

МОЗ України  
Запорізький державний медичний університет  
Кафедра аналітичної хімії

**КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ.  
ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

**Модуль 2**

**ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ТА ХРОМАТОГРАФІЧНІ  
МЕТОДИ АНАЛІЗУ**

**Змістовий модуль 4**

Навчально-методичний посібник  
для студентів 2 курсу  
спеціальності «Фармація»

Запоріжжя - 2017

Навчально-методичний посібник склали:

доктор фармацевтичних наук, професор С. О. Васюк;

кандидат фармацевтичних наук А. С. Коржова;

кандидат фармацевтичних наук Н. О. Нагорна;

кандидат фармацевтичних наук Ю. М. Жук.

Рецензенти:

доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри органічної та біоорганічної хімії С. І. Коваленко;

доктор фармацевтичних наук, професор, завідувач кафедри токсикологічної та неорганічної хімії А. І. Панасенко.

Навчально-методичний посібник затверджено:

на засіданні Циклової методичної комісії фізико-хімічних дисциплін  
Запорізького державного медичного університету (протокол № \_\_\_\_ від  
\_\_\_\_\_ р),

на засіданні Центральної методичної ради Запорізького державного  
медичного університету (протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ р).

## ВСТУП

Аналітична хімія вивчається згідно затвердженої типової програми 2010 року для студентів ВНЗ III-IV рівнів акредитації України для спеціальності 7.12020101 «Фармація».

Навчання здійснюється згідно з навчальним планом підготовки фахівців за спеціальністю «Фармація», затвердженим наказом МОЗ України № 542 від 08.07.2010 р. «Про внесення змін до Навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» кваліфікації «провізор» у вищих навчальних закладах IV рівня акредитації за спеціальністю «Фармація», затвердженого наказом МОЗ від 07.12.2009 № 930».

Згідно навчального плану аналітичну хімію вивчають в III та IV семестрах.

Програма дисципліни структурована на 2 модулі: модуль 1 - «Якісний аналіз», модуль 2 - «Кількісний аналіз. Інструментальні методи аналізу».

Модуль 2 складається з п'яти змістовних модулів:

1. Титриметричні методи аналізу. Кислотно-основне титрування.
2. Окисно-відновне титрування.
3. Осаджувальне титрування. Комплексиметричне титрування.

Гравіметричний аналіз.

4. «Оптичні методи аналізу».
5. «Електрохімічні та хроматографічні методи аналізу».

## ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Застосування *електрохімічних методів* у кількісному аналізі базується на використанні залежностей величин вимірюваних параметрів електрохімічних процесів (різниця електричних потенціалів, струм, кількість електрики) від вмісту визначуваної речовини у аналізованому розчині, яка бере участь у даному електрохімічному процесі.

### Класифікація електрохімічних методів аналізу

#### ***1. Класифікація, заснована на обліку природи джерела електричної енергії у системі***

а). *Методи без накладення зовнішнього (стороннього) потенціалу.* Джерелом електричної енергії служить сама електрохімічна система, що представляє собою гальванічний елемент. До таких методів належать *потенціометричні методи.*

б). *Методи з накладанням зовнішнього (стороннього) потенціалу.* До таких методів відносяться:

– *кондуктометричний аналіз* – заснований на вимірюванні електричної провідності розчинів;

– *вольтамперометричний аналіз* – заснований на вимірюванні струму;

– *кулонометричний аналіз* – заснований на вимірюванні кількості електрики, що пройшла через розчин;

– *електрогравіметричний аналіз* – заснований на вимірюванні маси продукту електрохімічної реакції.

#### ***2. Класифікація за способом застосування електрохімічних методів***

Розрізняють прямі і непрямі методи.

а). *Прямі методи.* Вимірюють електрохімічний параметр як відому функцію концентрації розчину і за показаннями відповідного вимірювального приладу знаходять вміст визначуваної речовини у розчині.

б). *Непрямі методи* – це методи титрування, у яких закінчення титрування фіксують на основі вимірювання електричних параметрів системи.

У відповідності з цією класифікацією розрізняють *пряму кондуктометрію і кондуктометричне титрування, пряму потенціометрію і потенціометричне титрування* тощо.

## ПОТЕНЦІОМЕТРІЯ

**Потенціометричний аналіз (потенціометрія)** заснований на використанні залежності електрорушійної сили (ЕРС) електрохімічної комірки від концентрації (активності) визначуваної речовини в аналізованому розчині.

Така залежність описується рівнянням Нернста:

$$E_p = E^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \lg a, \text{ де}$$

$E_p$  – вимірювана ЕРС реакції;

$E^0$  – стандартна ЕРС реакції (різниця стандартних електродних потенціалів);

$n$  – число електронів, які беруть участь у напівреакції;

$a$  – активність визначуваної речовини (іона).

### Класифікація потенціометричних методів аналізу

За призначенням потенціометричний метод аналізу ділиться на *пряму потенціометрію і потенціометричне титрування*.

Метод *прямої потенціометрії* заснований на точному вимірі величини електродного потенціалу та знаходженні за рівнянням Нернста концентрації (активності) потенціалвизначаючого іона в розчині.

**Потенціометричне титрування** – спосіб визначення об'єму титранту, витраченого на титрування визначуваної речовини в аналізованому розчині, шляхом вимірювання ЕРС (в процесі титрування) за допомогою гальванічного ланцюга, складеного з індикаторного електрода і електрода порівняння. Кінець титрування фіксують за різкої зміни ЕРС вимірюваного ланцюга.

### **Криві потенціометричного титрування**

Для визначення точки еквівалентності у потенціометричному титруванні застосовують графічні й розрахункові методи. Найбільш прийнятним є метод побудови кривих титрування.

## Заняття № 14

**1. ТЕМА: Електрохімічні методи аналізу. Потенціометричний аналіз. Потенціометричне титрування**

**2. ЦІЛЬ: Вивчити теоретичні основи потенціометричного методу аналізу. Навчитися застосовувати пряму потенціометрію й потенціометричне титрування у кількісному аналізі**

**3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:**

3.1. Засвоїти сутність і класифікацію потенціометричних методів аналізу.

3.2. Вивчити принцип методу прямої потенціометрії, застосовувані електроди. Навчитися вимірювати рН розчинів, визначати концентрацію аналізованого розчину.

3.3. Вивчити принцип потенціометричного титрування, застосовувані електроди. Навчитися розраховувати значення реального потенціалу у різні моменти титрування (кисотно-основного, осаджувального, окислювально-відновного і комплексиметричного), будувати криві титрування.

**4. ПЛАН І ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:**

4.1. Організаційний момент .....	5 хв
4.2. Постановка мети заняття та мотивація вивчення теми заняття (вступне слово викладача) .....	5 хв
4.3. Виявлення вихідного рівня знань.....	20 хв
4.4. Корекція вихідного рівня знань.....	30 хв
4.5. Організація самостійної роботи студентів (цільові вказівки викладача, техніка безпеки) .....	5 хв
4.6. Лабораторна робота.....	100 хв
4.7. Підсумковий контроль: перевірка результатів лабораторної роботи та протоколів .....	10 хв
4.8. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття .....	5 хв

## 5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Повторити з курсу якісного аналізу: добуток розчинності малорозчинного сильного електроліту, вплив добавок електролітів на розчинність малорозчинного сильного електроліту, розрахунок значень рН сильних і слабких кислот і основ, буферних систем.

5.2. Вивчити програмний матеріал за даною темою, користуючись рекомендованою літературою і лекціями.

### Навчальні питання для самопідготовки студентів

1. Сутність і класифікація потенціометричних методів аналізу.
2. Типи електродів у потенціометрії (електроди першого роду, електроди другого роду, окислювально-відновні, мембранні електроди).
3. Пряма потенціометрія. Що лежить у основі прямих потенціометричних визначень?
4. Електроди порівняння та індикаторні електроди у потенціометрії. Залежність їх потенціалу від концентрації (активності) потенціаловизначаючих іонів.
5. Пряме потенціометричне визначення рН розчинів, застосовувані електроди, електродні електрохімічні процеси.
6. Сутність потенціометричного титрування, можливості методу, його переваги і недоліки.
7. Типи хімічних реакцій, що застосовуються у потенціометричному титруванні. Індикаторні електрохімічні реакції. Вимоги, що пред'являються до даних реакцій.

### 5.3. Розв'язати задачі:

**Задача 1.** При температурі  $298,15^{\circ}\text{K}$  потенціал водневого електрода, зануреного у досліджуваний розчин, дорівнює  $-0,118\text{ В}$ . Вирахувати рН і концентрацію іонів водню цього розчину.



Відповідь:  $\text{pH} = 2$ ;  $[\text{H}^+] = 10^{-2}$  моль/л.

**Задача 2.** Розрахувати значення реального потенціалу системи на початку стрибка, у точці еквівалентності та у кінці стрибка при потенціометричному титруванні 100 мл 0,1000 М розчину хлороводневої кислоти 0,1000 М розчином гідроксиду натрію. Індикаторний електрод – хінгідронний,  $E^0_{\text{хін}} = 0,705$  В при 20°C.

Відповідь: 0,469 В; 0,292 В; 0,115 В.

**Задача 3.** В результаті потенціометричного титрування 0,05000 н. розчину солі Мора 0,05000 н. розчином дихромата калію відтитровано 99,9% катіонів заліза. Чому дорівнює рівноважний потенціал у цій точці стрибка? Індикаторний електрод – платиновий, стандартний – нормальний водневий.

Відповідь: 0,947 В.

**Задача 4.** При потенціометричному титруванні 0,1000 М розчину нітрату срібла 0,1000 М розчином хлориду натрію у точці еквівалентності рівноважний потенціал системи дорівнює 0,511 В. Визначити добуток розчинності хлориду срібла і концентрацію катіонів срібла. Індикаторний електрод – срібний, стандартний – хлорсрібний.

Відповідь:  $1,59 \cdot 10^{-10}$ ;  $1,26 \cdot 10^{-5}$ .

#### 5.4. Опрацювати тестові завдання.

##### Література:

1. Васильєв В.П. Аналітична хімія. В 2 кн. Кн. 2. Фізико-хімічні методи аналізу. – М.: Дрофа, 2002. – С. 179-211.
2. Лур'є Ю.Ю. Довідник з аналітичної хімії. – 5-е вид., перероб. і доп. – М.: Хімія, 1979. – 480 с.

3. Основи аналітичної хімії / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева й ін. / Під ред. Ю.А. Золотова. – М.: Вищ. шк., 2002. –С.120-151.

4. Пономарьов В.Д. Аналітична хімія. У 2 кн. Кн. 2. – М. : Вища школа, 1982. – С. 219-228.

5. Практикум з аналітичної хімії. За заг. ред. В.Д. Пономарьова, Л.І. Іванової. - М. : Вища школа, 1983. – С. 220-226.

6. Харитонов Ю.Я. Аналітична хімія (аналітика). У 2 кн. Кн. 2. Кількісний аналіз. Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу. - М. : Вища школа, 2001. – С. 447-457.

## 6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

### Визначення рН розчинів

Для визначення рН складають комірку зі скляного індикаторного електрода і хлорсрібного електрода порівняння.

Методика роботи. Попередньо іономер універсальний ЕВ-74 налаштовують за інструкцією. Електроди перед зануренням у буферні розчини ретельно промивають дистильованою водою, а залишки води з електродів видаляють фільтрувальним папером. В окремих порціях буферного розчину вимірюють рН. Виконують кілька паралельних вимірювань.

Отримані результати записують у таблицю:

Досліджуваний розчин	Значення рН		
	рН <sub>1</sub>	рН <sub>2</sub>	рН <sub>ср.</sub>

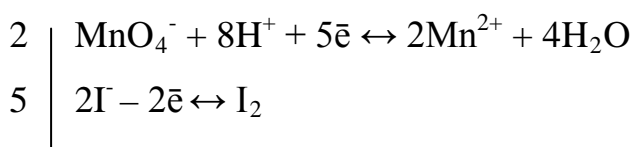
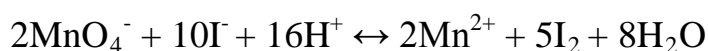
## 2. Визначення масової частки (в%) розчину йодиду калію

Спосіб титрування – прямий.

Метод титрування – окремих наважок.

Електроди – хлорсрібний (стандартний),  
платиновий (індикаторний).

Хімізм реакції:



Попередні розрахунки:

$$M(\text{KI}) = 166,0 \text{ г/моль};$$

$$f_e(\text{KI}) = 1;$$

$$M_e(\text{KI}) = f_e(\text{KI}) \cdot M(\text{KI}) = 166,0 \cdot 1 = 166,0 \text{ г/моль}.$$

Методика роботи. Точну наважку досліджуваного розчину йодиду калію 5,00 мл поміщають в хімічний стакан об'ємом 50 мл і додають 7,5 мл 1 М розчину сірчаної кислоти. Стакан поміщають на столик магнітної мішалки, опускають електроди і при безперервному помішуванні титрують 0,1000 н. розчином перманганату калію. Реєструють реальний редокс-потенціал за допомогою універсального іонміра ЕВ-74, використовуючи систему електродів: індикаторний - платиновий, порівняння - хлорсрібний.

Перше титрування – орієнтовне (грубе).

У процесі титрування реагент (0,1000 н. розчин КМnO<sub>4</sub>) додають по 1,00 мл. Після введення в систему титранту, розчин перемішують за допомогою магнітної мішалки протягом 30 с і реєструють величину редокс-потенціалу.

Орієнтовне титрування дає можливість визначити приблизний об'єм титранту, що буде витрачений на титрування.

Друге титрування – точне.

До початку стрибка редокс-потенціалу визначуваної системи титрант (0,1000 н. розчин  $\text{KMnO}_4$ ) прибавляють по 1,00 мл, а в межах стрибка потенціалу – по 0,10 мл. Це дає можливість точно зафіксувати ТЕ проведеного титрування.

Результати титрування записують в таблицю:

$V(\text{KMnO}_4)$ , мл	$E_p$ , мВ	$\Delta V$ , мл	$\Delta E$ , мВ	$\Delta E/\Delta V$

Результати потенціометричного титрування використовують для побудови інтегральної і диференціальної кривих титрування.

За кривими титрування розраховують об'єм перманганату калію, витрачений на титрування досліджуваного розчину, і розраховують вміст йодиду калію в розчині за формулою:

$$\omega_{(\text{KI})} = \frac{V_{(\text{KMnO}_4)} \cdot C_{(\text{KMnO}_4)} \cdot K_p \cdot M_{\text{Э}(\text{KI})} \cdot 100}{a_{(\text{KI})} \cdot 1000}.$$

## ІОНООБМІННА ХРОМАТОГРАФІЯ

**Іонообмінна хроматографія** заснована на оборотному обміні іонів, що містяться у розчині, на іони, що входять до складу сорбенту (іонообмінника).

Іоніти, обмінюються катіонами розчину, називаються *катіонітами*, а іоніти, що обмінюються аніонами розчину – *аніонітами*. Відомі також амфотерні іоніти (амфоліти), здатні обмінюватися з розчином як катіонами, так і аніонами.

### Класифікація іонітів

#### *Катіоніти:*

1. Сильнокислотні містять групи  $-\text{SO}_3\text{H}$ . Вони здатні до обміну іонів у кислому, нейтральному і лужному середовищі.

2. Слабокислотні містять групи  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$  та ін. Спроможні до обміну іонів при  $\text{pH} > 7$ .

#### *Аніоніти:*

1. Сильноосновні – містять четвертинні амонієві або піридинові групування ( $-\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$ ). Здатні до обміну іонів у кислому, лужному і нейтральному середовищах.

2. Слабоосновні містять групи  $-\text{NH}_3\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2(\text{CH}_3)\text{OH}$ . Обмін відбувається при  $\text{pH} < 7$ .

#### *Катіонний обмін:*



#### *Аніонний обмін:*



В Н-формі катіоніти і у ОН-формі аніоніти відповідно містять у здатному до обміну стані тільки іони водню або гідроксилу. У сольових

формах іони водню замінені катіонами металів або органічних основ, а аніони гідроксили – аніонами кислот.

*Обмінна ємність іонітів (питома ємність)* – характеризує здатність іонітів до іонного обміну. Вона визначається числом моль обмінюваних іонів, що припадають на 1 г сухого іоніту або на 1 мл ( $1 \text{ см}^3$ ) набряклого іоніту.

### **Застосування іонообмінної хроматографії**

Іонообмінну хроматографію використовують для поділу електролітів, їх очищення від домішок, вилучення та концентрування, отримання кислот, основ, солей, для виділення рідкоземельних металів, для опріснення води і кількісного визначення речовин, у тому числі лікарських.

## Заняття № 15

**1. ТЕМА: Хроматографічні методи аналізу. Визначення вмісту солей лужних металів у розчинах методом іонообмінної хроматографії. Тонкошарова хроматографія**

**2. ЦІЛЬ: Вивчити сутність методів хроматографії. Здобути уміння практично застосовувати метод іонообмінної і тонкошарової хроматографії у хімічному аналізі**

### 3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:

3.1. Засвоїти сутність хроматографічних методів аналізу.

3.2. Сформувати вміння застосовувати метод тонкошарової хроматографії у аналізі речовин.

3.3. Сформувати вміння застосовувати метод іонообмінної хроматографії у кількісному аналізі різних речовин.

### 4. ПЛАН І ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:

4.1. Організаційний момент .....	5 хв
4.2. Постановка мети заняття та мотивація вивчення теми заняття (вступне слово викладача) .....	5 хв
4.3. Виявлення вихідного рівня знань.....	20 хв
4.4. Корекція вихідного рівня знань.....	30 хв
4.5. Організація самостійної роботи студентів (цільові вказівки викладача, техніка безпеки) .....	5 хв
4.6. Лабораторна робота.....	100 хв
4.7. Підсумковий контроль: перевірка результатів лабораторної роботи та протоколів .....	10 хв
4.8. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття .....	5 хв

## 5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:

5.1. Вивчити програмний матеріал за даною темою, користуючись рекомендованою літературою і лекціями.

### Навчальні питання для самопідготовки студентів

1. Класифікація хроматографічних методів аналізу за механізмом поділу, агрегатним станом фаз, по техніці виконання експерименту. Область їх застосування та значення у фармації.

2. Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Реакції іонного обміну, що проходять на катіонітах і аніонітах. Іонообмінна рівновага. Константа іонного обміну.

3. Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Кінетика іонного обміну. Обмінна ємність, підготовка іонітів і хроматографічних колонок до роботи. Область застосування іонообмінної хроматографії.

4. Які сорбенти застосовують у іонообмінній хроматографії? Вимоги, що пред'являються до сорбентів. Хімічна природа іонообмінників (катіонітів, аніонітів).

5. На чому ґрунтується визначення концентрації розчину натрію хлориду методом іонообмінної хроматографії? Напишіть рівняння іонного обміну і рівняння процесу титрування продуктів іонного обміну з титрантом.

6. Тонкошарова хроматографія. Сутність і можливості хроматографії у якісному і кількісному аналізі індивідуальних речовин і сумішей.

### 5.2. Розв'язати задачі:

**Задача 1.** Для визначення концентрації електроліту 10,00 мл розчину помістили у мірну колбу ємністю 100,0 мл, довели водою до мітки; 10,00 мл розчину пропустили через колонку з катіонітом у  $H^+$  - формі. Елюат і



промивні води зібрали у стакан і відтитрували потенціометрично 0,1000 М розчином NaOH, витративши V (мл) розчину титранту.

Розрахувати концентрацію електроліту (г/л) за наступними даними:

Електроліт .....	KNO <sub>3</sub>	NaNO <sub>3</sub>	CuSO <sub>4</sub>	NiSO <sub>4</sub>
VNaOH, мл.....	1,98	2,15	1,67	0,89

Відповідь: 20,02; 18,27; 13,33; 6,89 г/л.

**Задача 2.** Визначити вміст (у% і г) хлориду натрію у наважці масою 2,0000 г, яка розчинена у мірній колбі ємністю 100,0 мл. Для аналізу взято 10,00 мл розчину і внесено у колонку з катіонітом у H<sup>+</sup>- формі.

Весь елюат і промивні води зібрали у колбу і відтитрували по метиловому оранжевому 0,1000 М розчином NaOH (K<sub>п</sub> = 1,020). На титрування витратили 15,00 мл розчину титранту.

Відповідь: 44,71%, 0,8940 г.

## 5.5. Опрацювати тестові завдання.

### Література:

1. Васильєв В.П. Аналітична хімія. В 2 кн. Кн. 2. Фізико-хімічні методи аналізу. – М.: Профа, 2002. – С. 292-342.
2. Лур'є Ю.Ю. Довідник з аналітичної хімії. – 5-е вид., перероб. і доп. – М.: Хімія, 1979. – 480 с.
4. Пономарьов В.Д. Аналітична хімія. У 2 кн. Кн. 2. – М.: Вища школа, 1982. – С. 271-274.
5. Практикум з аналітичної хімії. За заг. ред. В.Д. Пономарьова, Л.І. Іванової. - М.: Вища школа, 1983. – С. 242-252.
6. Харитонов Ю.Я. Аналітична хімія (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Кількісний аналіз. Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу. – М.: Вища школа, 2001. – С. 402-446.

## 6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

### 1. Визначення масової частки (γ%) хлориду натрію

#### 1. Підготовка хроматографічної колонки

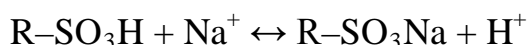
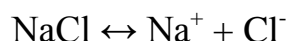
Колонку встановлюють у строго вертикальному положенні. Кран закривають і колонку на  $\frac{1}{2}$  наповнюють дистильованою водою. Потім підготовлений сорбент змивають, одночасно відкриваючи кран. Потрібно стежити, щоб між зернами сорбенту у колонці не затримувалися бульбашки повітря. Решту бульбашок повітря, можна видалити, пропускаючи через колонку від низу до верху струмінь води. Коли шар сорбенту досягає висоти 8-10 см, закривають кран і поверх сорбенту розміщують тампон з ватою, котрий перешкоджає спливанню зерен сорбенту. Над ватним тампоном завжди повинен бути шар рідини не менше 1 см. За допомогою гвинтового крана регулюють швидкість витікання води з колонки 20-25 крапель у хв (при цьому потрібно доливати у колонку дистильовану воду і стежити, щоб її рівень не опускався нижче ватного тампона).

#### 2. Приготування розчину аналізованої речовини

5,00 мл отриманої лабораторної проби розчину хлориду натрію за допомогою мірної піпетки переносять у мірну колбу на 100,0 мл, доводять дистильованою водою до мітки і ретельно перемішують.

#### 3. Хроматографування аналізованої проби

Хімізм реакції:



Методика роботи. 10,00 мл розчину, приготованого по п. 2, мірної піпеткою переносять у хроматографічну колонку при відкритому крані, підтримуючи швидкість витікання 20 - 25 крапель у хв. Колонку промивають

дистильованою водою до нейтральної реакції по метиловому оранжевому, для чого відбирають у порцелянову чашку 1 краплю розчину з колонки і додають індикатор. Жовте забарвлення індикатора показує повноту промивання колонки. Витікаючу рідину (елюат) збирають у конічну колбу на 250 мл.

#### 4. Титрування елюата і розрахунок вмісту натрію хлориду

Спосіб титрування – прямий.

Метод титрування – піпетування.

Хімізм реакції:



Попередні розрахунки:

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ г/моль};$$

$$f_e(\text{NaCl}) = 1;$$

$$M_e(\text{NaCl}) = f_e(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 58,44 \cdot 1 = 58,44 \text{ г/моль}.$$

Методика роботи. До елюату у конічну колбу додають 2 краплі індикатора фенолфталеїну і титрують 0,1 М розчином натрію гідроксиду до рожевого забарвлення розчину.

Масову частку хлориду натрію в уже згадуваному розчині розраховують за формулою:

$$\omega_{(\text{NaCl})} = \frac{V_{(\text{NaOH})} \cdot C_{M(\text{NaOH})} \cdot K_{\text{п}} \cdot M_{\text{Э}(\text{NaCl})} \cdot V_{\text{к}} \cdot 100}{a_{(\text{NaCl})} \cdot V_{\text{п}} \cdot 1000}$$

## **2. Аналіз суміші аніонів (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>)**

### **методом тонкослойної хроматографії (ТСХ)**

Методика роботи: в 2-3 см від краю пластинки на лінію старту за допомогою капіляра наносять 1 краплю аналізованої проби (суміш 0,5 М

розчинів KCl, KBr, KI) і по 1 краплі розчинів KCl, KBr, KI, як еталонних «свідків», з інтервалом в 1,5-2 см. Плями висушують на повітрі і пластинку поміщають в хроматографічну камеру, насичену парами розчинника: ацетон-н-бутанол-концентрований розчин аміаку-вода (65:20:10:5) вертикально або під наклоном.

По мірі просування рідкої фази на пластинці відбувається поділ суміші речовин, і компоненти, що розділяються утворюють на пластинці окремі зони (плями). Коли фронт розчинника підніметься на 10 см від лінії старту, пластинку виймають з камери, висушують на повітрі і проявляють плями розчином нітрату срібла. Після висушування пластинки проводять ідентифікацію плям, тобто визначають, якій сполуці відповідає кожна з плям розділеної суміші. Для цього розраховують величини їх коефіцієнтів рухливості  $R_f$  і порівнюють з  $R_f$  еталонних плям «свідків».

$R_f$  розраховується за рівнянням:

$$R_f = \frac{x}{L}, \text{ де}$$

$x$  – відстань від лінії старту до центру плями;

$L$  – відстань, пройдену за цей же час розчинником.

## Заняття № 16

**1. ТЕМА:** Семінарське заняття за розділами «Електрохімічні і хроматографічні методи аналізу»

**2. ЦІЛЬ:** Перевірити знання студентів з розділами і вміння застосовувати отримані знання в кількісному аналізі хімічних сполук та лікарських засобів

**3. ЦІЛЬОВІ ЗАВДАННЯ:**

3.1. Провести підсумковий картковий контроль і індивідуальну співбесіду зі студентами по вивченим розділам.

3.2. Перевірити вміння студентів обґрунтовано вибирати методіку аналізу запропонованої хімічної сполуки і вміння вирішувати розрахункові задачі.

3.3. Дати оцінку ведення протоколу лабораторних робіт.

**4. ПЛАН І ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ЗАНЯТТЯ:**

4.1. Організаційний момент.....	5 хв
4.2. Дати оцінку ведення протоколу лабораторних робіт .....	30 хв
4.3. Виявлення рівня знань (письмовий контроль).....	50 хв
4.4. Підсумковий контроль: співбесіда, перевірка зошитів самопідготовки, лекцій, протоколів .....	90 хв
4.5. Заключне слово викладача, вказівки до наступного заняття.....	5 хв

**5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ:**

5.1. Повторити теоретичний матеріал, вирішення розрахункових задач за темами 22-24.

5.2. Вивчити програмний матеріал за даною темою, користуючись рекомендованою літературою та лекціями.

## Навчальні питання для самопідготовки студентів

### *Електрохімічні методи аналізу*

Класифікація електрохімічних методів аналізу. Методи без накладення і з накладенням зовнішнього потенціалу: прямі та непрямі електрохімічні методи.

### *Потенціометричний аналіз (потенціометрія)*

1. Класифікація електродів, що застосовують у потенціометричному методі: за механізмом утворення потенціалу, за родом оборотності, за призначенням.

2. Електроди порівняння та індикаторні електроди в потенціометрії. Залежність їх потенціалу від концентрації (активності) потенціалвизначаючих іонів. Вказати найбільш поширені електроди порівняння.

3. Іоноселективні мембранні електроди. Відмінність їх механізму дії від електрохімічних електродів.

4. Електрохімічні реакції. Вимоги, що пред'являються до них. Навести приклади електрохімічних реакцій.

5. Пряма потенціометрія (іонометрія). Основи методу і його класифікація. Індикаторні електроди. Способи визначення концентрації речовин у методі іонометрії.

6. Прямі потенціометричного визначення рН розчинів. Застосовувані електроди. Електродні електрохімічні процеси.

7. Потенціометричне титрування. Його сутність. Можливості методу. Переваги потенціометричного титрування перед хімічними титриметричними методами.

8. Криві потенціометричного титрування (інтегральна, диференціальна і за методом Грана). Принцип їх побудови і визначення точки еквівалентності.

9. Приклади застосування потенціометричного титрування при кількісному визначенні речовин, що володіють кислотно-основними властивостями. Привести розрахунки значень рівноважного потенціалу у різні моменти титрування (до ТЕ, у ТЕ, після ТЕ).

10. Навести приклади застосування потенціометричного титрування речовин, що вступають у реакцію осадження. Привести розрахунки значень рівноважного потенціалу для стрибка титрування.

11. Навести приклади потенціометричного титрування речовин, що володіють окислювально-відновними властивостями. На прикладі титрування пероксиду водню перманганатом калію розрахувати рівноважний потенціал системи у точці еквівалентності.

#### *Кондуктометричний аналіз (кондуктометрія)*

1. Принцип методу, основні поняття. Зв'язок концентрації розчинів електролітів з їх електричною провідністю.

2. Пряма кондуктометрія. Визначення концентрації аналізованого розчину за даними електропровідності (розрахунковий метод, метод градуювального графіка).

3. Кондуктометричне титрування. Суть методу. Типи кривих кондуктометричного титрування. Переваги методу кондуктометрії.

#### *Полярографічний аналіз (полярографія)*

1. Принцип методу. Полярографічна хвиля та її характеристика. Фактори, що впливають на величину потенціалу напівхвилі.

2. Полярографічний аналіз. Способи визначення концентрації речовин. Умови проведення полярографічного аналізу. Застосування методу у фармацевтичному аналізі.

#### *Амперометричне титрування*

1. Сутність методу. Умови проведення амперометрического титрування.  
2. Криві амперометричного титрування. Застосування методу у фармацевтичному аналізі.

#### *Кулонометричний аналіз*

1. Принцип методу. Пряма кулонометрія. Сутність прямої кулонометрії при постійному потенціалі. Спосіб визначення кількості електрики, що пройшла через розчин в прямій кулонометрії.  
2. Кулонометричне титрування, умови проведення. Індикація точки еквівалентності. Застосування кулонометричного титрування в хімічному і фармацевтичному аналізі.

#### *Хроматографічні методи аналізу*

1. Класифікація хроматографічних методів аналізу за механізмом поділу, агрегатним станом фаз, за технікою виконання експерименту. Область їх застосування та значення у фармації.  
2. Теорія хроматографії: теорія теоретичних тарілок і кінетична теорія.

#### *Іонообмінна хроматографія.*

1. Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Реакції іонного обміну, що проходять на катіонітах і аніонітах. Іонообмінна рівновага. Константа іонного обміну.



2. Теоретичні основи іонообмінної хроматографії. Кінетика іонного обміну. Обмінна ємність. Підготовка іонітів і хроматографічних колонок до роботи. Область застосування іонообмінної хроматографії.

3. Які сорбенти застосовують в іонообмінній хроматографії? Вимоги, що пред'являються до сорбентів. Хімічна природа іонообмінників (катионітів, аніонітів).

4. На чому ґрунтується визначення концентрації розчину натрію хлориду методом іонообмінної хроматографії? Написати рівняння іонного обміну і рівняння процесу титрування продуктів іонного обміну з титрантом.

5. Поняття про іонну, іон-парну і лігандообмінну хроматографію.

*Тонкошарова і паперова хроматографія.*

Застосування в кількісному аналізі. Навести приклади.

*Газова (газорідинна та газоадсорбційна) хроматографія.*

1. Сутність методу. Поняття про теорію методу. Параметри утримування. Параметри поділу (ступінь поділу, коефіцієнт поділу, число теоретичних тарілок).

2. Хроматографічні колонки і детектори газової хроматографії.

3. Практика методу. Методи кількісної обробки хроматограм (абсолютного калібрування, внутрішнього стандарту, внутрішньої нормалізації).

Застосування методу у фармацевтичному аналізі.

*Високоєфективна рідинна хроматографія.* Суть методу. Застосування методу у фармації.

### **5.3. Опрацювати тестові завдання.**

### Література:

1. Васильєв В.П. Аналітична хімія. В 2 кн. Кн. 2. Фізико-хімічні методи аналізу. – М.: ПРОфа, 2002. – С. 160-246, 292-342.
2. Лур'є Ю.Ю. Довідник з аналітичної хімії. – 5-е вид., перероб. і доп. – М.: Хімія, 1979. – 480 с.
3. Основи аналітичної хімії / Ю.А.Золотов, Е.Н.Дорохова, В.И.Фадєєва й ін. / Під ред. Ю.А.Золотова. – М.: Вищ. шк.,2002. – С.120-198.
4. Пономарьов В.Д. Аналітична хімія. У 2 кн. Кн. 2. – М. : Вища школа, 1982. – С. 219-228, 271-274.
6. Харитонов Ю.Я. Аналітична хімія (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Кількісний аналіз. Фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу. – М.: Вища школа, 2001. – С. 402-510.

**ПИТАННЯ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗА  
ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМИ ТА ХРОМАТОГРАФІЧНИМИ  
МЕТОДАМИ АНАЛІЗУ**

**Тестові завдання до заняття № 14**

1. Для потенціометричних вимірювань використовують:

- A. Поляриметри.
- B. Кулонометри.
- C. Полярографи.
- D. Потенціометри.\*
- E. Рефрактометри.

2. Вкажіть метод інструментального аналізу, в основі якого лежить вимір різниці електричних потенціалів, що виникає між індикаторним та стандартним електродами, зануреними в розчин з визначуваною речовиною:

- A. Потенціометрія.\*
- B. Кулонометрія.
- C. Кондуктометрія.
- D. Вольтамперометрія.
- E. Полярографія.

3. У потенціометричному методі аналізу застосовують електроди, що розрізняються за родом оборотності на електроди першого та другого роду. Вкажіть електрод першого роду:

- A. Ртутний.\*
- B. Іоноселективний.
- C. Хлорсрібний.
- D. Скляний.
- E. Каломельний.

4. У потенціометричному методі аналізу застосовують електроди, що розрізняються за родом оборотності на електроди першого та другого роду.

Вкажіть електрод другого роду:

А. Каломельний.\*

В. Срібний.

С. Ртутний.

Д. Мідний.

Е. Платиновий.

5. Значення рівноважного потенціалу розраховують за рівнянням:

А. Ільковича.

В. Нікольського.

С. Релея.

Д. Нернста.\*

Е. Больцмана.

6. Хінгідронний електрод є:

А. Переносником електронів.

В. Чутливим до концентрації іонів водню.\*

С. Чутливим до концентрації катіонів.

Д. Чутливим до концентрації аніонів.

7. Платиновий електрод є:

А. Переносником електронів.\*

В. Чутливим до концентрації іонів водню.

С. Чутливим до концентрації катіонів.

Д. Чутливим до концентрації аніонів.

8. Скляний електрод є:

- A. Переносником електронів.
- B. Чутливим до концентрації іонів водню.\*
- C. Чутливим до концентрації катіонів.
- D. Чутливим до концентрації аніонів.

9. Сурм'яний електрод є:

- A. Переносником електронів.
- B. Чутливим до концентрації аніонів.
- C. Чутливим до концентрації катіонів.
- D. Чутливим до концентрації іонів водню.\*

10. Вкажіть індикаторний електрод для проведення потенціометричного окислювально-відновного титрування:

- A. Платиновий.\*
- B. Ртутний.
- C. Скляний.
- D. Водневий.
- E. Хінгідронний.

11. Вкажіть основні вимоги, запропоновані до індикаторних електрохімічних реакцій:

- A. Заміна однієї індикаторної реакції, що протікає до точки еквівалентності, іншою, що протікає після точки еквівалентності.\*
- B. Достатня швидкість реакції.
- C. Стехіометричність.
- D. Незворотність.
- E. Можливість фіксування точки кінця титрування.

12. Диференційоване визначення  $\Gamma$  і  $\text{Cl}^-$  іонів в їх суміші проводять титруванням 0,05 М стандартним розчином нітрату срібла зі срібним

індикаторним електродом. Вкажіть електрод, який використовується в якості електрода порівняння:

- A. Насичений каломельний електрод. \*
- B. Хінгідронний.
- C. Платиновий.
- D. Скляний.
- E. Ртутний.

13. Приготувати форміатний буферний розчин і визначити рН за допомогою іонміра EB-74. В якості індикаторного електрода використали:

- A. Скляний.\*
- B. Каломельний.
- C. Срібний.
- D. Платиновий.
- E. Хлорсрібний.

14. При визначенні рН розчину в якості індикаторного електрода застосовують:

- A. Скляний.\*
- B. Платиновий.
- C. Ртутний.
- D. Хлорсрібний.
- E. Мідний.

15. При аргентометричному титруванні бромідів зі потенціометричним фіксуванням точки кінця титрування в якості індикаторного електрода застосовують:

- A. Срібний.\*
- B. Хлорсрібний.
- C. Ртутний.

Д. Скляний.

Е. Хінгідронний.

16. При потенціометричному титруванні сульфата заліза стандартним розчином перманганату калію в якості індикаторного електрода застосовують:

А. Платиновий.\*

В. Каломельний.

С. Водневий.

Д. Скляний.

Е. Хінгідронний.

17. Вказати з яких електродів слід скласти гальванічний елемент для потенціометричного титрування із використанням реакцій кислотно-основної взаємодії:

А. Платиновий і каломельний.

В. Каломельний і хлорсрібний.

С. Водневий і сурм'яний.

Д. Скляний і хлорсрібний.\*

Е. Водневий і хінгідронний.

18. Вказати з яких електродів слід скласти гальванічний елемент для потенціометричного титрування із використанням реакцій окисно-відновної взаємодії:

А. Платиновий і хлорсрібний.\*

В. Каломельний і хлорсрібний.

С. Срібний і платиновий.

Д. Скляний і хлорсрібний.

Е. Платиновий і хінгідронний.

19. Вказати з яких електродів слід скласти гальванічний елемент для потенціометричного титрування із використанням реакцій осадження:

- А. Платиновий і каломельний.
- В. Каломельний і хлорсрібний.
- С. Водородний і хлорсрібний.
- Д. Срібний і хлорсрібний.\*
- Е. Водневий і каломельний.

20. Потенціометричний метод аналізу заснований на вимірюванні електродного потенціалу та знаходження залежності його величини від концентрації, ТОМУ ЩО величина електродного потенціалу залежить від активності компонентів оборотної окисно-відновної системи:

- А. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*
- В. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- С. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.
- Д. 1-Невірно.    2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- Е. 1-Невірно.    2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

21. При потенціометричному титруванні слабких кислот як індикаторний використовують скляний електрод, ТОМУ ЩО він є рН-залежним:

- А. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*
- В. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- С. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.
- Д. 1-Невірно.    2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- Е. 1-Невірно.    2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

22. При потенціометричному титруванні сильних кислот як індикаторний використовують платиновий електрод, ТОМУ ЩО він реагує на зміну концентрації іонів водню:

- А. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.



- В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.\*

23. При потенціометричному титруванні слабких кислот як індикаторний використовують сурм'яний електрод, ТОМУ ЩО він є рН-залежним:

- А. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
 В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

24. При потенціометричному титруванні сумішей кислот як індикаторний використовують ртутний електрод, ТОМУ ЩО він не реагує на зміну концентрації іонів водню:

- А. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.  
 В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.\*  
 Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

25. При потенціометричному титруванні галогенідів в якості індикаторного використовують срібний електрод, ТОМУ ЩО він є рН-залежним:

- А. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.  
 В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.\*  
 Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

26. При потенціометричному титруванні галогенідів в якості стандартного використовують хлорсрібній електрод, ТОМУ ЩО його потенціал постійний:

- A. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*
- B. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.
- C. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.
- D. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.
- E. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

27. При потенціометричному титруванні галогенідів в якості стандартного можна використовувати каломельний електрод, ТОМУ ЩО його потенціал постійний:

- A. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*
- B. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.
- C. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.
- D. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.
- E. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

28. При потенціометричному меркурOMETричному титруванні галогенідів у якості індикаторного можна використати ртутний електрод, ТОМУ ЩО він не реагує на концентрацію іонів ртуті:

- A. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.
- B. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.
- C. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.\*
- D. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.
- E. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

29. При потенціометричному аргентометричному титруванні галогенідів у якості індикаторного використовують срібний електрод, ТОМУ ЩО він відноситься до електродів першого роду:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.
- B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.\*
- C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.
- D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

30. При потенціометричному титруванні окислювально-відновних систем у якості стандартного використовують хлорсрібній електрод, ТОМУ ЩО його потенціал постійний:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*
- B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.
- D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

31. При потенціометричному титруванні окислювально-відновних систем у якості індикаторного використовують хлорсрібній електрод, ТОМУ ЩО його потенціал постійний:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.
- B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.
- D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.\*
- E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

32. При потенціометричному титруванні окислювально-відновних систем у якості індикаторного використовують платиновий електрод, ТОМУ ЩО його потенціал постійний:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.  
 B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.\*  
 D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

33. При потенціометричному титруванні окислювально-відновних систем як індикаторний можна використати платинові електрод, ТОМУ ЩО він є переносником електронів:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*  
 B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.  
 D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

34. Інтегральна крива потенціометричного титрування є графічним зображенням:

- A. Функції потенціалу від об'єму титранту.\*  
 B. Функції відношення  $\Delta E/\Delta V$  від об'єму титранту.  
 C. Функції відношення  $V/\Delta E$  від об'єму титранту.  
 D. Функції відношення  $\Delta^2 E/\Delta V^2$  від об'єму титранту.  
 E. Функції відношення  $\Delta E^2/\Delta V$  від об'єму титранту.

35. Диференціальна крива потенціометричного титрування може являти собою графічне зображення:

- A. Функції відношення  $\Delta E/\Delta V$  від об'єму титранту.\*  
 B. Функції потенціала від об'єму титранту.  
 C. Функції відношення  $V/\Delta E$  від об'єму титранту.  
 D. Функції відношення  $E/V$  від об'єму титранту.  
 E. Функції відношення  $\Delta E^2/\Delta V$  від об'єму титранту.

36. Диференціальна крива потенціометричного титрування може являти собою графічне зображення:

- A. Функції відношення  $\Delta E/V$  від об'єму титранту.
- B. Функції потенціалу від об'єму титранту.
- C. Функції відношення  $V/\Delta E$  від об'єму титранту.
- D. Функції відношення  $\Delta^2 E/\Delta V^2$  від об'єму титранту.\*
- E. Функції відношення  $\Delta E^2/\Delta V$  від об'єму титранту.

37. Крива потенціометричного титрування за методом Грана є графічним зображенням:

- A. Функції відношення  $\Delta E/\Delta V$  від об'єму титранту.
- B. Функції потенціалу від об'єму титранту.
- C. Функції відношення  $\Delta V/\Delta E$  від об'єму титранту.\*
- D. Функції відношення  $\Delta E^2/\Delta V^2$  від об'єму титранту.
- E. Функції відношення  $\Delta E^2/\Delta V$  від об'єму титранту.

### Тестові завдання до заняття № 15

1. Хроматографічні методи аналізу розрізняють за механізмом поділу компонентів. Підберіть відповідний механізм поділу для адсорбційної хроматографії:

- A. Різниця у адсорбційній спорідненості хроматографіруємих речовин до адсорбенту.\*
- B. Процес перерозподілу хроматографіруємих речовин між двома фазами.
- C. Процес зворотного обміну іонами хроматографіруємої речовини і сорбенту.
- D. Різниця у розчинності утворюючихся малорозчинних сполук.
- E. Поділ, обумовлений відпоідними окислювально-відновними потенціалами хроматографіруємих речовин.

2. Хроматографічні методи аналізу розрізняють за механізмом поділу компонентів. Підберіть відповідний механізм поділу для розподільчої хроматографії:

А. Процес перерозподілу хроматографіруємих речовин між двома фазами.\*

В. Різниця у адсорбційній спорідненості хроматографіруємих речовин до адсорбенту.

С. Процес зворотного обміну іонами хроматографіруємої речовини і сорбенту.

Д. Різниця у розчинності утворюючихся малорозчинних сполук.

Е. Поділ, обумовлений відпоідними окислювальньо-відновними потенціалами хроматографіруємих речовин.

3. Хроматографічні методи аналізу розрізняють за механізмом поділу компонентів. Підберіть відповідний механізм поділу для осадочної хроматографії:

А. Різниця у розчинності утворюючихся малорозчинних сполук.\*

В. Різниця у адсорбційній спорідненості хроматографіруємих речовин до адсорбенту.

С. Процес перерозподілу хроматографіруємих речовин між двома фазами.

Д. Процес зворотного обміну іонами хроматографіруємої речовини і сорбенту.

Е. Поділ, обумовлений відпоідними окислювальньо-відновними потенціалами хроматографіруємих речовин.

4. Хроматографічні методи аналізу розрізняють за механізмом поділу компонентів. Підберіть відповідний механізм поділу для іонообмінної хроматографії:

А. Процес зворотного обміну іонами хроматографіруємої речовини і сорбенту.\*

В. Різниця у розчинності утворюючихся малорозчинних сполук.

С. Різниця у адсорбційній спорідненості хроматографіруємих речовин до адсорбенту.

Д. Процес перерозподілу хроматографіруємих речовин між двома фазами.

Е. Поділ, обумовлений відпоідними окислювально-відновними потенціалами хроматографіруємих речовин.

5. Хроматографічні методи аналізу розрізняють за механізмом поділу компонентів. Підберіть відповідний механізм поділу для окислювально-відновної хроматографії:

А. Поділ, обумовлений відпоідними окислювально-відновними потенціалами хроматографіруємих речовин.\*

В. Процес зворотного обміну іонами хроматографіруємої речовини і сорбенту.

С. Різниця у розчинності утворюючихся малорозчинних сполук.

Д. Різниця у адсорбційній спорідненості хроматографіруємих речовин до адсорбенту.

Е. Процес перерозподілу хроматографіруємих речовин між двома фазами.

6. Хроматографічні методи аналізу розрізняють за механізмом взаємодії сорбенту і сорбата. Підберіть відповідний механізм поділу для адсорбційно-комплексоутворюючої хроматографії:

А. На утворення координаційних сполук різної стійкості в фазі або на поверхні сорбенту. \*

В. На різній здатності речовин до іонного обміну.

С. На відмінності в адсорбованості речовин твердим сорбентом.

Д. На різній розчинності речовин, що розділяються в нерухомій фазі.

Е. На утворенні відрізняючихся по розчинності осадів поділюваних речовин з сорбентом.

7. Переміщення зони хроматографіруемого компонента встановлюється за величиною  $R_f$ , тому що  $R_f$  визначається як:

А. Відношення відстані, пройденої речовиною, до відстані, пройденої розчинником. \*

В. Відношенням відстані, пройденої речовиною до 10 см.

С. Відстані, пройденої речовиною за певний інтервал часу.

Д. Відношенням відстані, пройденої розчинником до відстані, пройденої речовиною.

Е. Відстані, пройденої речовиною від лінії старту.

8. Вкажіть найбільш оптимальний хроматографічний метод кількісного визначення натрію хлориду:

А. Іонообмінна хроматографія. \*

В. Тонкошарова хроматографія.

С. Паперова хроматографія.

Д. Газорідинна хроматографія.

Е. Адсорбційна хроматографія.

9. Підберіть стаціонарну фазу для методу тонкошарової хроматографії:

А. Оксид алюмінію. \*

В. Поліетиленгліколь.

С. Іонообмінна смола.

Д. Азот.

Е. Вода.

10. Підберіть стаціонарну фазу для методу іонообмінної хроматографії:



- A. Іонообмінна смола. \*
- B. Поліетиленгліколь.
- C. Оксид алюмінію.
- D. Азот.
- E. Силікагель.

11. У якості сорбентів у тонкошаровій хроматографії можуть бути використані нижче перераховані речовини, крім:

- A. Іонообмінні смоли. \*
- B. Активоване вугілля.
- C. Оксид алюмінію.
- D. Силікагель.
- E. Подрібнена целюлоза.

12. Для регенерації катіонітів використовують розчин:

- A. Азотної кислоти.
- B. Оцтової кислоти.
- C. Хлорної кислоти.
- D. Хлороводневої кислоти. \*
- E. Борної кислоти.

13. Для регенерації аніонітів використовують розчин:

- A. Карбонату амонію.
- B. Карбонату натрію. \*
- C. Гідроксиду амонію.
- D. Гідроксиду барію.
- E. Карбонату кальцію.

14. Для регенерації аніонітів використовують розчин:

- A. Карбонату амонію.

- В. Гідроксиду амонію.
- С. Гідроксиду натрію. \*
- Д. Гідроксиду барію.
- І. Карбонату кальцію.

15. Обмінна ємність іонітів (питома ємність) характеризує здатність іонітів до іонного обміну. Вона залежить від:

- А. Природи і числа іоногенних груп у іоніті. \*
- В. Об'єму елюента.
- С. Висоти колонки.
- Д. Природи елюента.
- Е. рН елюента.

16. Кінетична теорія хроматографії запропонована:

- А. Нікольським.
- В. Смолом.
- С. Ван-Деемтером. \*
- Д. Ільковичем.
- Е. Гельферихом.

17. Величина константи іонного обміну не залежить від:

- А. Природи сорбенту.
- В. Рідкої фази.
- С. Обмінюючихся іонів.
- Д. Заряду обмінюючихся іонів.
- Е. Об'єму елюата. \*

18. На величину  $R_f$  впливають умови експерименту, тип хроматографічного паперу, природа речовин і природа розчинника, ТОМУ ЩО при сталості зазначених параметрів хроматографування значення  $R_f$  визначається тільки індивідуальними властивостями компонента:

- A. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
B. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
C. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
D. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
E. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

19. Чим більше різниця у величинах  $R_f$  поділюваних речовин, тим ефективніше їх поділ, ТОМУ ЩО відмінність величин  $R_f$  може бути використано для поділу і якісного виявлення речовин:

- A. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
B. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
C. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
D. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
E. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

20. Переміщення зони хроматографованого компонента встановлюється за величиною  $R_f$ , ТОМУ ЩО коефіцієнт  $R_f$  визначається як відношення відстані, пройденої речовиною, до відстані, пройденої розчинником:

- A. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
B. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
C. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
D. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
E. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

21. Повна обмінна ємність конкретного іоніту є величиною постійною, ТОМУ ЩО у ідеальних умовах вона залежить лише від природи самого іоніту:

- A. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
B. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
C. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.

Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

22. На величину  $R_f$  не впливають умови проведення хроматографічного експерименту, ТОМУ ЩО коефіцієнт  $R_f$  є якісною характеристикою індивідуальної речовини:

А. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.

В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.

С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.\*

Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

### Тестові завдання до заняття № 16

1. Для вольтамперометричних вимірювань використовують:

А. Поляриметри.

В. Кулонометри.

С. Полярографи.\*

Д. Потенціометри.

Е. Рефрактометри.

2. Для кулонометричних вимірювань використовують:

А. Поляриметри.

В. Кулонометри.\*

С. Полярографи.

Д. Потенціометри.

Е. Рефрактометри.

3. Вкажіть метод інструментального аналізу, в основі якого лежить залежність величини струму, що протікає через осередок, від значення потенціалу, прикладеного до електродів:

А. Вольтамперометрія.\*

В. Кулонометрія.

С. Потенціометрія.

Д. Поляриметрія.

Е. Кондуктометрія.

4. Вкажіть метод, заснований на вимірюванні електропровідності аналізованих розчинів, що змінюється в результаті хімічних реакцій:

А. Кондуктометрія.\*

В. Потенціометрія.

С. Поляррографія.

Д. Кулонометрія.

Е. Амперометрія.

5. Вкажіть метод аналізу, заснований на вимірюванні кількості електрики, витраченої на електроліз певної кількості речовини:

А. Кулонометрія.\*

В. Амперометрія.

С. Потенціометрія.

Д. Поляррографія.

Е. Кондуктометрія.

6. Вкажіть метод аналізу, заснований на використанні залежності сили струму, що протікає при електролізі розчину, від концентрації електродноактивних речовин в уже згадуваному розчині:

А. Кулонометрія.

В. Амперометрія.

С. Потенціометрія.

Д. Полярографія.\*

Е. Кондуктометрія.

7. Взаємозв'язок між кількістю електрики, що протікає через розчин, і масою речовини, що виділяється під час електролізу, встановлюється законом:

А. Вавилова.

В. Стокса-Ломмеля.

С. Снелліуса.

Д. Бернара.

Е. Фарадея.\*

8. Визначення кінцевої точки титрування в кулонометрії можна проводити:

А. Індикаторним способом.

В. Спектрофотометрично.

С. Електрохімічно.

Д. Всіма перерахованими способами.\*

9. Пряма кулонометрія застосовується для визначення:

А. Електроактивних речовин.\*

В. Електроннеактивних речовин.

С. І тих, і інших.

Д. Ні тих, ні інших.

10. Кулонометрическое титрование Применяется для определения:

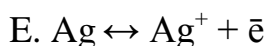
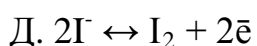
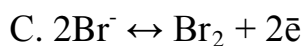
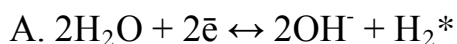
А. Електроактивних речовин.

В. Електроннеактивних речовин.

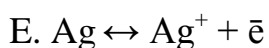
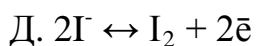
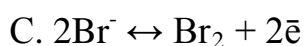
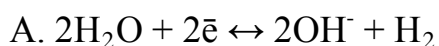
С. І тих, і інших.\*

Д. Ні тих, ні інших.

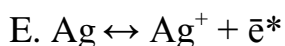
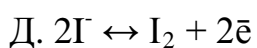
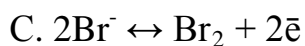
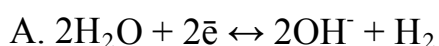
11. При кулонометричному титруванні кислот використовують наступну реакцію, що протікає на генераторному електроді:



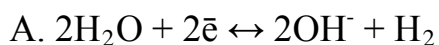
12. При кулонометричному титруванні лугів використовують наступну реакцію, що протікає на генераторному електроді:

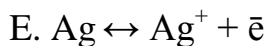
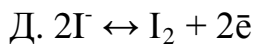
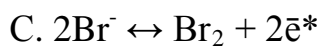


13. При кулонометричному титруванні галогенідів використовують наступну реакцію, що протікає на генераторному електроді:

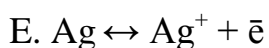
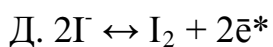
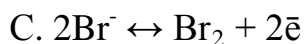
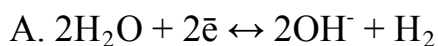


14. При кулонометричному титруванні фенолів використовують наступну реакцію, що протікає на генераторному електроді:





15. При кулонометричному титруванні тіосульфату натрію використовують наступну реакцію, що протікає на генераторному електроді:



16. Який із електрохімічних методів титрування дозволяє виключити стандартизацію титранту:

A. Амперометричний.

B. Потенціометричний.

C. Кулонометричний. \*

D. Кондуктометричний.

E. Жоден із перерахованих.

17. Основними умовами проведення кулонометричного титрування є:

A. Надлишок допоміжного реагенту (~ 1000-кратний).

B. Величина постійного струму повинна бути менше величини дифузного струму допоміжного реагенту щоб уникнути протікання реакції за участю фонового електроліту.

C. Точно фіксувати початок і кінець відліку часу.

D. Точно фіксувати величину сили струму.

E. Всі перераховані. \*



18. Для отримання електрогенерованих титрантів в кулонометрії можна використовувати:

- А. Розчинник.
- В. Уведений реагент.
- С. Матеріал генераторного електрода.
- Д. Все перераховане. \*

19. Питома електропровідність залежить від:

- А. Природи електроліту.
- В. Природи розчинника.
- С. Концентрації розчину.
- Д. Температури.
- Е. Всього перерахованого.\*

20. У прямій кондуктометрії концентрацію речовини в аналізованому розчині визначають за результатами вимірювань:

- А. Питомої електропровідності. \*
- В. Еквівалентної електропровідності.
- С. Питомої теплоємності.
- Д. Питомого опору.
- Е. Величиною потенціалу.

21. У кондуктометричному титруванні можна використовувати наступні типи реакцій:

- А. Кислотно-основні.
- В. Редокс.
- С. Осаджувальні.
- Д. Комплексоутворюючі.
- Е. Всі перераховані. \*

22. Під час проведення полярографічного аналізу використовують наступні два параметри, отримані при розгляді полярограм:

- А. Залишковий струм і граничний струм.
- В. Потенціал напівхвилі і потенціал виділення.
- С. Потенціал напівхвилі і дифузний струм. \*
- Д. Граничний струм і висота полярографічної хвилі.
- Е. Потенціал виділення і дифузний струм.

23. Під час проведення полярографічного аналізу використовують залежність від концентрації аналізованого розчину наступного параметра полярограми:

- А. Залишковий струм.
- В. Потенціал напівхвилі.
- С. Дифузний струм. \*
- Д. Граничний струм.
- Е. Потенціал виділення.

24. При знаходженні концентрації визначуваної речовини в полярографічному аналізі методом добавок стандарту використовують формулу:

А.  $\frac{h_x \cdot C_{ст.}}{h_{ст.}}$

В.  $K \cdot C_x$

С.  $K = 607 \cdot n \cdot D^{1/2} \cdot m^{2/3} \cdot t^{1/6}$

Д.  $C_x = \frac{h \cdot C_{ст.}}{\Delta h} *$

Е.  $K \cdot C_{ст.}$

25 При знаходженні концентрації визначуваної речовини в полярографічному аналізі методом стандартних розчинів використовують формулу:

A.  $\frac{h_x \cdot C_{ст.}}{h_{ст.}} *$

B.  $K \cdot C_x$

C.  $K = 607 \cdot n \cdot D^{1/2} \cdot m^{2/3} \cdot t^{1/6}$

D.  $C_x = \frac{h \cdot C_{ст.}}{\Delta h}$

E.  $K \cdot C_{ст.}$

26. Під час проведення полярографічного аналізу слід дотримуватися наступних умов:

A. Введення фонового електроліту.

B. Видалення кисню, розчиненого в аналізованому розчині.

C. Термостатування полярографічної комірки.

D. Концентрація фонового електроліту повинна бути вище концентрації полярографічно активної речовини не менше ніж в 100 разів.

E. Всі перераховані. \*

27. Недоліком методу полярографії є:

A. Можливість визначення декількох речовин в суміші без попереднього поділу.

B. Похибка аналізу  $\pm 2\%$ .

C. Можливість аналізу забарвлених розчинів.

D. Чутливість методу  $10^{-5}$  -  $10^{-6}$ .

E. Токсичність і легка окислюваність ртуті в присутності речовин-окислювачів. \*

28. Для проведення амперометричного титрування не використовують наступні хімічні реакції:

- A. Осаджувальні.
- B. Редокс.
- C. Комплексоутворюючі.
- D. Кислотно-основні. \*

29. Основною умовою кулонометрії є 100% -ний вихід за струмом, ТОМУ ЩО при цьому не вся кількість електрики витрачається тільки на електроліз даної речовини:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.
- B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.\*
- D. 1-Невірно.    2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- E. 1-Невірно.    2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

30. У методі кулонометрії потрібно приготування, стандартизація і зберігання титранту, ТОМУ ЩО він безперервний утворюється при електролізі і відразу ж витрачається в реакції з визначуваною речовиною:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.
- B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.
- C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.
- D. 1-Невірно.    2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.\*
- E. 1-Невірно.    2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

31. Зі збільшенням концентрації розчину електроліту його питома електропровідність спочатку зростає, ТОМУ ЩО спочатку зі збільшенням концентрації електроліту зростає число струмпереносних частинок як для сильних, так і для слабких електролітів:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*

- В. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 С. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

32. Зі збільшенням концентрації розчину електроліту його питома електропровідність, пройшовши через максимум, зменшується, ТОМУ ЩО в міру зростання концентрації розчину збільшуються його в'язкість і електростатичні взаємодія між іонами:

- А. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*  
 В. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 С. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

33. Кількісне кондуктометричне визначення слід проводити при постійній температурі, ТОМУ ЩО еквівалентна електропровідність розчину електроліту при нескінченному розведенні дорівнює сумі рухомостей іонів, віднесених до одиничного заряду (відповідно до закону незалежного руху іонів Кольрауша):

- А. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.  
 В. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.\*  
 С. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

34. При кондуктометричному титруванні розчину сильної кислоти електропровідність титруємого розчину до точки еквівалентності сильно зменшується, ТОМУ ЩО в реакції витрачаються катіони водню з високою рухливістю:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*  
 B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.  
 D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

35. При високочастотному кондуктометричному титруванні можливо аналізувати агресивні середовища, ТОМУ ЩО електроди поміщаються на зовнішній стороні кондуктометричної комірки:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*  
 B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.  
 D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

36. Полярографічний аналіз дозволяє відкривати речовини, що відновлюються, при їх сумісній присутності в розчині, якщо різниця між значеннями їх потенціалів півхвилі становить не менше 0,2 В, ТОМУ ЩО величина дифузного струму залежить від концентрації речовини:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.  
 B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.\*  
 C. 1-Вірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.  
 D. 1-Невірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.  
 E. 1-Невірно.      2-Невірно.      Зв'язок – Невірно.

37. В амперометричному титруванні не використовують реакції кислотно-основної взаємодії, ТОМУ ЩО вони не призводять до видалення визначуваного іона:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*  
 B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.

- С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

38. Під час проведення амперометричного титрування не потрібно термостатування полярографічної комірки (на відміну від отримання полярограм), ТОМУ ЩО кінець титрування визначають не за абсолютним значенням дифузного струму, а за різкої зміни його розміру:

- А. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
 В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
 Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
 Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

39. Підберіть стаціонарну фазу для методу газо-рідинної хроматографії:

- А. Поліетиленгліколь. \*  
 В. Оксид алюмінію.  
 С. Іонообмінна смола.  
 Д. Азот.  
 Е. Силікагель.

40. Підберіть стаціонарну фазу для методу паперової хроматографії:

- А. Вода. \*  
 В. Поліетиленгліколь.  
 С. Оксид алюмінію.  
 Д. Іонообмінна смола.  
 Е. Азот.

41. У газорідинній хроматографії аналізовані речовини вводять в потік газу-носія, який повинен відповідати вимогам:

А. Інертністю по відношенню до нерухомої фази і аналізованих речовин.

\*

В. Високою теплопровідністю.

С. Великою молекулярною масою.

Д. Швидкістю руху за колонкою.

Е. Спорідненістю до нерухомої фази.

42. У газорідинній хроматографії аналізовані речовини вводять в потік газу-носія, який повинен відповідати вимогам:

А. Малою сорбіруємістю на матеріалах колонки і детектора. \*

В. Високою теплопровідністю.

С. Великою молекулярною масою.

Д. Швидкістю руху за колонкою.

Е. Спорідненістю до нерухомої фази.

43. Порядок розташування осадів на хроматограмі в методі осадової хроматографії залежить від наступних факторів:

А. Розчинності осадів. \*

В. Концентрації осаджувача.

С. Концентрації хроматографіруємих іонів.

Д. Характеру носія.

Е. Часу поділу.

44. До якого типу хроматографії відноситься метод газо-рідинної хроматографії (ГРХ):

А. Розподільна хроматографії. \*

В. Осадова хроматографія.

С. Іонообмінна хроматографія.

Д. Окисно-відновна хроматографія.

Е. Адсорбційно-комплексуюча.



45. Які процеси лежать в основі поділу речовин в методі газо-рідинної-хроматографії (ГРХ):

- А. Абсорбція. \*
- В. Фільтрація.
- С. Іонний обмін.
- Д. Дифузія.
- Е. Адсорбція.

46. Підберіть стаціонарну фазу для методу газо-адсорбційної хроматографії:

- А. Поліетиленгліколь.
- В. Оксид алюмінію.
- С. Іонообмінна смола.
- Д. Азот.
- Е. Силікагель. \*

47. Температура хроматографічної колонки в ВЕРХ може бути:

- А. 20-70°C.
- В. 40-50°C.
- С. 20-90°C
- Д. 30-60°C.
- Е. 20-50°C.\*

48. Рухомою фазою в газовій хроматографії слугує:

- А. Поліетиленгліколь.
- В. Оксид алюмінію.
- С. Силікагель.
- Д. Ацетонітрил.
- Е. Гелій. \*

49. На використанні іонообмінного поділу з високочутливим кондуктометричним детектуванням заснована:

- A. Іон-парна хроматографія.
- B. Іонообмінна хроматографія.
- C. Іонна хроматографія. \*
- D. Лігандообмінна хроматографія.
- E. Газо-тверда хроматографія.

50. На використанні сорбентів на основі силікагелю з прищепленими алкільними групами  $C_8-C_{18}$  заснована:

- A. Іон-парна хроматографія. \*
- B. Іонообмінна хроматографія.
- C. Іонна хроматографія.
- D. Лігандообмінна хроматографія.
- E. Газо-тверда хроматографія.

51. Якісною характеристикою кожного компонента є час утримування, що залежить від:

- A. Природи хроматографіруємої речовини і ПФ.
- B. Швидкості проходження ПФ через колонку.
- C. Природи і маси НФ.
- D. Температури.
- E. Всього перерахованого. \*

52. У осадовій хроматографії компоненти суміші, що в результаті хімічної взаємодії з осаджувачем, що міститься в твердій фазі, утворюють малорозчинні осади, ТОМУ ЩО розташування осадів на хроматограмі залежить від концентрації осаджувача і хроматографіруємих іонів:

- A. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Вірно.\*
- B. 1-Вірно.      2-Вірно.      Зв'язок – Невірно.

- С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

53. Газохроматографічним методом можуть бути проаналізовані тільки летючі і термостабільні речовини, ТОМУ ЩО при розкладанні речовини на хроматограмі з'являються неправдиві піки, які стосуються продуктів розкладання.

- А. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.

54. Поділ компонентів в ВЕРХ засноване на відмінності їх коефіцієнтів розподілу між НФ і ПФ, ТОМУ ЩО в ВЕРХ обидві контактуючі фази - НФ і ПФ - рідини.

- А. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Вірно.\*  
В. 1-Вірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
С. 1-Вірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.  
Д. 1-Невірно. 2-Вірно. Зв'язок – Невірно.  
Е. 1-Невірно. 2-Невірно. Зв'язок – Невірно.