

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ

Чеботарьов О. М., Топоров С. В.,
Гузенко О. М., Снігур Д. В.

**АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ
КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ
(ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ)**

ПРАКТИКУМ
для самостійної роботи студентів
факультету хімії та фармації

ОДЕСА
ОНУ
2020

УДК 543.05:543.4:543.5

Ч-343

Рецензенти:

Н. Н. Муратов, кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичних основ хімії Одеського національного політехнічного університету;

А. С. Труба кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної хімії та хімічної екології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

Рекомендовано до друку науково-методичною радою

ОНУ імені І. І. Мечникова.

Протокол № 5 від 25.06.2020 р.

Чеботарьов О. М.

Ч 343 Аналітична хімія. Кількісний аналіз (тестові завдання): практикум для самостійної роботи студентів ф-ту хімії та фармації / О. М. Чеботарьов, С. В. Топоров, О. М. Гузенко, Д. В. Снігур. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2020. – 112 с.

Практикум складено відповідно до програми курсу «Аналітична хімія». Він містить тестові завдання, питання для самоконтролю студентів та рішення типових задач за темами: методи розділення та концентрування речовин, фізико-хімічні методи аналізу.

Може бути рекомендований для студентів природничих факультетів, які вчать за спеціальністю 102 «Хімія» та 014 «Середня освіта (Хімія)».

УДК 543.05:543.4:543.5

© Чеботарьов О. М., Топоров С.В., Гузенко О. М., Снігур Д. В., 2020

© Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2020

ЗМІСТ

	СТОР.
Вступ	4
Розділ 1. МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ ТА КОНЦЕНТРУВАННЯ	5
Тестові завдання	5
Рішення типових задач	32
Контрольні питання до розділу 1	37
Розділ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	39
2.1. СПЕКТРОСКОПІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	39
Тестові завдання	39
Рішення типових задач	59
Контрольні питання до розділу 2.1	60
2.2. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	61
2.2.1. ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	61
Тестові завдання	61
Рішення типових задач	80
2.2.2. ЕЛЕКТРОГРАВІМЕТРИЧНИЙ ТА КУЛОНОМЕТРИЧНИЙ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	84
Тестові завдання	84
Рішення типових задач	88
2.2.3. КОНДУКТОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	90
Тестові завдання	90
Рішення типових задач	94
2.2.4. ПОЛЯРОГРАФІЧНИЙ ТА АМПЕРОМЕТРИЧНИЙ МЕТОДИ АНАЛІЗУ	96
Тестові завдання	96
Рішення типових задач	103
Контрольні питання до розділу 2.2	104
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	109

ВСТУП

Аналітична хімія – це наука, яка розробляє теоретичні основи й методи хімічного аналізу. Практичним завданням аналітичної хімії є встановлення хімічного складу речовин або їх сумішей. В свою чергу, аналітична хімія, як одна з провідних дисциплін, останнім часом зазнала значних змін. Постійне зростання вимог до якості промислових матеріалів та продукції сільського господарства, розвиток науки поряд з необхідністю посилення контролю за станом навколишнього середовища, покращення діагностики захворювань людини та тварин – все це викликало появу та розробку цілого ряду прикладних завдань, які вимагають використання методів аналітичної хімії. Таким чином, знання методів аналітичної хімії необхідні практично у всіх сферах діяльності, а дисципліна «Аналітична хімія» в тому, чи іншому об'ємі має місце в навчальному процесі на різних природничих факультетах закладів вищої освіти.

Серед численних методів сучасної аналітичної хімії особливе місце посідають фізико-хімічні (інструментальні) методи аналізу, які свідчать про найтісніший взаємозв'язок всіх методів й ілюструють їх єдиний фундаментальний принцип – зв'язок між фізичною властивістю та кількістю визначуваної речовини.

В даних методичних вказівках викладено тестові завдання та рішення типових задач за темами: методи розділення та концентрування речовин, фізико-хімічні методи аналізу. Після кожного блоку подано запитання і завдання різної складності, робота над якими сприятиме глибшому засвоєнню учбового матеріалу.

РОЗДІЛ 1. МЕТОДИ РОЗДІЛЕННЯ ТА КОНЦЕНТРУВАННЯ

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Визначте методи розділення:

- А. Сорбція
- Б. Співосадження
- В. Мокре спалювання
- Г. Центрифугування
- Д. Екстракція
- Е. Випарювання
- Ж. Маскування

2. Визначте методи концентрування:

- А. Сорбція
- Б. Співосадження
- В. Мокре спалювання
- Г. Центрифугування
- Д. Екстракція
- Е. Випарювання
- Ж. Маскування

3. Якими кількісними характеристиками можна описати методи розділення та концентрування: (написати відповідні вирази)

- А. Відсотком вилучення
- Б. Повнотою осадження
- В. Коефіцієнтом концентрування
- Г. Коефіцієнтом розподілу

4. На чому засновані методи розділення та концентрування:

- А. На визначенні речовин
- Б. На співосажденні та маскуванні
- В. На переведенні речовин в інший агрегатний стан
- Г. На переведенні речовин в іншу фазу

5. В чому полягає хроматографічний метод розділення речовин?

- А. В переведенні речовини з водної фази в органічну.
- Б. В різниці поведінки компонентів суміші при перерозподілі їх між двома фазами, одна з яких стаціонарна, а друга має постійний направлений рух.
- В. В зміні концентрації речовин на межі розподілу фаз.
- Г. В розділенні та концентруванні речовин за допомогою сорбції в динамічних умовах.

6. Як називається процес, при якому речовини розподіляються між твердою і рідкою фазами?

- А. Екстракція
- Б. Маскування
- В. Сорбція
- Г. Твердофазна екстракція
- Д. Центрифугування
- Е. Хроматографія

7. Для успішного кількісного розділення речовин необхідно, щоб:

- А. Їх коефіцієнти розділення відрізнялись в 10^5 разів;
- Б. $D_A \cdot D_B \approx 1$
- В. Фактор вилучення речовин був максимальним
- Г. При умовах, зазначених в пунктах А и Б.

8. Закінчити формулювання: сорбційну здатність іоніту кількісно характеризує...

- А. Питома поверхня
- Б. Статична обмінна ємність
- В. Динамічна обмінна ємність
- Г. Розмір частинок іоніту

9. Вкажіть хімічні властивості іонітів

- А. Зернистість
- Б. Вологість
- В. Насипна маса
- Г. Іонообмінна ємність

10. Який іоніт використовується для повного знесолення води?

- А. Катіоніт
- Б. Аніоніт
- В. Амфоліт
- Г. Цеоліт

11. Вкажіть сорбенти, які застосовують для сорбції органічних речовин:

- А. Вуглець активований
- Б. Силікагель
- В. Катіоніти
- Г. Аніоніти
- Д. Al_2O_3

12. Серед вказаних речовин визначте ті, що можуть сорбувати аніони:

- А. Вуглець активований

- Б. Силікагель
- В. Катіоніти
- Г. NaCl
- Д. Al₂O₃
- Е. Аніоніт

13. Вкажіть сорбенти, які застосовують для сорбції іонів:

- А. Вуглець активований
- Б. Силікагель
- В. Катіоніти
- Г. Аніоніти
- Д. Al₂O₃

14. Серед вказаних речовин визначте ті, що можуть сорбувати катіони:

- А. Вуглець активований
- Б. Силікагель
- В. Катіоніти
- Г. NaCl
- Д. Al₂O₃
- Е. Аніоніт

15. Яка група відноситься до фіксованих іонів катіоніта?

- А. $\equiv\text{N}^+$
- Б. $-\text{SO}_3^-$
- В. $-\text{AsO}_3^{2-}$
- Г. $-\text{COO}^-$

16. Яка група відноситься до функціональних груп катіоніта?

- А. $-\text{NH}_2^+$

- Б. $-\text{SO}_3^-$
- В. $-\text{CO}_3^{2-}$
- Г. $-\text{COO}^-$

17. Серед вказаних речовин визначте ті, що можуть бути сорбентами:

- А. Вуглець активований
- Б. Силікагель
- В. Катіоніти
- Г. NaCl
- Д. Al_2O_3
- Е. CO_2

18. В яких випадках потрібно використовувати розділення речовин?

19. Вкажіть основні методи концентрування. Для чого потрібно концентрування?

20. Які методи розділення та концентрування не передбачають перетворення речовин?

21. Дайте визначення та приведіть приклади *абсолютного* та *відносного концентрування*.

22. Наведіть приклади методів розділення та концентрування, які ґрунтуються на перетворенні речовин.

23. Дайте визначення понять *розділення* та *концентрування*.

24. Дайте визначення *селективності* та *ємності*.

25. Дайте визначення коефіцієнтам розподілу та розділення.

27. Які умови необхідні для проходження екстракції?

- А. Речовина повинна бути більш розчинна в воді.

- Б. Речовина повинна бути більш розчинна в органічному розчиннику і бути електронейтральною
- В. В склад речовини не повинні входити гідрофільні групи
- Г. Умови, зазначені в Б та В.

28. Чи впливає рН на екстракцію комплексних сполук? Якщо так, то яким рівнянням можна виразити цей вплив?

- А. Не впливає
- Б. Впливає
- В. Впливає, $K = \frac{[H^+]_{\text{вод}}^n}{[HL]_{\text{орг}}}$.
- Г. $D = \frac{[ML_n]_{\text{орг}}}{[M^{n+}]_{\text{вод}} [H^+]}$

29. Екстракцію можна характеризувати константою.... Чому вона дорівнює?

- А. R_f
- Б. D
- В. α
- Г. $K_{\text{екс}}$
- Д. $R, \%$
- Е. $K_{\text{обм}}$

30. Розподіл компонента між двома фазами кількісно виражають коефіцієнтом... Чому він дорівнює?

- А. R_f
- Б. D
- В. α
- Г. K_p
- Д. $R, \%$
- Е. $K_{\text{обм}}$.

31. Повноту вилучення в іншу фазу виражають коефіцієнтом.....Чому він дорівнює?

- A. R_f
- Б. D_A
- В. α
- Г. K_p
- Д. $R, \%$
- Е. $K_{обм.}$

32. Чим відрізняються термодинамічна константа розподілу та коефіцієнт розподілу?

- А. Коефіцієнт розподілу не враховує форму знаходження речовини в різних фазах.
- Б. Константа розподілу не враховує форму знаходження речовини в різних фазах.
- В. Коефіцієнт розподілу характеризує кількісний розподіл речовин між двома фазами, а термодинамічна константа розподілу показує повноту вилучення речовини.
- Г. Коефіцієнт розподілу, на відміну від термодинамічної константи розподілу, не враховує форму знаходження речовини в різних фазах та іонну силу розчину.

33. Які компоненти можуть екстрагуватися?

- А. Катіони
- Б. Аніони
- В. Внутрікомплексні сполуки
- Г. Молекулярні речовини
- Д. Тверді речовини

Е. Газоподібні речовини

34. Як називається процес, при якому речовини розподіляються між стаціонарною та рухомою фазами?

А. Екстракція

Б. Випаровування

В. Сорбція

Г. Твердофазна екстракція

Д. Хроматографія

Е. Осадження

35. Як називається процес, при якому речовини переходить в тверду фазу?

А. Екстракція

Б. Маскування

В. Сорбція

Г. Твердофазна екстракція

Д. Центрифугування

Е. Осадження

36. Як називається процес, при якому речовини переходить в газоподібну фазу?

А. Екстракція

Б. Випаровування

В. Сорбція

Г. Твердофазна екстракція

Д. Центрифугування

Е. Осадження

37. Як називається процес захвату мікрокомпонентів розчину основним осадом?

- А. Розділення
- Б. Сорбція
- В. Концентрування
- Г. Співосадження
- Д. Випаровування

38. Як називається процес підвищення вмісту речовини в пробі?

- А. Розділення
- Б. Сорбція
- В. Концентрування
- Г. Співосадження
- Д. Випаровування

39. Як називається процес, при якому речовини розподіляються між двома рідкими фазами, які не змішуються?

- А. Екстракція
- Б. Маскування
- В. Сорбція
- Г. Твердофазна екстракція
- Д. Центрифугування

40. Кількісні характеристики екстракції.

41. Поясніть значення поняття: *виправлений час утримування* та вкажіть вид хроматографії, в якому це поняття застосовується.

42. Дайте визначення поняттям *екстрагент, екстракційний реагент, екстракт, реекстракт.*

43. Наведіть характеристику способів виконання екстракції.
44. За якими принципами класифікують хроматографічні методи?
45. Наведіть способи отримання хроматограм.
46. Суть та види газової хроматографії.
47. Назвіть носії, які найчастіше використовують в осадовій хроматографії.
48. Вкажіть параметр якісного аналізу в методі хроматографії на папері
- А. Площа плями
 - Б. Інтенсивність забарвлення плями
 - В. Коефіцієнт розподілення
 - Г. Час утримання
49. Розчинник в осадовій хроматографії повинен
- А. Розчиняти осад
 - Б. Не розчиняти осад
 - В. Десорбувати осад
 - Г. Не десорбувати осад
50. Що показує коефіцієнт R_f ?
- А. Відношення відстані, що пройшов фронт розчинника, до відстані, що пройшов компонент
 - Б. Відстань від лінії старту до середини зони компоненту
 - В. Різницю у відстанях від лінії старту до фронту розчинника і до середини зони компоненту
 - Г. Відношення відстані від лінії старту до середини зони компоненту до відстані, що пройшов фронт розчинника

51. Які границі зміни коефіцієнта R_f ?

- А. 1 – 10
- Б. 0 – 1
- В. 0 – 100
- Г. 1 – 100

52. Хроматографічна рухливість (R_f) виражається формулою.....

і застосовується при:

- А. Сорбції
- Б. Ідентифікації речовин
- В. Розділенні речовин
- Г. Маскуванні
- Д. Екстракції
- Ж. Виборі розчинників в екстракції

53. Які фактори найбільше впливають на коефіцієнт R_f ?

- А. Природа речовин, об'єм рухомої фази
- Б. Природа розчинника, концентрація речовин
- В. Природа речовин та розчинника, температура, сорт папіру
- Г. Геометричні параметри паперу, температура

54. Закінчити формулювання: при $R_f = 1$ компонент...

- А. Не переміщується по паперу
- Б. Досягає середини хроматограми
- В. Переміщується до 1/3 хроматограми
- Г. Просувається разом з розчинником

55. Що обмежує використання методу хроматографії на папері в аналітичній практиці?

- А. Значні витрати органічного розчинника

- Б. Складність проявлення зон компонентів, що аналізуються
- В. Трудомісткість аналізу
- Г. Можливість тільки напівкількісного аналізу

56. Розчинник в осадовій хроматографії повинен

- А. Розчиняти осади
- Б. Не розчиняти осади
- В. Десорбувати осади
- Г. Не десорбувати осади

57. Як розділяють суміші методом низхідної хроматографії

- А. Розчинник розташовують у верхню частину хроматографічної камери
- Б. Розчинник розташовують у нижню частину хроматографічної камери
- В. Суміш наносять у центр паперового кола
- Г. Суміш поперемінно обробляють двома розчинниками

58. За допомогою яких варіантів екстракції можливо вилучення іонів металу з водного розчину?

59. Які основні фактори впливають на формування осадових хроматограм?

60. Якими кількісними характеристиками можна описати методи розділення і концентрування? Написати відповідні вирази.

- А. Повнотою розділення
- Б. Повнотою осадження
- В. Повнотою вилучення
- Г. Коефіцієнтом розподілу

61. Вкажіть параметри, на відмінностях яких засновано розділення
- А. Константи іонного обміну
 - Б. Коефіцієнти розподілення
 - В. Константи сорбції
 - Г. Коефіцієнти активності
62. Визначте чому дорівнюватиме фактор вилучення 1-(2-піридилазо)-2-нафтолу, якщо об'єм водного розчину 20 мл, об'єм CCl_4 10 мл, а коефіцієнт розподілу 254?
63. Визначте чому дорівнюватиме фактор вилучення диметилгліоксиму, якщо об'єм водного розчину 25 мл, об'єм бутанолу 10 мл, а коефіцієнт розподілу 11?
64. Визначте чому дорівнюватиме фактор вилучення дитизону, якщо об'єм водного розчину 50 мл, а об'єм CCl_4 10 мл, а коефіцієнт розподілу $2,2 \cdot 10^4$?
65. Який об'єм *n*-гексану необхідно використати для однократної екстракції, щоб з 100 мл водного розчину вийняти 99 % речовини, якщо $K = 6,25$?
66. Який повинен бути мінімальний коефіцієнт розподілу, щоб вилучали 76 % речовини з 50 мл водного розчину екстракцією однією порцією бензолу 25 мл?
67. Який об'єм хлороформу необхідно використати для однократної екстракції, щоб з 100 мл водного розчину вилучити 99,9 % речовини, якщо $D = 9,6$?

68. Який об'єм *n*-гексану необхідно використати для однократної екстракції, щоб з 100 мл водного розчину вилучили 99 % речовини, якщо $K = 6,25$?
- А. 1000 мл
Б. 1587 мл
В. 2443 мл
Г. 15 мл
69. Яким буде коефіцієнт розподілу цинку (III) при рН 1, якщо його екстрагують у CCl_4 розчином з молярною концентрацією дитизону $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л ($\lg K_{\text{ex}} = 10$)?
70. Який повинен бути мінімальний коефіцієнт розподілу, щоб вилучали 99 % речовини з 100 мл водного розчину екстракцією однією порцією бензолу 10 мл?
71. Вкажіть специфічний реактив для проявлення зони, що утворює нікель(II):
- А. Рубеановоднева кислота
Б. Ферроціанід калію
В. Диметилгліоксим
Г. Розчин аміаку
72. Визначте чому дорівнюватиме фактор вилучення диметилгліоксіму, якщо об'єм водного розчину 10 мл, об'єм CCl_4 5 мл, а коефіцієнт розподілу 0,01?
- А. 0,89
Б. 0,17
В. 0,005
Г. 1,05

73. Переміщення зони хроматографічного компонента встановлюється за величиною коефіцієнту... Чому він дорівнює?

- A. R_f
- Б. D_A
- В. α
- Г. K_p
- Д. $R, \%$
- Е. $K_{обм.}$

74. Визначте чому дорівнюватиме фактор вилучення оксихіноліну, якщо об'єм водного розчину 25 мл, об'єм бутанолу 10 мл, а коефіцієнт розподілу 0,3?

- A. 0,89
- Б. 0,14
- Г. 1,29
- В. 0,74

75. Нерухомою фазою в методі паперової хроматографії є:

- A. Волокна целюлози
- Б. Рідина, адсорбована на волокнах целюлози
- В. Волокна целюлози і рідина, адсорбована на їх поверхні
- Г. Сілікагель

76. Що можна визначати методом хроматографії на папері?

- A. Хлорид натрію у воді
- Б. Нітрати у ґрунті
- В. Амінокислотний склад білків
- Г. Диоксид вуглецю у повітрі

- 77. Вкажіть механізм розділення компонентів в паперовій хроматографії.**
- А. Адсорбційний
 - Б. Іонообмінний
 - В. Розподільчий
 - Г. Осадочний
- 78. Якій вимозі повинні відповідати рухомі та нерухомі фази?**
- А. Змішуватися між собою
 - Б. Хімічно взаємодіяти з папером
 - В. Реагувати з речовинами, що розділяються
 - Г. Не змішуватися між собою
- 79. Як можна отримати дифузну осадочну хроматограму?**
- 80. Під дією яких сил рухома фаза пересувається уздовж нерухомої фази в площинній хроматографії?**
- 81. Дайте визначення газорідинної хроматографії.**
- 82. Дайте визначення *газоадсорбційній хроматографії* закінчити.**
- 83. Закінчити формулювання: для отримання деіонізованої води розчин, що містить H_2SO_4 , слід пропустити через...**
- А. Слабоосновний катіоніт в Н-формі
 - Б. Сильноосновний аніоніт в ОН-формі
 - В. Слабоосновний аніоніт в ОН-формі
 - Г. Сильноосновний катіоніт в Н-формі
- 84. Закінчити формулювання: для розділення методом двомірної хроматографії суміш...**
- А. Розділяють послідовною дією двох розчинників
 - Б. Наносять на верхній, потім на нижній край хроматограми

В. Розділяють одним розчинником, потім діють другим у напрямку, перпендикулярному початковому

Г. Розділяють одним розчинником, потім діють другим у протилежному напрямку

85. Закінчити формулювання: катіоніти – це...

А. Речовини, що містять кислотні іоногенні групи

Б. Високомолекулярні сполуки

В. Слабкі органічні кислоти

Г. Полімерні смоли, здатні до обміну катіонів в розчинах

86. Закінчити формулювання: метод іонообмінної хроматографії заснований на ...

А. Розподілі речовин між двома фазами

Б. Зворотному стехіометричному обміні іонів, які знаходяться у розчині, на іоногенні групи смоли

В. Відмінностях в адсорбційних властивостях компонентів, що розподіляються

Г. Різній рухливості іонів

87. Закінчити формулювання: сильно основні аніоніти для переведення в ОН-форму обробляють...

А. Розчином гідроксиду амонію

Б. Гарячою парою

В. Спиртом

Г. Розчином гідроксиду натрію

88. Закінчити формулювання: при розділенні компоненти суміші...

А. Розподіляються між двома фазами

- Б. Фільтруються через нерухомий шар сорбенту
- В. Розподіляються між двома фазами, одна з яких – нерухомий шар з великою поверхнею контакту, друга – потік рідини, що безперервно фільтрується через нерухомий шар
- Г. Адсорбуються на нерухомій рідині з великою поверхнею контакту

89. Закінчити формулювання: проявлення хроматограми здійснюють...

- А. Обробкою хроматограми реактивом, який утворює з визначаємою речовиною забарвлену сполуку
- Б. Нанесенням суміші, яку аналізують, на папір
- В. Елююванням плями розчинником
- Г. Дією розчинника на суміш, яку аналізують

90. Які різновиди хроматографічного аналізу належать до молекулярної хроматографії?

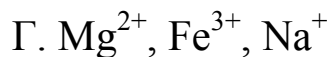
91. Вкажіть фізичні властивості іонітів:

- А. Зернистість
- Б. Вологість
- В. Насипна маса
- Г. Іонообмінна ємність

92. Які іони обмінюються на катіоніті?

- А. K^+ , Cl^-
- Б. H^+ , Na^+
- В. SO_4^{2-} , $HCOO^-$
- Г. OH^- , Ca^{2+}

93. В якому порядку виходять іони з колонки з катіонітом КУ-2 при пропусканні суміші солей натрію, магнію та заліза (III)?



94. Вкажіть сорбент, що використовується для очищення води від солей кальцію:

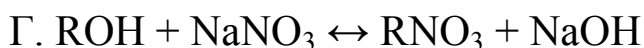
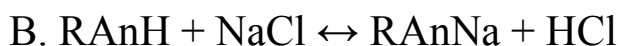
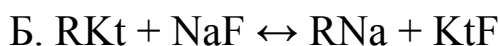
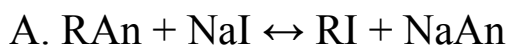
А. Амфоліт

Б. Аніоніт

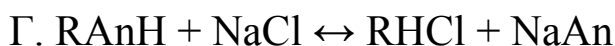
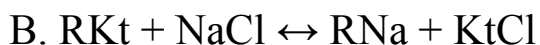
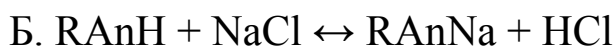
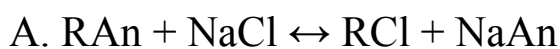
В. Катіоніт

Г. Цеоліт

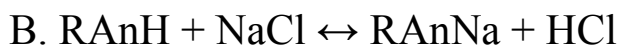
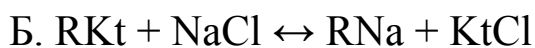
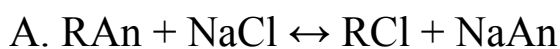
95. Яка реакція протікає на амфоліті?

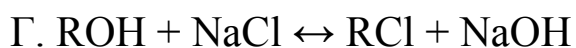


96. Яка реакція протікає на аніоніті?

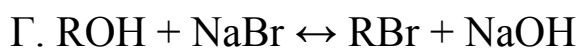
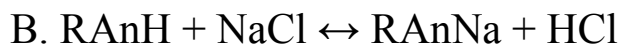
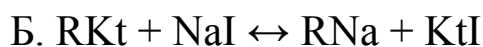
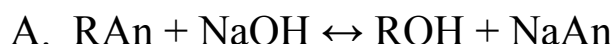


97. Яка реакція протікає на катіоніті?

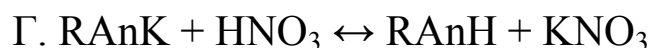
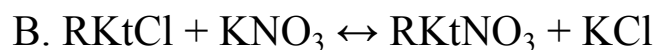
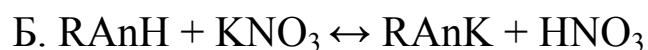
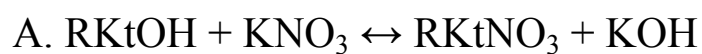




98. Яка реакція протікає на катіоніті?



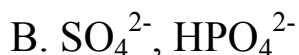
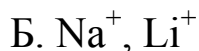
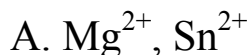
99. За яким рівнянням можна розрахувати вміст нітрату калію в розчині?



100. Яку сполуку можна застосувати для регенерації аніоніту в ОН-формі?



101. Які іони найбільш активно обмінюються на катіоніті?



102. При пропусканні надлишку розчину NaOH через колонку, що містить 100 г катіоніту в Н-формі, поглинуто 20 г луги. Розрахуйте динамічну обмінну ємність катіоніту, мг-екв/г.

А. 10

Б. 5

В. 3

Г. 1

103. Через колонку, заповнену катіоном в Н-формі, пропустили розчин NaCl. Що знаходиться в елюаті?

А. NaOH

Б. HCl

В. H₂O

Г. NaCl

104. Через колонку, заповнену аніоном в ОН-формі, пропустили розчин KCl. Що знаходиться в елюаті?

А. KCl

Б. HCl

В. KOH

Г. NaCl

105. Через колонку, заповнену катіоном в Н-формі, пропустили розчин KCl. Що знаходиться в елюаті?

А. NaCl

Б. KCl

В. HCl

Г. NaOH

106. Через колонку, заповнену катіоном в Н-формі, пропустили розчин NaCl. Елюат відтитрували 15,7 см³ розчину NaOH з концентрацією 0,1 моль/дм³. Розрахуйте масу NaCl в пробі, г.

А. 0,0333

Б. 3,3300

В. 0,9180

Г. 0,0918

107. Через колонку, заповнену катіонітом в Н-формі, пропустили розчин BaCl_2 . Елюат відтитрували $20,0 \text{ см}^3$ розчину NaOH з концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$. Розрахуйте масу BaCl_2 в пробі, г.

108. При пропусканні надлишку розчину NaNO_3 через колонку, заповнену 1 кг катіоніту в Н-формі, виділилося $5,5$ молей HNO_3 . Розрахуйте обмінну динамічну ємність катіоніту в перерахунку на суху масу, ммоль/дм^3 .

А. 55

Б. 0,55

В. 5,5

Г. 0,055

109. Через колонку, заповнену аніонітом, пропустили розчин KBr . Елюат відтитрували $13,7 \text{ см}^3$ розчину HCl з концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$. Розрахуйте масу KBr в пробі, г.

А. 11,63

Б. 0,163

В. 12,40

Г. 1,240

110. Через колонку, заповнену катіонітом, пропустили розчин CH_3COONa . Елюат відтитрували $20,0 \text{ см}^3$ розчину NaOH з концентрацією $0,025 \text{ моль/дм}^3$. Розрахуйте масу CH_3COONa в пробі, що аналізується, г.

А. 0,041

Б. 4,10

В. 0,410

Г. 41,0

111. У чому полягає відмінність між газоадсорбційною та газорідинною хроматографією?

112. Закінчити формулювання: в основі метода розподільчої хроматографії знаходиться...

А. Зворотній стехіометричний обмін іонів

Б. Відмінність в адсорбційних властивостях компонентів, що розділяються

В. Відмінність в коефіцієнтах розподілення компонентів між двома не змішуваними рідинами

Г. Неоднакове відношення компонентів суміші до витисника

113. Вкажіть рухому фазу в паперовій хроматографії

А. Вода, сорбована папером

Б. Розчинник

В. Компоненти суміші

Г. Проявник

114. Наведіть способи проведення площинної хроматографії.

115. При хроматографуванні розчинів Ni^{2+} та Cu^{2+} були визначенні відстані від стартової лінії центра пляма кожного з них 1,3 та 7,7 см відповідно, а відстань від стартової лінії до лінії фронту розчинника 10 см. Визначте R_f для кожного з сахарів.

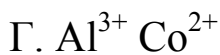
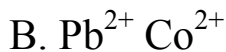
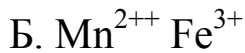
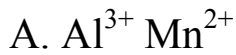
А. $R_f \text{Ni}^{2+} = 0,130$; $R_f \text{Cu}^{2+} = 0,77$

Б. $R_f \text{Ni}^{2+} = 0,060$; $R_f \text{Cu}^{2+} = 0,33$

В. $R_f \text{Ni}^{2+} = 0,013$; $R_f \text{Cu}^{2+} = 0,77$

Г. $R_f \text{Ni}^{2+} = 0,500$; $R_f \text{Cu}^{2+} = 0,44$

116. Значення R_f при хроматографічному розділенні на папері складають: $\text{Al}^{3+} = 0,15$; $\text{Mn}^{2+} = 0,25$; $\text{Co}^{2+} = 0,54$; $\text{Pb}^{2+} = 0,5$. Які з катіонів не можуть бути ідентифіковані в суміші?



117. При хроматографуванні розчинів Cr^{3+} та Fe^{3+} були визначенні відстані від стартової лінії центра пляма кожного з них 0,2 та 10 см відповідно, а відстань від стартової лінії до лінії фронту розчинника 10 см. Визначте R_f для кожного з металів.

А. $R_f \text{Cr}^{3+} = 0,02$; $R_f \text{Fe}^{3+} = 1$

Б. $R_f \text{Cr}^{3+} = 0,20$; $R_f \text{Fe}^{3+} = 0,1$

В. $R_f \text{Cr}^{3+} = 0,15$; $R_f \text{Fe}^{3+} = 0,1$

Г. $R_f \text{Cr}^{3+} = 1,20$; $R_f \text{Fe}^{3+} = 0,2$

118. При хроматографуванні розчинів фруктози та сахарози були визначенні відстані від стартової лінії центра пляма кожного з них 6,0 та 4,3 см відповідно, а відстань від стартової лінії до лінії фронту розчинника 12 см. Визначте R_f для кожного з сахарів.

А. $R_{f \text{фруктози}} = 0,50$; $R_{f \text{сахарози}} = 0,36$

Б. $R_{f \text{фруктози}} = 0,36$; $R_{f \text{сахарози}} = 0,60$

В. $R_{f \text{фруктози}} = 0,15$; $R_{f \text{сахарози}} = 0,60$

Г. $R_{f\text{фруктози}} = 1,50$; $R_{f\text{сахарози}} = 0,44$

119. При хроматографуванні розчинів глюкози та лактози були визначенні відстані від стартової лінії центра пляма кожного з них 4,6 та 2,3 см відповідно, а відстань від стартової лінії до лінії фронту розчинника 10 см. Визначте R_f для кожного з сахарів.

А. $R_{f\text{глюкози}} = 0,46$; $R_{f\text{лактози}} = 0,23$

Б. $R_{f\text{глюкози}} = 0,46$; $R_{f\text{лактози}} = 0,33$

В. $R_{f\text{глюкози}} = 0,15$; $R_{f\text{лактози}} = 0,04$

Г. $R_{f\text{глюкози}} = 1,50$; $R_{f\text{лактози}} = 0,44$

120. При хроматографуванні розчинів глюкози та сахарози були визначенні відстані від стартової лінії центра пляма кожного з них 4,6 та 3,3 см відповідно, а відстань від стартової лінії до лінії фронту розчинника 10 см. Визначте R_f для кожного з сахарів.

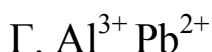
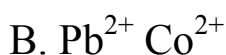
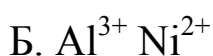
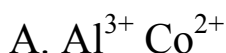
А. $R_{f\text{глюкози}} = 0,46$; $R_{f\text{сахарози}} = 0,36$

Б. $R_{f\text{глюкози}} = 0,46$; $R_{f\text{сахарози}} = 0,33$

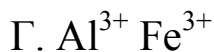
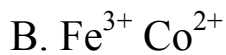
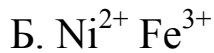
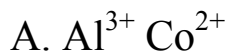
В. $R_{f\text{глюкози}} = 0,15$; $R_{f\text{сахарози}} = 0,64$

Г. $R_{f\text{глюкози}} = 1,5$; $R_{f\text{сахарози}} = 0,44$

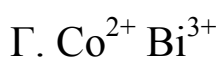
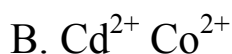
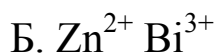
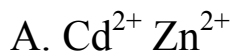
121. Значення R_f при хроматографічному розділенні на папері складають: $Al^{3+} = 0,15$; $Ni^{2+} = 0,13$; $Co^{2+} = 0,54$; $Pb^{2+} = 1,0$. Які з катіонів не можуть бути ідентифіковані в суміші?



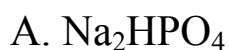
122. Значення R_f при хроматографічному розділенні на папері складають: $Al^{3+} = 0,1$; $Ni^{2+} = 0,9$; $Co^{2+} = 0,1$; $Fe^{3+} = 1,0$. Які з катіонів не можуть бути ідентифіковані в суміші?



123. Значення R_f при хроматографічному розділенні на папері складають: $Cd^{2+} = 0,6$; $Zn^{2+} = 0,6$; $Co^{2+} = 0,1$; $Bi^{3+} = 0,5$. Які з катіонів не можуть бути ідентифіковані в суміші?



124. Через колонку, заповнену аніоном в ОН-формі, пропустили розчин Na_2HPO_4 . Що знаходиться в елюаті?



125. Якими способами можна отримати осадові хроматограми?

126. Вкажіть спосіб кількісного аналізу в методі хроматографії на папері

А. Порівняння зі стандартом

Б. Обчислення коефіцієнтів R_f

В. Вимірювання площі плями

Г. Використання специфічних реактивів

127. Який хімічний процес лежить в основі осадової хроматографії іонів?

128. Які властивості повинна мати рухома фаза? Які гази використовують як рухома фаза в газовій хроматографії?

А. N_2

Б. H_2

В. He

Г. Cl_2

129. Значення R_f при хроматографічному розділенні на папері складають: $Cd^{2+} = 0,6$; $Ni^{2+} = 1,0$; $Co^{2+} = 0,1$; $Fe^{3+} = 1,0$. Які з катіонів не можуть бути ідентифіковані в суміші?

А. $Cd^{2+} Ni^{2+}$

Б. $Ni^{2+} Co^{2+}$

В. $Cd^{2+} Co^{2+}$

Г. $Ni^{2+} Fe^{3+}$

РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

Приклад 1

Через колонку, що містить 5,0 г катіоніту, пропустили 250,0 мл 0,050 М ZnSO₄. Розчин, який витікав з колонки, збирали порціями по 50,0 мл, в кожній порції визначали вміст іонів цинку і отримали наступні значення концентрацій (моль/л): 1) 0,008; 2) 0,029; 3) 0,038; 4) 0,050; 5) 0,050. Визначити повну динамічну ємність катіоніту (ммоль/г).

Розв'язання:

Обчислюємо кількість Zn²⁺, поглинену катіонітом з кожної порції розчину, приймаючи молярну масу еквіваленту цинку, рівною 32,5 г/моль:

$$1) \frac{(0,050 - 0,008) \cdot 2 \cdot 50 \cdot 1000}{1000} = 4,20 \text{ ммоль } (\frac{1}{2}\text{Zn}^{2+});$$

$$2) \frac{(0,050 - 0,029) \cdot 2 \cdot 50 \cdot 1000}{1000} = 2,10 \text{ ммоль } (\frac{1}{2}\text{Zn}^{2+});$$

$$3) \frac{(0,050 - 0,038) \cdot 2 \cdot 50 \cdot 1000}{1000} = 1,20 \text{ ммоль } (\frac{1}{2}\text{Zn}^{2+});$$

$$4) \text{ і } 5) 0 \text{ ммоль } (\frac{1}{2}\text{Zn}^{2+}).$$

Всього в п'яти порціях розчину поглинуто

$$4,20 + 2,10 + 1,20 = 7,5 \text{ ммоль } (\frac{1}{2}\text{Zn}^{2+});$$

Повну динамічну обмінну ємність (ПДОЄ, моль/г) обчислюють підсумовуючи кількість поглинутого елемента з кожної порції

пропущеного розчину: $\text{ПДОЄ} = \frac{(V_{\phi} \cdot C_0 - \sum V_n \cdot C_n)}{m}$, де V_{ϕ} – загальний

об'єм розчину, пропущений через іоніт до урівнювання концентрацій

іонів в фільтраті й вихідному розчинах, л; C_0 – вихідна концентрація

елемента, моль/л; V_n – об'єм порції фільтрату після появи іонів

(проскоку), л; C_{Π} - концентрація розчину в порції фільтрату після проскоку, моль/л; m - маса повітряно-сухого сорбента, г.

Тобто динамічна ємність катіоніту для іонів цинку розраховуємо наступним чином:

$$\text{ПДОЄ} = 7,5 / 5 = 1,50 \text{ ммоль } (\frac{1}{2}\text{Zn}^{2+})/\text{г}.$$

Приклад 2

Полістирольний сульфокатіоніт в H^+ -формі в кількості 1 г внесли в розчин KCl з вихідною концентрацією $C_0 = 100$ моль/м³ і об'ємом 50 мл. Суміш витримали до рівноважного стану. Розрахуйте рівноважну концентрацію калію в іоніті, якщо константа іонообмінної рівноваги $K_{\text{K}^+} = 2,5$, а повна обмінна ємність катіоніту $\text{ПОЄ} = 5$ моль/кг.

Розв'язання:

Для реакції іонного обміну $\overline{\text{H}}^+ + \text{K}^+ = \overline{\text{K}}^+ + \text{H}^+$ константа рівноваги дорівнює:

$$K_{\text{K}^+/\text{H}^+} = \frac{[\overline{\text{K}}^+][\text{H}^+]}{[\text{K}^+][\overline{\text{H}}^+]}$$

Позначимо концентрацію $[\overline{\text{K}}^+]$ через x моль/кг. В смолі іони H^+ обмінюються на еквівалентну кількість іонів K^+ , а сумарний вміст іонів дорівнює ПОЄ. Тому $[\overline{\text{H}}^+] = \text{ПОЄ} - [\overline{\text{K}}^+] = 5 - x$.

Рівноважна концентрація іонів H^+ , які з'являються в результаті витіснення їх з іоніту, у розчині, дорівнює

$$[\text{H}^+] = \frac{[\overline{\text{K}}^+] \cdot m}{V} = \frac{x \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,05 \cdot 10^{-3}} = 20x.$$

Рівноважна концентрація іонів K^+ у розчині складає:

$$[\text{K}^+] = C_0 - [\text{H}^+] = 100 - 20x$$

С урахуванням отриманих виразів для рівноважних концентрацій іонів рівняння константи іонного обміну можна записати так:

$$2,5 = \frac{x \cdot 20x}{(100 - 20x)(5 - x)}$$

Після перетворення отримаємо:

$$3x^2 - 50x + 125 = 0$$

Розв'язання квадратного рівняння дає $x_1 = 13,6$ моль/кг і $x_2 = 3,06$ моль/кг.

Значення x_1 набагато більше ПОЕ, що неприйнятно.

Отже, $F = 3,06$ моль/кг.

Приклад 3

При екстракції мікрокількості хрому (III) діетиловим ефіром з водних соляно-кислих ($C_{HCl} = 8$ моль/л) розчинів, коефіцієнт розподілу хрому (III) становив $D_{Cr(III)} = 0,80$. У присутності в водному розчині феруму (III), коефіцієнт розподілу хрому (III) зростає до $D_{Cr(III)}(Fe(III)) = 4,22$ за рахунок соекстракції. Розрахуйте ступінь вилучення R хрому (III) у відсутності і у присутності феруму (III) у водному розчині. Об'єм водного розчину дорівнює об'єму екстрагенту (органічної фази).

Розв'язання:

1) Ступінь вилучення речовин (R) розраховується за формулою:

$$R = \frac{D \cdot 100\%}{D + \frac{V_{\text{водн}}}{V_{\text{орг}}}},$$

де D – коефіцієнт розподілу; $V_{\text{водн}}$, $V_{\text{орг}}$ – об'єм водної та органічної фаз, відповідно, мл.

2) Так як за умовою задачі $V_{\text{водн}} = V_{\text{орг}}$, тоді $R = \frac{D \cdot 100\%}{D + 1}$.

3) Розраховуємо ступінь вилучення хрому (III) у відсутності феруму (III):

$$R_{\text{Cr(III)}} = \frac{0,80 \cdot 100\%}{0,80 + 1} = 44,44\%$$

4) Розраховуємо ступінь вилучення хрому (III) в присутності феруму (III):

$$R_{\text{Cr(III)}}(\text{Fe(III)}) = \frac{4,22 \cdot 100\%}{4,22 + 1} = 80,84\%$$

5) Розраховуємо у скільки разів збільшився ступінь вилучення хрому (III) в присутності феруму (III):

$$\frac{R_{\text{Cr(III)}}(\text{Fe(III)})}{R_{\text{Cr(III)}}} = \frac{80,84\%}{44,44\%} = 1,8 \approx 2 \text{ рази}$$

Приклад 4

Яка маса Co^{2+} залишиться в розчині, якщо через колонку, заповнену 5 г катіоніту в H^+ -формі, пропустили 200,0 мл 0,1 н розчину CoCl_2 . Повна динамічна ємність катіоніту дорівнює 1,60 мекв/г.

Розв'язання:

Розрахуємо кількість мілімоль еквівалентів Co^{2+} -іонів, пропущених через колонку з катіонітом:

$$n = (C_n \cdot V)_{\text{Co}^{2+}} = 0,1 \cdot 200 = 20 \text{ (мекв)}$$

Кількість мілімоль еквівалентів Co^{2+} -іонів, поглинених 5 г катіоніту обчислюємо за формулою:

$$\text{ДОЕ} = \frac{n}{m_{\text{іоніта}}} \text{ (мекв/г)}; n_2 = 1,6 \cdot 5 = 8 \text{ (мекв)}.$$

Кількість мілімоль еквівалентів Co^{2+} -іонів, що залишилися в розчині, розраховується так: $n_3 = n_1 - n_2 = 20 - 8 = 12$ (мекв).

Маса Co^{2+} -іонів, що залишилися в розчині, складає:

$$m_{\text{Co}^{2+}} = n_3 \cdot M_{e(\text{Co}^{2+})} = 12 \cdot 29,47 = 353,60 \text{ мг} = 0,3536 \text{ г}.$$

$$M_{e(\text{Co}^{2+})} = M_{\text{Co}^{2+}} \cdot f_{\text{екв}} = \frac{58,93 \cdot 1}{2} = 29,47 \text{ (г/моль.екв)}.$$

Приклад 5

При поділенні суміші бензойної (1) і параамінобензойної (2) кислот методом хроматографії в тонкому шарі в потоці суміші гексану і ацетону встановлені наступні значення R_f : 0,54 і 0,30, відповідно. Обчислити відносні значення коефіцієнтів рухливості обох кислот, якщо для стандарту - ортохлорбензойної кислоти $R_f = 0,48$.

Розв'язання:

Відносний коефіцієнт рухливості обчислюють за формулою:

$$R_{f,\text{відн.}} = \frac{R_{f,i}}{R_{f,\text{ст.}}}$$

$$R_{f,1} = \frac{0,54}{0,48} = 1,13; R_{f,2} = \frac{0,30}{0,48} = 0,63.$$

Контрольні питання до розділу 1

1. Хроматографія як метод розділення та концентрування. Класифікація і характеристика хроматографічних методів аналізу за агрегатним станом фаз.
2. Дайте визначення поняттю: термодинамічна константа розподілу. Для якого типу часток константа розподілу дорівнює коефіцієнту розподілу?
3. Розподільна хроматографія. Кількісні характеристики та класифікація за технікою виконання експерименту.
4. Екстракція. Умови екстракції. Кількісні характеристики процесу екстракції.
5. Способи проведення екстракції. Типи сполук, що екстрагуються. Швидкість екстракції.
6. Які існують варіанти екстракційного вилучення іонів металу? Особливості їх використання.
7. Іонний обмін і іонообмінна хроматографія, їх застосування для розділення неорганічних і органічних речовин.
8. Тонкошарова та паперова хроматографія, техніка виконання, застосування в якісному аналізі.
9. При хроматографуванні розчинів Cr^{3+} і Co^{2+} були визначенні відстані від стартової лінії до центра п'ятна кожного з них 0,22 та 5,94 см відповідно, а відстань від стартової лінії до лінії фронту розчинника 11 см. Визначте R_f для кожної з речовин.
10. При хроматографуванні розчинів глюкози та лактози були визначенні відстані від стартової лінії до центра п'ятна кожного з них 4,6 та 2,3 см відповідно, а відстань від стартової лінії до лінії фронту розчинника 10 см. При наступному хроматографуванні розчину отримали п'ятно на відстані 5,52 см від стартової лінії, а розчинник пройшов при цьому 12 см. Яка речовина була в розчині?
11. Наважку KNO_3 масою 0,5525 г розчинили у воді і отриманий розчин пропустили через аніоніт в ОН-формі. Елюат відтитрували 23,15 см³ 0,1025М розчином HCl . Визначте масову долю KNO_3 .

12. Розрахуйте кількість екстракцій, необхідних для вилучення 95% речовини органічним розчинником (порціями по 2 мл) з 20 мл 0,1 М водного розчину, якщо $D = 10$.
13. Який повинен бути мінімальний коефіцієнт розподілу, щоб вилучити 99% речовини з 100 мл водного розчину екстракцією п'ятьма порціями бензену по 10 мл?
14. Коефіцієнт розподілу речовини Z між n -гептаном та водою дорівнює 6,25. Розрахуйте концентрацію Z в процентах, яка залишилася в 50,0 мл водної фази з вихідною концентрацією — 0,12 М, після екстракції однією порцією n -гептану об'ємом 10,0 мл.
15. Визначте чому дорівнюватиме фактор вилучення дитизону, якщо об'єм водного розчину 50 мл, об'єм CCl_4 10 мл, а коефіцієнт розподілу $2,2 \cdot 10^4$.

Розділ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

2.1. СПЕКТРОСКОПІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Яка з наведених формул відповідає кольоровому рівнянню з використанням трьохкольорових коефіцієнтів?

А. $\frac{(1-R)^2}{2R}$

Б. $\Delta L = L_0 - L$

В. $W = 100 - \Delta E$

Г. $M = x \cdot X + y \cdot Y + z \cdot Z$

2. Які методи спектрального аналізу відносять до методів заснованих на взаємодії речовини з електромагнітним випромінюванням?

А. Методи абсорбційного спектрального аналізу

Б. Методи емісійного спектрального аналізу

В. Метод вимірювання показника заломлення

Г. Метод люмінесцентного аналізу.

3. Фотометричний метод аналізу – це...

А. Метод оснований на вимірюванні світлопоглинання за допомогою фотоколориметрів

Б. Метод вимірювання різниці потенціалів

В. Метод оснований на вимірюванні інтенсивності світла, який випромінюється збудженими атомами

Г. Метод оснований на вимірюванні зсуву інтерференції світлових промінів при їх проходженні крізь кювети з розчином речовини

4. Вкажіть в яких межах довжини хвиль проводиться абсорбційний спектральний аналіз в ближньої УФ- області?

А. 380-760

Б. 100-380

В. 760-10000

Г. 200-400

5. Молекулярні коливання викликаються:

А. ІЧ – випромінюванням

- Б.УФ – випромінюванням
- В.Видимим випромінюванням
- Г.Радіовипромінюванням

6. За допомогою спектрофотометричного методу аналізу вимірюють:

- А. Наважку речовини (m)
- Б. Оптичну густину (A)
- В. Довжину хвилі (λ)
- Г. Хвильове число ($\bar{\nu}$)

7. УФ - спектрофотометрія застосовується для визначення:

- А. Нерозчинних сполук
- Б. Забарвлених сполук
- В. Розчинних сполук
- Г. Безбарвних сполук

8. Які величини відкладають на осях координат при зображенні атомного спектру?

- А. Інтенсивність (I)
- Б. Оптичну густину (A)
- В. Довжину хвилі (λ)
- Г. Хвильове число ($\bar{\nu}$)

9. За якими ознаками класифікують спектральні прилади?

- А. За агрегатним станом аналізованої речовини
- Б. За типом оптичної системи
- В. За способом реєстрації спектру
- Г. За робочою областю спектру

10. До блоку-схеми спектрометра входять наступні конструкційні складові:

- А. Детектор
- Б. Монохроматор
- В. Джерело випромінювання
- Г. Ртутно-кварцові лампи

11. Причини відхилення від закону Бера:

- А. Відсутність монохроматичного випромінювання
- Б. Утворення колоїдних часток
- В. Використання кювет довжиною більше ніж 1 см

- Г. Процеси дисоціації, асоціації або сольватації у розчині
- 12. Які фактори впливають на вибір довжини кювети?**
- А. Концентрація речовини у розчині
 - Б. Тип спектрофотометру
 - В. Обрана довжина хвилі
 - Г. Оптична густина
- 13. Монохроматори, які використовують в видимій області випромінювання:**
- А. Скляна призма
 - Б. Кварцева призма
 - В. Призма із NaCl
 - Г. Призма із KCl
- 14. Метод, який заснований на використанні графічної залежності, яка побудована за результатами вимірювань значень оптичної густини серії розчинів з відомою концентрацією речовини при оптимальних довжині хвилі та кюветі називають:**
- А. Метод добавок
 - Б. Метод градуувального графіку
 - В. Метод порівняння оптичної густини
 - Г. Метод фотометричного титрування
- 15. Метод, в якому вимірюють кількість світла, яке пройшло (поглинулося) або відбилося від зразка має назву:**
- А. Кольорометрії
 - Б. Твердофазної спектроскопії
 - В. Флуоресценції
 - Г. Люмінесценції
- 16. Яка трьохкольорова система дозволяє створювати колірні шкали, що можна використовувати у тест-методах аналізу?**
- А. XYZ
 - Б. ABC
 - В. RGB
 - Г. Cab
- 17. Вкажіть чому чутливість полум'яного варіанту атомно-абсорбційного методу нижче ніж електротермічного варіанту атомно-абсорбційного методу:**

- А. До атомізатору попадає $\approx 10\%$ проби
- Б. До атомізатору попадає уся проба
- В. Недостатній час перебування проби в атомізаторі
- Г. Аналізована проба перебуває в атомізаторі досить довгий час

18. Для усунення фізико-хімічних перешкод при спектроскопічному визначенні елементів доцільно:

- А. Змінити концентрацію визначаємого компонента у розчині
- Б. Використати спектроскопічні буфери
- В. Змінити температуру атомізатору
- Г. Застосувати спектральні прилади з більшою роздільною здатністю

19. Метод, заснований на термічному збудженні вільних атомів або одноатомних іонів та реєстрації оптичного спектру збуджених атомів має назву:

- А. Спектрофотометричного аналізу
- Б. Атомно-емісійного аналізу
- В. Атомно-абсорбційного аналізу
- Г. Флуоресцентного аналізу

20. На якому явищі заснований люмінесцентний метод аналізу?

- А. Світлопоглинанні розчином речовини
- Б. Поглинанні випромінювання молекулами
- В. Вимірюванні інтенсивності світіння збудженими атомами, молекулами або іонами
- Г. Реєстрації спектральних ліній, що належать іонізованим атомам

21. Який процес лежить в основі виникнення електромагнітного випромінювання в УФ та видимій області?

- А. Зміна коливального стану
- Б. Зміна стану валентних електронів
- В. Зміна стану внутрішніх електронів
- Г. Ядерні реакції

22. Які основні вимоги до джерел випромінювання у методі спектрофотометрії?

- А. Висока інтенсивність випромінювання
- Б. Низька інтенсивність випромінювання
- В. Висока стабільність випромінювання

Г. Перемінне випромінювання

23. У спектрофотометрах, які реєструють одночасно весь спектр, в якості детекторів використовують:

А. Матриці фотодіодів

Б. Призми

В. Оптичні фільтри

Г. Фотопомножувачі

24. Який спектральний метод використовують для визначення лужних та лужноземельних металів?

А. Атомно-абсорбційна спектрометрія

Б. Полум'яна спектрометрія

В. Емісійна спектрометрія

Г. ІЧ – спектрометрія

25. Величина молярного коефіцієнту світлопоглинання НЕ залежить від:

А. Природи розчиненої речовини

Б. Природи розчинника

В. Концентрації речовини у розчині

Г. Довжини хвилі монохроматичного світла

26. Основним джерелом збудження в спектрофотометрії є:

А. Полум'я

Б. Дуга

В. Світло

Г. Лампа з порожнинним катодом

27. Метод аналізу, заснований на вилученні речовини у органічну фазу, з її подальшим аналізом методом фотометрії має назву:

А. Екстракційно-фотометричний

Б. Твердофазної спектроскопії

В. Метод кольорометрії

Г. Різницевий метод

28. Атомно-абсорбційна спектроскопія переважно застосовується для визначення:

А. Неорганічних сполук

Б. Неметалів

- В. Більшості металів
- Г. Органічних сполук

29. Другий закон світлопоглинання описує зв'язок між:

- А. Оптичної густини, концентрацією речовини та товщиною оптичного шару
- Б. Оптичної густини та довжиною хвилі
- В. Оптичної густини, довжиною хвилі та прозорістю розчину
- Г. Оптичної густини, прозорістю розчину та довжиною хвилі

30. Функція Гуревича-Кубелки-Мунка $F(R)=\dots$

- А. $\frac{(1-R)^2}{2R}$
- Б. $\frac{(1-R)^{\frac{1}{2}}}{2R}$
- В. $\frac{R}{(1-R)^2}$
- Г. $(1-R)^2$

31. За допомогою яких величин у методі люмінесценції можна охарактеризувати ефективність трансформації збуджуючого світла в світло люмінесценції?

- А. Енергетичний вихід люмінесценції
- Б. Квантовий вихід люмінесценції
- В. Інтенсивність люмінесценції
- Г. Гасіння люмінесценції

32. Емісійний спектральний аналіз застосовується переважно для визначення:

- А. Лужних металів
- Б. Важких металів
- В. Летючих металів
- Г. Більшості хімічних елементів

33. Інтенсивність випромінювання полум'я для характеристичної довжини хвилі даного елемента пропорційна:

- А. Його молекулярній масі
- Б. Його концентрації
- В. Його ізотопній сполуці
- Г. Його температурі плавлення

- 34. Явище, яке обумовлено поглинанням не збудженими атомами елементу частини випромінювання збуджених атомів називається:**
- А. Випромінюванням
 - Б. Самовипромінюванням
 - В. Поглинанням
 - Г. Самопоглинанням
- 35. Який метод дозволяє проводити структурні дослідження та ідентифікацію функціональних угруповань в молекулах?**
- А. Атомно-абсорбційна спектрометрія
 - Б. Люмінесценція
 - В. Емісійна спектрометрія
 - Г. ІЧ – спектрометрія
- 36. З яких енергій складається повна енергія кожного стану молекули?**
- А. Енергії електронного стану
 - Б. Енергії обертання молекули
 - В. Енергії коливання атомів
 - Г. Теплової енергії
- 37. Що виражає рівняння Больцмана?**
- А. Співвідношення енергій атомів в різних енергетичних станах
 - Б. Співвідношення енергій молекул в різних енергетичних станах
 - В. Співвідношення кількості атомів в різних енергетичних станах
 - Г. Співвідношення кількості молекул в різних енергетичних станах
- 38. До візуальних методів аналізу речовин відносять наступні методи:**
- А. Метод стандартних серій
 - Б. Метод колориметричного титрування
 - В. Метод градуювального графіку
 - Г. Метод додавання
- 39. Електронні переходи на зовнішньому енергетичному рівні викликаються:**
- А. ІЧ – випромінюванням
 - Б. УФ – випромінюванням

В. видимим випромінюванням

Г. радіовипромінюванням

40. Які характеристики енергії квантів описують електромагнітне випромінювання в видимій області спектру?

А. $\lambda = 400-700$ нм

Б. $E = 100-10$ В

В. $\lambda = 200-400$ нм

Г. $\bar{\nu} = 25000 - 15000$ см⁻¹

41. Молярний коефіцієнт світлопоглинання характеризує:

А. Вибірковість реакції

Б. Індивідуальні властивості речовин у розчині

В. Чутливість реакції, яку використовують

Г. Прозорість розчину, який аналізується

42. Що забезпечують прибори, яки використовують в оптичних методах аналізу?

А. Експресність, простоту та точність методик

Б. Можливість вивчення багатоконпонентних систем

В. Використання невеликих кількостей речовин для аналізу

Г. Визначення тільки газоподібних речовин

43. Монохроматор спектрофотометра складається з:

А. Лінз

Б. Дзеркал

В. Електронного підсилювача

Г. Диспергуючого елементу

44. Що описує І закон світлопоглинання?

А. Зв'язок між оптичною густиною та концентрацією речовини у розчині

Б. Зв'язок між довжиною хвилі та швидкістю світла

В. Зв'язок між інтенсивністю монохроматичного випромінювання, яке пройшло крізь об'єкт та первісного випромінювання

Г. Зв'язок між наважкою речовини для аналізу та її концентрацією у розчині

45. Спектрофотометрія у видимій області спектра застосовується для визначення:

А. Нерозчинних сполук

- Б. Забарвлених сполук
- В. Розчинних сполук
- Г. Безбарвних сполук

46. Диференційний спектрофотометричний метод аналізу використовують у випадках:

- А. Визначення великих концентрацій речовин
- Б. З метою усунення поглинання надлишку реагенту
- В. Визначення дуже малих концентрацій речовин
- Г. При недотриманні основного закону світлопоглинання

47. Метод, який заснований на візуальному спостереженні або вимірі інтенсивності світіння, випромінюванні атомами, молекулами або іонами при їх збудженні різними видами енергії має назву:

- А. Люмінесценції
- Б. Спектрофотометрії
- В. Адсорбції
- Г. Кольорометрії

48. В основі атомно-абсорбційного аналізу лежить?

- А. Поглинання світла молекулами речовини
- Б. Поглинання світла атомами
- В. Поглинання світла іонами
- Г. Випромінювання світла збудженими молекулами

49. Пристрій, якій дозволяє визначити поглинання світла фіксованої довжини хвилі називається:

- А. Полярографом
- Б. рН-метром
- В. Рефрактометром
- Г. Спектрофотометром

50. Характеристична спектральна лінія (резонансна) для кожного хімічного елементу відповідає переходу його атомів:

- А. З другого збудженого стану в основний
- Б. З одного збудженого стану в інший
- В. З першого збудженого стану в основний
- Г. З основного стану в збуджений

51. Рівняння Ломакина-Шайбе виражає залежність:

- А. Поглинальної здатності атомів елемента від його концентрації
- Б. Інтенсивності спектральної лінії елемента від його концентрації
- В. Виходу флуоресценції від присутності сторонніх компонентів
- Г. Ступеня іонізації елемента від температури джерела світла

52. Спектральні перешкоди у методі атомно-емісійного аналізу обумовлені:

- А. Явищем самопоглинання
- Б. Накладенням атомних спектральних ліній
- В. Температурою атомізатору
- Г. Іонізацією

53. Які методи спектрального аналізу відносять до методів заснованих на взаємодії світлового випромінювання з суспензіями? На чому вони основані?

- А. Турбідиметрію
- Б. Рефрактометрію
- В. Нефелометрію
- Г. Поляриметрію

54. Люмінесцентний аналіз використовують для:

- А. Кількісного знаходження речовин
- Б. Якісного аналізу
- В. Не використовують взагалі
- Г. Ідентифікації речовин

55. До абсорбційних методів аналізу, заснованих на вимірюванні поглинання речовиною світлового випромінювання відносять наступні методи:

- А. Емісійний метод аналізу
- Б. Турбідиметрію
- В. Спектрофотометрію
- Г. Атомно-абсорбційний метод аналізу

56. В якому випадку при вимірі світлопоглинання дистильовану воду не можна застосовувати як розчин порівняння?

- А. При великих концентраціях комплексу в розчині
- Б. При використанні для утворення комплексу забарвленого органічного реагенту

- В. При використанні безбарвних органічних розчинників
- Г. В УФ спектрофотометрії

57. До реакцій, які використовують у методі фотометрії висувають наступні вимоги:

- А. Вибірковість
- Б. Висока швидкість протікання
- В. Повільне утворення продуктів реакції
- Г. Стабільність у часі продуктів реакції

58. Монохроматори, які використовують в ІЧ-області випромінювання:

- А. Склона призма
- Б. Кварцева призма
- В. Призма із NaCl
- Г. Призма із KBr

59. Для перетворення енергії випромінювання в електричну енергію в спектрофотометричному методі аналізу використовують:

- А. Детектори
- Б. Приймачі
- В. Випромінювачі
- Г. Поглиначі

60. Що впливає на величину молярного коефіцієнта світлопоглинання?

- А. Природа речовини
- Б. Концентрація речовини
- В. Довжина хвилі випромінювання
- Г. Довжина кювети

61. Вихід люмінесценції залежить від:

- А. Довжини хвилі збуджуючого світла
- Б. Концентрації речовини, яка люмінесціює
- В. Сторонніх домішок
- Г. Тиску

62. Дзеркальну подібність спектрів поглинання і випромінювання речовин враховує:

- А. Закон Бугера-Ламберта-Бера

- Б. Правило Левшина
- В. I закон світлопоглинання
- Г. II закон світлопоглинання

63. За допомогою чого можлива реєстрація інтенсивності спектральних ліній в атомно-емісійній спектроскопії?

- А. Рефрактометром
- Б. Фотоелементу, який з'єднаний з прибором
- В. Полярографом
- Г. Монохроматором

64. Які фізичні процеси відбуваються в полум'ї?

- А. Абсорбція
- Б. Атомізація
- В. Емісія
- Г. Асоціація

65. На точність та відтворюваність атомно-абсорбційного методу впливає:

- А. Значення коефіцієнта поглинання світла
- Б. Температура полум'я
- В. Аніонний склад досліджуваного розчину
- Г. Іонізація атомів

66. Аналізована речовина в методі полум'яної фотометрії вводиться у вигляді:

- А. Гелю
- Б. Порошку
- В. Газу
- Г. Аерозолю

67. Які прийоми усунення фізико-хімічних перешкод при використанні атомно-емісійного методу аналізу?

- А. Зміна температури атомізатору
- Б. Використання спектроскопічних буферних розчинів
- В. Обжиг
- Г. Зменшення концентрації речовини

68. Які основні типи джерел атомізації та збудження використовують у методі атомно-емісійного аналізу?

- А. Полум'я

- Б. Електрична дуга
- В. Електрична іскра
- Г. Лампа накаливання

69. До абсорбційних методів аналізу, заснованих на вимірюванні поглинання речовиною світлового випромінювання відносять наступні методи:

- А. Колориметрію
- Б. Спектрофотометрію
- В. Флуориметрію
- Г. Полум'яну фотометрію

70. Які величини відкладають на осях координат при зображенні УФ-спектру поглинання?

- А. Інтенсивність (I)
- Б. Оптичну густину (A)
- В. Довжину хвилі (λ)
- Г. Хвильове число ($\bar{\nu}$)

71. Який процес лежить в основі виникнення електромагнітного випромінювання в інфрачервоній області спектру?

- А. Зміна коливального стану молекул
- Б. Зміна стану валентних електронів
- В. Зміна стану внутрішніх електронів
- Г. Протікання ядерних реакцій

72. Який спектральний метод використовують для аналізу безбарвних розчинів?

- А. Атомно-абсорбційна спектрометрія
- Б. Емісійна спектрометрія
- В. УФ спектрофотометрія
- Г. ІЧ – спектрометрія

73. Яким чином проводять підготовку проби для отримання спектрів випромінювання в методі атомно-емісійної спектроскопії?

- А. Пробу у вигляді розчину вводять в джерело збудження спектру
- Б. Пробу у вигляді порошку вводять в джерело збудження спектру
- В. Пробу попередньо очищують за допомогою сорбентів
- Г. Не проводять ніякої пробопідготовки

- 74. Явище, коли відбувається зсув максимуму поглинання у бік більш довгих хвиль, має назву:**
- А. Гіпсохромний зсув
 - Б. Батохромний зсув
 - В. Гіперхромний ефект
 - Г. Гіпохромний ефект
- 75. Явище, коли відбувається зсув максимуму поглинання у бік більш коротких хвиль, має назву:**
- А. Гіпохромний ефект
 - Б. Батохромний зсув
 - В. Гіперхромний ефект
 - Г. Гіпсохромний зсув
- 76. Розчини яких сполук поглинають світло в видимій області спектру:**
- А. Na_2CO_3
 - Б. H_2SO_4
 - В. HCl
 - Г. KMnO_4
- 77. Існують наступні види диспергуючих елементів, які входять до конструкції монохроматору:**
- А. Фотоумножувач
 - Б. Дифракційна решітка
 - В. Призма
 - Г. Оптичні фільтри
- 78. Основні методи визначення концентрації розчину за допомогою спектрофотометрів являються (наведіть необхідні графічні залежності):**
- А. Метод градуювального графіку
 - Б. Метод добавок
 - В. Метод редокс-титрування
 - Г. Метод фотометричного титрування
- 79. Що таке "нульовий" розчин у спектрофотометричному методі аналізу?**
- А. Стандартний розчин
 - Б. Розчин порівнювання

- В. Робочий розчин
- Г. Аналізуемий розчин

80. Метод спектроскопії дифузного відбиття заснований на вимірюванні інтенсивності світла, яке:

- А. Прошло крізь сорбент
- Б. Відбилося від поверхні сорбенту
- В. Розсіялось
- Г. Поглинулося поверхнею

81. Джерелом збудження в люмінесцентному методі аналізу являються:

- А. Ультрафіолетове випромінювання
- Б. Видиме випромінювання
- В. Катодні промені
- Г. Енергія хімічних реакцій

82. На інтенсивність флуоресценції впливає:

- А. Присутність у розчині домішок
- Б. рН середовища
- В. Природа речовини
- Г. Тиск

83. В основі кількісного емісійного спектрального аналізу застосовують рівняння:

- А. Ільковича
- Б. Больцмана
- В. Ломакіна-Шайбе
- Г. Бугера-Ламберта-Бера

84. Яку зону полум'я у методі атомно-емісійного аналізу використовують для аналітичних цілей?

- А. Відновлювальну
- Б. Окислювальну
- В. Адсорбуючу
- Г. Комбіновану

85. Спосіб у атомно-абсорбційному методі аналізу, який використовує графітові трубки (кювети), які нагрівають електричним струмом задля електротермічної атомізації розроблений:

- А. Львовим
- Б. Бугером
- В. Уолшем
- Г. Левшиним

86. Методи, в яких оцінку інтенсивності кольору досліджуваного розчину проводять неозброєним оком називають:

- А. Фотоколориметричними
- Б. Візуальними
- В. Суб'єктивними
- Г. Об'єктивними

87. Що описує рівняння Планка?

- А. Зв'язок між хвильовою та корпускулярною природою світла
- Б. Зв'язок між довжиною хвилі та швидкістю світла
- В. Зміну одиниць виміру енергії електромагнітних квантів
- Г. Зміну енергії внаслідок поглинання або випускання фотону

88. Величина молярного коефіцієнту світлопоглинання залежить від:

- А. Природи розчиненої речовини
- Б. Природи розчинника
- В. Концентрації речовини у розчині
- Г. Довжини хвилі монохроматичного світла

89. Монохроматори, які використовують в УФ-області випромінювання:

- А. Скляна призма
- Б. Кварцева призма
- В. Призма із NaCl
- Г. Призма із KCl

90. Чим відрізняються спектрофотометри від фотометрів (КФК, ФЄК)?

- А. Джерелом випромінювання
- Б. Детектором випромінювання (фотоелементом)
- В. Розмірами кювет
- Г. Засобом монохроматизації випромінювання

- 91. Які величини відкладають на осях координат при зображенні спектру поглинання в видимій області?**
- А. Інтенсивність (I)
 - Б. Оптичну густину (A)
 - В. Довжину хвилі (λ)
 - Г. Хвильове число ($\bar{\nu}$)
- 92. Залежність показника заломлення світла від довжини хвилі (або частоти коливань) це...:**
- А. Випромінювання
 - Б. Дисперсія
 - В. Адсорбція
 - Г. Поглинання
- 93. Аналітичний сигнал в спектрофотометрії пов'язаний з числом:**
- А. Збуджених атомів
 - Б. Молекул
 - В. Не збуджених атомів
 - Г. Іонів
- 94. В якому випадку закон Бера зберігається?**
- А. При розбавленні розчину склад речовини, яку визначають, не змінюється
 - Б. При розбавленні розчину речовина, яку визначають, дисоціює
 - В. При розбавленні розчину змінюється стан речовини, яку визначають
 - Г. При розбавленні розчину змінюється його температура
- 95. Кількісний аналіз за допомогою методу флуоресценції необхідно проводити при наступних умовах:**
- А. Не високих температурах
 - Б. Високих температурах
 - В. Фіксованому значенні рН
 - Г. При високих концентраціях речовин
- 96. У атомно-абсорбційному методі аналізу величина оптичної густини атомного пару розраховується за формулою:**
- А) $A = \varepsilon \cdot l \cdot C_a$
 - Б) $I = I_0 \cdot 10^{-kl}$

В) $A = k_{\text{ат}} \cdot l \cdot C_{\text{ат}}$

Г) $T = I / I_0$

97. Аналізована речовина в методі спектрофотометрії використовується у вигляді:

- А. Розчину
- Б. Газу
- В. Порошку
- Г. Аерозолю

98. У полум'ї пальника досліджувана речовина ...

- А. Дисоціює на молекули
- Б. Не дисоціює взагалі
- В. Дисоціює на іони
- Г. Дисоціює на атоми

99. Полум'я в атомно-абсорбційному аналізі грає роль:

- А. Джерела світла
- Б. Атомізатора молекул
- В. Джерела тепла
- Г. Збудника атомів

100. Скляний або кварцовий балон, який заповнений інертним газом під низьким тиском, всередині якого знаходяться два електроди (катод та анод) називають:

- А. Кварцова лампа
- Б. Люмінесцентна лампа
- В. Лампа з порожнинним катодом
- Г. Лампа накалювання

101. Які основні зони складають полум'я у методі атомно-емісійного аналізу?

- А. Відновлювальна
- Б. Комбінована
- В. Окислювальна
- Г. Адсорбуюча

102. Яка характеристика енергії квантів описує електромагнітне випромінювання в інфрачервоній області?

- А. $\lambda = 400-750 \text{ нм}$

Б. $\bar{\nu} = 25000-15000 \text{ см}^{-1}$

В. $\lambda = 200-400 \text{ нм}$

Г. $\bar{\nu} = 15000- 6600 \text{ см}^{-1}$

103. Основним джерелом збудження в атомно-абсорбційній спектроскопії є:

А. Полум'я

Б. Дуга

В. Світло

Г. Лампа з порожнинним катодом

104. Чутливість атомно-абсорбційного методу вище ніж спектrophотометричного тому що:

А. Значення коефіцієнта поглинання світла більше, ніж молярний коефіцієнт світлопоглинання

Б. Вище температура полум'я

В. Менше вплив сторонніх компонентів

Г. Чутливість обох методів однакова, тому що в їхній основі лежить закон Бугера-Ламберта-Бера

105. За допомогою якої формули розраховують різновідтінковість у методі кольориметрії?

А. $\Delta L = L_0 - L$

Б. $\Delta S = S - S_0$

В. $\Delta E = [(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2]^{1/2}$

Г. $\Delta T = (\Delta E^2 - \Delta L^2 - \Delta S^2)^{1/2}$

106. За допомогою якої формули розраховують колірне розрізнення по колірному тону у методі кольориметрії?

А. $\Delta L = L_0 - L$

Б. $\Delta S = S - S_0$

В. $\Delta E = [(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2]^{1/2}$

Г. $\Delta T = (\Delta E^2 - \Delta L^2 - \Delta S^2)^{1/2}$

107. За допомогою якої формули розраховують колірне розрізнення по насиченості у методі кольориметрії?

А. $\Delta L = L_0 - L$

Б. $\Delta S = S - S_0$

В. $\Delta E = [(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2]^{1/2}$

Г. $\Delta T = (\Delta E^2 - \Delta L^2 - \Delta S^2)^{1/2}$

108. У методі кольорометрії насиченість це...?

- А. Тотожність вражень, які викликані цим кольором
- Б. Ступінь відмінності хроматичного кольору від рівного йому по світлоті ахроматичного
- В. Колориметрична величина, яка показує ступінь вираження кольорового тону у даному кольорі
- Г. Показує на скільки порогів кольоророзрізнення відрізняються порівняння кольору

109. До методів кількісного аналізу заснованих на явищі поляризації молекул під дією світлового випромінювання відносять:

- А. Інтерферометрію
- Б. Поляриметрію
- В. Рефрактометрію
- Г. Хроматографію

110. Скориставшись рівнянням Бугера-Ламберта-Бера, визначити молярний коефіцієнт світлопоглинання розчину оксихіноляту магнію в хлороформі $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л, якщо при довжині хвилі 380 нм, товщині кювети 2,00 см оптична густина дорівнює 0,112.

- А. 2800
- Б. 5600
- В. 1400
- Г. 700

111. Який реагент є найчутливішим для фотометричного визначення Ni^{2+} , якщо комплекси нікелю мають такі молярні коефіцієнти світлопоглинання? Пояснить відповідь.

- А. З аміаком – 6000
- Б. З 8-оксихіноліном – 4900
- В. З дитизоном - 27000
- Г. З диметилгліоксимом – 3500

112. Який реагент є найчутливішим для фотометричного визначення Co^{2+} , якщо комплекси кобальту мають такі молярні коефіцієнти світлопоглинання? Пояснить відповідь.

- А. З дитизоном - 59200
- В. З роданідом амонію – 6800
- Б. З 8-оксихіноліном – 7800
- Г. З диетилдитіокарбаматом – 500

РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

Приклад 1

Оптична густина розчину, що аналізується, в кюветі товщиною 5см дорівнює 0,9, а оптична густина стандартного розчину, який вміщує 6мкг/мл елемента, в кюветі 3см дорівнює 0,6. визначте концентрацію розчину, що аналізується.

Розв'язання:

Оптична густина розчину, що аналізується, та стандартного розчину визначається за рівнянням:

$$A = \epsilon l C$$

Переписавши рівняння для C_x та $C_{ст}$ і розв'язавши систему рівнянь відносно C_x , отримаємо:

$$C_x = \frac{A_x C_{ст} l_{ст}}{A_{ст} l_x} = \frac{0,9 \cdot 6 \cdot 3}{0,6 \cdot 5} = 5,4 \text{ мкг/мл}$$

Приклад 2

Наважку сталі масою 0,9848г розчинили і довели об'єм розчину до 100мл. У дві колби на 50мл відібрали по 10мл отриманого розчину. В одну з колб додали розчин, який вміщує 0,006г Хрому. Після відповідної однакової обробки обидва розчини фотометрували і отримали наступні величини оптичної густини $A_x = 0,3$ і $A_{x+ст.} = 0,42$. Розрахуйте масову частку Хрому в сталі.

Розв'язання:

Кількість Хрому в аліквоті розчину, що аналізується, визначимо за методом стандартних добавок:

$$C_x = \frac{C_{ст} A_x}{A_{x+ст} - A_x} = \frac{0,3 \cdot 0,006}{0,42 - 0,3} = 0,015 \text{ г}$$

Масову частку Хрому обчислимо за рівнянням:

$$W\% = \frac{0,015 \cdot 100 \cdot 100}{10 \cdot 0,9848} = 15,23\%$$

Контрольні питання до розділу 2.1

1. Повний електромагнітний спектр і природа випромінювання. Основні характеристики (хвильові та енергетичні параметри випромінювання).
2. Охарактеризуйте процеси, які відбуваються при поглинання електромагнітного випромінювання молекулами.
3. Області оптичної спектроскопії. Основні елементи (вузли) спектральної апаратури для реєстрації оптичних спектрів.
4. Типи електронних переходів та їх енергетичні характеристики. Взаємне розташування електронних переходів в УФ- та видимій областях спектру.
5. Спектри поглинання в УФ- та видимій області, їх основні характеристики.
6. Спектрофотометрія. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Графічна форма закону Бера.
7. Охарактеризуйте причини відхилення від закону Бера.
8. Молярний коефіцієнт світлопоглинання та його фізичний зміст.
9. Реакції, які використовуються в фотометрії. Вибір оптимальних умов їх проведення.
10. Вплив різних факторів (рН, концентрація, температура тощо) на утворення світло поглинаючих часток.
11. Системи для фотометричного визначення: органічні сполуки, комплексні сполуки з неорганічними і органічними лігандами.
12. Порівняйте за ефективністю органічні та неорганічні реагенти для фотометричного аналізу.
13. Диференціальна спектрофотометрія та особливості її використання.
14. Способи визначення концентрації в спектрофотометрії: метод градуювального графіку; метод стандартних добавок; метод обмежуючих розчинів та ін.

15. Одночасне спектрофотометричне визначення кількох компонентів у розчині.

2.2. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

2.2.1. ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Який електрод застосовується в якості індикаторного у відповідних методах аналізу?

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| А. Скляний | 1. Іонометрія |
| Б. Платиновий | 2. Осаджувальне титрування |
| В. Хлоридсрібний | 3. рН-метрія |
| Г. Іоноселективний | 4. Вимірювання потенціалів |

2. Вкажіть відповідність між типом електрода і методом аналізу:

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| А. I роду | 1. Іонометрія |
| Б. Іоноселективні | 2. Осаджувальне титрування |
| В. II роду | 3. Амперометрія |
| Г. Індиферентні | 4. Вимірювання потенціалів |

3. В яких координатах будують відповідні залежності?

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| А. $i = f(E)$ | 1. Градувальний графік |
| Б. $\varepsilon = f(\lambda)$ | 2. Вольтамперометрична крива |
| В. $A = f(C)$ | 3. Спектр поглинання |
| Г. $E = f(V)$ | 4. Крива титрування |

4. Вкажіть відповідність між методом аналізу і вимірюваним параметром:

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| А. Полярографічний аналіз | 1. Оптична густина |
| Б. Кулонометричний аналіз | 2. Потенціал електрода |
| В. Потенциометричний аналіз | 3. Висота хвилі |
| Г. Фотометричний аналіз | 4. Кількість електрики |

5. Установіть відповідність між характеристикою і типом електрода?

А. Електроди з металу, які занурені в розчин власних іонів	1. Електрод 2-го роду
Б. Катіон чутливі електроди, занурені в розчин, якій містить іони металу що визначають	2. Електрод 1-го роду
В. Електроди, що містять метал і його іон, чутливий до аніонів, що взаємодіють з металом	3. Іоноселективний
Г. Електроди з металів що важко окислюються, які занурені у розчин, що містить розчинні компоненти будь-якої окислювально-відновної пари	4. Індиферентний

6. Вкажіть електроди які відносяться до А) стандартних і Б) вимірювальних:

1. Скляний 2. Платиновий 3. Хлоридсрібний 4. Мідний 5. Водневий 6. Хінгидронний 7. Насичений каломельний 8. Сурм'яний

7. Установіть відповідність між методом і вимірюваним параметром:

А. Пряма кулонометрія	1. Потенціал електрода
Б. Непряма кулонометрія	2. Сила дифузійного струму
В. Полярографія	3. Визначення кількості електрики
Г. Потенціометрія	4. Встановлення точки стехіометрії

8. Користуючись довідковими даними, вкажіть в якій послідовності будуть відновлюватися іони на ртутному електроді, що капас при полярографуванні на фоні розчину хлориду калію:

А. Нікель (2+) Б. Цинк (2+) В. Марганець (2+) Г. Кадмій (2+)

9. Електроди ... роду - це електроди, що складаються з металу, що знаходиться в контакт з розчином, що містить його власні іони.

10. Електроди ... роду - являють собою металеві електроди,

покриті шаром важкорозчинної солі того ж металу. При зануренні в розчин солі однойменного аніона його потенціал буде визначатися активністю іона в розчині.

11. ... електроди чутливі до катіонів та аніонів, представляють собою електрохімічні системи, в яких потенціал визначається процесами розподілу іонів між мембраною і розчином.

12. Електроди з є моно- або полікристалів важкорозчинних у воді солей.

13. Які типи індикаторних електродів застосовуються в потенціометричному методі аналізу? До якого з них відноситься платиновий електрод?

14. Який метод потенціометричного аналізу відноситься до непрямого?

А. Градування електрода

Б. Титрування

В. Метод градувального графіка

Г. Метод добавок

15. Які електроди відносяться до електродів II роду?

А. Скляний, хингидронний

Б. Хлоридсрібний, каломельний

В. Платиновий, графітовий

Г. Срібний, амальгамовий.

16. Для титрування потенціометра потрібний

А. Пристрій для виміру різниці потенціалів

Б. рН - метр

В. Індикаторний електрод

Г. Електрод порівняння

17. Які електроди відносяться до мембранних електродів?

А. Срібний, мідний

Б. Хлоридсеребряний, каломельний

В. рН- скляний, рNO₃ – скляний

Г. Платиновий, графітовий

18. Вкажіть електрод, для якого справедливе рівняння Нернста:



- А. Скляний
- Б. Платиновий
- В. Хлоридсрібний
- Г. Срібний

19. До якого типу електродів відноситься скляний електрод?

- А. Електрод I роду
- Б. Мембранний електрод
- В. Електрод II роду
- Г. Індиферентний електрод

20. Вкажіть електрод, для якого справедливе рівняння Нернста

$$E = K + 0,059 \lg [H^+] = K - 0,059 \text{ рН}$$

- А. Скляний
- Б. Платиновий
- В. Хлоридсрібний
- Г. Срібний

21. Вкажіть електрод, для якого справедливе рівняння Нернста

$$E = E^{\circ} + 0,059 \lg (a_1/a_2)$$

- А. Мембранний електрод
- Б. Індиферентний електрод
- В. Електрод I роду
- Г. Електрод II роду.

22. З нижче перерахованих електродів виберіть ті, які використовуються в потенціометрії

- А. Скляний
- Б. Індикаторний
- В. Іонселективний
- Г. Першого роду

23. Вкажіть електрод, для якого справедливе рівняння Нернста

$$E = E^{\circ} (Fe^{3+}/Fe^{2+}) + 0,059 \lg a(Fe^{3+})/a(Fe^{2+})$$

- А. Хлоридсрібний
- Б. Платиновий
- В. Залізний
- Г. Амальгамовий

24. Вкажіть систему електродів при потенціометричному вимірі концентрації H^+ в розчині

- А. Скляний, Платиновий
- Б. Платиновий, Платиновий
- В. Скляний, Хлоридсрібний
- Г. Платиновий, Хлоридсрібний

25. Які з електродів порівняння використовуються у потенціометричному визначенні?

- А. Хлоридсрібний
- Б. Оксидно-ртутний
- В. Хингидронний
- Г. Насичений каломельний

26. Який метод не потребує накладення зовнішньої напруги ?

- А. Кулонометрія
- Б. Потенціометрія
- В. Поляррографія
- Г. Амперометрія

27. Яка фаза є провідником I роду ?

- А. Розчин
- Б. Неметал
- В. Метал
- Г. Тверда речовина

28. Подвійний електричний шар виникає на межі контакту:

- А. Двох різних металів
- Б. Двох розчинів однакової концентрації
- В. Двох розчинів різної концентрації
- Г. Металу та розчину його солі

29. Мембранний потенціал визначається за формулою:

- А. $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg [Me^{n+}]$
- Б. $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[окисник]}{[відновник]}$
- В. $E = E_1 - E_2$
- Г. $E = E_1 - E_2 + E_D$

30. До якого типу електродів відноситься Хлорсрібний електрод?

- А. Електроди I роду
- Б. Електроди II роду
- В. Електроди III роду
- Г. Мембранні іонселективні електроди

31. Які електроди є стандартними?

- А. Скляний
- Б. Водневий
- В. Хлоридсрібний
- Г. Платиновий

32. Який індикаторний електрод використовують для вимірювання рН?

- А. Скляний
- Б. Водневий
- В. Будь-який мембранний
- Г. Платиновий

33. Який потенціал виникає в скляному електроді?

- А. Дифузний
- Б. Контактний
- В. Мембранний
- Г. Електродний

34. Головна вимога до іонселективних електродів з твердою мембраною:

- А. Рухомим повинен бути тільки той іон, який підлягає визначенню
- Б. Іон, який визначають повинен розчинятися у воді і мати невелику молекулярну масу
- В. Мембрана повинна бути гомогенною
- Г. Мембрана повинна бути гетерогенною

35. Який процес забезпечують електродноактивні речовини, які входять до складу мембрани?

- А. Протікання окислювально-відновної реакції
- Б. Селективний обмін іонами між мембраною та розчином
- В. Утворення хелатів
- Г. Утворення нерозчинних сполук

36. При якому значенні константи рівноваги окислювально-відновна реакція йде повністю?

А. $pK > 0$

Б. $pK < 0$

В. $K > 10^6$

Г. $K > 10^8$

37. Що треба брати до уваги проводячи обчислення за рівнянням Нернста?

А. Концентрацію окисника та відновника

Б. Стехіометричні коефіцієнти

В. Концентрацію H^+ або OH^-

Г. Агрегатний стан речовин

38. В якому випадку іонселективний електрод більш чутливий до йону, який визначають? Якщо коефіцієнт селективності ...

А. Більше 1

Б. Менше 1

В. Дорівнює 1

Г. Дорівнює 0

39. Потенціометричне титрування використовують:

А. Для визначення слабких електролітів ($K_{дис} < 10^{-3}$)

Б. Для визначення концентрованих розчинів

В. Для визначення забарвлених розчинів

Г. Для визначення непрозорих розчинів

40. Чому дорівнює потенціал водневого електроду, зануреного у розчин HCl концентрації 0,01 моль/л?

41. Виникнення дифузійного потенціалу зумовлено...

А. Різною електропровідністю розчинів

Б. Різною температурою розчинів

В. Наявністю сольового містка

Г. Нерівномірним розподілом катіонів та аніонів на межі розділення розчинів

42. Якій внутрішній електрод порівняння в іон-селективних електродах використовують:

А. Срібний електрод

- Б. Каломельний електрод
- В. Хлорсрібний електрод
- Г. Платиновий електрод

43. Під час потенціометричного титрування двохосновних кислот для одержання кількох стрибків на кривій титрування необхідно, щоб $K_{\text{дис}1}$ відрізнялась від $K_{\text{дис}2}$ не менше ніж на:

- А. Два порядки
- Б. Три порядки
- В. Чотири порядки
- Г. Не відрізнялись

44. Криву потенціометричного титрування будують у координатах:

- А. $E - V$
- Б. $\Delta E / \Delta V - V$
- В. $\Delta E / \Delta V - E$
- Г. $\Delta E / \Delta V - \Delta V$

45. В основі потенціометричного методу лежить вимірювання:

- А. Кількості електрики
- Б. Сили току
- В. Різниці потенціалів
- Г. Маса електроду

46. Яка фаза є провідником II роду ?

- А. Розчин
- Б. Неметал
- В. Метал
- Г. Тверда речовина

47. Контактний потенціал виникає, коли стикаються:

- А. Два різних метала
- Б. Два розчини однакової концентрації
- В. Два розчини різної концентрації
- Г. Метал та розчин його солі

48. Електродний потенціал визначається за формулою:

А. $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg [Me^{n+}]$

$$\text{Б. } E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{ОКИСНИК}]}{[\text{ВІДНОВНИК}]}$$

$$\text{В. } E = E_1 - E_2$$

$$\text{Г. } E = E_1 - E_2 + E_{\text{д}}$$

49. До якого типу електродів відноситься скляний електрод?

А. Електроди I роду

Б. Електроди II роду

В. Електроди III роду

Г. Мембранні іонселективні електроди

50. Потенціал якого електрода прийнятий за нуль?

А. Скляного

Б. Водневого

В. Хлоридсрібного

Г. Платинового

51. Який індикаторний електрод використовують для потенціометричного титрування в окислювально-відновних реакціях?

А. Скляний

Б. Водневий

В. Будь-який мембранний

Г. Платиновий

52. Внаслідок яких процесів виникають межові потенціали в скляному електроді?

А. Окислення-відновлення

Б. Дифузії

В. Іонного обміну

Г. Комплексоутворення

53. Який іон є потенціал визначаючим для іонселективного електроду?

А. Іон, який рухається з більшою швидкістю

Б. Іон, який має більший радіус

В. Іон, концентрація якого в розчині більша

Г. Іон, який переносить найбільшу кількість елементарних зарядів через поверхню розділу фаз

54. Електродна функція іонселективних електродів описується:

- А. Рівнянням Нернста
- Б. Рівнянням Дебая-Хюккеля
- В. Рівнянням Ільковича
- Г. Рівнянням Больцмана

55. За якими формулами визначають напрямок перебігу окислювально-відновної реакції?

А. $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{ОКИСНИК}]}{[\text{ВІДНОВНИК}]}$

Б. $\lg K = \frac{(E_{\text{ОК}} - E_{\text{ВІД}})n}{0,059}$

В. $E = \frac{nE_{\text{ОК}} - mE_{\text{ВІД}}}{n + m}$

Г. $E.P.C. = E_{\text{ОК}} - E_{\text{ВІД}}$

56. Для яких редокс-пар концентрація відновника не впливає на значення E?

- А. $E(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+})$
- Б. $E(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0)$
- В. $E(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)$
- Г. $E(\text{Ag}^+/\text{Ag}^0)$

57. Від яких факторів залежить величина реального електродного потенціалу?

- А. Від концентрації реагуючих речовин
- Б. Від рН розчину
- В. Від наявності побічних реакцій
- Г. Від агрегатного стану речовини

58. Що характеризує ефективність роботи іон-селективних електродів?

- А. Дрейф потенціалу
- Б. Час відгуку
- В. Селективність визначення
- Г. Чутливість визначення

59. Чому дорівнює потенціал водневого електроду, зануреного у розчин NaOH концентрації 0,01 моль/л?

60. Стрибок потенціалу в окисно-відновному титруванні тим більший, чим

- А. Більшою є різниця стандартних електрохімічних потенціалів
- Б. Меншою є різниця стандартних електрохімічних потенціалів
- В. Більше концентрація реагуючих розчинів
- Г. Менше концентрація реагуючих розчинів

61. Електрод – це ...

- А. Металевий провідник
- Б. Два розчини, з'єднані сольовим містком
- В. Металевий провідник, занурений в буферний розчин
- Г. Металевий провідник, занурений у розчин своєї солі

62. До основних типів індикаторних електродів належать

- А. Металеві електроди
- Б. Мембранні електроди
- В. Електроди II роду
- Г. Електроди III роду

63. Яка залежність лежить в основі прямої потенціометрії?

- А. Залежність сили току від потенціалу
- Б. Залежність потенціалу від складу електроліту
- В. Залежність потенціалу від іонної сили розчину
- Г. Залежність потенціалу від концентрації іону, який визначають

64. Межовий потенціал виникає, коли стикаються:

- А. Два різних метала
- Б. Два розчини однакової концентрації
- В. Два розчини різної концентрації
- Г. Метал та розчин його солі

65. Потенціал електродів III роду визначається за формулою:

А.
$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{окисник}]}{[\text{відновник}]}$$

Б.
$$\lg K = \frac{(E_{\text{ок}} - E_{\text{від}})n}{0,059}$$

В.
$$E = \frac{nE_{\text{ок}} - mE_{\text{від}}}{n + m}$$

Г.
$$E.P.C. = E_{\text{ок}} - E_{\text{від}}$$

66. До якого типу електродів відноситься платиновий електрод?

- А. Електроди I роду
- Б. Електроди II роду
- В. Електроди III роду
- Г. Мембранні іонселективні електроди

67. Які електроди є індикаторними?

- А. Скляний
- Б. Водневий
- В. Хлоридсрібний
- Г. Платиновий

68. Який індикаторний електрод використовують для потенціометричного титрування в реакціях осадження для визначення галогенідів?

- А. Скляний
- Б. Водневий
- В. Срібний
- Г. Платиновий

69. Вимоги до електродів з рідинними мембранами:

- А. Іон, який визначають повинен розчинятися у воді і мати невелику молекулярну масу
- Б. Рухомим повинен бути тільки той іон, який підлягає визначенню
- В. Протиіон повинен мати велику молекулярну масу і погано розчинятися в воді
- Г. Іон, який визначають, повинен утворювати з протиіоном – хелат, або іонний асоціат

70. Від чого залежить Нернстівський кутовий коефіцієнт (S кутовий коефіцієнт) нахилу електродної функції?

- А. Від температури розчину
- Б. Від заряду іону, який визначають
- В. Від активності іону, який визначають
- Г. Від ЕРС гальванічного елемента

71. Що можна визначити за формулою: $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{окисник}]}{[\text{відновник}]}$

- А. Стандартний редокс-потенціал

- Б. Реальний редокс-потенціал
- В. ЕРС реакції
- Г. Напрямок протікання окислювально-відновної реакції

72. Чим користуються для визначення напрямку перебігу окислювально-відновлювальних реакцій?

- А. Значенням електронегативності елементі
- Б. Значенням редокс-потенціалі
- В. Числом прийнятих та відданих електронів
- Г. Значенням степені окислення

73. Вкажіть окислювально-відновну пару, на потенціал якої впливає рН розчину.

- А. I_2/I^-
- Б. Fe^{3+}/Fe^{2+}
- В. $Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}$
- Г. $S_2O_8^{2-}/2SO_4^{2-}$

74. За допомогою кривої титрування при потенціометричному титруванні визначають:

- А. Електрохімічний потенціал
- Б. Кутовий коефіцієнт
- В. Точку стехіометричності
- Г. Стехіометричні коефіцієнти

75. Іонометрія – це ...

- А. Пряма потенціометрія з використанням електродів III роду
- Б. Потенціометричне титрування з електродами I роду
- В. Пряма потенціометрія з використанням ІСЕ
- Г. Потенціометричне титрування з електродами II роду

76. Чому дорівнює потенціал водневого електроду, зануреного у розчин НСООН (рК = 3,8) концентрації 0,01 моль/л?

77. За допомогою скляного електроду можна вимірювати рН розчину в межах:

- А. 0 – 6
- Б. 0 - 9
- В. 6 – 12
- Г. 0 – 12

78. Точка еквівалентності при потенціометричному титруванні фіксується за:

- А. стрибком потенціалу
- Б. зміною кольору розчину
- В. збільшенням сили струму
- Г. утворенням осаду

79. Сумісне титрування осаджувальним методом суміші іонів можливе якщо ДР утворених осадів відрізняються більше, ніж на ...

- А. Один порядок
- Б. Два порядки
- В. Три порядки
- Г. Не відрізняються

80. В яких випадках водневий електрод є індикаторним?

- А. у реакціях окиснення-відновлення
- Б. у реакціях нейтралізації
- В. у реакціях комплексоутворення
- Г. у реакціях осадження

81. Дифузійний потенціал виникає, коли стикаються:

- А. Два різних метала
- Б. Два розчини однакової концентрації
- В. Два розчини різної концентрації
- Г. Метал та розчин його солі

82. Потенціал електродів I роду визначається за формулою:

- А. $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg [Me^{n+}]$
- Б. $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{окисник}]}{[\text{відновник}]}$
- В. $E = E_1 - E_2$
- Г. $E = E_1 - E_2 + E_d$

83. До якого типу електродів відноситься каломельний електрод?

- А. Електроди I роду
- Б. Електроди II роду
- В. Електроди III роду
- Г. Мембранні іон селективні електроди

84. Який електрод є стандартним?

- А. Мідний
- Б. Срібний
- В. Каломельний
- Г. Ферментний

85. Який індикаторний електрод використовують для потенціометричного титрування в реакціях нейтралізації?

- А. Скляний
- Б. Водневий
- В. Будь-який мембранний
- Г. Платиновий

86. Зовнішній потенціал (E_2) скляного електроду визначається за формулою:

А. $E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg [Me^{n+}]$

Б. $E = E^0 - 0,059 pH$

В. $E = E_1 - E_2$

Г. $E = E_1 - E_2 + E_d$

87. Від чого залежить виникнення електричного струму в мембрані іонселективного електроду?

- А. Від концентрації іону, який визначають
- Б. Від концентрації внутрішнього розчину
- В. Від іонів, які входять до складу кристалічної решітки мембрани
- Г. Від різниці межових потенціалів

88. Які електроди треба вибрати при потенціометричному титруванні $FeSO_4$ стандартним розчином $KMnO_4$:

- А. Скляний та хлорсрібний
- Б. Платиновий та каломельний
- В. Скляний та платиновий
- Г. Хлоридсрібний та каломельний

89. Для якої редокс-пари рН не буде впливати на значення електрохімічного потенціалу?

А. $E(MnO_4^- / Mn^{2+})$

Б. $E(2\text{SO}_4^{2-}/\text{S}_2\text{O}_8^{2-})$

В. $E(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)$

Г. $E(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+})$

90. Які фактори впливають на значення електрохімічного потенціалу E ?

А. рН розчину

Б. Концентрація окисника і відновника

В. Побічні реакції (утворення осаду чи комплексу)

Г. Каталізатор

91. Що характеризує головну властивість іон-селективних електродів?

А. Дрейф потенціалу

Б. Електродна функція

В. Селективність визначення

Г. Чутливість визначення

92. Чому дорівнює потенціал водневого електроду, зануреного у розчин NH_4OH ($\text{pK} = 4,76$) концентрації $0,01$ моль/л?

93. В яких одиницях визначена концентрація в рівнянні Нернста:

А. г/л

Б. моль-екв/л

В. моль/кг

Г. моль/л

94. Чи можна за допомогою скляного електроду, виміряти концентрацію аніону малорозчинної сполуки?

А. Так

Б. Ні

В. За певних умов

Г. Шляхом титрування

95. За яких умов треба використовувати рівняння Нернста?

А. $C_{\text{ок.}} \neq C_{\text{відн.}}$

Б. $C_{\text{відн.}} \neq 1$ моль/л

В. $C_{\text{ок.}} \neq 1$ моль/л

Г. $C_{\text{ок.}} = C_{\text{відн.}} = 1$ моль/л

96. Сольовий місток звичайно наповнений:

- А. Аналізованим розчином
- Б. Буферним розчином
- В. Розчином калій хлориду
- Г. Розчином хлоридної кислоти

97. Коли виникає електрохімічний потенціал між двома фазами провідників ?

- А. Якщо обидві фази мають однакову кількість носіїв електрики
- Б. Якщо одна з фаз має носіїв електрики більше ніж друга
- В. Якщо носії електрики в обох фазах різні
- Г. Якщо носії електрики в обох фазах однакові

98. Електродний потенціал виникає, коли стикаються:

- А. Два різних метала
- Б. Два розчини однакової концентрації
- В. Два розчини різної концентрації
- Г. Метал та розчин його солі

99. До якого типу електродів відноситься мідний електрод?

- А. Електроди I роду
- Б. Електроди II роду
- В. Електроди III роду
- Г. Мембранні іонселективні електроди

100. Які електроди є індикаторними?

- А. Хлоридсрібний
- Б. Срібний
- В. Каломельний
- Г. Ферментний

101. Який індикаторний електрод використовують для потенціометричного титрування в реакціях комплексоутворення?

- А. Скляний
- Б. Водневий
- В. Будь-який мембранний
- Г. Платиновий

102. Який електрод є внутрішнім в скляному електроді?

- А. Срібний
- Б. Хлоридсрібний

В. Будь-який мембранний

Г. Платиновий

103. Яку мембрану мають електроди з гетерогенною мембраною?

А. Таблетка з кристалічного матеріалу

Б. Монокристал

В. Мембрана з тонкого пористого органічного полімеру, насичена розчином рідинного іоніту

Г. Суміш твердої речовини, яка має іонообмінні властивості з полімерною матрицею

104. Які електроди треба вибрати при потенціометричному титруванні CH_3COOH стандартним розчином КОН :

А. Скляний і Хлоридсрібний

Б. Платиновий та каломельний

В. Скляний та Платиновий

Г. Хлоридсрібний та каломельний

105. Який електрохімічний потенціал відповідає умовам:

$a_{\text{ок.}} = a_{\text{відн.}} = 1 \text{ моль/л}, [\text{H}^+] = 1 \text{ моль/л?}$

А. Формальний

Б. Реальний

В. Стандартний

Г. Електродний

106. За яких умов окислювально-відновна реакція перебігає зліва направо?

А. $E_{\text{ок.}} < E_{\text{відн.}}$

Б. $E_{\text{ок.}} > E_{\text{відн.}}$

В. $E_{\text{РС}} > 0$

Г. $E_{\text{РС}} < 0$

107. Дрейф потенціалу – це ...

А. Проміжок часу між моментом занурення електроду в досліджуваний розчин і моментом досягнення рівноважного значення потенціалу

Б. Показник, що характеризує вплив іонів, що заважають, на потенціал електрод

В. Зміна значення потенціалу електроду в розчині за одиницю часу

Г. Показник, який характеризує чутливість електроду

108. Які методи кількісних визначень використовують в іонометрії?

А. Метод стандартних розчинів

Б. Метод градуювального графіка

В. Метод молярного коефіцієнта поглинання

Г. Метод додатків

107. Чому дорівнює потенціал водневого електроду, зануреного у буферний розчин CH_3COOH ($\text{pK} = 4,76$) + CH_3COONa при концентрації розчинів 0,1 моль/л?

108. Які електроди відносять до іон-селективних?

А. Газочутливі

Б. Мембранні

В. Металеві

Г. Стандартні

109. У прямій потенціометрії використовують залежність

А. Потенціалу індикаторного електроду від концентрації речовини

Б. Сили струму від потенціалу індикаторного електроду

В. Сили струму від концентрації речовини

Г. Потенціалу індикаторного електроду від температури

110. Які фактори впливають на величину стрибка титрування?

А. Сила електролітів

Б. Сила струму

В. Концентрація розчинів

Г. Величина напруги

111. Диференційну криву потенціометричного титрування будують у координатах:

А. $E - V$

Б. $\Delta E / \Delta V - V$

В. $\Delta E / \Delta V - E$

Г. $\Delta E / \Delta V - \Delta V$

РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

Приклад 1

Розрахувати потенціал водневого електрода в 0,1 М розчині нітриту натрію NaNO_2 . $K_d(\text{HNO}_2) = 4 \cdot 10^{-4}$.

Розв'язання:

Відповідно до рівняння Нернста потенціал водневого електрода визначається концентрацією протонів в розчині, а значить і рН: $E(\text{H}^+) = -0,059 \text{ рН}$, тому величину водневого показника необхідно розрахувати. Нітрит натрію - сіль, утворена слабкою кислотою і сильною основою і в розчині буде піддаватися гідролізу за аніоном: $\text{NO}_2^- + \text{HON} = \text{HNO}_2 + \text{OH}^-$. рОН такого розчину обчислюється за формулою:

$\text{рОН} = 7 + 1/2 (\lg K_d + \lg C_{\text{соли}})$, $\text{рН} = 14 - \text{рОН} = 14 - 7 + 1/2 \text{р}K_d + 1/2 \lg C_{\text{соли}} = 7 + 1,7 - 0,5 = 8,2$. Підставляємо у вираз для розрахунку потенціалу і отримуємо:

$E(\text{H}^+) = -0,059 \text{ рН} = -0,059 \cdot 8,2 = -0,484 \text{ (В)}$.

Приклад 2

Гальванічний елемент складається з металевого цинку, зануреного в 0,1 М розчин нітрату цинку, і металевого свинцю, зануреного в 0,02 М розчин нітрату свинцю. Обчислити ЕРС елемента.

Розв'язання:

Щоб визначити ЕРС елемента, необхідно обчислити електродні потенціали. Для цього в довіднику знаходимо значення стандартних електродних потенціалів системи $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$ ($-0,76 \text{ В}$) і $\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^0$ ($-0,13 \text{ В}$), а потім розраховуємо значення потенціалів за рівнянням Нернста:

$E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0) = -0,76 + (0,059/2) \cdot \lg(0,1) = -0,76 + 0,030(-1) = -0,79 \text{ В}$,

$E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^0) = -0,13 + (0,059/2) \cdot \lg(0,02) = -0,13 + 0,030(-1,7) = -0,18 \text{ В}$.

$\text{ЕРС} = E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^0) - E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0) = -0,18 - (-0,79) = 0,61 \text{ В}$.

Оскільки $E^0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}^0) > E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0)$, то на свинцевому електроді буде відбуватися відновлення, тобто він буде служити катодом, а на цинковому електроді буде відбуватися окислення, тобто цей електрод буде анодом.

Приклад 3

Елемент складається з водневого електрода, зануреного в кров, і каломельного електрода, насиченого розчином КС1, потенціал якого дорівнює 0,25 В. Визначити рН і $[H^+]$ крові при 18° С, якщо ЕРС елемента дорівнює 0,677 В.

Розв'язання:

ЕРС елемента дорівнює різниці електродних потенціалів катода і анода. В даному випадку це різниця потенціалів електрода порівняння і іоноселективного (скляного): $ЕРС = E_{пор.} - E(H^+)$; знаходимо $E(H^+) = E_{пор.} - ЕРС = 0,25 - 0,677 = -0,427$ В.

Відомо, що потенціал водневого електрода залежить від концентрації протонів в розчині, а значить від рН: $E(H^+) = -0,059$ рН, тоді $рН = -E(H^+) / 0,059 = 0,427 / 0,059 = 7,24 = -\lg [H^+]$, звідки $[H^+] = 10^{-рН} = 10^{-7,24} = 0,57 \cdot 10^{-7}$ моль / л.

Відповідь: рН=7,24; концентрація іонів водню $[H^+]=0,57 \cdot 10^{-7}$ моль/л.

Приклад 4

Наважку зразка (q) масою 0,2000 г, що містить калій, розчинили у воді і об'єм довели до 100 мл. Потім виміряли електродний потенціал калійселективного електрода в отриманому розчині, якій дорівнював 60 мВ. Вичислити масову долю (%) калію в зразку, якщо залежність потенціалу калійселективного електрода від концентрації стандартних розчинів K^+ наступна:

рС(K^+), моль/л	1,0	2,0	3,0	4,0
Е, мВ	100	46,0	- 7,0	- 60,0

Розв'язання:

По отриманим даним будується градувальний графік в координатах E – $рС(K^+)$. З графіку при потенціалі 60 мВ визначається $рС = 1,75$. Звідки $СМ = 1,78 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Розраховується масова доля калію в зразку по формулі:

$$\omega = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000 \cdot q} = \frac{1,78 \cdot 10^{-2} \cdot 39 \cdot 100 \cdot 100}{1000 \cdot 0,2000} = 35 \%$$

Приклад 5

Визначити концентрацію NaCl в розчині (г/л), якщо при потенціометричному титруванні 20,0 мл цього розчину 0,2 моль/л розчином AgNO₃ отримали наступні результати:

V(AgNO ₃), мл	15	20	22	24	24,5	24,9	25	25,1	25,5
E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646

Розв'язання:

Будується графік потенціометричного титрування в координатах E (мВ) - V ((AgNO₃), мл. З графіку знаходиться еквівалентний об'єм титранту нітрату срібла, якій витрачено на титрування хлориду натрію: V (AgNO₃) = 25,0 мл. Із закону еквівалентів розраховується молярна концентрація еквіваленту хлориду натрію:

$$C(\text{NaCl}) = \frac{C(\text{AgNO}_3) \cdot V_{\text{т.е.}}}{V_{\text{NaCl}}} = \frac{0,2 \cdot 25}{20} = (0,25 \frac{\text{моль}}{\text{л}})$$

Робиться перерахунок на концентрацію в одиницях виміру (г/л):

$$C(\text{NaCl}) = C(\text{NaCl}) \text{ Me} = 0,25 \cdot 58,5 = 14,61 \text{ (г/л)}.$$

Приклад 6

Встановіть, в якій послідовності вірогідне відновлення на катоді при електролізі цих іонів, користуючись значеннями стандартних електродних потенціалів і перенапружень. Поясніть, коли можливе спільне відновлення металу і водню на катоді. Чим відрізняється послідовність електрохімічних реакцій на аноді від аналогічної послідовності на катоді? У розчині є присутніми наступні іони: Ag⁺, Cr³⁺, Zn²⁺, Sn²⁺, Br⁻.

Іон	Ag ⁺	Cr ³⁺	Zn ²⁺	Sn ²⁺	H ⁺
Окисно-відновна пара	Ag ⁺ /Ag ⁰	Cr ³⁺ /Cr ⁰	Zn ²⁺ /Zn ⁰	Sn ²⁺ /Sn ⁰	2H ⁺ /H ₂ ⁰
φ ⁰ , В	0,799	-0,744	-0,763	-0,136	0
n _к , В	0,18	0,41	0,03	0,01	0,18 (на Ag)

Розв'язання:

Розраховуємо значення катодних потенціалів в реальних умовах електролізу, під струмом по формулі: φ⁰ = φ⁰ - n_к

Послідовність розряду іонів на катоді встановлюємо, виходячи з того,

Окисно-відновна пара	Ag^+/Ag^0	$\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^0$	$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$	$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^0$	$2\text{H}^+/\text{H}_2^0$
$\varphi_i, \text{В}$	0,619	-1,154	-0,766	-0,146	-0,18 (на Ag)

що на катоді відновлюються в першу чергу іони з найбільш позитивним електродним потенціалом відповідної електрохімічної системи.

$\varphi_{ik}, \text{В}$	0,619	-0,146	-0,18	-0,766	-1,154
Окисно-відновна пара	Ag^+/Ag^0	$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}^0$	$2\text{H}^+/\text{H}_2^0$	$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0$	$\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}^0$
іон	Ag^+	Sn^{2+}	H^+	Zn^{2+}	Cr^{3+}

Звідси видно, що на катоді відновлюватимуться в першу чергу іони Ag^+ . При підвищеній щільності струму, у разі, якщо досягається граничний струм по іонах Ag^+ , може початися відновлення іонів Sn^{2+} , що використовують, зокрема, при електролітичному рафінуванні металів - можна окремо виділити срібло, потім олово. Відновлення водню в звичайних умовах спільно з металом – сріблом не відбувається, воно можливе лише при щільності струму, що набагато перевищує граничну по іонах Ag^+ .

Анодна поведінка даних іонів прямо протилежно катодної: на аноді в першу чергу йтимуть процеси окислення в електрохімічних системах з найбільш негативним електродним потенціалом.

2.2.2. ЕЛЕКТРОГРАВІМЕТРИЧНИЙ ТА КУЛОНОМЕТРИЧНИЙ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Аналітик проводить кількісне визначення купруму методом прямої кулонометрії. Який прилад може використати спеціаліст для проведення вимірювань?

- А. Іономір
- Б. Кондуктометр
- В. Кулонометр
- Г. рН-метр
- Д. Термостат

2. В процесі кулонометричного титрування визначається речовина реагує з титрантом, який одержується в результаті електрохімічної реакції на електроді. Такий титрант називають:

- А. Первинним
- Б. Вторинним
- В. Електричним
- Г. Електрогенерованим
- Д. Електроноактивним

3. В лабораторії проводиться кулонометричне титрування. Регенерація титранту в електрохімічній комірці повинна проходити за умови:

- А. Постійної сили струму
- Б. Постійної напруги
- В. Перемінної сили струму
- Г. Постійної електропровідності
- Д. Постійного опору

4. Спеціаліст контрольно-аналітичної лабораторії проводить визначення лікарської речовини за допомогою кулонометричного титрування з використанням реакції нейтралізації. Яким приладом необхідно скористатися для встановлення кінцевої точки титрування в даному випадку?

- А. Амперметром
- Б. Поляриметром

- В. Рефрактометром
- Г. Кондуктометром
- Д. рН-метром

5. Фахівець проводить визначення шкідливої домішки кадмію у лікарській сировині методом прямої кулонометрії. Таке визначення проводять за умови:

- А. Постійного потенціалу робочого електрода
- Б. Перемінного потенціалу робочого електрода
- В. Постійної сили струму
- Г. Постійного опору
- Д. Постійної електропровідності

6. Метод аналізу, який заснований на залежності маси перетвореної речовини від кількості електрики, називається ...

- А. Потенціометрією
- Б. Кулонометрією
- В. Полярографією
- Г. Кондуктометрією

7. Положення, на якому засновано метод кулонометрії, називається законом...

- А. Кольрауша
- Б. Кулона
- В. Фарадея
- Г. Нернста

8. До фізико-хімічних методів аналізу відносять

- А. Дробовий
- Б. Крапельний
- В. Метод кольорових реакцій
- Г. Люмінесцентний
- Д. Електроваговий

9. Який закон лежить в основі електрогравіметрії та кулонометрії:

- А. Джоуля-Ленця
- Б. Фарадея
- В. Бугера-Ламберта-Бера
- Г. Архімеда

10. Електрохімічний еквівалент це:

- А. Кількість речовини, яку виділяє 1 кулон електрики

- Б. Маса речовини, яку виділяє 1 кулон електрики
- В. Кількість речовини, яка виділяється під час проходження струму в 1 А
- Г. Маса речовини, яка виділяється за 1 хвилину

11. Електроаналітичні визначення у випадку постійної сили струму можливі:

- А. Якщо потенціал катода встановлюється на рівні, визначеному стандартним потенціалом та перенапругою нової електродної реакції
- Б. Якщо різниця стандартних потенціалів 0,3 В
- В. У випадку використання триелектродної комірки
- Г. У випадку використання відповідної густини струму

12. Який з вказаних електрохімічних методів титрування дозволяє виключити стандартизацію титранту:

- А. Потенціометричний
- Б. Кулонометричний
- В. Амперометричний
- Г. Кондуктометричний

13. Чому дорівнює електрохімічний еквівалент речовини під час електролізу розчину сульфату міді(II):

- А. M_{Cu} ; Б. M_{CuSO_4} ; В. $M_{Cu/2}$; Г. $M_{CuSO_4/2}$

14. Переваги метода внутрішнього електролізу полягають в:

- А. повному виділенні металу на електроді
- Б. можливості проведення точних електрохімічних відокремлень
- В. простоті апаратури
- Г. високої якості одержаних осадів

15. Під час електролізу розчину мідного купоросу:

- А. На катоді відновлюється мідь
- Б. На аноді окислюється мідь
- В. На аноді відновлюється кисень
- Г. На аноді окислюється вода

16. Якій з вказаних металів будуть виділятися на катоді з платини, якщо в методі внутрішнього електролізу в якості аноду використовують свинцеву платівку:

А. Fe Б. Cu В. Cr Г. Ag

17. Потенціал відновлення – це потенціал, за якого:

А. струм дорівнює половині дифузійного струму

Б. на полярограмі спостерігається збільшення струму порівняно зі значенням залишкового струму

В. струм дорівнює половині граничного струму

Г. струм дорівнює половині залишкового струму

18. Електрогравіметричний метод аналізу застосовується для кількісного визначення ..., деяких ... і важкорозчинних (солей, металів, оксидів).

19. Кулонометрія - електрохімічний метод аналізу, який оснований на, вимірі (маси, кількості електрики, потенціалу), при електроокисленні або відновленні аналізованої речовини.

20. Кулонометрический метод аналізу має універсальне значення. Оборотно́сть або необоротно́сть реакції відновлення на (аноді, катоді, іншому електроді) не має ніякого значення.

21. На чому заснований кулонометрический метод аналізу?

22. Основні вимоги до методів кулонометрії.

23. Які методи електроаналізу використовують на практиці?

А. Зовнішній електроліз

Б. Електроліз при контрольованому потенціалі

В. Електроліз при змінній силі струму

Г. Електроліз при постійній силі струму

24. Відповідно до об'єднаного закону Фарадея маса речовини пов'язана з кількістю електрики співвідношенням:

А. $m = QF/(Nm)$; Б. $m = Qn/(MF)$; В. $m = QM/(nF)$; Г. $m = Q/(NmF)$.

РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

Приклад 1

Кулонометричне титрування $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ в сульфатнокислому розчині електрогенерованими іонами Fe^{2+} при силі струму 20,0 мА закінчилося за 250 с (точка завершення титрування визначалася за зміною потенціалу індикаторного електроду). Скільки хрому (у вигляді $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) знаходиться в розчині?

Розв'язання:

На титрування 5,0 мл розчину тіосульфату при силі струму 4,0 мА витрачено 185,5 с. Знайдіть масу відтитрованого тіосульфату.

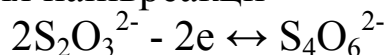
Рішення.

За формулою знаходимо кількість електрики, витраченої на титрування:

$$Q = I_{\text{ел}} t_{\text{ел}}$$

$$Q = 0,004 \cdot 185,5 = 0,740 \text{ Кл}$$

Це означає, що в процесі титрування окислено $7,67 \cdot 10^{-5}$ моль еквівалентів. З рівняння напівреакції



бачимо, що молярна маса еквіваленту дорівнює

$$\frac{2 \cdot 158,1}{2} = 158,1 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

Отже, в аліквотній частині 5,0 мл аналізованого розчину містилось $7,67 \cdot 10^{-5} \cdot 158,1 = 0,0122 \text{ г Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Приклад 2

Наважку сплаву масою 0,3578 г розчинили і через отриманий розчин в продовж 10 хвилин пропускали струм силою 0,10 А, внаслідок чого на катоді повністю виділилася мідь. Визначити масову долю (%) міді в сплаві, якщо вихід по струму складав 90%?

Розв'язання:

Відповідно до закону Фарадея

$$m(\text{Cu}) = \frac{I\tau M(\text{Cu})\eta}{Fn100}$$

де $m(\text{Cu})$ – маса міді, що виділилася, г; I – сила струму, А;

τ – час електролізу, с; $M(\text{Cu})$ – молярна маса міді, г/моль;

F – постійна Фарадея; n – число електронів, що беруть участь в електрохімічному процесі; η – вихід по струму %.

Масова частка (%) міді в сплаві складає:

$$\omega = \frac{m(\text{Cu})}{g} \cdot 100 = \frac{0,0179}{0,3578} 100 = 5\%.$$

2.2.3. КОНДУКТОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. В основу кондуктометричного методу аналізу покладена залежність:

- А. Електричної провідності розчинів електролітів від їх концентрації
- Б. Е.р.с. електрохімічного кола від активності досліджуваного іона в розчині
- В. Сили струму від напруги
- Г. Сили струму від концентрації розчину
- Д. Електричної провідності розчинів електролітів від напруги

2. Назвіть метод, який можна використати для визначення загальної сольової концентрації розчину:

- А. Кулонометрія
- Б. Потенціометрія
- В. Кондуктометрія
- Г. Електрогравиметрія
- Д. Вольтамперометрія

3. Хімік проводить оцінку якості дистильованої води за допомогою методу аналізу, заснованого на вимірюванні електропровідності. Яким методом скористався хімік?

- А. Кулонометрія
- Б. Потенціометричне титрування
- В. Пряма кондуктометрія
- Г. Кондуктометричне титрування
- Д. Пряма потенціометрія

4. Вимірювання електропровідності або електричного опору досліджуваного розчину проводять в електрохімічній комірці, в яку вмонтовані:

- А. Платинові електроди
- Б. Хлоридсрібні електроди
- В. Спіралі з дроту
- Г. Електрична «мішалка»
- Д. Скляні електроди

5. Крива кондуктометричного титрування – це...

- А. залежність питомої електричної провідності від часу;

Б. залежність питомої електричної провідності від об'єму речовини, яку аналізують

В. залежність питомої електричної провідності від об'єму доданого титранту;

Г. залежність сили струму від об'єму доданого титранту

6. В методі кондуктометрії аналітичним сигналом, величина якого пропорційна вмісту визначаємої речовини, є ...

А. Електродний потенціал

Б. Електрична провідність

В. Кількість електрики

Г. Інтенсивність випромінювання

7. Лінійна залежність електропровідності розчину від концентрації електроліту є основою методу кількісного аналізу, який називається ...

А. Кулонометрія

Б. Кондуктометрія

В. С. Вольтамперометрія

Г. Потенціометрія

8. В яких координатах будується крива кондуктометричного титрування?

А. електрична провідність - опір

Б. сила струму - об'єм титранту

В. електрична провідність - об'єм титранту

9. Молярна електропровідність μ розчином електроліту визначається співвідношенням:

А. $\mu=100\text{с/К}$; Б. $\mu=100\text{К/с}$; В. $\mu=\text{с}/100\text{К}$; Г. $\mu=\text{сК}/100$.

10. Вкажіть можливі об'єкти аналізу в кондуктометричному методі.

А. Етиловий спирт, пропиловий спирт

Б. Лимонна кислота, хлорид натрію

В. Ацетон, гідроксид натрію

Г. Сахароза, лактоза

11. Яке рівняння описує взаємозв'язок питомої і еквівалентної електропровідності?

А. $\chi = \frac{c}{\lambda} 1000$ Б. $\lambda = \frac{c}{\chi} 1000$ В. $\lambda = \frac{\chi}{c} 1000$ Г. $\lambda = \frac{\chi \cdot c}{1000}$

12. Вкажіть чинники, що впливають на константу кондуктометричної комірки.

- А. Концентрація електроліту, розміри
- Б. Природа електроліту, площа електродів
- В. Розміри комірки, об'єм розчину, площа електродів
- Г. Температура, концентрація електроліту

13. Електричний опір шару розчину електроліту між електродами обчислюється згідно із законом:

- А. $R = (l/\rho) \cdot S$ Б. $R = (S/l) \cdot \rho$ В. $R = S \cdot (l/\rho)$ Г. $R = \rho(l/S)$

14. Закінчіть формулювання: електроди в комірках для кондуктометричного титрування виготовляються з ...

- А. ... скла
- Б. ... платини та інших благородних металів
- В. ... активних металів
- Г. ... сталей

15. По яких формулах розраховують константу кондуктометричної комірки?

- А. $K = \chi/R$ або $= l \cdot S$
- Б. $K = \chi \cdot R$ або $= l/S$
- В. $K = \chi/R$ або $= l/S$
- Г. $K = \chi \cdot S$ або $= l \cdot S$

16. Електропровідність 1 см^3 розчину, що знаходиться між електродами площею 1 см^2 кожен, розташованих на відстані 1 см один від одного, називається:

- А. Питомою електропровідністю
- Б. Еквівалентною електропровідністю
- В. Загальною електропровідністю
- Г. Тимчасовою електропровідністю

17. Вкажіть систему електродів, вживану при кондуктометричних вимірах

- А. Платиновий, скляний
- Б. Платиновий, платиновий
- В. Скляний, хлоридсрібний
- Г. Платиновий, хлоридсрібний

18. Гранична еквівалентна електропровідність розчину електроліту рівна:

- А. Різниці еквівалентних електропровідностей катіона і аніона
- Б. Твору еквівалентних електропровідностей катіона і аніона

- В. Сумі еквівалентних електропроводностей катіона і аніона
Г. Відношенню еквівалентних електропроводностей катіона і аніона

19. Вкажіть розмірність еквівалентної електропроводності

- А. Ом·см Б. Ом⁻¹·см⁻¹ В. Ом⁻¹·моль·см² Г. Ом⁻¹·моль⁻¹·см²

20. Рішення якої задачі можливе методом прямої кондуктометрії?

- А. Аналіз багатокомпонентних систем
Б. Аналіз розчинів індивідуальних електролітів
В. Аналіз розбавлених розчинів
Г. Визначення електролітів у присутності неелектролітов

21. У дуже розбавлених розчинах:

- А. Електропровідність прямо пропорційна кількості заряджених часток (іонів)
Б. Електропровідність обернено пропорційна до кількості заряджених часток (іонів)
В. Електропровідність не залежить від кількості заряджених часток (іонів)
Г. Електропровідність дорівнює нулю.

22. Вкажіть розмірність питомої електропроводності:

- А. См⁻¹·см⁻¹
Б. Ом·см⁻¹
В. См⁻¹·см
Г. Ом⁻¹·см

23. У чому полягає суть кондуктометричного методу аналізу?

- А. У вимірі оптичної густини досліджуваного розчину
Б. У вимірі едс досліджуваного розчину
В. В зміні електропроводності досліджуваного розчину
Г. У вимірі світлопроникності досліджуваного розчину.

24. Вкажіть об'єкт кондуктометричного аналізу

- А. Етиловий спирт
Б. Сахароза
В. Оцтова кислота
Г. Толуол

РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

Приклад 1

Опір 5%-ного розчину сульфата калію в комірці з електродами площею $2,54 \text{ см}^2$ і відстанню між ними $0,65 \text{ см}$ дорівнює $5,61 \text{ ом}$. Щільність розчину можна рахувати рівній одиниці. Визначити еквівалентну електропровідність цього розчину.

Розв'язання:

Визначаємо електропровідність розчину:

$$W = \frac{1}{R} = \frac{1}{5,61} = 0,178 \text{ ом}^{-1}$$

Визначаємо питому електропровідність розчину:

$$\chi = W \frac{S}{L} = 0,178 \frac{0,65}{2,54} = 0,0458 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$$

Розраховуємо число моль-еквівалентів сульфату калію в 1 см^3 розчину, що досліджують:

$$n = \frac{5}{95 \cdot 87,13} = 6,039 \cdot 10^{-4} \text{ моль} - \text{екв.}$$

Розраховуємо еквівалентну електропровідність розчину:

$$\lambda = \frac{0,0458}{6,039 \cdot 10^{-4}} = 75,8 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{моль} - \text{екв}^{-1} \cdot \text{см}^2$$

Приклад 2

Питома електропровідність $0,0109 \text{ М}$ розчину амонія гідроксиду рівна $1,02 \cdot 10^{-4} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$. Визначити константу дисоціації з'єднання. ⁴

Розв'язання:

Визначаємо еквівалентну електропровідність розчину:

$$\lambda = \frac{1,02 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}{0,0109} = 9,38 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{моль} - \text{екв}^{-1} \cdot \text{см}^2$$

За табличними даними подвижностей іонів розраховуємо еквівалентну електропровідність при нескінченному розбавленні:

$$\lambda_{\infty} = 76 + 205 = 281 \text{ ом}^{-1} \cdot \text{моль} - \text{екв}^{-1} \cdot \text{см}^2.$$

Розраховуємо ступінь дисоціації: $\alpha = 9,38/281 = 0,0334$ та константу дисоціації:

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot c}{1 - \alpha} = \frac{(0,0334)^2 \cdot 0,0109}{1 - 0,0334} = 1,26 \cdot 10^{-5}$$

2.2.4. ПОЛЯРОГРАФІЧНИЙ ТА АМПЕРОМЕТРИЧНИЙ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. В яких координатах будуються криві титрування в амперометричному методі:

- А. Потенціал напівхвилі - об'єм титранту
- Б. Електрорушуюча сила - об'єм титранту
- В. Сила струму - об'єм титранту

2. Як визначають точку стехіометричності в фізико-хімічних методах титрування:

- А. Аналітично
- Б. Графічно
- В. За зміною кольору індикатору

3. Полярограма є графічним зображенням залежності сили струму від:

- А. Різниці потенціалів
- Б. Потенціалу накладеного на полярографічну комірку
- В. Концентрації
- Г. Об'єму титранту

4. Наявність залишкового струму обумовлена:

- А. Відновленням домішок
- Б. Електростатичними силами
- В. Наявністю заряду на ртутній краплині
- Г. Дифузією іонів

5. Характеристика капіляру в рівнянні Ільковича визначена в:

- А. мг с^{-1} ; Б. $\text{см}^2 \text{с}^{-1}$; В. $\text{мг}^{2/3} \text{с}^{-3/6}$; Г. $\text{мг}^{2/3} \text{с}^{1/6}$

6. Що є якісною характеристикою іона в вольтамперометрії:

- А. Сила дифузійного струму
- Б. Потенціал напівхвилі
- В. Висота полярографічної хвилі
- Г. Значення максимального дифузійного струму

7. Якою характеристикою для досліджуємої речовини є в полярографії потенціал напівхвилі

- А. Не характеризує речовину, тому що залежить виключно від умов полярографування
- Б. Якісною
- В. Кількісною

8. Яка величина характеризує можливість визначення двох катіонів в полярографії:

- А. Фактор збагачення
- Б. Ступень вилучення
- В. Співвідношення концентрацій іонів в водному розчині
- Г. Роздільна здатність

9. Дифузійний струм є:

- А. Різницею між граничним та залишковим струмом
- Б. Струмом, спричиненим електростатичною взаємодією
- В. Різницею між залишковим струмом та струмом зарядження
- Г. Різницею між граничним та струмом зарядження

10. Висота хвилі в полярографії залежить від:

- А. Складу електроліту
- Б. Концентрації відновлюваного іона
- В. Характеристики капіляра
- Г. Концентрації фонового електроліту

11. Метод який базується на дослідженні явищ, що перебігають на ртутному електроді при постійному струмі, має назву:

- А. Інверсійна вольтамперометрія
- Б. Класична полярографія
- В. Полярографія змінного струму
- Г. Диференційна полярографія

12. Висока відтворюваність полярографічних кривих спричинена:

- А. Розрядом іонів на поверхні ртутної краплини
- Б. Значною перенапругою іонів гідрогену на ртутній краплині
- В. Постійним відновленням поверхні краплинного електрода
- Г. Електролізом виключно в області негативних потенціалів

13. Зв'язок між дифузійним струмом та концентрацією розчину має вигляд:

- А. $I = kC$

Б. $I=605 \text{ n D}^{1/2} \text{ m}^{2/3} \text{ t}^{1/6} \text{ C}$

В. $I=605 \text{ n D}^{1/2} \text{ m}^{1/3} \text{ t}^{1/6} \text{ C}$

Г. $I=605 \text{ n D}^{1/2} \text{ m}^{2/3} \text{ t}^{4/6} \text{ C}$

14. Рівняння Ільковича має вигляд:

А. $i=605 \text{ n D}^2 \text{ m}^{2/3} \text{ t}^{1/6} \text{ C}$

Б. $i=605 \text{ n D}^{1/2} \text{ m}^{2/3} \text{ t}^{1/6} \text{ C}$

В. $i=605 \text{ n D}^{1/2} \text{ m}^{1/3} \text{ t}^{1/6} \text{ C}$

Г. $i=Kc$

15. У випадка наявності на полярограмі максимумів другого роду рух поверхні ртуті пов'язаний з:

А. Вітіканням краплини ртуті з капіляра

Б. Неоднаковою густиною розподілу негативних зарядів на поверхні краплини

В. Неоднаковою густиною розподілу позитивних зарядів на поверхні краплини

16. Величина дифузійного струму залежить від:

А. Концентрації депольаризатора в об'ємі розчин

Б. Потенціалу електрода

В. Концентрації депольаризатора біля поверхні електрода

Г. Різниці потенціалів

17. Маса ртуті, що витікає з капіляра за одну секунду, залежить від:

А. Радіуса капіляра

Б. Довжина капіляра

В. Концентрації розчин

Г. Висоти стовпа ртуті

18. Поверхнево-активні речовини використовують для пригнічення:

А. Максимумів першого роду

Б. Максимумів другого роду

В. Максимумів четвертого роду

Г. Відповіді а і б правильні

19. Максимуми другого роду можна усунути:

А. Зниженням концентрації фонового електроліту

- Б. Підвищенням концентрації фонового електроліту
- В. Введенням у розчин ПАР
- Г. Регулюванням висоти стовпа ртуті

20. Концентрація речовини в рівнянні Ільковича визначена в:

- А. г/л
- Б. моль/л
- В. мг/л
- Г. ммоль/л

21. У (якісному, диференційному, кількісному) полярографічному аналізі використовують зв'язок між величиною дифузійного електричного струму, що встановлюється в полярографічній комірці після досягнення певного значення прикладеного на мікроелектрод електричного потенціалу, і концентрацією визначаємої (відновлюється або окислюється) речовини в аналізованому розчині.

22. У (якісному, кількісному, дифіренційному) полярографічному аналізі використовують зв'язок між величиною прикладеного на мікроелектроді зовнішнього електричного потенціалу, при якому спостерігається відновлення (або окислення) аналізованої речовини та її природою.

23. Полярографічний метод аналізу заснований на електролізі малих кількостей розчиненої речовини в полярографічній комірці, де катодом служить крапельний (срібний, ртутний, каломельний) електрод.

24. Полярографічний метод аналізу дозволяє визначити (кількість, концентрацію, природу) відомої речовини в розчині, а й встановити, які невідомі речовини містяться в розчині.

25. Полярографічний метод аналізу є одним з електрохімічних методів; він заснований на процесах ... або ..., що протікають на по-поверхні робочого електрода.

26. Амперометричне титрування являє собою об'ємний метод аналізу, в якому для індикації кінцевої точки використовується явище дифузійного струму, що спостерігається на (мідному, каломельному, ртутному, срібному) краплинному або на платиновому електроді, який обертається.

27. При амперометричному титруванні можна додаванням тит-

ранту (збільшити, знизити) концентрацію іонів, що дають електродну реакцію, при цьому (знижується, збільшується) і величина дифузійного струму.

28. Полярографія – це:

- А. Електрохімічний метод аналізу, заснований на поляризаційних явищах, що виникають при певних умовах в електролізері;
- Б. Метод, заснований на використанні кривих струм - напруга, отриманих за допомогою мікроелектрода в умовах, коли протікання електродних процесів поблизу нього визначається дифузією;
- В. Метод, при якому проба, що аналізують, опромінюється променями, які відбирають електрони з найближчих до ядра орбіталей;
- Г. Метод визначення компонента шляхом відділення інших складляючих під дією електричного струму.

29. Який прийом дозволяє усунути міграційний струм при амперометричних вимірах?

- А. Вибір електродів.
- Б. Застосування розбавлених розчинів.
- В. Перемішування розчину.
- Г. Введення фонового електроліту.

30. Що знаходиться в основі ідентифікації речовин методом вольтамперометрії?

- А. Вимір висоти полярографічної хвилі
- Б. Вимір сили дифузійного струму
- В. Визначення потенціалу півхвилі
- Г. Визначення потенціалу, що відповідає граничному струму

31. Яка величина є якісною характеристикою на вольтамперограмме?

- А. Потенціал півхвилі
- Б. Висота хвилі
- В. Сила дифузійного струму
- Г. Концентрація деполаризатора.

32. Вкажіть об'єкти аналізу в методі вольтамперометрії.

- А. Електроліти
- Б. Неелектроліти
- В. Електроактивні речовини.
- Г. Індиферентні речовини

33. Закінчіть визначення: поляризацією електроду називається...

- А. ...зміна рівноважного електродного потенціалу при проходженні через електрод змінного електричного струму
- Б. ...зміна рівноважного електродного потенціалу при проходженні через електрод постійного електричного струму
- В. ...зміна поляризаційного опору електроду
- Г. ...зміна рівноважного електродного потенціалу при титруванні

34. Вкажіть координати вольтамперограми:

- А. Сила струму - потенціал
- Б. Потенціал - сила струму
- В. Сила струму - потенціал півхвилі
- Г. Сила струму - концентрація деполяризатора

35. Максимуми першого роду спостерігаються:

- А. У верхній частині кривої залежності
- Б. В області з найменшою напругою
- В. У відсутності стороннього електроліту (фону)
- Г. При невеликій концентрації фону.

36. Який ефект досягається застосуванням фонового електроліту при амперометрических визначеннях?

- А. Зниження міграційного струму
- Б. Зниження дифузійного струму
- В. Підвищення опору розчину
- Г. Підвищення міграційного струму

37. Потенціал півхвилі ($E_{1/2}$) - це:

- А. Момент початку процесу електролізу
- Б. Значення потенціалу, при якому струм зростає до половини граничного значення
- В. Момент досягнення рівноваги в системі
- Г. Константа, за допомогою якої можна встановити якісний склад аналізованого розчину

38. Перевагами полярографічного методу є:

- А. Точність
- Б. Чутливість
- В. Можливість аналізу малих об'ємів
- Г. Значна швидкість визначення

39. Метод полярографічного аналізу можна використати для:

- А. Дослідження механізму електродних процесів
- Б. Встановлення швидкості реакції
- В. Встановлення складу і міцності комплексних з'єднань в розчинах
- Г. Встановлення хімічних констант

40. Які електроди використовуються для полярографування в інтервалі від +0,4 В до +0,9 В:

- А. Ртутний Б. Каломельний В. Срібний Г. Платиновий

РІШЕННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

Приклад 1

Визначити концентрацію заліза (II) в досліджуваному розчині (г/мл), якщо при амперометричному титруванні 10,0 мл цього розчину розчином KMnO_4 з титром по залізу(2+), якій дорівнює 0,0271 г/мл, отримали наступні результати:

$V(\text{KMnO}_4)$, мл	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
I_d , мкА	22,5	16,0	10,0	3,75	0,5	0,5	0,5

Розв'язання:

За даними амперометричного титрування будується графік в координатах: дифузійний струм окислення Fe^{2+} (I_d) від об'єму KMnO_4 (V/KMnO_4), з якого визначається $V_{т.е.}$ (KMnO_4) в точці еквівалентності, якій дорівнює $V_{т.е.} = 0,8$ мл. Розраховується маса Fe^{2+} в розчині по формулі $m(\text{Fe}^{2+}) = T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}^{2+}) \cdot V_{т.е.} = 0,0271 \cdot 0,8 = 0,0217$ г. Потім розраховується концентрація заліза (II) в досліджуваному розчині:

$$T = \frac{m}{V} = \frac{0,0217}{10} = 0,00217 \frac{\text{г}}{\text{мл}}$$

Контрольні питання до розділу 2.2

ТЕМА: «ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ»

1. Що таке дифузійний потенціал? Де та як він виникає?
2. У якому випадку в якості індикаторного слід застосовувати окислювально-відновний електрод?
3. Чому дорівнює величина n в рівнянні Нернста?
4. До якого типу електродів відноситься скляний електрод?
5. Від чого залежить ЕРС стандартного гальванічного елемента Вестона?
6. Який електрод слід використовувати в якості індикаторного для визначення концентрації іонів калію або натрію в розчині?
7. Скільки електронів бере участь в електрохімічному процесі окислювально-відновної системи Zn^{2+} / Zn^0 ?
8. Яку залежність може відобразити рівняння Нернста?
9. На чому ґрунтуються потенціометрические методи аналізу?
10. Для чого застосовують іоноселективні електроди?
11. У яких координатах будується крива потенціометричного кислотно-основного титрування? Які електроди зазвичай використовують в якості електродів порівняння?
12. У яких координатах будується калібрувальний графік для рН-метра?
13. Який електрод можна використовувати в якості індикаторного при вимірюванні рН?
14. На чому ґрунтується використання скляного електроду в якості індикаторного при вимірюванні рН?
15. Як визначають еквівалентний об'єм по кривій потенціометричного титрування?
16. Для чого призначені редокс-електроди?
17. Які вимоги пред'являються в потенціометрії до електродів порівняння?
18. Для чого виконується градування приладу?
19. Який електрод відноситься до окисно-відновних?
20. Що являє собою металевий електрод першого роду?

21. Потенціал електрода залежить від концентрації хлорид-аніонів в розчині. В якому разі не можна використовувати цей електрод в якості електрода порівняння?
22. У яких потенціометричних методах використовується стандартний гальванічний елемент?
23. Яку пару електродів можна використовувати при визначенні рН розчину оцтової кислоти за методом прямої потенціометрії?
24. Що необхідно для виконання градуювання рН-метра?
25. Яку величину вимірюють за допомогою потенціометра?
26. Потенціал срібного електрода залежить від концентрації катіонів срібла в розчині. Для якого аналізу можна застосувати цей електрод в якості індикаторного?
27. У яких координатах будується крива потенціометричного окислювально-відновного титрування?
28. Як виміряти рН розчину методом прямої потенціометрії?
29. Потенціали водневого і хингидронного електродів залежать від концентрації іонів водню в розчині. Для якого аналізу ці електроди підійдуть в якості індикаторних?
30. Що таке електрорушійна сила гальванічного елемента?
31. З чого складаються електроди другого роду?
32. Який з електродів можна використовувати в якості індикаторного при потенціометричному визначенні рН водних розчинів кислот і основ?
33. Які електроліти використовують для сольового містка для елімінування дифузного потенціалу?

ТЕМА: «ЕЛЕКТРОГРАВІМЕТРІЯ»

1. Сутність методу, роль електронів в процесах електролізу. Особливість методу.
2. Переваги, недоліки та перспективи розвинення методу.
3. Розділення катіонів міді та цинку: розрахунки, висновки. Потенціал розкладу та перенапруги.
4. Сутність методу внутрішнього електролізу.
5. Головне правило для розділення іонів металів.
6. Характеристика апаратури.
7. Практичне застосування електролізу.

ТЕМА: «КУЛОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ»

1. Перший та другий закони Фарадея.
2. Математичний вираз об'єданого закону Фарадея: коротка характеристика величин, які входять в рівняння Фарадея, його використання.
3. Електрохімічний еквівалент.
4. Ефективність струму генерування (ЕСГ): фізичній глузд, вимоги до умов електролізу.
5. Класифікація методів кулонометрії: пряма (ППК і ПГК) та непряма (КПК і КГК, кулонометричне титрування) кулонометрія.
6. Переваги, недоліки та перспективи розвинення.
7. Вольтамперні криві, зв'язок сили дифузійного струму з концентрацією визначаємої речовини та часом електролізу (експоненціальна та полулогарифмічна залежність), розрахунок часу та повноти електролізу.
8. Коефіцієнт K та засоби його знаходження (розрахункові або графічні). Кількість електрики (Q), розрахунки, кулонометри: електровагові, титраційні, газові та інші (прикладі).
9. Варіанти титрування коли визначаєма речовина електроактивна або ні.
10. Переваги кулонометричного титрування.
11. Приклади застосування кулонометричного титрування.
12. Засоби генерації титрантів та фіксування кінцевої точки титрування.

ТЕМА: «КОНДУКТОМЕТРІЯ»

1. Кондуктометричний метод аналізу. Яким чином відбувається перенесення електрики в розчинах електролітів.
2. Основні поняття: «загальна електрична провідність», «питома електрична провідність розчинів», «еквівалентна електрична провідність» розчинів. Залежність між електропровідністю та опором середовища.
3. Фактори, що впливають на електропровідність розчинів.
4. Залежність електричної провідності від концентрації розчину.
5. Розрахунок змісту речовини в аналізованому об'єкті методом калібрувального графіка.
6. Пряма кондуктометрія: сутність, електроди.
7. Переваги, недоліки і застосування методу прямої кондуктометрії.
8. Кондуктометричне титрування: сутність, робочі розчини, які визначаються та установчі речовини.
9. Види кривих кондуктометричного титрування і знаходження кінцевої точки титрування.
10. Переваги, недоліки і застосування методу кондуктометричного титрування.
11. У чому сутність кондуктометричного методу аналізу?
12. Яке значення має електропровідність у дуже розведених розчинах?
13. Чому дорівнює гранична еквівалентна електропровідність розчину електроліту?
14. Як змінюється ступінь дисоціації електроліту при підвищенні концентрації?
15. Електропровідність 1 см^3 розчину, що знаходиться між електродами площею 1 см^2 , розташованих на відстані 1 см між собою, називається ...
16. За яким законом обчислюється електричний опір шару розчину?
17. За яким співвідношенням визначається молярна електропровідність розчину електроліту?

ТЕМА: «ПОЛЯРОГРАФІЯ»

1. Електроліз на ртутному катоді: переваги та недоліки використання ртутного краплинного електроду.
2. Передбачення засновника методу Ярослава Гейровського. Досягнення полярографії та сьогодення методу.

3. Полярнографія та вольтамперометрія.
4. Принципова схема приладу для полярнографії.
5. Полярнографічна хвиля, полярнографічний спектр.
6. Характеристика ділянок полярнографічної хвилі: залишковий, дифузійний та граничний струм.
7. Рівняння Ільковича: охарактеризувати його складові та можливості використання.
8. Характеристика капіляру, зв'язок сили граничного струму з висотою стовпа ртуті.
9. Якісний полярнографічний аналіз: потенціал напівхвилі та його застосування в якісному аналізі, рівняння Гейровського-Ільковича, графічні засоби знаходження висоти хвилі та потенціалу напівхвилі.
10. Фоновий електроліт і його роль в полярнографії.
11. Максимуми на полярнографічних кривих, засоби їх усунення.
12. Електрокапілярна крива.
13. Роль поверхнево-активних сполук (ПАС) в полярнографії.
14. Використання максимумів для визначення ПАС.
15. Кількісний полярнографічний аналіз.
16. Методи розрахунку або знаходження концентрації речовини: пряма полярнографія, побудова градуовального графіку, метод стандартних розчинів, метод стандартних додатків.

ТЕМА: «АМПЕРОМЕТРІЯ»

1. Сутність методу амперометричного титрування.
2. Зв'язок між вольтамперними кривими та кривими амперометричного титрування.
3. Форми кривих амперометричного титрування та знаходження ктт. Особливості методу.
4. Типи хімічних реакцій, які використовують при амперметричному титруванні. Приклади.
5. Титрування с двома поляризованими (біметалічними) електродами.
6. Залежність форми кривої від поведінки учасників хімічних і електрохімічних процесів: визначення заліза при титруванні перманганат-іонами або іонами церію.
7. Переваги та недоліки методу амперометричного титрування.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кельнер Р., Мерме Ж. и др. (ред.) Аналитическая химия. Проблемы и подходы.– М: Мир, 2004. Том 1. – 608 с.; Том 2. – 768 с.
2. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. – М.: Мир, 1989. – 608 с.
3. Пилипенко А. Т., Пятницкий И. В. Аналитическая химия. Т. 1, 2. – М.: Химия, 1990. – Т. 1. – 480 с.; Т. 2. – 846 с.
4. Дорохова Е. Н., Прохорова Г. В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. – М.: Высшая школа, 1991. – 255 с.
5. Золотов Ю. А. (ред.) Основы аналитической химии. Том 1. Общие вопросы. Методы разделения. Учебник для вузов в 2-х томах. – М.: Высшая школа, 2002. – 351 с.
6. Золотов Ю. А. (ред.) и др. Основы аналитической химии. Кн. 2: Методы химического анализа. Учебник для вузов в 2-х томах. – М.: Высшая школа, 2002. – 494 с.
7. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2-х кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: учеб. – М.: Дрофа, 2002. – 384 с.
8. Москвин Л. Н., Родинков О. В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: учебник. – 2 изд. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012. – 352 с.
9. Зінчук В. К., Левицька Г. Д., Дубенська Л. О. Фізико-хімічні методи аналізу: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 362 с.
10. Тимошук О. С., Тимошук С. В., Врублевська Т. Я., Пацай І. О. Основи електроаналітичної хімії: навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 438 с.
11. Юрченко О. І., Бугаєвський О. А., Дрозд А. В., Мельник В. В., Холін Ю. В. Аналітична хімія. Загальні положення. Якісний та кількісний аналіз: навчальний посібник. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 344 с.

12. Левицька Г. Д., Дубенська Л. О. Електрохімічні методи аналізу: навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 273 с.
13. Чеботарьов О. М., Топоров С. В., Гузенко О. М., Рахлицька О. М. Теоретичні основи аналітичної хімії. Розрахунки хімічної рівноваги : Навчально-методичний посібник для студентів II курсу факультету хімії та фармації спеціальності «102 Хімія» рівня вищої освіти першого (бакалаврського). – Вид. 2-ге, доповнене. – Одеса : «Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова», 2019. – 112 с.
14. Топоров С. В., Хома Р. Є. Аналітична хімія. Фізико-хімічні методи аналізу. Ч. I. Електрохімічні методи аналізу : методичний посібник для самостійної роботи студентів хімічного факультету Одеса : «Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова», 2016. – 76 с.
15. Чеботарьов О. М., Топоров С. В. Аналітична хімія. Фізико-хімічні методи аналізу. Ч. II. Оптичні методи аналізу: методичний посібник для самостійної роботи студентів хімічного факультету Одеса : «Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова», 2017. – 92 с.
16. Стайков А. І., Топоров С. В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з фотометричного та люмінесцентного методів аналізу для студентів хімічного факультету. – Одеса: Астропринт, 2001. – 40 с.
17. Топоров С. В., Чеботарев А. Н., Стайков А. И. Методичні вказівки по потенціометричним методам аналізу для студентів II курсу хімічного факультету.–Одеса: Астропринт, 1994. –32 с.
18. Стайков А. І., Чеботарьов О. М., Топоров С. В., Шалан В. О. Спектральний та люмінесцентний методи в якісному аналізі : Методичні вказівки до лабораторного практикуму для студентів хімічного факультету. –Одеса: Астропринт. 1996. –32 с.
19. Малахова Н. М. Теоретичні основи аналітичної хімії. Опорні конспекти-плакати для курсу “Аналітичної хімії” . – Одеса : ОНУ, 1998. – 26 с.

Навчальне видання

**Чеботарьов Олександр Миколайович,
Топоров Сергій Васильович,
Гузенко Олена Михайлівна,
Снігур Денис Васильович**

**АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ
КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ
(ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ)**

Практикум
до лабораторних робіт для студентів II курсу
факультету хімії та фармації

В авторській редакції

Підп. до друку 23.12.2020. Формат 60x84/16
Ум.-друк. арк.6,51. Тираж 30 пр.
Зам. № 2192.

Видавець і виготовлювач
**Одеський національний університет
імені І. І. Мечникова**

65082, Україна, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
Тел.: (048) 723 28 39, E-mail:druk@onu.edu.ua