

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра органічної хімії

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

з дисципліни

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
(група 2)

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ магістр _____

галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 102 Хімія _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ освітньо-професійна/освітньо-наукова програма «Хімія» _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ органічна хімія _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ хімічний _____

2023/ 2024 навчальний рік

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра хімічної метрології
Кафедра органічної хімії
Кафедра прикладної хімії



Робоча програма навчальної дисципліни

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
(група 2)

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ магістр _____

галузь знань _____ 10 Природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність _____ 102 Хімія _____
(шифр і назва)

освітня програма _____ освітньо-професійна та освітньо-наукова програма «Хімія» _____
(шифр і назва)

спеціалізація _____ _____
(шифр і назва)

вид дисципліни _____ обов'язкова _____
(обов'язкова / за вибором)

факультет _____ хімічний _____


2023/ 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою **хімічного** факультету

“22” червня 2022 року, протокол № 4

Розробники програми: Костянтин БЄЛКОВ, канд. хім. наук, доцент
Андрій ДОРОШЕНКО, докт. хім. наук, професор
Сергій КОМИХОВ, канд. хім. наук, доцент

Програму схвалено на засіданні кафедри хімічної метрології
Протокол № 13 від “16” червня 2022 року
Завідувач кафедри хімічної метрології




Олег ЮРЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму схвалено на засіданні кафедри органічної хімії
Протокол № 8 від “28” травня 2022 року
Завідувач кафедри органічної хімії



Андрій ДОРОШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму схвалено на засіданні кафедри прикладної хімії
Протокол № 10 від “20” червня 2022 року
Завідувач кафедри прикладної хімії



Валентин ЧЕБАНОВ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено гарантом освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»
Гарант освітньо-професійної програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»



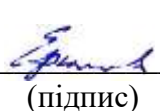
Андрій ДОРОШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено гарантом освітньо-наукової програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»
Гарант освітньо-наукової програми (керівником проектної групи) другого (магістерського) рівня «Хімія»



Микола МЧЕДЛОВ-ПЕТРОСЯН
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією хімічного факультету
Протокол № 10 від “21” червня 2022 року
Голова методичної комісії хімічного факультету



Павло ЄФІМОВ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки другого рівню вищої освіти – магістр спеціальності (напрямку) 102 Хімія

спеціалізації _____

Предметом вивчення навчальної дисципліни є фізико-хімічні методи дослідження в хімії: атомно-емісійна спектроскопія з індуктивно-зв'язаною плазмою, метод ядерного магнітного резонансу, метод мас-спектрометрії.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни є поглиблення теоретичних та практичних знань у галузі використання сучасних фізичних методів дослідження речовини в хімії.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

- поглиблене вивчення теоретичних основ та методології застосування фізичних методів дослідження;

- знайомство студентів з сучасними експериментальним обладнанням, яке може бути застосовано для дослідження молекул, речовин, хімічних процесів та явищ;

- набуття практичних навичок шляхом виконання лабораторних робіт та математичної обробки одержаних експериментальних даних.

1.2.1. Формування наступних загальних компетентностей:

1. Знання та розуміння предметної області та власної професійної діяльності.
2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
4. Здатність працювати у команді.
5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій
7. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
8. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
9. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
11. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
12. Здатність бути критичним і самокритичним.
13. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

1.2.2. Формування наступних фахових компетентностей:

1. Здатність застосовувати знання і розуміння інших природничих наук та математики для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.
2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.
3. Здатність до використання спеціального програмного забезпечення та моделювання в хімії.

4. Здатність оцінювати ризики.
5. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження та використовувати стандартне хімічне обладнання.
6. Здатність до опанування нових областей хімії шляхом самостійного вивчення.
7. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність).
8. Здатність використовувати основні поняття хімії, основні закони хімії, загальні закономірності перебігу хімічних реакцій, теорію будови атома, теорії хімічних зв'язків, вчення про розчини, загальні відомості про хімічні елементи та їх сполуки у вирішенні конкретних задач хімії відповідно до сучасних потреб.
9. Здатність до роботи у синтетичній органічній лабораторії, вміння коректно інтерпретувати результати фізико-хімічних досліджень органічних сполук.
10. Здатність до розуміння вимог охорони праці та дотримування їх під час праці у лабораторних та промислових умовах.
11. Здатність розуміння актуальних проблем сучасної теоретичної і експериментальної органічної хімії.
12. Здатність користуватись сучасним експериментальним обладнанням, яке може бути застосовано для дослідження молекул, речовин, хімічних процесів та явищ.

1.3. Кількість кредитів - 8

1.4. Загальна кількість годин - 240

| 1.5. Характеристика навчальної дисципліни ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ | |
|--|-------------------------------------|
| Нормативна | |
| Денна форма навчання | Заочна (дистанційна) форма навчання |
| Рік підготовки | |
| 1-й | 1-й |
| Семестр | |
| 1-й | 1-й |
| Лекції | |
| 32 год. | 6 год. |
| Практичні, семінарські заняття | |
| 0 год. | 0 год. |
| Лабораторні заняття | |
| 96 год. | 30 год. |
| Самостійна робота | |
| 112 год. | 204 год. |
| Індивідуальні завдання | |
| 0 год. | |

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні:

знати: фізичні основи, серійні прилади і засоби обробки експериментальних даних, отриманих методами атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою, ядерного магнітного резонансу та метод мас-спектрометрії..

вміти: використовувати комплекс сучасних фізико-хімічних методів дослідження для проведення якісного та кількісного аналізу і встановлення будови речовини.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Атомно-емісійна та атомно-абсорбційна спектроскопія

Емісійні спектри елементів. Атомно-емісійна спектроскопія з дуговим та іскровим збудженням. Атомно-емісійна спектроскопія з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP-AES). Характеристики спектральних ліній. Правило Уолша. Апаратурне забезпечення методів атомної спектроскопії. Спектральні та несектральні впливи на аналітичний сигнал. Приклади застосування методів.

Лабораторні заняття

Оптимізація умов проведення вимірювань аналітичного сигналу в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою.

Вивчення концентраційних залежностей аналітичного сигналу елементів, що легко іонізуються

Дослідження депресуючого впливу мінеральних кислот на аналітичний сигнал.

Тема 2. Метод ядерного магнітного резонансу

Метод ядерного магнітного резонансу в хімії. Фізичні основи методу ЯМР. Апаратура, експериментальні прийоми. Завдання, що вирішуються в хімії за допомогою методу ЯМР. Природа хімічного зсуву у методі ядерного магнітного резонансу та фактори, що визначають його величину. Принципи формування тонкої структури спектру ЯМР. Спін-спінова взаємодія у методі ядерного магнітного резонансу: гемінальна, віцинальна, далека. Основні правила, яких треба дотримуватись при інтерпретації спектру ядерного магнітного резонансу. Основи та принципи застосування методу ядерного магнітного резонансу в хімії. Подвійний резонанс, ядерний ефект Оверхаузера, двовимірні спектри ЯМР.

Лабораторні заняття

Вимірювання, первинна обробка та інтерпретація спектру ЯМР.

Спін-спінова взаємодія - аналіз тонкої структури спектра ЯМР

Визначення просторової конфігурації органічної сполуки за даними спектроскопії ЯМР.

Встановлення будови органічної речовини за даними елементного аналізу та спектру ЯМР.

Тема 3. Мас-спектроскопія

Уявлення про спектральні методи і місце серед них мас-спектроскопії. Мас-спектри електронної іонізації і інформація, яку вони надають. Пік молекулярного іону, базовий пік, фрагментні піки.

Історія мас-спектроскопії та основи мас-спектроскопічного експерименту.

Сучасний стан мас-спектроскопії. Найбільш поширені методи іонізації у мас-спектроскопії і широкий спектр проблем, які можуть бути вирішені за їх допомогою.

Аналіз мас-спектрів електронної іонізації (EI). Ідентифікація молекулярного іону. Аналіз структури кластера молекулярного іону і визначення можливих емпіричних формул сполуки.

Аналіз фрагментації молекулярного іону у спектрі EI. Детальна будова молекулярного іону і основні напрямки фрагментації: простий розрив зв'язку, втрата нейтральної молекули, перегрупування.

Методи м'якої іонізації у мас-спектроскопії: хімічна іонізація (CI), іонізація електроспреем (ESI), лазерна іонізація (MALDI): основи, переваги та межі використання та особливості аналізу спектрів.

Лабораторні заняття

Спектри EI. Молекулярний іон та його аналіз.

Спектри EI. Фрагментація молекулярних іонів.

Спектри CI та їх інтерпретація.

Спектри MALDI-TOF.
Якісний аналіз за допомогою GC-MS.

3. Структура навчальної дисципліни

| Назви тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|--------------|------|------|------|-----|--------------|--------------|------|------|------|-----|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| л | | п | лаб. | інд. | с.р. | л | | п | лаб. | інд. | с.р. | |
| <i>Тема 1. Атомно-емісійна спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою</i> | 80 | 10 | | 32 | | 37 | 80 | 2 | | 10 | | 68 |
| <i>Тема 2. Метод ядерного магнітного резонансу</i> | 80 | 12 | | 32 | | 38 | 80 | 2 | | 10 | | 68 |
| <i>Тема 3. Мас-спектрометрія</i> | 80 | 10 | | 32 | | 37 | 80 | 2 | | 10 | | 68 |
| Усього годин | 240 | 32 | | 96 | | 112 | 240 | 6 | | 30 | | 204 |

Проведення лекцій може відбуватися у дистанційному режимі за допомогою платформ ZOOM або Google Meet.

4. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | |
|--------------|--|-----------------|--------|
| | | Денне | Заочне |
| 1 | Якісний аналіз методом атомно-емісійної спектроскопії з дуговим збудженням | 8 | 3 |
| 2 | Оптимізація умов проведення вимірювань аналітичного сигналу в атомно-емісійній спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою. | 8 | 3 |
| 3 | Дослідження депресуючого впливу мінеральних кислот на аналітичний сигнал | 8 | 2 |
| 4 | Методи корекції матричних ефектів | 8 | 2 |
| 5 | Вимірювання, первинна обробка та інтерпретація спектру ЯМР | 8 | 3 |
| 6 | Спін-спінова взаємодія - аналіз тонкої структури спектра ЯМР | 8 | 2 |
| 7 | Визначення просторової конфігурації органічної сполуки за даними спектроскопії ЯМР | 8 | 2 |
| 8 | Встановлення будови органічної речовини за даними елементного аналізу та спектру ЯМР | 8 | 3 |
| 9 | Спектри ЕІ. Молекулярний іон та його аналіз | 8 | 2 |
| 10 | Спектри ЕІ. Фрагментація молекулярних іонів | 8 | 2 |
| 11 | Спектри СІ та їх інтерпретація | 8 | 3 |
| 12 | Якісний аналіз за допомогою GC-MS | 8 | 3 |
| Разом | | 96 | 30 |

5. Самостійна робота

| № з/п | Види, зміст самостійної роботи (самостійне вивчення наступних питань) | Кількість годин | |
|-------|---|-----------------|--------|
| | | Денне | Заочне |
| 1 | Основи атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою. Можливості методу для визначення якісного та кількісного складу речовини. | 10 | 14 |
| 2 | Апаратурні параметри, що впливають на інтенсивність спектральних ліній | 9 | 15 |
| 3 | Матричні ефекти та спектральні перешкоди в ICP-EAS. | 9 | 14 |
| 4 | Методи корекції матричних ефектів. Вплив елементів, що легко іонізуються та мінеральних кислот на інтенсивність аналітичних ліній. | 9 | 15 |
| 5 | Теоретичні основи спектроскопії ядерного магнітного резонансу | 10 | 14 |
| 6 | Первинна обробка спектру ЯМР за допомогою програми NUTS | 8 | 15 |
| 7 | Аналіз мультиплетних сигналів, визначення констант спінової взаємодії, номенклатура спінових систем | 10 | 15 |
| 8 | Подвійний резонанс, ядерний ефект Оверхаузера | 5 | 15 |
| 9 | Тривимірні спектри ЯМР | 5 | 14 |
| 10 | Основи мас-спектрометрії | 5 | 15 |
| 11 | Молекулярний іон у мас-спектрі: 1) розрахунок емпіричної формули сполуки, 2) ізотопний склад. | 8 | 14 |
| 12 | Фрагментація молекулярних іонів та основи інтерпретації мас-спектрів. | 8 | 15 |
| 13 | Методи іонізації (EI, CI, FI, FAB, ESI) та їх використання, особливості інтерпретації мас-спектрів. | 8 | 14 |
| 14 | Мас-спектрометрія високомолекулярних сполук та біооб'єктів. | 8 | 15 |
| Разом | | 112 | 204 |

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені

7. Методи контролю

Опитування, поточний контроль на лекціях, допуск до лабораторної роботи, співбесіда за результатами виконання, обробки та обговорення результатів лабораторних робіт. Залік.

8. Схема нарахування балів

| Поточне тестування та самостійна робота | | | | Сума |
|---|----|----|------------------------------|------|
| T1 | T2 | T3 | Поточний контроль на лекціях | 100 |
| 30 | 30 | 30 | 10 | |

Зараховуються бали, набрані у семестрі, залік виставляється, якщо загальна сума за трьома розділами перевищує 50 балів. Окремої залікової роботи не передбачено.

Шкала оцінювання

| Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру | Оцінка | |
|--|--------------|---------------|
| | для екзамену | для заліку |
| 90 – 100 | відмінно | зараховано |
| 70-89 | добре | |
| 50-69 | задовільно | |
| 1-49 | незадовільно | не зараховано |

9. Рекомендована література

Основна література

1. Thompson, M., Walsh, J. N. A Handbook of Inductively Coupled Plasma Spectrometry.: Boston, MA: Springer US, 1989. 316 с.
2. Dean, J. R. Practical inductively coupled plasma spectrometry. Wiley, 2019. 220 с.
3. Atomic Absorption Spectroscopy / за ред. М. А. Farrukh. InTech, 2012. 272 с.
4. Schramel, P. Atomic emission spectrometry. Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry. 1994. Vol. 15, No. C. С. 91–128.
5. Беліков К.Н., Михайлова Л.И., Шевцов Н.И., Бланк А.Б. Особливості визначення мікродомішок в неорганічних матеріалах методом ICP-AES // Вісник Харківського національного університету. 2003. № 596. Хімія. Вип. 10(33), с. 99-105
6. Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D.J., Bryce D.L. Spectrometric Identification of Organic Compounds, 8th Edition. Wiley, 2014.
7. Воловенко Ю.М., Туров О.В. Ядерний магнітний резонанс, 2007
8. Mitchell T.N., Costisella B. NMR – From Spectra to Structures. An Experimental Approach. Second Revised and Expanded Edition. Springer-Verlag, 2007
9. Pavia D.L., Lampman G.M., Kriz G.S., Vyvyan J.A. Introduction to Spectroscopy 5th Edition. Cengage Learning, 2015.
10. Іщенко О.В., Гайдай С.В., Беда О.А. Мас-спектрометрія : підручник. Київ: Київський ун-т, 2018. – 244 с. – ISBN 966-933-003-1.
11. Downard K (2004). Mass Spectrometry – A Foundation Course. Cambridge UK: Royal Society of Chemistry. ISBN 978-0-85404-609-6.
12. Smith R. M. Understanding Mass Spectra: a Basic Approach. -2nd Edition. Wiley, 2004. - 372 p.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Файл-сервер хімічного ф-ту: <http://www-chemistry.univer.kharkov.ua/uk/node/424>
2. <http://www.mrfn.org/ucsb/chem/icp.pdf>

Зразки опису лабораторних робіт

з дисципліни

ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
(група 2)

Лабораторна робота

Оптимізація умов вимірювання аналітичного сигналу в атомно-емісійній спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою

Мета роботи: дослідити закономірності зміни інтенсивності емісійного сигналу елементів в залежності від умов проведення вимірювань.

Реактиви та матеріали: стандартні розчини металів Al, Ca, Fe, Na (1 г/дм³), мірна колба 100 см³, мікродозатор 100-1000 мкл, вода бідистильована.

Обладнання: атомно-емісійний спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою TRACE SCAN Advantage.

Порядок виконання роботи

1. Підготувати спектрометр до роботи згідно з інструкцією для приладу.
2. Приготувати розчин, що містить Al, Ca, Fe – 1 мг/дм³, Na – 10 мг/дм³ в колбі на 100 см³.
3. Завантажити в програмному забезпеченні спектрометра метод FMP1 та провести вимірювання, варіюючи потужність плазми в діапазоні 750-1350 Вт з інтервалом 200 Вт.
4. Побудувати графіки залежностей сигналу кожного з елементів із врахуванням та без врахування фонового сигналу від потужності плазми.
5. Оцінити максимальну зміну аналітичного сигналу (у відсотках) для кожного з елементів в дослідженому діапазоні потужності плазми.

Лабораторна робота

Дослідження депресуючого впливу мінеральної кислоти на аналітичний сигнал

Мета роботи: дослідити закономірності зміни інтенсивності емісійного сигналу елементів в залежності від концентрації фонові кислоти.

Реактиви та матеріали: стандартні розчини металів Zn, Ca, Ni, Na (1 г/дм³), кислота фосфорна (чда), мірна колба 100 см³, мікродозатор 100-1000 мкл, скляні піпетки об'ємом 2, 5, 10, 20 см³, вода бідистильована.

Обладнання: атомно-емісійний спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою TRACE SCAN Advantage.

Порядок виконання роботи

1. Підготувати спектрометр до роботи згідно з інструкцією для приладу.
2. Приготувати 4 розчини, що містить Ni, Ca, Zn – 1 мг/дм³, Na – 10 мг/дм³ в колбі на 100 см³ на фоні фосфорної кислоти:
 - a. розведеної 1:50;
 - b. розведеної 1:20;
 - c. розведеної 1:10;
 - d. розведеної 1:5;
3. Завантажити в програмному забезпеченні спектрометра метод FMI2 та провести вимірювання в режимі Method Scans.
4. Отримати значення інтенсивностей на максимумі ліній з врахуванням та без врахування фонового сигналу.
5. Для кожної пари значень, отриманих за п. 4, побудувати графіки їх залежності від концентрації кислоти.

Лабораторна робота

Кількісний аналіз методом атомно-емісійної спектроскопії з дуговим збудженням

Мета роботи: ознайомлення з апаратурою, вивчення дугового спектра заліза і кількісне визначення домішкового складу елементів в досліджуваному зразку.

Матеріали: атлас спектральних ліній елементів (застосовується атлас, на планшетах якого наведені сфотографований з 20-кратним збільшенням спектр заліза, шкала довжин хвиль і відмічено розташування аналітичних ліній більшості елементів).

Обладнання: спектрографічна пластинка зі спектрами стандартних зразків та спектром досліджуваного зразка, спектропроектор ДСП-1.

Порядок виконання роботи

1. Проектують на екран спектропроектора спектрограму. Для отримання зображення спектрограму поміщають на предметний столик емульсією догори та так, щоб довгохвильова границя спектра була праворуч.
2. Включають прилад та, обертаючи фокуруючі гвинти, отримують різке зображення ліній на екрані.
3. При аналізі зображення спектра заліза, отриманого на екрані спектропроектора, співставляють його з фотографією тієї ж області спектра заліза на планшеті атласа і, користуючись розміткою планшетів, виконують ідентифікацію спектральних ліній в спектрі проби (потрібно враховувати, що на екрані спектропроектора повний збіг ліній проекції спектра з лініями атласу спостерігається тільки в центрі екрана, на ділянці розміром близько 6 см).
4. На спектрограмі знаходять необхідні елементи і визначають їх кількісний вміст в досліджуваному зразку (на спектрограмі присутні спектри стандартних зразків і досліджуваного зразка).

Варіанти контрольних робіт
з дисципліни
ФІЗИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ
(група 2)

Варіант 1.

1. Магнітні властивості ізотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: ^2_1H

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

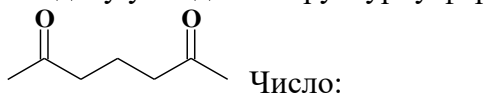
2. Ефект магнітного екранування виникає завдяки

- а) присутності сусідніх магнітних ядер
- б) наявності електронних оболонок навколо магнітних ядер
- в) наявності електричного поля, яке створює електронна оболонка атому

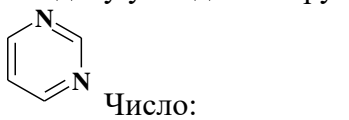
3. Інтенсивність індивідуального сигналу у протонних спектрах ЯМР

- а) не залежить від кількості магнітних ядер у досліджуваному зразку
- б) обумовлена кількістю магнітних ядер у певному хімічному оточенні
- в) обумовлена загальною кількістю магнітних ядер у досліджуваному зразку

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



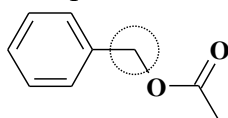
5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

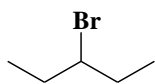
Число: _____

7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Ядерний ефект Оверхаузера – це

- а) зміна у інтенсивності сигналу ЯМР при додатковому опроміненні зразку резонансною частотою
- б) взаємодія ядерних спинів через простір
- в) зміна у положенні сигналу ЯМР при додатковому опроміненні зразку резонансною частотою

11. Молекулярний іон у мас-спектрі ЕІ слід шукати:

- а) у кластері іонів з найбільшою інтенсивністю
- б) у кластері іонів з найбільшими m/z
- в) як іон з найбільшою інтенсивністю
- г) як іон з найбільшою m/z

12. Наявність піку $M+2$ у кластері молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ зумовлена головним чином:

- а) наявністю у природному Карбоні ізотопу ^{13}C
- б) наявністю ізотопів Cl , Br , S
- в) появою частинок в результаті взаємодії молекулярного іону з молекулами або іонами газу-реагента
- г) забрудненням речовини

13. Парне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ свідчить про те, що (обрати **всі можливі варіанти**):

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Сульфур або Нітроген

14. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 162 (100, M), 163 (11, $M+1$), 164 (33, $M+2$), 165 (4, $M+3$). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 284 (51, M), 285 (6, $M+1$), 286 (100, $M+2$), 287 (11, $M+3$), 288 (49, $M+4$). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 156 (100, M), 157 (9.5, $M+1$), 158 (9.5, $M+2$). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. Схема фрагментації молекулярного іону містить: **(обрати всі вірні відповіді!)**
- структуру молекулярного іону
 - структури частинок, які проявляють себе у вигляді фрагментних піків
 - структури частинок, які не проявляють себе у мас-спектрах, але які, імовірно, утворюються в результаті фрагментації
 - величини m/z всіх частинок
 - величини інтенсивностей піків, які відповідають m/z
18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **непарним** m/z , це означає:
- напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
 - напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
 - напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
 - напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону
19. ЕІ мас-спектр 3,4-дихлоропропіофенону (1-(3,4-дихлоро)-пропан-1-он, $C_9H_8Cl_2O$) містить піки з m/z (%I) 202 (16, М), 173 (100, М-29).
- фрагментний іон має таку будову _____
 - частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____
20. ЕІ мас-спектр 5-фенілпентан-1-олу ($C_{11}H_{16}O$) містить піки з m/z (%I) 164 (5, М), 146 (43, М-18).
- фрагментний іон має таку будову _____
 - частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____
21. Які енергетичні переходи відповідають енергії випромінювання атомів або іонів у видимому діапазоні?
- переходи валентних електронів;
 - переходи внутрішніх електронів;
 - переходи у ядрі;
 - коливальні
22. Яке полум'я в атомно-емісійній спектроскопії забезпечує найвищу ступінь іонізації атомів Cs?
- ацетилен-повітря; (б) ацетилен-закис азоту; (в) пропан-бутан-повітря
23. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Ni 239,451 нм та енергію (еВ) відповідного електронного переходу.
Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; 1 еВ = $1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж
- $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 1848 см^{-1} ; 1,83 еВ;
 - $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 41745 см^{-1} ; 9,24 еВ;
 - $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41762 см^{-1} ; 5,18 еВ;
24. Який детектор найчастіше застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених монохроматорами (послідовний аналіз)?
- проточний;

- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

25. Який з факторів вносить найменший вклад у фізичну ширину спектральної лінії в атомно-емісійному аналізі?

- а) природна ширина лінії;
- б) ефект Доплера;
- в) ефект Лоренца;
- г) ефекти Доплера та Лоренца

26. Який з нижченаведених атомізаторів, що використовуються в методах атомно-емісійної спектроскопії, забезпечує найкращу відтворюваність результатів аналізу:

- а) полум'я ацетилен-повітря;
- б) електрична дуга змінного струму;
- в) електрична дуга постійного струму;
- г) полум'я ацетилен-закис азоту;
- д) електрична іскра;
- е) індуктивно-зв'язана плазма

27. Розрахуйте значення характеристичної концентрації Ni, якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(\text{Ni}) = 0,5$ мг/л поглинання A становить 0,08.

- а) 0,1 мг/л;
- б) 0,25 мг/л;
- в) 33 мкг/л;
- г) 50 мкг/л

28. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Al у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 1280 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,5 мг/л інтенсивність сигналу складала 2260 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 0,65 мг/л;
- б) 0,28 мг/л;
- в) 0,88 мг/л;
- г) 0,50 мг/л

29. Дейтерієва лампа використовується в атомно-абсорбційних спектрометрах для:

- а) корекції нестабільності роботи лампи з порожнистим катодом;
- б) корекції неселективного поглинання;
- в) калібровки монохроматора;
- г) визначення елементів-неметалів

30. В атомній спектроскопії резонансними називають лінії:

- а) що виникають, коли власна частота коливань атому співпадає з частотою збуджуючого випромінювання;
- б) що виникають, коли заселеність збуджених рівнів досягає максимального значення;
- в) що виникають при дозволених переходах електронів з найбільш низьких збуджених рівнів на основний рівень енергії атому

Варіант 2.

1. Магнітні властивості ізоотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: ${}^7_3\text{Li}$

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

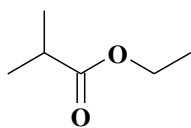
2. Ядерний магнітний резонанс – це явище

- а) випромінювання у радіочастотному діапазоні, яке властиве магнітним ядрам у зовнішньому магнітному полі
- б) взаємодія магнітних ядер, які знаходяться у зовнішньому магнітному полі, з електричним полем світлової хвилі
- в) поглинання енергії електромагнітного випромінювання магнітними ядрами у зовнішньому магнітному полі

3. Інтенсивність індивідуального сигналу у спектрах ЯМР на ядрах карбона-13, який виміряний з пригніченням спін-спінової взаємодії з протонами

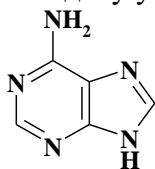
- а) обумовлена кількістю магнітних ядер у певному хімічному оточенні
- б) не залежить від кількості магнітних ядер у досліджуваному зразку
- в) обумовлена загальною кількістю магнітних ядер у досліджуваному зразку

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

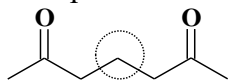


Число: _____

6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

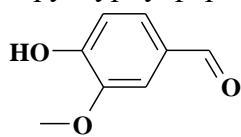
7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)

е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Двовимірна кореляційна ЯМР спектроскопія НН COSY дозволяє

- визначити, які угруповання в молекулі пов'язані одне з іншим ефектом спіні-спінової взаємодії
- встановити форму мультиплетних сигналів, що перекриваються один з одним у спектрах ЯМР першого порядку
- визначити зближені у просторі хімічно та магнітно нееквівалентні угруповання.

11. Молекулярний іон у мас-спектрі EI –це частинка:

- катіонної природи
- аніонної природи
- радикальної природи
- катіон-радикальної природи
- аніон-радикальної природи
- катіон-аніонної природи

12. Базовий пік у мас-спектрі – це: (обрати **найбільш правильну відповідь!**)

- пік молекулярного іону
- пік фрагментного іону
- пік з найбільшим m/z
- пік з найбільшою інтенсивністю

13. Непарне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI свідчить про те, що:

- молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- молекула містить парну кількість Нітрогенів
- молекула не містить Нітрогену
- молекула містить Флуор або Нітроген

14. У мас-спектрі EI кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 262 (51, M), 263 (8, M+1), 264 (100, M+2), 265 (11, M+3), 266 (49, M+4). Природний вміст ізотопів ⁷⁹Br і ⁸¹Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі EI кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 112 (100, M), 113 (7, M+1), 114 (32, M+2), 115 (2, M+3). Природний вміст ізотопів ³⁵Cl і ³⁷Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 152 (60, M), 153 (7, M+1), 154 (3, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. У мас-спектрі ЕІ піки відповідають частинкам: (обрати всі вірні відповіді)

- а) катіон-радикальної природи
- б) катіонної природи
- в) аніонної природи
- г) аніон-радикальної природи
- д) радикальної природи

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **парним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр ацетофенону (метилфенілкетону, $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 120 (26, M), 105 (100, M-15).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 5-фенілпентан-1-олу ($\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 164 (5, M), 146 (43, M-18).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Електротермічна атомізація проби використовується:

- а) в атомно-емісійній спектроскопії з дуговим збудженням;
- б) при визначенні ртуті методом холодної пари;
- в) в атомно-абсорбційній спектроскопії;
- г) в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою

22. Ксенонова лампа високого тиску використовується як:

- а) джерело збудження емісійних спектрів атомів;
- б) еталонне джерело випромінювання світла;
- в) джерело безперервного спектру в багатоелементному атомно-абсорбційному аналізі;
- г) аналог лампи з порожнистим катодом

23. Чим визначається характер оптичних атомних спектрів?

- а) агрегатним станом досліджуваного зразка;
- б) характеристиками джерела збудження;
- в) системою валентних електронів атому;
- г) кількістю атомів, що знаходяться у збудженому стані

24. Розрахуйте значення характеристичної концентрації C_u , якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(Cu) = 2$ мг/л поглинання A становить 0,08.

- а) 8 мг/л;
- б) 0,125 мг/л;
- в) 15 мкг/л;
- г) 0,11 мг/л

25. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Fe 239,147 нм та енергію (еВ) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ еВ} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 1848 см^{-1} ; 1,83 еВ;
- б) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 см^{-1} ; 5,19 еВ;
- в) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41762 см^{-1} ; 5,16 еВ;

26. Який детектор застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених Ешелле-оптикою?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

27. Яким чином впливає валентний стан елемента на його спектр в атомно-емісійній спектроскопії?

- а) інтенсивність атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- б) інтенсивність іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- в) положення атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- г) положення іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- д) не впливає

28. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію C_u у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 760 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,4 мг/л інтенсивність сигналу складала 1310 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 0,60 мг/л;
- б) 0,70 мг/л;
- в) 0,55 мг/л;
- г) 0,15 мг/л

29. Яким чином впливає валентний стан елемента на його спектр в атомно-абсорбційній спектроскопії?

- а) інтенсивність атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- б) інтенсивність іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- в) положення атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- г) положення іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- д) не впливає

30. Який з факторів вносить найбільший вклад у фізичну ширину спектральної лінії в атомно-емісійному аналізі?

- а) природна ширина лінії;
- б) ефект Доплера;
- в) ефект Лоренца;
- г) ефекти Доплера та Лоренца

Варіант 3.

1. Магнітні властивості ізотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: ^{11}B

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

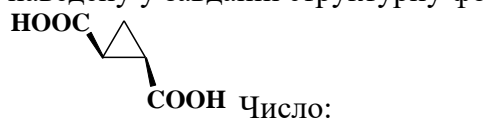
2. Хімічний зсув – це

- а) різниця резонансних частот магнітних ядер атомів різних хімічних елементів у складі досліджуваної молекули
- б) різниця резонансних частот магнітних ядер атомів одного й того ж хімічного елементу у складі досліджуваної молекули
- в) різниця резонансних частот магнітних ядер хімічно еквівалентних атомів одного й того ж хімічного елементу у складі досліджуваної молекули

3. Число сигналів у протонних спектрах ЯМР обумовлено

- а) кількістю хімічно нееквівалентних атомів у складі досліджуваної молекули
- б) кількістю хімічно і магнітно нееквівалентних атомів у складі досліджуваної молекули
- в) кількістю магнітно нееквівалентних атомів у складі досліджуваної молекули

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



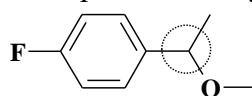
5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

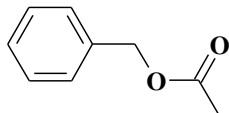
7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)

- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Двовимірний кореляційний J-розділений (J-RES) ^1H ЯМР спектроскопія дозволяє

- а) визначити, які угруповання в молекулі пов'язані одне з іншим ефектом спин-спінової взаємодії
- б) встановити форму і положення мультиплетних сигналів, що перекриваються один з одним у спектрах ЯМР першого порядку
- в) визначити зближені у просторі хімічно та магнітно нееквівалентні угруповання

11. Значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI відповідає:

- а) відносній молекулярній масі сполуки
- б) масі молекули, розрахованій як сума цілих значень атомних мас найбільш легких ізотопів
- в) масі молекули, розрахованій як сума цілих значень атомних мас найбільш стабільних ізотопів
- г) маса молекули помножена на природний вміст ізотопів

12. Наявність піку $M+1$ поруч з піком молекулярного іону у мас-спектрі EI зумовлена головним чином:

- а) наявністю у природному Карбоні ізотопу ^{13}C
- б) наявністю ізотопів Cl , Br , I
- в) появою фрагментних іонів
- г) забрудненням речовини

13. Парне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI свідчить про те, що (обрати всі можливі варіанти):

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Сульфур або Нітроген

14. У мас-спектрі EI кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 156 (62, M), 157 (4, $M+1$), 158 (60, $M+2$), 159 (4, $M+3$). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 174 (57, M), 175 (9, M+1), 176 (37, M+2), 177 (4, M+3), 178 (6, M+4). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 84 (100, M), 85 (5.7, M+1), 86 (4.9, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. Схема фрагментації молекулярного іону містить: **(обрати всі вірні відповіді!)**

а) структуру молекулярного іону

б) структури частинок, які проявляють себе у вигляді фрагментних піків

в) структури частинок, які не проявляють себе у мас-спектрах, але які, імовірно, утворюються в результаті фрагментації

г) величини m/z всіх частинок

д) величини інтенсивностей піків, які відповідають m/z

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **непарним** m/z , це означає:

а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону

б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу

в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу

г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр пропіофенону (етилфенілкетону, $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}$) містить піки з m/z (%I): 134 (15, M), 105 (100, M-29).

а) фрагментний іон має таку будову _____

б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 4-фенілбутан-1-олу ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 150 (19, M), 132 (12, M-18).

а) фрагментний іон має таку будову _____

б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Які емісійні лінії спостерігаються для Натрію?

а) атомні;

б) іонні;

в) атомні та іонні

22. Яке полум'я в атомно-емісійній спектроскопії забезпечує найнижчу ступінь іонізації атомів Rb?

а) ацетилен-повітря;

б) ацетилен-закис азоту;

в) пропан-бутан-повітря

23. Який з методів корекції неселективного поглинання найчастіше використовується в атомно-абсорбційній спектроскопії з електротермічною атомізацією проби?

а) корекцію провести неможливо;

- б) дейтерієва корекція фону;
- в) Зеєманівська корекція фону

24. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Се 413,380 нм та енергію (eV) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $7,15 \cdot 10^{15}$ Гц; 11848 cm^{-1} ; 2,83 eV;
- б) $1,29 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 cm^{-1} ; 2,89 eV;
- в) $7,25 \cdot 10^{14}$ Гц; 24191 cm^{-1} ; 3,00 eV;

25. В атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою як плазмоутворюючий газ найчастіше використовується:

- а) азот;
- б) аргон;
- в) ацетилен;
- г) пропан-бутан

26. Розрахуйте значення характеристичної концентрації Al, якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(\text{Al}) = 1 \text{ мг/л}$ поглинання А становить 0,08.

- а) 8 мг/л;
- б) 0,125 мг/л;
- в) 8 мкг/л;
- г) 55 мкг/л

27. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Со у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 1560 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,9 мг/л інтенсивність сигналу складала 2680 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 1,55 мг/л;
- б) 1,25 мг/л;
- в) 0,95 мг/л;
- г) 1,15 мг/л

28. Яку роль відіграє камера циклонного типу в атомно-емісійних спектрометрах з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) видалення зайвого розчинника з аерозолі проби;
- б) змішування проби з газом-носієм;
- в) сепарація легких частинок аерозолі та спрямування їх у плазму

29. Який вплив мають кислоти на аналітичний сигнал в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) не впливають;
- б) знижують аналітичний сигнал;
- в) підвищують аналітичний сигнал

30. Який з варіантів атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою зазвичай забезпечує більш низькі межі виявлення елементів?

- а) з аксіальним спостереженням плазми;
- б) з радіальним спостереженням плазми;

в) метод спостереження плазми не впливає на межі виявлення

Варіант 4.

1. Магнітні властивості ізотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: $^{12}_6\text{C}$

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

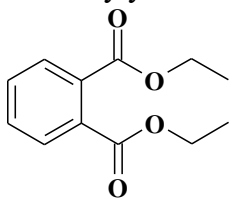
2. Ефект магнітного екранування виникає завдяки

- а) присутності сусідніх магнітних ядер
- б) наявності електронних оболонок навколо магнітних ядер
- в) наявності електричного поля, яке створює електронна оболонка атому

3. Підвищення електронної густини на атомі приводить до зсуву сигналу ЯМР

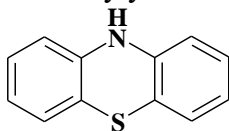
- а) у діапазон сильного поля
- б) у діапазон слабого поля
- в) не впливає на положення сигналу

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

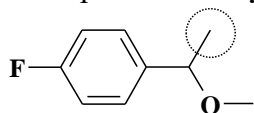


Число: _____

6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

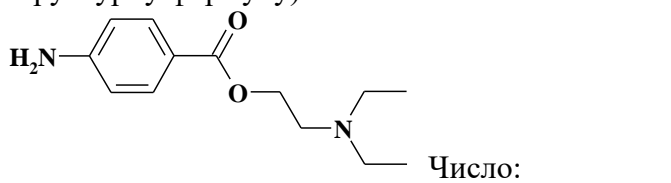
7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)

е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Двовимірна кореляційна ЯМР спектроскопія СН HETCOR дозволяє

- а) визначити безпосередньо зв'язані один з одним атоми карбону і гідрогену
- б) встановити форму і положення мультиплетних сигналів, що перекриваються один з одним у спектрах ЯМР першого порядку
- в) визначити зближені у просторі хімічно та магнітно нееквівалентні угруповання

11. Молекулярний іон у мас-спектрі EI слід шукати:

- а) у кластері іонів з найбільшою інтенсивністю
- б) у кластері іонів з найбільшими m/z
- в) як іон з найбільшою інтенсивністю
- г) як іон з найбільшою m/z

12. Наявність піку $M+2$ у кластері молекулярного іону у мас-спектрі EI зумовлена головним чином:

- а) наявністю у природному Карбоні ізотопу ^{13}C
- б) наявністю ізотопів Cl, Br, S
- в) появою частинок в результаті взаємодії молекулярного іону з молекулами або іонами газу-реагента
- г) забрудненням речовини

13. Непарне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI свідчить про те, що:

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Флуор або Нітроген

14. У мас-спектрі EI кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 170 (39, M), 171 (7, M+1), 172 (38, M+2), 173 (3, M+3). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі EI кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 146 (100, M), 147 (7, M+1), 148 (65, M+2), 149 (4, M+3), 150 (11, M+4). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 98 (60, M), 99 (7.9, M+1), 100 (2.9, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. У мас-спектрі ЕІ піки відповідають частинкам: (обрати всі вірні відповіді)

- а) катіон-радикальної природи
- б) катіонної природи
- в) аніонної природи
- г) аніон-радикальної природи
- д) радикальної природи

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **парним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр 4-бромоацетофенону (1-ацетил-4-бромобензен, $\text{C}_8\text{H}_7\text{BrO}$) містить піки з m/z (%I) 198 (26, M), 183 (100, M-15).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 4-фенілбутан-1-олу ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 150 (19, M), 132 (12, M-18).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Який детектор найчастіше застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених монохроматорами (послідовний аналіз)?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

22. Який з факторів вносить найменший вклад у фізичну ширину спектральної лінії в атомно-емісійному аналізі?

- а) природна ширина лінії
- б) ефект Доплера;
- в) ефект Лоренца;
- г) ефекти Доплера та Лоренца

23. Який з нижченаведених атомізаторів, що використовуються в методах атомно-емісійної спектроскопії, забезпечує найкращу відтворюваність результатів аналізу:

- а) полум'я ацетилен-повітря;
- б) електрична дуга змінного струму;

- в) електрична дуга постійного струму;
- г) полум'я ацетилен-закис азоту;
- д) електрична іскра;
- е) індуктивно-зв'язана плазма

24. Розрахуйте значення характеристичної концентрації Ni, якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(\text{Ni}) = 0,5$ мг/л поглинання A становить 0,08.

- а) 0,1 мг/л;
- б) 0,25 мг/л;
- в) 33 мкг/л;
- г) 50 мкг/л

25. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Al у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 1280 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,5 мг/л інтенсивність сигналу складала 2260 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 0,65 мг/л;
- б) 0,28 мг/л;
- в) 0,88 мг/л;
- г) 0,50 мг/л

26. Дейтерієва лампа використовується в атомно-абсорбційних спектрометрах для:

- а) корекції нестабільності роботи лампи з порожнистим катодом;
- б) корекції неселективного поглинання;
- в) калібровки монохроматора;
- г) визначення елементів-неметалів

27. В атомній спектроскопії резонансними називають лінії:

- а) що виникають, коли власна частота коливань атому співпадає з частотою збуджуючого випромінювання;
- б) що виникають, коли заселеність збуджених рівнів досягає максимального значення;
- в) що виникають при дозволених переходах електронів з найбільш низьких збуджених рівнів на основний рівень енергії атому

28. Електротермічна атомізація проби використовується:

- а) в атомно-емісійній спектроскопії з дуговим збудженням;
- б) при визначенні ртуті методом холодної пари;
- в) в атомно-абсорбційній спектроскопії;
- г) в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою

29. Ксенонова лампа високого тиску використовується як:

- а) джерело збудження емісійних спектрів атомів;
- б) еталонне джерело випромінювання світла;
- в) джерело безперервного спектру в багатоелементному атомно-абсорбційному аналізі;
- г) аналог лампи з порожнистим катодом

30. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Fe 239,147 нм та енергію (eV) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 1848 см^{-1} ; $1,83 \text{ eВ}$;
- б) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 см^{-1} ; $5,19 \text{ eВ}$;
- в) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41762 см^{-1} ; $5,16 \text{ eВ}$;

Варіант 5.

1. Магнітні властивості ізоотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: $^{14}_7\text{N}$

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

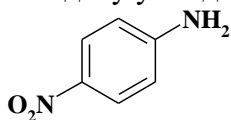
2. Ядерний магнітний резонанс – це явище

- а) випромінювання у радіочастотному діапазоні, яке властиве магнітним ядрам у зовнішньому магнітному полі
- б) взаємодія магнітних ядер, які знаходяться у зовнішньому магнітному полі, з електричним полем світлової хвилі
- в) поглинання енергії електромагнітного випромінювання магнітними ядрами у зовнішньому магнітному полі

3. Ефект спин-спінової взаємодії у спектрах ^1H ЯМР, які виміряні у рідких розчинах,

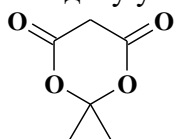
- а) передається через простір
- б) передається через електронні оболонки хімічних зв'язків
- в) проявляється тільки для безпосередньо зв'язаних атомів

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

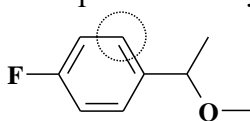


Число: _____

6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

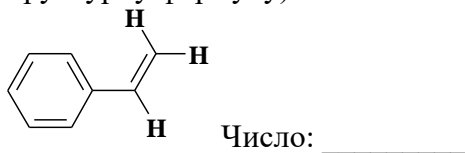
7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)

- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Ядерний ефект Оверхаузера – це

- а) зміна у інтенсивності сигналу ЯМР при додатковому опроміненні зразку резонансною частотою
- б) взаємодія ядерних спинів через простір
- в) зміна у положенні сигналу ЯМР при додатковому опроміненні зразку резонансною частотою

11. Молекулярний іон у мас-спектрі EI –це частинка:

- а) катіонної природи
- б) аніонної природи
- в) радикальної природи
- г) катіон-радикальної природи
- д) аніон-радикальної природи
- е) катіон-аніонної природи

12. Базовий пік у мас-спектрі – це: (обрати **найбільш правильну відповідь!**)

- а) пік молекулярного іону
- б) пік фрагментного іону
- в) пік з найбільшим m/z
- г) пік з найбільшою інтенсивністю

13. Парне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI свідчить про те, що (обрати **всі можливі варіанти**):

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Сульфур або Нітроген

14. У мас-спектрі EI кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 234 (51, M), 235 (4, M+1), 236 (100, M+2), 237 (7, M+3), 238 (50, M+4). Природний вміст ізотопів ⁷⁹Br і ⁸¹Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 126 (39, M), 127 (7, M+1), 128 (13, M+2). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 98 (60, M), 99 (7.9, M+1), 100 (2.9, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. Схема фрагментації молекулярного іону містить: (**обрати всі вірні відповіді!**)

- а) структуру молекулярного іону
- б) структури частинок, які проявляють себе у вигляді фрагментних піків
- в) структури частинок, які не проявляють себе у мас-спектрах, але які, імовірно, утворюються в результаті фрагментації
- г) величини m/z всіх частинок
- д) величини інтенсивностей піків, які відповідають m/z

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **непарним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр 4-хлороацетофенону (1-ацетил-4-хлоробензен, $\text{C}_8\text{H}_7\text{ClO}$) містить піки з m/z (%I) 154 (27, M), 139 (100, M-15).

а) фрагментний іон має таку будову _____

б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 5-фенілпентан-1-олу ($\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 164 (5, M), 146 (43, M-18).

а) фрагментний іон має таку будову _____

б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Який детектор застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених Ешелю-оптикою?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

22. Яким чином впливає валентний стан елемента на його спектр в атомно-емісійній спектроскопії?

- а) інтенсивність атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- б) інтенсивність іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- в) положення атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- г) положення іонних ліній змінюється в залежності від валентності;

д) не впливає

23. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Cu у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 760 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,4 мг/л інтенсивність сигналу складала 1310 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 0,60 мг/л;
- б) 0,70 мг/л;
- в) 0,55 мг/л;
- г) 0,15 мг/л

24. Яким чином впливає валентний стан елемента на його спектр в атомно-абсорбційній спектроскопії?

- а) інтенсивність атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- б) інтенсивність іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- в) положення атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- г) положення іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- д) не впливає

25. Який з факторів вносить найбільший вклад у фізичну ширину спектральної лінії в атомно-емісійному аналізі?

- а) природна ширина лінії;
- б) ефект Доплера;
- в) ефект Лоренца;
- г) ефекти Доплера та Лоренца

26. Які емісійні лінії спостерігаються для Натрію?

- а) атомні;
- б) іонні;
- в) атомні та іонні

27. Яке полум'я в атомно-емісійній спектроскопії забезпечує найнижчу ступінь іонізації атомів Rb ?

- а) ацетилен-повітря;
- б) ацетилен-закис азоту;
- в) пропан-бутан-повітря

28. Який з методів корекції неселективного поглинання найчастіше використовується в атомно-абсорбційній спектроскопії з електротермічною атомізацією проби?

- а) корекцію провести неможливо;
- б) дейтерієва корекція фону;
- в) Зееманівська корекція фону

29. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Ce 413,380 нм та енергію (еВ) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $7,15 \cdot 10^{15}$ Гц; 11848 cm^{-1} ; 2,83 eV;
- б) $1,29 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 cm^{-1} ; 2,89 eV;
- в) $7,25 \cdot 10^{14}$ Гц; 24191 cm^{-1} ; 3,00 eV;

30. Розрахуйте значення характеристичної концентрації A_1 , якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(A_1) = 1$ мг/л поглинання A становить 0,08.

- а) 8 мг/л;
- б) 0,125 мг/л;
- в) 8 мкг/л;
- г) 55 мкг/л

Варіант 6.

1. Магнітні властивості ізоотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: ^{19}F

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

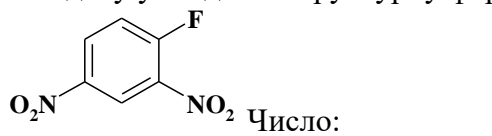
2. Хімічний зсув – це

- а) різниця резонансних частот магнітних ядер атомів різних хімічних елементів у складі досліджуваної молекули
- б) різниця резонансних частот магнітних ядер атомів одного й того ж хімічного елементу у складі досліджуваної молекули
- в) різниця резонансних частот магнітних ядер хімічно еквівалентних атомів одного й того ж хімічного елементу у складі досліджуваної молекули

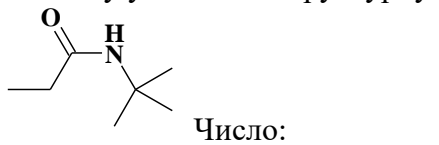
3. Інтенсивність індивідуального сигналу у протонних спектрах ЯМР

- а) не залежить від кількості магнітних ядер у досліджуваному зразку
- б) обумовлена кількістю магнітних ядер у певному хімічному оточенні
- в) обумовлена загальною кількістю магнітних ядер у досліджуваному зразку

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



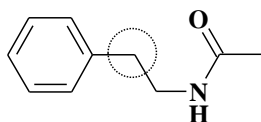
5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

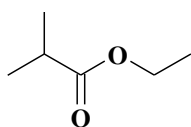
Число: _____

7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Двовимірна кореляційна ЯМР спектроскопія NH COSY дозволяє

- а) визначити, які угруповання в молекулі пов'язані одне з іншим ефектом спин-спінової взаємодії
- б) встановити форму мультиплетних сигналів, що перекриваються один з одним у спектрах ЯМР першого порядку
- в) визначити зближені у просторі хімічно та магнітно нееквівалентні угруповання

11. Значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI відповідає:

- а) відносній молекулярній масі сполуки
- б) масі молекули, розрахованій як сума цілих значень атомних мас найбільш легких ізотопів
- в) масі молекули, розрахованій як сума цілих значень атомних мас найбільш стабільних ізотопів
- г) маса молекули помножена на природний вміст ізотопів

12. Наявність піку $M+1$ поруч з піком молекулярного іону у мас-спектрі EI зумовлена головним чином:

- а) наявністю у природному Карбоні ізотопа ^{13}C
- б) наявністю ізотопів Cl, Br, I
- в) появою фрагментних іонів
- г) забрудненням речовини

13. Непарне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI свідчить про те, що:

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Флуор або Нітроген

14. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 184 (56.7, M), 185 (10.5, M+1), 186 (56.5, M+2), 187 (5.0, M+3). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 130 (19.9, M), 131 (1.4, M+1), 132 (1.8, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 112 (86, M), 113 (10.5, M+1), 114 (4.1, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. У мас-спектрі ЕІ піки відповідають частинкам: (обрати всі вірні відповіді)

- а) катіон-радикальної природи
- б) катіонної природи
- в) аніонної природи
- г) аніон-радикальної природи
- д) радикальної природи

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **парним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр 4-фенілбутан-2-ону ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 148 (73, M), 133 (14, M-15).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 5-фенілпентан-1-олу ($\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 164 (5, M), 146 (43, M-18).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Co у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 1560 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,9 мг/л інтенсивність сигналу складала 2680 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 1,55 мг/л;
- б) 1,25 мг/л;
- в) 0,95 мг/л;
- г) 1,15 мг/л

22. Яку роль відіграє камера циклонного типу в атомно-емісійних спектрометрах з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) видалення зайвого розчинника з аерозоллю проби;
- б) змішування проби з газом-носієм;
- в) сепарація легких частинок аерозоллю та спрямування їх у плазму

23. Який вплив мають кислоти на аналітичний сигнал в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) не впливають;
- б) знижують аналітичний сигнал;
- в) підвищують аналітичний сигнал

24. Який з варіантів атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою зазвичай забезпечує більш низькі межі виявлення елементів?

- а) з аксіальним спостереженням плазми;
- б) з радіальним спостереженням плазми;
- в) метод спостереження плазми не впливає на межі виявлення

25. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Ni 239,451 нм та енергію (eV) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 1848 cm^{-1} ; 1,83 eV;
- б) $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 41745 cm^{-1} ; 9,24 eV;
- в) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41762 cm^{-1} ; 5,18 eV;

26. Який детектор найчастіше застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених монохроматорами (послідовний аналіз)?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

27. Який з нижченаведених атомізаторів, що використовуються в методах атомно-емісійної спектроскопії, забезпечує найкращу відтворюваність результатів аналізу:

- а) полум'я ацетилен-повітря;
- б) електрична дуга змінного струму;
- в) електрична дуга постійного струму;
- г) полум'я ацетилен-закис азоту;
- д) електрична іскра;
- е) індуктивно-зв'язана плазма

28. Розрахуйте значення характеристичної концентрації Ni, якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(\text{Ni}) = 0,5 \text{ мг/л}$ поглинання A становить 0,08.

- а) 0,1 мг/л;
- б) 0,25 мг/л;
- в) 33 мкг/л;
- г) 50 мкг/л

29. Дейтерієва лампа використовується в атомно-абсорбційних спектрометрах для:

- а) корекції нестабільності роботи лампи з порожнистим катодом;
- б) корекції неселективного поглинання;
- в) калібровки монохроматора;
- г) визначення елементів-неметалів

30. Чим визначається характер оптичних атомних спектрів?

- а) агрегатним станом досліджуваного зразка;
- б) характеристиками джерела збудження;
- в) системою валентних електронів атому;
- г) кількістю атомів, що знаходяться у збудженому стані

Варіант 7.

1. Магнітні властивості ізоотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: $^{29}_{14}\text{Si}$

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

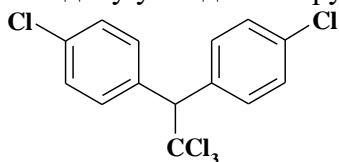
2. Ефект магнітного екранування виникає завдяки

- а) присутності сусідніх магнітних ядер
- б) наявності електронних оболонок навколо магнітних ядер
- в) наявності електричного поля, яке створює електронна оболонка атому

3. Інтенсивність індивідуального сигналу у спектрах ЯМР на ядрах карбона-13, який виміряний з пригніченням спіні-спінової взаємодії з протонами

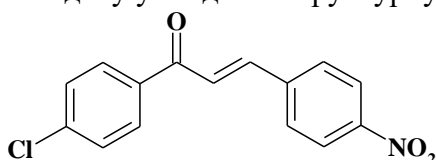
- а) обумовлена кількістю магнітних ядер у певному хімічному оточенні
- б) не залежить від кількості магнітних ядер у досліджуваному зразку
- в) обумовлена загальною кількістю магнітних ядер у досліджуваному зразку

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

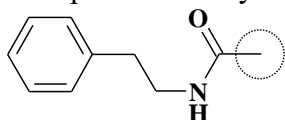


Число: _____

6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

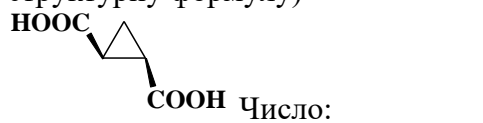
Число: _____

7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Двовимірна кореляційна J-розділена (J-RES) ^1H ЯМР спектроскопія дозволяє

- а) визначити, які угруповання в молекулі пов'язані одне з іншим ефектом спіно-спінової взаємодії
- б) встановити форму і положення мультиплетних сигналів, що перекриваються один з одним у спектрах ЯМР першого порядку
- в) визначити зближені у просторі хімічно та магнітно нееквівалентні угруповання

11. Молекулярний іон у мас-спектрі ЕІ слід шукати:

- а) у кластері іонів з найбільшою інтенсивністю
- б) у кластері іонів з найбільшими m/z
- в) як іон з найбільшою інтенсивністю
- г) як іон з найбільшою m/z

12. Наявність піку $M+2$ у кластері молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ зумовлена головним чином:

- а) наявністю у природному Карбоні ізотопу ^{13}C
- б) наявністю ізотопів Cl, Br, S
- в) появою частинок в результаті взаємодії молекулярного іону з молекулами або іонами газу-реагента
- г) забрудненням речовини

13. Парне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ свідчить про те, що (обрати **всі можливі варіанти**):

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Сульфур або Нітроген

14. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 248 (51, M), 249 (11, M+1), 250 (100, M+2), 251 (11, M+3), 252 (48, M+4). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 140 (47, M), 141 (7, M+1), 142 (15, M+2), 143 (1, M+3). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 110 (100, M), 111 (8.4, M+1), 112 (4.8, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. Схема фрагментації молекулярного іону містить: **(обрати всі вірні відповіді!)**

- а) структуру молекулярного іону
- б) структури частинок, які проявляють себе у вигляді фрагментних піків
- в) структури частинок, які не проявляють себе у мас-спектрах, але які, імовірно, утворюються в результаті фрагментації
- г) величини m/z всіх частинок
- д) величини інтенсивностей піків, які відповідають m/z

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **непарним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр п-хлоропропіофенону (1-(4-хлорофеніл)-пропан-1-он, $\text{C}_9\text{H}_9\text{ClO}$) містить піки з m/z (%I) 168 (12, M), 139 (100, M-29).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 4-фенілбутан-1-олу ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 150 (19, M), 132 (12, M-18).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Який детектор найчастіше застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених монохроматорами (послідовний аналіз)?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

22. Який з факторів вносить найменший вклад у фізичну ширину спектральної лінії в атомно-емісійному аналізі?

- а) природна ширина лінії;
- б) ефект Доплера;
- в) ефект Лоренца;
- г) ефекти Доплера та Лоренца

23. Розрахуйте значення характеристичної концентрації C_u , якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(Cu) = 2$ мг/л поглинання A становить 0,08.

- а) 8 мг/л;
- б) 0,125 мг/л;
- в) 15 мкг/л;
- г) 0,11 мг/л

24. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію C_u у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 760 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,4 мг/л інтенсивність сигналу складала 1310 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 0,60 мг/л;
- б) 0,70 мг/л;
- в) 0,55 мг/л;
- г) 0,15 мг/л

25. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Se 413,380 нм та енергію (еВ) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ еВ} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $7,15 \cdot 10^{15}$ Гц; 11848 см^{-1} ; 2,83 еВ;
- б) $1,29 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 см^{-1} ; 2,89 еВ;
- в) $7,25 \cdot 10^{14}$ Гц; 24191 см^{-1} ; 3,00 еВ;

26. Який вплив мають кислоти на аналітичний сигнал в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) не впливають;
- б) знижують аналітичний сигнал;
- в) підвищують аналітичний сигнал

27. Який з варіантів атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою зазвичай забезпечує більш низькі межі виявлення елементів?

- а) з аксіальним спостереженням плазми;
- б) з радіальним спостереженням плазми;
- в) метод спостереження плазми не впливає на межі виявлення

28. Дейтерієва лампа використовується в атомно-абсорбційних спектрометрах для:

- а) корекції нестабільності роботи лампи з порожнистим катодом;
- б) корекції неселективного поглинання;
- в) калібровки монохроматора;
- г) визначення елементів-неметалів

29. Яку роль відіграє камера циклонного типу в атомно-емісійних спектрометрах з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) видалення зайвого розчинника з аерозолі проби;
- б) змішування проби з газом-носієм;
- в) сепарація легких частинок аерозолі та спрямування їх у плазму

30. Який вплив мають кислоти на аналітичний сигнал в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) не плывають;
- б) знижують аналітичний сигнал;
- в) підвищують аналітичний сигнал

Варіант 8.

1. Магнітні властивості ізотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: $^{31}_{15}\text{P}$

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

2. Ядерний магнітний резонанс – це явище

- а) випромінювання у радіочастотному діапазоні, яке властиве магнітним ядрам у зовнішньому магнітному полі
- б) взаємодія магнітних ядер, які знаходяться у зовнішньому магнітному полі, з електричним полем світлової хвилі
- в) поглинання енергії електромагнітного випромінювання магнітними ядрами у зовнішньому магнітному полі

3. Число сигналів у протонних спектрах ЯМР обумовлено

- а) кількістю хімічно нееквівалентних атомів у складі досліджуваної молекули
- б) кількістю хімічно і магнітно нееквівалентних атомів у складі досліджуваної молекули
- в) кількістю магнітно нееквівалентних атомів у складі досліджуваної молекули

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



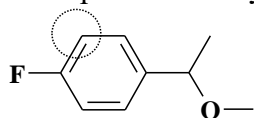
5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

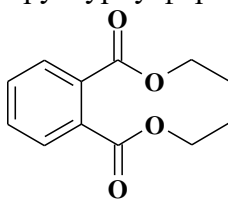
Число: _____

7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) кватрет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Двовимірна кореляційна ЯМР спектроскопія СН HETCOR дозволяє

- а) визначити безпосередньо зв'язані один з одним атоми карбону і гідрогену
- б) встановити форму і положення мультиплетних сигналів, що перекриваються один з одним у спектрах ЯМР першого порядку
- в) визначити зближені у просторі хімічно та магнітно нееквівалентні угруповання

11. Молекулярний іон у мас-спектрі EI –це частинка:

- а) катіонної природи
- б) аніонної природи
- в) радикальної природи
- г) катіон-радикальної природи
- д) аніон-радикальної природи
- е) катіон-аніонної природи

12. Базовий пік у мас-спектрі – це: (обрати **найбільш правильну відповідь!**)

- а) пік молекулярного іону
- б) пік фрагментного іону
- в) пік з найбільшим m/z
- г) пік з найбільшою інтенсивністю

13. Непарне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі EI свідчить про те, що:

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів
- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Флуор або Нітроген

14. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 198 (99, M), 199 (18, M+1), 200 (96, M+2), 201 (10, M+3). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 160 (43, M), 161 (9, M+1), 162 (27, M+2), 163 (3, M+3), 164 (4, M+4). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 124 (92, M), 125 (8.9, M+1), 126 (4.4, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. У мас-спектрі ЕІ піки відповідають частинкам: (обрати всі вірні відповіді)

- а) катіон-радикальної природи
- б) катіонної природи
- в) аніонної природи
- г) аніон-радикальної природи
- д) радикальної природи

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **парним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр п-бромпропіофенону (1-(4-бромфеніл)-пропан-1-он, $\text{C}_9\text{H}_9\text{BrO}$) містить піки з m/z (%I) 212 (12, M), 183 (100, M-29).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 4-фенілбутан-1-олу ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 150 (19, M), 132 (12, M-18).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Які енергетичні переходи відповідають енергії випромінювання атомів або іонів у видимому діапазоні?

- а) переходи валентних електронів;
- б) переходи внутрішніх електронів;
- в) переходи у ядрі;
- г) коливальні

22. Який детектор найчастіше застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених монохроматорами (послідовний аналіз)?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

23. Розрахуйте значення характеристичної концентрації Ni, якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(\text{Ni}) = 0,5$ мг/л поглинання А становить 0,08.

- а) 0,1 мг/л;
- б) 0,25 мг/л;
- в) 33 мкг/л;
- г) 50 мкг/л

24. Дейтерієва лампа використовується в атомно-абсорбційних спектрометрах для:

- а) корекції нестабільності роботи лампи з порожнистим катодом;
- б) корекції неселективного поглинання;
- в) калібровки монохроматора;
- г) визначення елементів-неметалів

25. Електротермічна атомізація проби використовується:

- а) в атомно-емісійній спектроскопії з дуговим збудженням;
- б) при визначенні ртуті методом холодної пари;
- в) в атомно-абсорбційній спектроскопії;
- г) в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою

26. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Fe 239,147 нм та енергію (eV) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 1848 cm^{-1} ; 1,83 eV;
- б) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 cm^{-1} ; 5,19 eV;
- в) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41762 cm^{-1} ; 5,16 eV;

27. Який детектор застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених Ешелле-оптикою?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;
- д) фотоелектронний помножувач

28. Яким чином впливає валентний стан елемента на його спектр в атомно-абсорбційній спектроскопії?

- а) інтенсивність атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- б) інтенсивність іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- в) положення атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- г) положення іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- д) не впливає

29. Які емісійні лінії спостерігаються для Натрію?

- а) атомні;
- б) іонні;
- в) атомні та іонні

30. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Со у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 1560 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,9 мг/л інтенсивність сигналу складала 2680 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 1,55 мг/л;
- б) 1,25 мг/л;
- в) 0,95 мг/л;
- г) 1,15 мг/л

Варіант 9.

1. Магнітні властивості ізотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: $^{119}_{50}\text{Sn}$

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

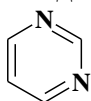
2. Хімічний зсув – це

- а) різниця резонансних частот магнітних ядер атомів різних хімічних елементів у складі досліджуваної молекули
- б) різниця резонансних частот магнітних ядер атомів одного й того ж хімічного елементу у складі досліджуваної молекули
- в) різниця резонансних частот магнітних ядер хімічно еквівалентних атомів одного й того ж хімічного елементу у складі досліджуваної молекули

3. Підвищення електронної густини на атомі приводить до зсуву сигналу ЯМР

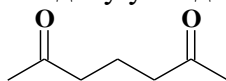
- а) у діапазон сильного поля
- б) у діапазон слабого поля
- в) не впливає на положення сигналу

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

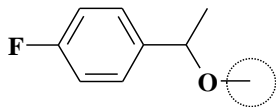


Число: _____

6. Визначте число сигналів у карбонівому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

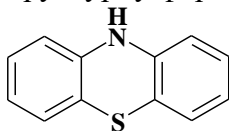
Число: _____

7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Ядерний ефект Оверхаузера – це

- а) зміна у інтенсивності сигналу ЯМР при додатковому опроміненні зразку резонансною частотою
- б) взаємодія ядерних спинів через простір
- в) зміна у положенні сигналу ЯМР при додатковому опроміненні зразку резонансною частотою

11. Значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ відповідає:

- а) відносній молекулярній масі сполуки
- б) масі молекули, розрахованій як сума цілих значень атомних мас найбільш легких ізотопів
- в) масі молекули, розрахованій як сума цілих значень атомних мас найбільш стабільних ізотопів
- г) маса молекули помножена на природний вміст ізотопів

12. Наявність піку $M+1$ поруч з піком молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ зумовлена головним чином:

- а) наявністю у природному Карбоні ізопа ^{13}C
- б) наявністю ізотопів Cl, Br, I
- в) появою фрагментних іонів
- г) забрудненням речовини

13. Парне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ свідчить про те, що (обрати **всі можливі варіанти**):

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів

- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Сульфур або Нітроген

14. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 212 (39, M), 213 (5, M+1), 214 (38, M+2), 215 (5, M+3). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 154 (54, M), 155 (9, M+1), 156 (18, M+2), 157 (2, M+3). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 142 (100, M), 143 (9.6, M+1), 144 (8.7, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. Схема фрагментації молекулярного іону містить: **(обрати всі вірні відповіді!)**

- а) структуру молекулярного іону
- б) структури частинок, які проявляють себе у вигляді фрагментних піків
- в) структури частинок, які не проявляють себе у мас-спектрах, але які, імовірно, утворюються в результаті фрагментації
- г) величини m/z всіх частинок
- д) величини інтенсивностей піків, які відповідають m/z

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **непарним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр 3,4-дихлоропропіофенону (1-(3,4-дихлоро)-пропан-1-он, $\text{C}_9\text{H}_8\text{Cl}_2\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 202 (16, M), 173 (100, M-29).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 5-фенілпентан-1-олу ($\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 164 (5, M), 146 (43, M-18).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Al у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 1280 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,5 мг/л

інтенсивність сигналу складала 2260 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 0,65 мг/л;
- б) 0,28 мг/л;
- в) 0,88 мг/л;
- г) 0,50 мг/л

22. Чим визначається характер оптичних атомних спектрів?

- а) агрегатним станом досліджуваного зразка;
- б) характеристиками джерела збудження;
- в) системою валентних електронів атому;
- г) кількістю атомів, що знаходяться у збудженому стані

23. Розрахуйте значення характеристичної концентрації Cu, якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(\text{Cu}) = 2$ мг/л поглинання A становить 0,08.

- а) 8 мг/л;
- б) 0,125 мг/л;
- в) 15 мкг/л;
- г) 0,11 мг/л

24. Яким чином впливає валентний стан елемента на його спектр в атомно-емісійній спектроскопії?

- а) інтенсивність атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- б) інтенсивність іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- в) положення атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- г) положення іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- д) не впливає

25. Який з факторів вносить найбільший вклад у фізичну ширину спектральної лінії в атомно-емісійному аналізі?

- а) природна ширина лінії;
- б) ефект Доплера;
- в) ефект Лоренца;
- г) ефекти Доплера та Лоренца

26. Яке полум'я в атомно-емісійній спектроскопії забезпечує найнижчу ступінь іонізації атомів Rb?

- а) ацетилен-повітря;
- б) ацетилен-закис азоту;
- в) пропан-бутан-повітря

27. В атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою як плазмоутворюючий газ найчастіше використовується:

- а) азот;
- б) аргон;
- в) ацетилен;
- г) пропан-бутан

28. Яку роль відіграє камера циклонного типу в атомно-емісійних спектрометрах з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) видалення зайвого розчинника з аерозолі проби;

- б) змішування проби з газом-носієм;
- в) сепарація легких частинок аерозолу та спрямування їх у плазму

29. Який вплив мають кислоти на аналітичний сигнал в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою?

- а) не пливають;
- б) знижують аналітичний сигнал;
- в) підвищують аналітичний сигнал

30. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Fe 239,147 нм та енергію (eV) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $1,25 \cdot 10^{16}$ Гц; 1848 cm^{-1} ; 1,83 eV;
- б) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 cm^{-1} ; 5,19 eV;
- в) $1,25 \cdot 10^{15}$ Гц; 41762 cm^{-1} ; 5,16 eV;

Варіант 10.

1. Магнітні властивості ізотопу з точки зору отримання для нього спектрів ЯМР: $^{199}_{50}\text{Hg}$

- а) нульовий магнітний момент, не дають сигналів у спектрах ЯМР
- б) напівцілочисельний магнітний момент, дають сигнали у спектрах ЯМР
- в) цілочисельний магнітний момент, дають уширені сигнали у спектрах ЯМР

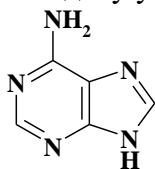
2. Ефект магнітного екранування виникає завдяки

- а) присутності сусідніх магнітних ядер
- б) наявності електронних оболонок навколо магнітних ядер
- в) наявності електричного поля, яке створює електронна оболонка атому

3. Ефект спин-спінової взаємодії у спектрах ^1H ЯМР, які виміряні у рідких розчинах,

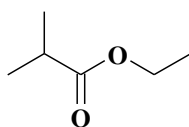
- а) передається через простір
- б) передається через електронні оболонки хімічних зв'язків
- в) проявляється тільки для безпосередньо зв'язаних атомів

4. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

5. Визначте число сигналів у протонному спектрі ЯМР, яке слід очікувати від сполуки наступної будови (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

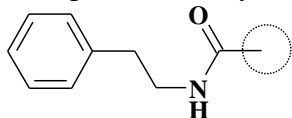


Число: _____

6. Визначте число сигналів у карбоновому спектрі ЯМР для сполуки, яка наведена у попередньому завданні (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

7. Встановіть очікувану мультиплетність сигналу позначеного угруповання у протонному спектрі ЯМР наступної сполуки



- а) синглет (s)
- б) дублет (d)
- в) триплет (t)
- г) подвійний дублет (dd)
- д) квартет (q)
- е) квінтет (qu)

8. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР DEPT-135 має наступна сполука (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)



Число: _____

9. Скільки сигналів у різновиді карбонового спектру ЯМР АРТ має сполука з попереднього завдання (у випадках, коли можливі таутомерні рівноваги, розглядати тільки наведену у завданні структурну формулу)

Число: _____

10. Двовимірна кореляційна ЯМР спектроскопія НН COSY дозволяє

- а) визначити, які угруповання в молекулі пов'язані одне з іншим ефектом спин-спінової взаємодії
- б) встановити форму мультиплетних сигналів, що перекриваються один з одним у спектрах ЯМР першого порядку
- в) визначити зближені у просторі хімічно та магнітно нееквівалентні угруповання

11. Молекулярний іон у мас-спектрі ЕІ слід шукати:

- а) у кластері іонів з найбільшою інтенсивністю
- б) у кластері іонів з найбільшими m/z
- в) як іон з найбільшою інтенсивністю
- г) як іон з найбільшою m/z

12. Наявність піку $M+2$ у кластері молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ зумовлена головним чином:

- а) наявністю у природному Карбоні ізотопу ^{13}C
- б) наявністю ізотопів Cl, Br, S
- в) появою частинок в результаті взаємодії молекулярного іону з молекулами або іонами газу-реагента
- г) забрудненням речовини

13. Непарне значення m/z молекулярного іону у мас-спектрі ЕІ свідчить про те, що:

- а) молекула містить непарну кількість Нітрогенів

- б) молекула містить парну кількість Нітрогенів
- в) молекула не містить Нітрогену
- г) молекула містить Флуор або Нітроген

14. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 206 (99, M), 207 (12, M+1), 208 (97, M+2), 209 (11, M+3). Природний вміст ізотопів ^{79}Br і ^{81}Br складає 50.6 і 49.4 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

15. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 168 (17, M), 169 (2, M+1), 170 (6, M+2). Природний вміст ізотопів ^{35}Cl і ^{37}Cl складає 75.4 і 24.6 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

16. У мас-спектрі ЕІ кластер молекулярного іону містить піки з m/z (%I): 160 (100, M), 161 (12, M+1), 162 (5.2, M+2). Природний вміст ізотопів ^{32}S і ^{34}S складає 95.0 і 4.2 % відповідно. Розрахувати, якій емпіричній формулі (або формулам) відповідає кластер.

Відповідь: _____

17. У мас-спектрі ЕІ піки відповідають частинкам: (обрати всі вірні відповіді)

- а) катіон-радикальної природи
- б) катіонної природи
- в) аніонної природи
- г) аніон-радикальної природи
- д) радикальної природи

18. Якщо у мас-спектрі ЕІ при **парному** значенні m/z молекулярного іону присутній фрагментний іон з **парним** m/z , це означає:

- а) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіону
- б) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіон-радикалу
- в) напрямок фрагментації відповідає втраті радикальної частинки і утворенню катіон-радикалу
- г) напрямок фрагментації відповідає втраті нейтральної молекули і утворенню катіону

19. ЕІ мас-спектр ацетофенону (метилфенілкетону, $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 120 (26, M), 105 (100, M-15).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

20. ЕІ мас-спектр 5-фенілпентан-1-олу ($\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$) містить піки з m/z (%I) 164 (5, M), 146 (43, M-18).

- а) фрагментний іон має таку будову _____
- б) частинка, яка втрачається у процесі фрагментації, має будову: _____

21. Який детектор застосовується в атомно-емісійних спектрометрах, оснащених Ешелле-оптикою?

- а) проточний;
- б) сцинтиляційний;
- в) інфрачервоний;
- г) напівпровідниковий;

д) фотоелектронний помножувач

22. Який з факторів вносить найбільший вклад у фізичну ширину спектральної лінії в атомно-емісійному аналізі?

- а) природна ширина лінії;
- б) ефект Доплера;
- в) ефект Лоренца;
- г) ефекти Доплера та Лоренца

23. Які емісійні лінії спостерігаються для Натрію?

- а) атомні;
- б) іонні;
- в) атомні та іонні

24. Обчисліть значення частоти, хвильового числа емісійної лінії Се 413,380 нм та енергію (еВ) відповідного електронного переходу.

Довідкові величини: Швидкість світла у вакуумі: 299729458 м/с; Стала Планка: $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; $1 \text{ еВ} = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж

- а) $7,15 \cdot 10^{15}$ Гц; 11848 см^{-1} ; 2,83 еВ;
- б) $1,29 \cdot 10^{15}$ Гц; 41815 см^{-1} ; 2,89 еВ;
- в) $7,25 \cdot 10^{14}$ Гц; 24191 см^{-1} ; 3,00 еВ;

25. В атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою як плазмоутворюючий газ найчастіше використовується:

- а) азот;
- б) аргон;
- в) ацетилен;
- г) пропан-бутан

26. Розрахуйте значення характеристичної концентрації Al, якщо при його визначенні методом атомно-абсорбційної спектроскопії для розчину з концентрацією $C(\text{Al}) = 1 \text{ мг/л}$ поглинання А становить 0,08.

- а) 8 мг/л;
- б) 0,125 мг/л;
- в) 8 мкг/л;
- г) 55 мкг/л

27. Атомно-емісійне визначення вмісту алюмінію у розчині проводили за методом стандартних добавок. Знайдіть концентрацію Cu у розчині, якщо інтенсивність його сигналу складала 760 відносних одиниць, а у розчині з концентрацією добавки 0,4 мг/л інтенсивність сигналу складала 1310 відносних одиниць. Об'єм добавки був значно менший за об'єм проби.

- а) 0,60 мг/л;
- б) 0,70 мг/л;
- в) 0,55 мг/л;
- г) 0,15 мг/л

28. Яким чином впливає валентний стан елемента на його спектр в атомно-абсорбційній спектроскопії?

- а) інтенсивність атомних ліній змінюється в залежності від валентності;
- б) інтенсивність іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- в) положення атомних ліній змінюється в залежності від валентності;

- г) положення іонних ліній змінюється в залежності від валентності;
- д) не впливає

29. Електротермічна атомізація проби використовується:

- а) в атомно-емісійній спектроскопії з дуговим збудженням;
- б) при визначенні ртуті методом холодної пари;
- в) в атомно-абсорбційній спектроскопії;
- г) в атомно-емісійній спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою

30. Ксенонова лампа високого тиску використовується як:

- а) джерело збудження емісійних спектрів атомів;
- б) еталонне джерело випромінювання світла;
- в) джерело безперервного спектру в багатоелементному атомно-абсорбційному аналізі;
- г) аналог лампи з порожнистим катодом