення  $Q(P, n)$ , знайденого для надійної ймовірності  $P = 95$  %;

2) порівнюють з табличними значеннями. Табличне значення  $Q(\text{табличне}) = 0,46$ , що менше 0,55, значить, результат 70,38 відкидаємо. Для отримання вибірки зменшеного об'єму виконується новий цикл розрахунків з метою перевірки її однорідності (при  $n = 8$ );

3) складають однорідну вибірку. За даними аналізу для  $n = 8$  у  $R = 0,26$ ,  $Q(\text{практичне}) = 0,11$ ,  $Q(\text{табличне}) = 0,48$ , тобто вибірка однорідна;

4) розраховують метрологічні характеристики:

а)  $\bar{X} = 69,93$ ;  $S^2 = 102,7 \cdot 10^{-4}$ ;  $S = 10,13 \cdot 10^{-2}$ ;  $S_{\bar{X}} = 3,58 \cdot 10^{-2}$ ;  
 $\Delta\bar{X} = \pm 0,08$ ;  $A_{\%} = 0,11$ .

Виходячи з залежності  $(\bar{X} - \Delta\bar{X}) \leq \mu \leq (\bar{X} + \Delta\bar{X})$ ,  $\bar{X} + \Delta\bar{X} = 69,93 \pm 0,08$ ;  $69,85 < \bar{X} < 70,01$ ; таким чином,  $\mu = 70,05$  %;  $\bar{X} = 69,93$  %;

б) для вирішення питання про наявність чи відсутність систематичної похибки визначають критерій Стьюдента  $t$ :  $t = \frac{|\mu - \bar{x}| \sqrt{n}}{S} =$ ;  
 $= \frac{|70,05 - 69,93| \sqrt{8}}{10,13 \cdot 10 / -2} = 3,32$   $t(\text{табличне}, P, f) = 2,36$  при  $f = 8$ ; якщо  $t > t(\text{табличне}, P, f) = 2,36$ , тобто  $3,32 > 2,36$ , то отримані дані мають систематичну похибку, відносну величину якої розраховують за формулою  $\delta = \frac{\bar{X} - \mu}{\mu} 100 = \frac{69,93 - 70,05}{70,05} 100 = -0,17$  %. Ця похибка менша за відносну похибку даного методу, таким чином систематична похибка статистично незначуща.

Для оцінки відтворюваності двох методів аналізу за певними даними:

1-й метод: 99,04; 99,07; 99,23; 99,25; 99,36 (%)

2-й метод: 99,18; 99,20; 99,23; 99,24; 99,26 (%)

а) перевіряємо однорідність вибірки двох методів аналізу:

$$R_1 = |99,04 - 99,36| = 0,32, \quad R_2 = |99,18 - 99,26| = 0,08;$$

б) розраховуємо значення контрольного критерію  $Q$  для ідентифікації грубих помилок:

$$\text{для 1-го методу: } Q_1 = \frac{|99,04 - 99,07|}{0,32} = 0,09; \quad Q_2 = \frac{|99,25 - 99,36|}{0,32} = 0,30;$$

$$\text{для 2-го методу: } Q_1 = \frac{|99,18 - 99,20|}{0,08} = 0,25; \quad Q_2 = \frac{|99,26 - 99,24|}{0,32} = 0,25;$$

вибірка вважається однорідною, якщо жодне зі значень  $Q$  не перебільшує  $Q(\text{табличне}, P, n) = 0,64$ ; обидві вибірки є однорідні, тому що  $0,09 < 0,30 < 0,64$ ;  $0,25 < 0,64$ ;

в) мірою відтворюваності результатів, наведених у даній вибірці, є величина дисперсії  $S^2$ :

$$\bar{X}_1 = 99,19; \quad S_1^2 = 178 \cdot 10^{-4}; \quad \bar{X}_2 = 99,22; \quad S_2^2 = 10,25 \cdot 10^{-4};$$

г) при порівнянні відтворюваності двох методів аналізу з оцінками дисперсій  $S_1^2, S_2^2$  ( $S_1^2 > S_2^2$ ) визначаємо критерій Фішера ( $F$ ):

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{178 \cdot 10^{-4}}{10,25 \cdot 10^{-4}} = 17,37 \text{ і порівнюємо з табличними значеннями,}$$

$F(\text{табличне}, P, f_1, f_2) = 6,39$  при  $P = 95$  %; якщо  $F > F(\text{табличне})$ ,

(17,37 > 6,39), то різниця дисперсій  $S_1^2$  та  $S_2^2$  статистично значуща з ймовірністю 99 %, а якщо  $S_1^2 < S_2^2$ , то більш високу відтворюваність має другий метод.

## 4.2. Тестові завдання

1. Метрологія хімічного аналізу – це вчення про:

А. Визначення точності результатів аналізу. Б. Визначення відтворюваності аналізу. В. Математичну обробку результатів аналізу. Г. Усе перелічене.

2. Особливості аналітичних визначень полягають у залежності їх від:

А. Хімічного складу. Б. Фізичних властивостей. В. Загального хімічного складу та фізичних властивостей досліджуваного об'єкта (матричного ефекту). Г. Усе перелічене.

3. Зв'язок між аналітичним сигналом та вмістом компонентів називається:

А. Координатна залежність. Б. Функціональна залежність. В. Градувальна функція. Г. Усе перелічене.

4. Значення першої похідної градувальної функції за даним вмістом досліджуваного компонента називається:

А. Чутливість. Б. Коефіцієнт визначення. В. Коефіцієнт чутливості. Г. Коефіцієнт селективності.

5. Метрологічні характеристики аналізу:

А. Точність, ймовірність. Б. Кількісні та якісні показники. В. Похибка, відтворюваність, правильність, нижня межа визначуваного вмісту, межа визначення. Г. Усе перелічене.

6. Діапазон визначуваного вмісту – це область:

А. рН визначення компонента. Б. Дії відповідної закономірності. В. Вмісту компонента, у якій застосовується ця методика. Г. Усе перелічене.

7. Формула розрахунку абсолютної похибки окремого результату аналізу:

$$\text{А. } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} . \text{ Б. } A(\%) = \frac{\Delta X_i \cdot 100}{\mu} . \text{ В. } \Delta X_i = X_i - \mu .$$

8. Формула розрахунку відносної похибки (%) окремого результату аналізу:

$$\text{А. } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} . \text{ Б. } \Delta X_i = X_i - \mu . \text{ В. } A(\%) = \frac{\Delta X_i \cdot 100}{\mu} . \text{ Г. } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} .$$

9. Вкажіть типи похибок за аналізом:

А. Абсолютні, відносні, випадкові. Б. Промахи, абсолютні. В. Промахи, систематичні. Г. Промахи, випадкові.

10. Вкажіть типи похибок за способом вираження:

А. Промахи, абсолютні. Б. Промахи, систематичні. В. Абсолютні, відносні, середнє вибірки. Г. Абсолютні, систематичні.

11. Правильність аналізу показує:

А. Наближеність паралельно отриманих результатів. Б. Наближеність усіх похибок до нуля. В. Наближеність середнього арифметичного до істинного значення. Г. Усе перелічене.

12. Відтворюваність аналізу показує:

А. Наближеність усіх похибок до нуля. Б. Наближеність середнього арифметичного до істинного значення. В. Наближеність паралельно отриманих результатів. Г. Наближеність усіх промахів до нуля.

13. Точність аналізу показує:

А. Наближеність паралельно отриманих результатів. Б. Наближеність середнього арифметичного до істинного значення. В. Наближеність всіх похибок до нуля. Г. Наближеність усіх промахів до нуля.

14. Правильність аналізу залежить від:

А. Випадкової похибки. Б. Похибок усіх типів. В. Систематичної похибки. Г. Промахів усіх типів.

15. Відтворюваність аналізу залежить від:

А. Похибок усіх типів. Б. Систематичної похибки. В. Випадкової похибки. Г. Промахів усіх типів.

16. Точність аналізу залежить від:

А. Випадкової похибки. Б. Систематичної похибки. В. Похибок усіх типів. Г. Промахів усіх типів.

17. Відтворюваність характеризує:

А. Випадкове розсіювання результатів. Б. Наближеність результатів до істинного значення. В. Наближеність паралельно отриманих результатів. Г. Усе перелічене.

18. Правильність свідчить про відсутність:

А. Випадкових похибок. Б. Усіх типів похибок. В. Систематичної похибки. Г. Промахів.

19. Відтворюваність свідчить про відсутність:

А. Систематичної похибки. Б. Усіх типів похибок. В. Випадкових похибок. Г. Промахів.

20. Точність свідчить про відсутність:

А. Систематичної похибки. Б. Випадкових похибок. В. Усіх типів похибок. Г. Промахів.

21. Міжлабораторна відтворюваність характеризує:

А. Випадкове розсіювання результатів, отриманих у різних лабораторіях. Б. Наближеність результатів до істинного значення. В. Розсіювання результатів аналізу, що отримані в різних лабораторіях. Г. Немає відповіді.

22. Формула розрахунку середнього арифметичного:

$$\text{А. } A(\%) = \frac{\Delta X_i 100}{\mu}. \quad \text{Б. } \Delta X_i = X_i - \mu. \quad \text{В. } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad \text{Г. } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

23. Середнє арифметичне – це:

- А. Розсіювання випадкової величини відносно середнього значення.  
 Б. Позитивне значення кореня квадратного з дисперсії. В. Найкраща оцінка вимірюваної величини. Г. Найкраще розсіювання.

24. Дисперсія – це:

- А. Позитивне значення кореню квадратного з дисперсії.  
 Б. Найбільш ймовірне й найкраще значення вимірюваної величини.  
 В. Розсіювання випадкової величини відносно середнього значення.  
 Г. Найкраще розсіювання.

25. Середнє квадратичне відхилення – це:

- А. Розсіювання випадкової величини відносно середнього значення.  
 Б. Найбільш ймовірне і найкраще значення вимірюваної величини.  
 В. Оцінка випадкової похибки, характерної для даної вибірки.  
 Г. Найкраще розсіювання.

26. Стандартне відхилення середнього результату – це:

- А. Розсіювання випадкової величини відносно середнього значення.  
 Б. Найбільш ймовірне і найкраще значення вимірюваної величини.  
 В. Оцінка точності результатів аналізу.  
 Г. Найкраще розсіювання.

27. Кількісно відтворюваність оцінюють стандартним відхиленням за формулою:

$$\text{А. } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}. \quad \text{Б. } A(\%) = \frac{\Delta X_i 100}{\mu}. \quad \text{В. } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad \text{Г. } \Delta X_i = X_i - \mu.$$

28. Дисперсію розраховують за формулою:

$$\text{А. } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i - n\bar{x}^2}{n-1}}. \quad \text{Б. } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad \text{В. } S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Г.  $\Delta X_i = X_i - \mu$ .

29. Стандартне відхилення середнього результату розраховується за формулою:

$$\text{А. } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}. \quad \text{Б. } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad \text{В. } S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}. \quad \text{Г. } \Delta X_i = X_i - \mu.$$



30. Надійний інтервал середнього значення розраховують за формулою:

А.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ .      Б.  $A(\%) = \frac{\Delta X_i 100}{\mu}$ .      В.  $\Delta \bar{x} = t(P, f) S_{\bar{x}}$ .

Г.  $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$ .

31. Надійний інтервал обмежує область:

А. У середині якої розташоване середнє арифметичне результату аналізу із заданою  $P$ . Б. У середині якої розташоване середнє квадратичне результату аналізу із заданою  $P$ . В. У середині якої розташоване істинне значення результату аналізу із заданою  $P$ . Г. Усе перелічене.

32. Вибірка – це:

А. Сукупність результатів аналізу. Б. Ряд результатів, отриманих при паралельних визначеннях будь-якої речовини в пробі. В. Сукупність статистично еквівалентних результатів аналізу. Г. Усе перелічене.

33. Вибірка однорідна, якщо в отриманих результатах аналізу відсутні:

А. Систематичні похибки. Б. Грубі похибки. В. Промахи. Г. Випадкові похибки.

34. Результати вибірки будуть достовірні, якщо вибірка:

А. Не має промахів. Б. Неоднорідна. В. Однорідна. Г. Немає відповіді.

35. Оцінку однорідності вибірки зручніше проводити за:

А.  $F$ -критерієм. Б.  $t$ -критерієм. В.  $Q$ -критерієм. Г. Усе перелічене.

36. Оцінку однорідності вибірки проводять за  $Q$ -критерієм у випадку, якщо число дослідів не перевищує:

А. 100. Б. 50. В. 10. Г. 80.

37. Розмах варіювання – це:

А. Різниця між найменшим та найбільшим результатами аналізу. Б. Різниця між найменшим та найбільшим результатами аналізу за абсолютним значенням. В. Різниця між найбільшим та найменшим результатами аналізу за абсолютним значенням. Г. Різниця між найбільшим та найменшим результатами аналізу.

38. Вкажіть формулу розрахунку розмаху варіювання:

А.  $Q_1 = \frac{X_1 - X_2}{R}$ . Б.  $Q_n = \frac{X_n - X_{n-1}}{R}$ . В.  $R = |X_n - X_i|$ . Г.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ .

39. Вкажіть формулу розрахунку контрольного  $Q$ -критерію:

А.  $R = |X_n - X_i|$ . Б.  $Q_1 = \frac{X_1 - X_2}{R}$ . В.  $Q_n = \frac{X_n - X_{n-1}}{R}$ . Г.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ .

40. Вкажіть умову неоднорідності вибірки:

А.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} = Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Б.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} < Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

В.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} > Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Г. Немає відповіді.

41. Вкажіть умову однорідності вибірки:

А.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} = Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Б.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} > Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

В.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} < Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Г. Немає відповіді.

42. Значення результатів відкидаються з вибірки у випадку, коли:

А.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} = Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Б.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} < Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

В.  $Q\text{-критерій}_{\text{практ}} > Q\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Г. Немає відповіді.

43. Вкажіть запис інтервального значення прямого вимірювання величини:

А.  $t = \frac{|\mu - \bar{X}| \sqrt{n}}{S}$ . Б.  $A(\%) = \frac{\Delta \bar{X} 100}{X}$ . В.  $(\bar{x} - \Delta \bar{x}) \leq \mu \leq (\bar{x} + \Delta \bar{x})$ .

Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

44. Вкажіть формулу розрахунку критерію Стьюдента:

А.  $Q_n = \frac{X_n - X_{n-1}}{R}$ . Б.  $A(\%) = \frac{\Delta \bar{X} 100}{X}$ . В.  $t = \frac{|\mu - \bar{X}| \sqrt{n}}{S}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

45. Вкажіть умову наявності систематичної похибки за критерієм Стьюдента:

А.  $t\text{-критерій}_{\text{практ}} = t\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Б.  $t\text{-критерій}_{\text{практ}} < t\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

В.  $t\text{-критерій}_{\text{практ}} > t\text{-критерій}_{\text{табл}}(P, n)$ .

Г. Немає відповіді.

46. Вкажіть формулу розрахунку систематичної помилки:

А.  $A(\%) = \frac{\Delta \bar{X} 100}{X}$ . Б.  $t = \frac{|\mu - \bar{X}| \sqrt{n}}{S}$ . В.  $\delta(\%) = \frac{\bar{X} - \mu 100}{\mu}$ .

Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

47. Вкажіть критерій, за яким розраховують відтворюваність для порівняння двох методів аналізу:

А.  $t$ -критерій. Б.  $Q$ -критерій. В.  $F$ -критерій. Г. Усе перелічене.

48. Вкажіть формулу розрахунку критерію Фішера за двома дисперсіями:

А.  $t = \frac{|\mu - \bar{X}| \sqrt{n}}{S}$ . Б.  $Q_n = \frac{X_n - X_{n-1}}{R}$ . В.  $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

49. Вкажіть назву теорії, у якій розглядається закон Гаусса:

А. Розчинів електrolітів. Б. Осадження. В. Похибок.

Г. Комплексоутворення.

50. Закон Гаусса – це:

А. Закон розподілу речовини між двома незмішуваними розчинниками.

Б. Закон накопичення однієї речовини на поверхні іншої.

В. Закон нормального розподілу випадкових величин.

Г. Закон сталості складу.

51. Вкажіть показник, який є найкращою оцінкою істинного значення результатів аналізу:

А. Середнє квадратичне. Б. Дисперсія. В. Середнє арифметичне.

Г. Розсіювання.

52. Вкажіть формулу розрахунку коефіцієнта варіації:

А.  $A(\%) = \frac{\Delta\bar{X}100}{X}$ . Б.  $t = \frac{|\mu - \bar{X}|\sqrt{n}}{S}$ . В.  $K_v = \frac{S100}{\bar{X}}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

53. Вкажіть формулу розрахунку середнього значення непрямого вимірювання величини:

А.  $\Delta\bar{X} = t(\mu, k) \frac{S_y}{\sqrt{n}}$ . Б.  $S_c^2 = \left(\frac{d\phi}{dx}\right)^2 S_x^2 + \left(\frac{d\phi}{dy}\right)^2 S_y^2 + \left(\frac{d\phi}{dz}\right)^2 S_z^2$ .

В.  $y \approx \mu$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

54. Точність значення непрямо вимірювання величини розраховують за формулою:

А.  $y \approx \mu$ . Б.  $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ . В.  $\Delta\bar{Y} = t(f, P) \frac{y}{\sqrt{n}}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

55. Вкажіть формулу розрахунку коефіцієнта кореляції:

А.  $K_v = \frac{S100}{\bar{X}}$ . Б.  $t = \frac{|\mu - \bar{X}|\sqrt{n}}{S}$ . В.  $r = \frac{(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{(X_i - \bar{X})^2 (Y_i - \bar{Y})^2}}$ .

Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

56. Вкажіть вимоги для застосування регресивного аналізу:

А. Помилки спостерігаються для  $X$ ,  $S_x^2 = \text{const}$ ,  $\bar{X} \approx \mu$ .

Б. Помилки спостерігаються для  $X$  та  $Y$ ,  $S_x^2 = \text{const}$ ,  $\bar{y} \approx \mu$ .

В. Помилки спостерігаються тільки для  $Y$ ,  $S_y^2 = \text{const}$ ,  $\bar{y} \approx \mu$ .

Г. Помилки спостерігаються тільки для  $Y$ .

57. Функціональний зв'язок між аналітичним сигналом та вмістом (концентрацією) можна виразити рівнянням:

А.  $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ . Б.  $\Delta\bar{X} = t(\mu, k) \frac{S_y}{\sqrt{n}}$ . В.  $y = f(c)$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

58. Формула надійного інтервалу середніх значень:

А.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ . Б.  $A(\%) = \frac{\Delta X_i 100}{\mu}$ . В.  $\Delta \bar{X} = |\bar{X} - \alpha|$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

59. Правильність аналізу позначають:

А. Промахами. Б. Відносною похибкою. В. Абсолютною похибкою.  
Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

60. Вкажіть запис інтервального значення непрямого вимірювання величини:

А.  $t = \frac{|\mu - \bar{X}| \sqrt{n}}{S}$ . Б.  $A(\%) = \frac{\Delta \bar{X} 100}{\bar{X}}$ . В.  $(\bar{Y} - \Delta \bar{Y}) \leq \mu \leq (\bar{Y} + \Delta \bar{Y})$ .

Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

61. Функція  $f$ , що зв'язує вміст та аналітичний сигнал, має назву:

А. Математична. Б. Кореляційна. В. Градувальна. Г. Регресивна.

62. Стандартний зразок (СЗ) – це:

А. Матеріал з надійно встановленим складом компонентів. Б. Матеріал, на який є паспорт, атестат, що видані уповноваженими органами. В. Спеціально виготовлений матеріал, склад якого надійно встановлений та юридично пересвідчений. Г. Усе перелічене.

63. Найважливіші вимоги до процесу градування:

А. Проведення градування за максимальних умов. Б. Проведення визначення вмісту за максимальних умов. В. Забезпечення максимально точної відповідності умов градування та подальшого аналізу зразку. Г. Усе перелічене.

64. Найпростіший спосіб градування:

А. Додатків. Б. Порівняння. В. Градувального графіка. Г. Стандартів.

65. Похибки – це:

А. Відмінність результату вимірювання від стандартного відхилення. Б. Відмінність результату вимірювання від середнього квадратичного відхилення. В. Відмінність результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини. Г. Немає відповіді.

66. Точність – це:

А. Зміщення усієї серії даних (і її середнього) відносно істинного значення. Б. Розсіювання даних відносно середнього значення з результатів вимірювання. В. Узагальнююче поняття, що характеризує малість будь-якої складової невизначеності (систематичної та випадкової). Г. Усе перелічене.

67. Точнісні характеристики – це:

А. Середнє арифметичне. Б. Середнє квадратичне. В. Правильність та відтворюваність. Г. Відтворюваність.

68. Для оцінки відтворюваності необхідно попередньо розрахувати:

А.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ . Б.  $A(\%) = \frac{\Delta X_i 100}{\mu}$ . В.  $\bar{x} = \frac{x_1 + x_1 + \dots + x_n}{n}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

69. Промахи – це:

А. Однотипові відхилення від істинного значення. Б. Нетипові, випадкові відхилення від істинного значення. В. Окремі значення, які різко відрізняються від решти і, як правило, отримані за умов грубого порушення вимірювальної процедури. Г. Однотипові відхилення від середнього значення.

70. Як міру розсіювання даних відносно середнього частіше використовують дисперсію, яку розраховують за формулою:

А.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ . Б.  $A(\%) = \frac{\Delta X_i 100}{\mu}$ . В.  $S^2(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ .

Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

71. Похідна дисперсії – стандартне відхилення, яке розраховується за формулою:

А.  $S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$ . Б.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ . В.  $S(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

72. Похідна середньої квадратичної похибки – відносне стандартне відхилення, яке розраховується за формулою:

А.  $S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$ . Б.  $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - n\bar{x})^2}{n-1}$ . В.  $S_r(x) = \frac{S(x)}{\bar{x}}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

73. Вкажіть фізичний сенс дисперсії:

А. Абсолютне стандартне відхилення. Б. Відносне стандартне відхилення. В. Усереднена величина квадрату відхилення результату вимірювання від його середнього значення. Г. Усе перелічене.

74. Вкажіть взаємозв'язок між відтворюваністю та відносним стандартним відхиленням:

А. Прямий. Б. Відсутній. В. Зворотний. Г. Протилежний.

75. Вкажіть ряд методів кількісного аналізу, для яких найкраща відтворюваність:

А. Фотометричні, електрохімічні. Б. Хроматографічні, гравіметричні. В. Гравіметричні, титриметричні. Г. Гравіметричні, хроматографічні.

76. Вкажіть фізико-хімічний метод аналізу, для якого найкраща відтворюваність:

А. Потенціометрія. Б. Хроматографія. В. Пряма кулонометрія. Г. Кондуктометрія.

77. До методів з низькою відтворюваністю належать напівкількісні методи аналізу, які характеризуються:

А. Точністю, правильністю. Б. Швидкістю, наочністю. В. Простотою, експресністю, економічністю (тест-методи). Г. Швидкістю, експресністю.

78. Укладення випадкової похибки в загальну невизначеність результату вимірювання можна оцінити за допомогою:

А. Теорії похибок. Б. Теорії термодинамічної ймовірності. В. Теорії ймовірності та математичної статистики. Г. Теорії статистики.

79. Величини, які при кожному наступному вимірюванні набувають нового, непрогнозованого значення, мають назву:

А. Промахи. Б. Систематичні. В. Випадкові. Г. Усе перелічене.

80. Вкажіть величини, які належать до випадкових:

А. Тільки дисперсія. Б. Тільки окремі результати вимірювань. В. Окремі результати вимірювань, їх середні, дисперсії та всі похідні від них. Г. Тільки середні.

81. Використовуючи  $\bar{x}$  та  $s^2(x)$ , можливо оцінити:

А. Стандартні відхилення. Б. Приблизну оцінку результату вимірювання. В. Діапазон значень, у якому із заданою ймовірністю  $P$  можливе знаходження результату. Г. Дисперсію.

82. Вкажіть назву ймовірності  $P$ :

А. Приблизна ймовірність. Б. Абсолютна ймовірність. В. Надійна ймовірність. Г. Усе перелічене.

83. Вкажіть назву інтервалу значень ймовірності  $P$ :

А. Приблизний. Б. Довірчий. В. Надійний. Г. Абсолютний.

84. Розрахунок межі надійного інтервалу випадкової величини можливий тільки тоді, коли ця величина підпорядковується закону:

А. Генрі. Б. Розподілу Нернста. В. Нормального розподілу Гаусса. Г. Гесса.

85. Закон розподілу випадкової величини – один із фундаментальних законів:

А. Теорії електролітів. Б. Теорії адсорбції. В. Теорії ймовірностей. Г. Теорії коагуляції.

86. Вкажіть фізичний сенс функції  $\sigma$  у рівнянні кривої нормального

(гауссова) розподілу, що має вираз  $p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$  :

**А.** Правильність результату. **Б.** Положення максимуму кривої, значення результатів аналізу. **В.** Ширину кривої, відтворюваність результату. **Г.** Відтворюваність результату.

**87.** Ширина надійного інтервалу нормального розподілу випадкової величини:

**А.** Обернено пропорційна величині її стандартного відхилення.

**Б.** Прямо пропорційна величині її середнього арифметичного.

**В.** Прямо пропорційна величині її стандартного відхилення.

**Г.** Обернено пропорційна величині її середнього арифметичного.

**88.** Коефіцієнт Стьюдента залежить від таких параметрів:

**А.** Абсолютного стандартного відхилення та дисперсії. **Б.** Відносного стандартного відхилення та дисперсії. **В.** Надійного інтервалу та числа ступенів свободи, що відповідає стандартному відхиленню. **Г.** Дисперсії.

**89.** Зв'язок надійного інтервалу з коефіцієнтом Стьюдента такий:

**А.** Обернено пропорційний. **Б.** Відсутня залежність. **В.** Прямо пропорційний. **Г.** Протилежний.

**90.** Зв'язок числа ступенів свободи з коефіцієнтом Стьюдента такий:

**А.** Відсутня залежність. **Б.** Прямо пропорційний. **В.** Обернено пропорційний. **Г.** Протилежний.

**91.** Критична величина – це:

**А.** Інтервал систематичних похибок. **Б.** Інтервал випадкових похибок. **В.** Межа, яка відокремлює значущу відмінність від незначущої. **Г.** Інтервал будь-яких похибок.

**92.** Задача порівняння результатів хімічного аналізу полягає у з'ясуванні:

**А.** Наявності систематичних похибок. **Б.** Наявності випадкових похибок. **В.** Значущості відмінностей випадкової величини від істинної. **Г.** Усе перелічене.

**93.** Умова значущості відмінності між  $\bar{x}$  та  $\mu$ :

**А.** Якщо величина  $\mu$  входить у середину довірчого інтервалу. **Б.** Якщо величина  $\mu$  поза довірчим інтервалом. **В.** Якщо величина  $\mu$  не входить у середину довірчого інтервалу. **Г.** Немає відповіді.

**94.** Вкажіть формулу розрахунку напівширини довірчого інтервалу:

**А.**  $\frac{S}{\sqrt{n}}$ . **Б.**  $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ . **В.**  $\frac{t(P, f)s(x)}{\sqrt{n}}$ . **Г.**  $R = |X_n - X_i|$ .

**95.** Для різниці  $|\bar{x} - a|$  відмінність є значуща, якщо:

**А.**  $|\bar{x} - a| < \frac{t(P, f)s(x)}{\sqrt{n}}$ . **Б.**  $|\bar{x} - a| = \frac{t(P, f)s(x)}{\sqrt{n}}$ . **В.**  $|\bar{x} - a| > \frac{t(P, f)s(x)}{\sqrt{n}}$ .

**Г.**  $R = |X_n - X_i|$ .

96. Вкажіть формулу для порівняння середнього значення та константи  $\mu$ , яка має назву простий тест Стьюдента:

А.  $\frac{|\bar{x} - a|}{s(x)} \sqrt{n} < t(P, f)$ . Б.  $\frac{|\bar{x} - a|}{s(x)} \sqrt{n} = t(P, f)$ . В.  $\frac{|\bar{x} - a|}{s(x)} \sqrt{n} > t(P, f)$ .

Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

97. Коефіцієнт Фішера  $F$  залежить від таких параметрів:

А. Надійної ймовірності  $P$ . Б. Чисел ступенів свободи  $f_1$  та  $f_2$ , дисперсій  $s_1^2$  та  $s_2^2$ . В. Надійної ймовірності  $P$ , чисел ступенів свободи  $f_1$  та  $f_2$ , дисперсій  $s_1^2$  та  $s_2^2$ . Г. Чисел ступенів свободи  $f_1$  та  $f_2$ .

98. Вкажіть способи зниження систематичної похибки:

А. Варіювання розміру проби, спосіб додатків. Б. Релятивізація, рандомізація. В. Варіювання розміру проби, спосіб додатків, релятивізація, рандомізація.

99. Релятивізація – це:

А. Проведення окремих аналітичних операцій за найбільш ідентичних та строго контрольованих умов з тим, щоб збільшити можливі систематичні похибки. Б. Проведення окремих аналітичних операцій за найбільш ідентичних та строго контрольованих умов з тим, щоб зменшити систематичні похибки. В. Проведення окремих аналітичних операцій за найбільш ідентичних та строго контрольованих умов з тим, щоб можливі систематичні похибки взаємно скомпенсувати (контрольний дослід). Г. Усе перелічене.

100. Рандомізація – це:

А. Варіювання умов аналізу в достатньо вузьких межах з метою зменшення систематичної похибки. Б. Варіювання умов аналізу в достатньо широких межах з метою збільшення систематичної похибки. В. Варіювання умов аналізу випадковим чином у достатньо широких межах з метою перетворення систематичної похибки у випадкову. Г. Усе перелічене.

101. Найпростішою чисельною характеристикою чутливості є:

А. Коефіцієнт селективності. Б. Коефіцієнт розподілу. В. Коефіцієнт чутливості. Г. Коефіцієнт ізотонічності.

102. Коефіцієнт чутливості визначається як похідна аналітичного сигналу за концентрацією визначуваної речовини за формулою:

А.  $S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$ . Б.  $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ . В.  $S = \frac{dy}{dc}$ . Г.  $R = |X_n - X_i|$ .

103. Якщо градувальна функція лінійна ( $y = kx + b$ ), то коефіцієнт чутливості – це:

А. Стандартне відхилення. Б. Похідна аналітичного сигналу за концентрацією. В. Тангенс кута нахилу до градувальної прямої ( $k$ ). Г. Немає відповіді.



**104.** Для найкращої характеристики чутливості використовують такі величини:

**А.** Точність та правильність. **Б.** Селективність та відтворюваність. **В.** Гранична концентрація та нижня гранична концентрація. **Г.** Селективність.

**105.** Вкажіть формулу розрахунку граничної концентрації за стандартним відхиленням фонового сигналу та коефіцієнтом чутливості:

**А.**  $c_{\min} = \frac{S}{3S_0}$ . **Б.**  $c_{\text{н}} = kc_{\min}$ . **В.**  $c_{\min} = \frac{3S_0}{S}$ . **Г.**  $R = |X_n - X_i|$ .

**106.** Вкажіть формулу розрахунку нижньої граничної концентрації за стандартним відхиленням фонового сигналу та коефіцієнтом чутливості:

**А.**  $c_{\min} = \frac{S}{3S_0}$ . **Б.**  $c_{\min} = \frac{3S_0}{S}$ . **В.**  $c_{\text{н}} = kc_{\min}$ . **Г.**  $R = |X_n - X_i|$ .

**107.** Характеристикою селективності слугує:

**А.** Коефіцієнт чутливості. **Б.** Коефіцієнт розподілу. **В.** Коефіцієнт селективності ( $k_{i,j}$ ). **Г.** Коефіцієнт поглинання.

**108.** Коефіцієнт селективності – це безрозмірна величина:

**А.** Похідна аналітичного сигналу за концентрацією визначуваної речовини. **Б.** Відношення концентрації речовини у двох незмішуваних рідинах. **В.** Відношення коефіцієнтів чутливості двох градувальних функцій (стороннього та визначуваного компонентів). **Г.** Усе перелічене.

**109.** Вкажіть формулу розрахунку коефіцієнта селективності:

**А.**  $c_{\min} = \frac{3S_0}{S}$ . **Б.**  $c_{\text{н}} = kc_{\min}$ . **В.**  $k_{i,j} = S_j / S_i$ . **Г.**  $R = |X_n - X_i|$ .

**110.** Чим менший заважаючий вплив з боку стороннього компонента:

**А.** Тим більша величина  $S_j$ , тим нижчий коефіцієнт селективності  $k_{i,j}$  і тим вища селективність. **Б.** Тим менша величина  $S_j$ , тим вищий коефіцієнт селективності  $k_{i,j}$  і тим вища селективність. **В.** Тим менша величина  $S_j$ , тим нижчий коефіцієнт селективності  $k_{i,j}$  і тим вища селективність. **Г.** Усе перелічене.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

### Основний

1. Аналитическая химия : учеб. пособие / В. В. Болотов, А. Н. Гайдукевич, Е. Н. Свечникова и др. – Харьков : Изд-во НФАУ «Золотые страницы», 2001. – 454 с.
2. Евстратова К. И. Практикум по физической и коллоидной химии / К. И. Евстратова. – Москва : Высш. шк., 1990. – 255 с.
3. Евстратова К. И. Физическая и коллоидная химия / К.И. Евстратова, Н. А. Купина, Е. Е. Малахова. – Москва : Высш. шк., 1990. – 487 с.
4. Коломієць І. В. Фізико-хімічні методи аналізу / І. В. Коломієць. – Харків : Вид-во НФАУ «Золоті сторінки», 2003. – 165 с.
5. Ленский А. С. Введение в биоорганическую и биофизическую химию / А. С. Ленский. – Москва : Высш. шк., 1989. – 256 с.
6. Лур'є Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лур'є. – Москва : Химия, 1990. – 454 с.
7. Пилипенко А. Т. Аналитическая химия : в 2 ч. / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. – Москва : Химия, 1990. – 846 с.
8. Практикум з аналітичної хімії : навчальний посібник / В. В. Болотов, Ю. В. Сич, О. Н. Свечнікова та ін. – Харків : Вид-во НФАУ «Золоті сторінки», 2003. – 240 с.
9. Равич–Щербо М. И. Физическая и коллоидная химия / М. И. Равич–Щербо, В. В. Новиков. – Москва : Высш. шк., 1997. – 255 с.
10. Фізична і колоїдна хімія / В. І. Кабачний, Л. К. Осипенко, Л. Д Грицан та ін. – Харків : Прапор, 1999. – 368 с.
11. Цитович И. К. Курс аналитической химии / И. К. Цитович. – Москва : Высш. шк., 1995. – 400 с.

### Додатковий

1. Більчук В.С. Тестові завдання з курсу «Біонеорганічна, фізикоколлоїдна та біоорганічна хімія» : навч. посібник/ В. С. Більчук, Л. І. Хмельникова, О. З. Бразалук. – Дніпропетровськ : ДДУ, 1999. – 115 с.
2. Біонеорганічна, фізикоколлоїдна і біоорганічна хімія / Л. О. Гоцуляк, О. О. Мардашко, С. Г. Єригова та ін. – Одеса : Одес. держ. мед. ун-т, 1999. – 248 с.
3. Государственная фармакопея СССР. – 11-е изд., доп. – Вып. 1. Общие методы анализа. – Москва : Медицина, 1987. – 336 с.
4. Государственная фармакопея СССР. – 11-е изд., доп. – Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – Москва : Медицина, 1989. – 400 с.
5. Захарченко В. Н. Коллоидная химия / В. Н. Захарченко. – Москва : Высш. шк., 1989. – 237 с.
6. Набиванець Б. Й. Аналітична хімія природного середовища / Б. Й. Набиванець, В. В. Сухан, Л. В. Карабіна. – К. : Либідь, 1996. – 305 с
7. Основы аналитической химии : учеб. для вузов : в 2 кн. / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. – М. : Высш. шк., 1996. – Кн. 1. – 383 с.; Кн. 2. – 461 с.
8. Чмиленко Ф. О. Біоаналітична, біофізикоколлоїдна, біоорганічна хімія / Ф. О. Чмиленко, Л. І. Хмельникова та ін. – Дніпропетровськ : ДДУ, 1998. – 184 с.
9. Чмиленко Ф. О. Медична та біоорганічна хімія : навч. посібник / Ф. О. Чмиленко, О.З. Бразалук, Л. І. Хмельникова. – Дніпропетровськ : ДДУ : ДДМА, 2007.
10. Шаповалов В. А. Физико-химические методы анализа лекарственных средств : учеб. пособие / В. А. Шаповалов, В. П. Черных, С. Н. Коваленко. – Харьков : Изд-во НФАУ «Оригинал», 2006. – 255 с.

# ДОДАТОК

Таблиця 1

## Розчинність основ, кислот та солей у воді

Катіони	Аніони												
	OH <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
H <sup>+</sup>	-	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	н	р
NH <sup>4+</sup>	-	р	р	р	р	-	р	р	р	р	р	-	р
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Mg <sup>2+</sup>	м	н	р	р	р	р	н	р	р	н	н	н	р
Ca <sup>2+</sup>	м	н	р	р	р	м	н	м	р	н	н	н	р
Ba <sup>2+</sup>	р	м	р	р	р	р	н	н	р	н	н	н	р
Al <sup>3+</sup>	н	м	р	р	р	-	-	р	р	н	-	н	м
Cr <sup>3+</sup>	н	н	р	р	р	-	-	р	р	н	-	н	р
Zn <sup>2+</sup>	н	м	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
Mn <sup>2+</sup>	н	м	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup>	н	р	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
Fe <sup>2+</sup>	н	н	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
Fe <sup>3+</sup>	н	н	р	р	р	-	-	р	р	н	н	н	р
Cd <sup>2+</sup>	н	р	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
Hg <sup>2+</sup>	-	-	р	м	н	н	н	р	р	н	н	-	р
Cu <sup>2+</sup>	н	н	р	р	р	н	н	р	р	н	н	н	р
Ag <sup>+</sup>	-	р	н	н	н	н	н	м	р	н	н	н	р
Sn <sup>2+</sup>	н	р	р	р	р	н	-	р	-	н	-	-	р
Pb <sup>2+</sup>	н	н	м	м	н	н	н	н	р	н	н	н	р

**Примітка.** р – розчинна речовина; м – малорозчинна речовина; - - речовина не існує; н – нерозчинна речовина.

Електрохімічний ряд напруг металів

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Cr, Zn, Fe, Co, Sn, Pb, H<sub>2</sub>, Cu, Hg, Ag, Au

→ хімічна активність зменшується →

Ряд електронегативності неметалів

Si, As, H, P, Se, I, C, S, Br, Cl, N, O, F

→ посилення електронегативності →

**Термодинамічні властивості деяких речовин, що застосовуються  
у медицині та фармації**

Речовина або йон	Стан	$\Delta H_{298}^0$	$\Delta G_{298}^0$	$S_{298}^0$
AgCl	кр	-127	-109,7	96,1
AgNO <sub>3</sub>	кр	-123	-32,2	141
Ba <sup>2+</sup>	aq	-538	-561	12,6
BaSO <sub>4</sub>	кр	-1464	-1353	132
Br <sub>2</sub>	р	0	0	152
Br <sub>2</sub>	г	30,7	3,1	240
CaO	кр	-636	-601	40
CaCl <sub>2</sub>	кр	-795	-750	144
CaCl <sub>2</sub>	aq	-877	-815	55
CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	кр	-2600	-	-
CaCO <sub>3</sub>	кр	-1207	-1129	93
Cl <sub>2</sub>	г	0	0	223
H <sub>2</sub>	г	0	0	131
H <sub>2</sub> O	р	-286	-238	70
H <sub>2</sub> O	г	-242	-229	189
KBr	кр	-392	-380	96
KBr	aq	-372	-385	183
KCl	кр	-436	-408	83
KCl	aq	-419	-414	158
KI	кр	-328	-322	104
KI	aq	-307	-334	212
KNO <sub>3</sub>	кр	-492	-393	133
KNO <sub>3</sub>	aq	-458	-393	290
I <sub>2</sub>	кр	0	0	116
H <sub>2</sub> S	г	-20	-33	206
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	aq	-907	-742	17
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	aq	-886	-753	127
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	aq	-907	-742	17,2

**Примітка.**  $\Delta H_{298}^0$  – стандартна теплота утворення речовини, кДж/моль;  $\Delta G_{298}^0$  – стандартна зміна енергії Гіббса при утворенні складної речовини, кДж/моль;  $S_{298}^0$  – стандартна ентропія речовини, Дж/моль · К; кр – кристалічний стан; р – рідкий стан; г– газоподібний стан; аq– речовина у водному розчині.

Таблиця 3

**Показники заломлення спирто-водних розчинів при температурі 20 °С**

Концентрація спирту, %	Показник заломлення	Концентрація спирту, %	Показник заломлення
1	1,33345	17	1,34209
2	1,33400	17	1,34270
3	1,33440	19	1,34330
4	1,33493	20	1,34390
5	1,33535	21	1,34452
6	1,33587	22	1,34512
7	1,33641	23	1,34573
8	1,33700	24	1,34634
9	1,33760	25	1,34697
10	1,3380	40	1,35500
11	1,33870	45	1,35700
12	1,33924	50	1,35900
13	1,33977	55	1,36060
14	1,34043	60	1,36180
15	1,34096	65	1,36300
16	1,34158	70	1,36380

Таблиця 4

Значення  $\lambda_{\infty}^{+}$  і  $\lambda_{\infty}^{-}$  при 25°C для деяких катіонів і аніонів

Катіони	$\lambda_{\infty}^{+}$ См·см <sup>2</sup>	Аніон	$\lambda_{\infty}^{-}$ См·см <sup>2</sup>
H <sup>+</sup>	349,8	OH <sup>-</sup>	198,3
K <sup>+</sup>	73,5	Cl	76,35
N(C <sub>3</sub> H <sub>11</sub> ) <sub>4</sub> <sup>+</sup>	17,4	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	40,9
Na <sup>+</sup>	50,1	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	52,0

Таблиця 5

Питома електрична провідність  $\chi$  водних розчинів

Концентрація розчину KCl, моль/дм <sup>3</sup>	$\chi$ , См/см, при температурі, °C				
	5	10	15	20	25
1,000	0,07414	0,08319	0,09252	0,10207	0,11180
0,1000	0,00822	0,00933	0,01048	0,01167	0,01288

ДЛЯ ПОДАТОК

Навчальне видання

**Подплетня** Олена Анатоліївна, **Хмельникова** Людмила Іванівна

# Аналітична, фізколоїдна хімія та метрологія

Навчальний посібник

Редактор *О. О. Котова*

Комп'ютерна верстка *Ю. М. Волошин*

Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Ум. друк. арк. 13,95. Обл.-вид. арк. 14,05.

Тираж \_\_\_\_\_ пр. Зам. № \_\_\_\_\_ .

Друкарня ТОВ «Роял Принт»

пр. Кірова, 91, м. Дніпропетровськ, 49054.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4121 від 27.07.2011 р.