

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Приймальною комісією

Протокол №

«26» _____ 2021 р.

Заступник голови Приймальної
комісії

Ю. О. Каганов



ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ З ХІМІЇ

Освітній ступінь: магістр
Спеціальність: 102 Хімія
Освітня програма Хімія

I. Пояснювальна записка

1. Мета фахового вступного випробування з «Хімії» – з'ясувати рівень теоретичних знань та практичних навичок вступників, яких вони набули під час навчання на освітньому ступені / рівні бакалавра/ спеціаліста/магістра, з метою формування рейтингового списку та конкурсного відбору вступників на навчання за освітнім ступенем магістра спеціальності 102 хімія, освітньої програми хімія в межах ліцензованого обсягу.

2. Форма фахового вступного випробування.

Фахове вступне випробування проходить у два етапи:

- Письмовий – абітурієнти здають письмову відповідь на питання екзаменаційного білету у письмовій формі. Тривалість письмового етапу – 60 хв.
- Усний – співбесіда з абітурієнтами з питань екзаменаційного білету.

3. Білети: структура білету.

Білет вступного фахового випробування містить два теоретичні питання, тестове завдання та задачу.

На фахове вступне випробування винесено основні професійно-орієнтовані дисципліни хімічного циклу: неорганічна і аналітична хімія, кристалохімія, квантова хімія, фізична хімія, колоїдна хімія, органічна хімія, фізичні методи дослідження речовини, хімія високомолекулярних сполук, екотехнологія.

4. Вимоги до відповіді вступника.

Вступник має виявити знання структурних та функціональних особливостей різних рівнів, він повинен володіти основним термінологічним апаратом різних напрямків хімії; при аналізі повинен використовувати знання як теоретичних, так і практичних основ дисциплін хімічного циклу.

II. Критерії оцінювання

Оцінка, отримана вступником, за результатами вступного випробування відбиває повноту засвоєння програмного матеріалу за циклом професійно-орієнтованих дисциплін.

Для особи, яка претендує на зарахування за ступенем магістра (за 200 бальною шкалою):

Високий рівень (175-200 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в повній мірі засвоїв увесь програмний матеріал, показує знання не лише основної, але й додаткової літератури, наводить власні міркування, робить узагальнюючі висновки, використовує знання з суміжних галузевих дисциплін, вдало наводить приклади.

Достатній рівень (150-174 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: має також високий рівень знань і навичок. При цьому відповідь досить повна, логічна, з елементами самостійності, але містить деякі неточності або пропуски в неосновних питаннях. Можливе слабке знання додаткової літератури, недостатня чіткість у визначенні понять.

Задовільний рівень (124-149 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, але відповідь неповна, неглибока, містить неточності, робить помилки при формулюванні понять, відчуває труднощі, застосовуючи знання при наведенні прикладів.

Низький рівень (100-123 балів) вступник отримує, виявивши такі знання та вміння: в загальній формі розбирається у матеріалі, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті.

До участі у конкурсі не допускається (0-99 балів), якщо вступник виявив такі знання та вміння: не знає значної частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки при висвітленні понять, на додаткові питання відповідає не по суті.

III. Структура програми

Неорганічна хімія

Будова атома і періодичний закон. Моделі будови атому. Рівняння Шредінгера. Квантові числа електронів. Принцип Паулі, принцип найменшої енергії (друге правило Клечковського, правило Гунда). Періодичний законі система Менделєєва.

Хімічний зв'язок. Загальні положення теорії хімічного зв'язку. Ковалентний зв'язок. Метод валентних зв'язків (МВЗ). Валентні схеми. Ковалентність. Полярний і неполярний ковалентний зв'язок. Електронегативність і дипольний момент молекули. Способи утворення ковалентного зв'язку. Співвалентність. Властивості ковалентного зв'язку. Гібридизація АО. Метод МО-МОЛКАО (молекулярних орбіталей). Іонний зв'язок. Металічний зв'язок.

Енергетика хімічних і фазових перетворень. Основи термодинаміки. Основні поняття термодинаміки. Стандартний стан. Стандартна ентальпія утворення речовини. Термохімічні розрахунки. Закон Гесса. Ентропія і неупорядковані системи. Ентропійний і ентальпійний фактори і напрямлення хімічного процесу. Енергія Гібса і самочинне протікання хімічного процесу.

Хімічна кінетика. Швидкість хімічних реакцій. Закон діючих мас. Залежність швидкості від концентрації. Залежність швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гофа, рівняння Арреніуса. Основи теорії перехідного стану. Енергія активації. Хімічна рівновага. Принцип Ле-Шательє. Вплив температури на напрямлення хімічного процесу.

Розчини. Розбавлені розчини неелектролітів. Основні поняття і класифікація розчинів. Способи вираження концентрації розчинів. Механізм утворення розчинів. Фізична і хімічна теорії розчинів. Розчинність. Розчини ненасичені, насичені та перенасичені. Колігативні властивості розчинів неелектролітів: 1) осмос, закон Вант-Гоффа; 2) тиск насиченої пари розчинів, закон Рауля; 3) температура кипіння, температура замерзання розчинів. Ізотонічний коефіцієнт.

Властивості розчинів електролітів. Теорія електролітичної дисоціації. Константа і ступінь дисоціації. Сильні електроліти. Основні положення теорії сильних електролітів. Активність іонів. Іонний добуток води. Водневий показник рН. Добуток розчинності. Обмінні реакції в розчинах електролітів. Гідроліз солей.

Теорії кислот та основ. Коротка історія питання. Теорія сольвосистем. Протонна теорія. Електронна теорія. Значення сучасної теорії кислот та основ.

Комплексні сполуки. Класифікація і номенклатура комплексних сполук. Будова комплексних сполук. Ізомерія комплексних сполук. Властивості комплексних сполук. Значення комплексних сполук в хімії, біології та екології.

Основи електрохімії. Електродні процеси. Механізм утворення подвійного електричного шару і електродного потенціалу. Електродний потенціал. Рівняння В. Нернста. Стандартні електродні потенціали, їх вимірювання. Водневий електрод. Гальванічні елементи: будова, електрорушійна сила, ємність.

Електроліз. Закон Фарадея. Електродні процеси. Механізм утворення подвійного електричного шару і електродного потенціалу. Електродний потенціал. Рівняння В. Нернста. Стандартні електродні потенціали, їх вимірювання. Водневий електрод. Гальванічні елементи: будова, електрорушійна сила, ємність.

Термічний аналіз. Криві охолодження. Діаграми плавкості систем: 1. які не утворюють хімічних сполук; 2. які утворюють хімічні сполуки; 3. які утворюють тверді розчини. Зв'язок виду діаграми плавкості з положенням елементу у періодичній системі.

Елементи підгрупи ІА та ІІА. Загальні властивості s-елементів. Знаходження у природі. Фізичні властивості. Хімічні властивості: 1. Сполука елементів підгрупи ІА і ІІА з Гідрогеном; 2. Сполука елементів підгрупи з Оксигеном; 3. Гідроксиди елементів підгруп: властивості, одержання. Солі елементів підгрупи ІА і ІІА. Використання елементів даних підгруп.

Елементи підгрупи IIIA (бор, алюміній). Характеристика р-елементів. Природні ресурси; одержання бору та алюмінію. Фізичні властивості бору та алюмінію. Хімічні властивості. 1. Сполуки бору і алюмінію з Гідрогеном; 2. Оксигеновмісні сполуки бору і алюмінію; 3. Сполуки бору і алюмінію з неметалами. Використання бору і алюмінію.

Елементи підгрупи галію. Характеристика елементів підгрупи галію. Властивості галію, індію, талію. Сполуки елементів підгрупи з Оксигеном. Гідроксиди. Сполуки елементів підгрупи з неметалами. Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи IVA (підгрупа Карбону). Загальна характеристика елементів підгрупи IVA. Характеристика карбону. Оксиди карбону. Карбонова кислота. Сполуки карбону з воднем і сульфуром. Характеристика силіцію. Сполуки силіцію з воднем і киснем. Кислоти і солі силіцію. Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи германію. Характеристика елементів підгрупи. Фізичні і хімічні властивості: 1. Сполука елементів підгрупи з Гідрогеном; 2. Сполука елементів підгрупи з Оксигеном. Оксиди, гідроксиди і їх властивості. Окисно-відновні властивості сполук підгрупи. Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи VA (Нітроген.) Загальна характеристика елементів підгрупи. Фізичні властивості нітрогену. Хімічні властивості нітрогену: 1. Сполуки з Гідрогеном; 2. Сполуки з Оксигеном. Нітратна кислота і її властивості. Солі її. Використання Нітрогену.

Фосфор і підгрупа Арсену. Фізичні властивості фосфору, алотропія фосфору. Хімічні властивості фосфору. Оксигеновмісні сполуки фосфору. Фосфатна кислота, її солі. Фізичні і хімічні властивості арсену, стибію і бісмуту. Сполуки елементів підгрупи арсену з Гідрогеном. Оксигеновмісні сполуки елементів підгрупи арсену. Використання елементів підгрупи арсену.

Елементи підгрупи VIA. Загальна характеристика елементів підгрупи VIA. Властивості кисню. Сполуки Оксигену. Властивості Сульфуру. Сполуки Сульфуру зі ступенем окислення – 2. Оксигеновмісні сполуки Сульфуру. Використання Сульфуру.

Елементи підгрупи селену. Загальна характеристика елементів підгрупи. Сполуки підгрупи селену зі ступенем окислення – 2. Оксиди і кислоти елементів підгрупи селену. Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи VIIA. Водень, його хімічні властивості, найбільш важливі сполуки. Загальна характеристика галогенів. Природні ресурси. Одержання галогенів. Сполуки галогенів з Гідрогеном. Оксигеновмісні сполуки Хлору. Властивості оксигеновмісних кислот бромі і йоду. Використання галогенів та їх сполук.

Елементи підгрупи VIIIA. Природні ресурси. Фізичні властивості елементів підгрупи. Гелій. Неон. Підгрупа кріптонію.

Елементи підгрупи IB (підгрупа Купруму). Загальна характеристика елементів підгрупи купруму. Одержання елементів підгрупи. Хімічні властивості купруму. Хімічні властивості аргентуму. Хімічні властивості ауруму. Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи IIB (підгрупа Цинку). Загальна характеристика елементів підгрупи. Одержання елементів підгрупи. Хімічні властивості цинку, кадмію, меркурію. Сполуки елементів підгрупи з киснем. Сполуки елементів підгрупи з неметалами. Сполуки меркурію (I). Сполуки меркурію (II). Використання елементів і їх сполук.

Елементи підгрупи IIIB (підгрупа Скандію). Загальна характеристика властивостей елементів підгрупи IIIB. Оксигеновмісні сполуки елементів підгрупи IIIB. Сполуки елементів підгрупи IIIB з неметалами. Використання елементів та їх сполук.

Елементи підгрупи IVB (підгрупа Титану). Загальна характеристика елементів підгрупи. Фізико-хімічні властивості елементів підгрупи. Сполуки елементів підгрупи з Гідрогеном. Сполуки титану (IV), цирконію (IV), гафнію (IV). Сполуки титану (III). Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи VB (підгрупа Ванадію). Загальна характеристика елементів підгрупи. Фізико-хімічні властивості елементів підгрупи. Сполуки ванадію (II). Сполуки

ванадію (III). Сполуки ванадію (IV). Сполуки ванадію (V), ніобію (V), танталу (V). Використання елементів підгрупи та їх сполук.

Елементи підгрупи VIB (підгрупа Хрому). Загальна характеристика елементів підгрупи. Хімічні властивості металів підгрупи хрому. Оксигеновмісні сполуки хрому, молібдену, вольфраму. Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи VIIB (підгрупа Мангану). Загальна характеристика елементів підгрупи. Фізико-хімічні властивості елементів підгрупи. Оксигеновмісні сполуки мангану, технецію і ренію. Використання елементів підгрупи.

Елементи підгрупи VIIIB (підгрупа Феруму). Загальна характеристика властивостей елементів підгрупи. Хімічні властивості феруму, кобальту, нікелю. Оксигеновмісні сполуки феруму, кобальту, нікелю. Сполуки елементів підгрупи з неметалами. Солі кисневмісних кислот і комплексні сполуки феруму, кобальту, нікелю. Використання елементів підгрупи.

Платинові метали. Загальна характеристика платинових металів. Фізико-хімічні властивості платинових металів. Оксигеновмісні сполуки платинових металів. Найважливіші сполуки платинових металів. Комплексні сполуки платинових металів. Використання платинових металів.

f-елементи періодичної системи. Актиноїди. Електронна структура актиноїдів. Фізико-хімічні властивості актиноїдів. Сполуки актиноїдів. Використання актиноїдів і їх сполук. Токсикологія f-елементів.

Аналітична хімія

Предмет, завдання і методи аналітичної хімії. Аналітична хімія як наука, її місце в системі хімічних дисциплін. Завдання аналітичної хімії. Основні етапи розвитку аналітичної хімії. Аналітичний процес і аналітичний сигнал. Засоби виконання аналітичних хімічних реакцій. Чутливість, вибірковість та специфічність хімічних реакцій. Макро-, напівмікро- і мікрометоди якісного аналізу. Дробний та систематичний якісний аналіз.

Рівновага в гомогенних системах. Сильні та слабкі електроліти, ступінь і константа дисоціації слабких електролітів. Заміщення іонних рівноваг, дія однойменного іону. Дисоціація води, іонний добуток води, водневий показник рН. рН слабких кислот і слабких основ. Буферні системи. рН буферних систем. Гідроліз солей, розрахунок рН солей при їх гідролізі.

Протолітичні рівноваги. Стан сильних електролітів у розчинах. Активність, коефіцієнт активності, іонна сила розчину. Сучасний погляд на природу кислот і основ.

Рівновага в гетерогенних системах: осад-насичений розчин. Реакції осадження в якісному аналізі. Добуток розчинності. Вплив різних факторів на повноту осадження електролітів. Солевий ефект. Співосадження. Перетворення одних малорозчинних неелектролітів в інші. Розчинність осадів в кислотах.

Комплексні сполуки та їх застосування в якісному аналізі. Будова і стійкість комплексних сполук, константа нестійкості. Внутрішньокмплесні сполуки. Використання комплексних сполук для розділення, маскування та якісного визначення іонів-металів. Органічні реагенти в якісному аналізі.

Окиснювально-відновні реакції в якісному аналізі. Окиснювачі і відновники, їх сила. Окисно-відновний потенціал та цього залежність від різних факторів. Рівняння Нернста. Напрямок реакцій окиснення-відновлення. Константа рівноваги.

Аналітичні класифікації катіонів. Сірководнева та кислотно-основна класифікація катіонів, їх порівняльний аналіз. Основні переваги та недоліки аміачно-фосфатної класифікації. Характеристика катіонів за групами.

Аналітичні класифікації аніонів. Особливості аналізу аніонів. Проби на аніони-окисники, на аніони-відновники, аніони летких кислот.

Методи розділення і концентрування речовин в аналітичній хімії. Класифікація методів розділення і концентрування. Осадження і співосадження. Використання екстракцій

в аналітичній хімії. Принцип методу рідинної екстракції. Екстракційна рівновага. Вплив різних факторів на процеси екстракції. Класифікація екстракційних систем.

Гравіметричний аналіз. Загальна характеристика. Метод відгонки та метод осадження. Осаджувана та гравіметрична (вагова) форми, вимоги до них. Вибір осаджувача та його кількість. Розрахунки в гравіметричному аналізі. Теоретичні основи утворення осадів. Осади кристалічні і аморфні, їх властивості та умови осадження.

Титрометричний аналіз, його суть. Титровані розчини. Приготування титрованих розчинів. Вихідні (стандартні) речовини та вимоги до них. Класифікація методів титрометричного аналізу за характером реакції та способом титрування. Розрахунки в титрометричному аналізі.

Методи кислотно-основного титрування, їх характеристика. Робочі розчини, їх приготування. Криві титрування, їх аналіз. Стрибок титрування, фактори, що впливають на його величину.

Кисотно-основні індикатори. Теорія кислотно-основних індикаторів. Інтервал переходу забарвлення індикатора. Показник титрування індикатора. Вибір індикатора для титрування.

Статистична обробка результатів аналізу. Помилки в кількісному аналізі, їх класифікація, джерела помилок. Тривалість і відтворюваність результатів аналізу. Математична обробка результатів аналізу. Основні показники, що характеризують відхилення від дійсного результату. Статистична обробка експериментальних даних.

Методи окисно-відновного титрування, загальна характеристика, класифікація. Криві титрування, їх аналіз. Стрибок титрування, фактори, що впливають на його величину. Способи фіксування точки еквівалентності, окисно-відновні індикатори. Вибір окисно-відновного індикатора при титруванні.

Швидкість реакцій окиснення-відновлення. Вплив на швидкість реакцій температури, концентрації реагуючих речовин, каталізатора. Автокаталітичні реакції. Індуктивні реакції.

Методи осадження та комплексоутворення в титрометричному аналізі. Індикатори. Комплексонометрія. Способи визначення точки еквівалентності. Металоіндикатори.

Фізико-хімічні методи аналізу. Класифікація і характеристика фізико-хімічних методів аналізу, їх місце у вирішенні завдань, що стоять перед сучасною хімічною промисловістю. Суть, особливості та переваги інструментальних методів аналізу. Використання їх для автоматизації контролю виробництва і якості продукції.

Адсорбційна спектроскопія. Оптичні методи аналізу, їх порівняльна характеристика. Загальні положення, класифікація. Закони поглинання випромінювання. Вимоги до реакцій утворення забарвлених сполук. Оптимальні умови проведення фотометричного аналізу. Спектрофотометрія. ІК- спектроскопія як методи аналізу та дослідження. Методи визначення концентрації речовин, приклади аналізу речовини відповідно до спеціальності.

Потенціометричний метод аналізу. Суть, різновидності. Окислювально-відновні потенціали, рівняння Нернста. Способи вимірювання електрорушійної сили, прилади, які застосовують в потенціометрії. Індикаторні та порівняльні електроди. Іоноселективні електроди. Практичне застосування методу, приклади використання.

Кристалохімія

Предмет кристалохімії. Закони кристалографії і основні властивості кристалів (анізотропія, симетрія). Просторова ґратка. Типи ґраток Браве. 230 просторових груп симетрії Федорова. Основні поняття і терміни кристалохімії: координаційне число, координаційний багатокутник, число формальних одиниць. Типи хімічного зв'язку в кристалічних структурах. Гомодесмічні та гетеродесмічні радіуси. Теорія щільності упаковок та її використання. Метод Лемінга–Белова для опису кристалічних структур. Поняття морфотропія, поліморфізм, політіпія, ізоморфізм.

Фізичні властивості кристалів. Зв'язок фізичних властивостей кристалів з їх структурою: металічні властивості – твердість, спайність, пружність. Оптичні властивості –

показники заломлення, оптична активність. Колір. Електричні та магнітні властивості кристалів.

Методи дослідження внутрішнього складу кристалів. Загальні свідомості. Дифракційні та мікроскопічні методи дослідження сполук. Рентгенівські методи. Рентгенофазний аналіз. Електроннографія. Нейтронографія. Резонансні методи.

Симетрія лілійних упаковок. Використання теорії лілійних кульових упаковок при опису симетрії збудованих на їх основі кристалічних структур. Симетрія двохшарової (гексагональної) щільної упаковки. Приклади структурних типів мінералів, збудованих по принципу щільних упаковок: Al_2O_3 (корунд), CaCO_3 (кальцит).

Квантова хімія

Вступ до квантової хімії. Електромагнітне випромінювання. Гіпотеза Планка. Теорія Бора. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Фотоефект. Ефект Комптона. Гіпотеза де Бройля. Хвильова механіка Шредингера і матрична механіка Гейзенберга. Основні принципи квантової механіки.

Математичний апарат квантової хімії. Оператори фізичних величин. Власні функції і власні значення операторів та їхня фізична інтерпретація. Властивості власних функцій і власних значень ермітових операторів. Різні представлення операторів. Матриці операторів. Квантова механіка – теорія лінійних операторів у гільбертовому просторі.

Рівняння Шредингера і найпростіші задачі квантової механіки. Хвильове рівняння. Стаціонарні стани. Частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з безмежно високими стінками. Гармонічний осцилятор. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр.

Момент кількості руху. Оператор повороту і момент кількості руху. Власні значення та власні функції операторів квадрата й проекцій моменту кількості руху. Ротатор. Власні функції операторів квадрата й проекцій орбітального моменту кількості руху. Квантове обертання молекул.

Рух частинки в центрально-симетричному полі. Рух у полі центральної сили. Радіальне рівняння Шредингера. Атом гідрогену. Атомні орбіталі, графічні уявлення.

Теорія збурень. Стаціонарна теорія збурень. Невироджений випадок. Теорія збурень у випадку виродження. Ефект Штарка в атомі гідрогену. Імовірність квантового переходу за одиницю часу. Квантові переходи під дією раптових збурень.

Системи багатьох частинок. Принцип тотожності частинок у квантовій механіці. Класифікація атомних орбіталей та атомні терми. Теорія атома гелію. Від'ємний йон гідрогену H^- . Метод Хартрі-Фока. Метод Томаса-Фермі. Молекули. Адіабатичне наближення. Молекула водню H_2 . Молекулярний йон водню H_2^+ . Хімічний зв'язок.

Теорія груп симетрії та її застосування. Визначення груп симетрії та її характеристик для молекул. Застосування теорії груп симетрії для побудови молекулярних діаграм. Застосування теорії симетрії для визначення хімічної здатності.

Напівемпіричні методи квантової хімії. Метод Хюкеля. Метод диференційного перекриття. Визначення електронних параметрів молекул.

Фізичні методи дослідження речовин

Оптичні методи дослідження речовини. Рефрактометрія. Дипольний момент молекули та поляризованість. Молярна поляризація. Рефракція. Молекулярна рефракція, питома рефракція, адитивність молярної рефракції, екзальтація молярної рефракції, рефрактометричний фактор. Визначення концентрації речовини та структури молекул з використанням таблиць Ейзенлора. Похибки методу.

Електронна спектроскопія. Коливальна спектроскопія. Абсорбційна спектроскопія в відомому та ультрафіолетовому діапазоні. Положення, інтенсивність та форма смуг в електронних спектрах поглинання. Використання електронних спектрів поглинання в структурному та кількісному аналізі. Похибки визначення кількості. Коливальна

спектроскопія. Особливості ІЧ – випромінювання з будовою молекул. Основні галузі в експериментальних ІЧ – спектрах (галузь функціональних груп, галузь «відтиску пальців»). Обертони. ІЧ – спектри органічних сполук. Гідроксилскаладових сполук. Методи підготовки зразків для дослідження (суспензії, пігулки, плівки, розчини, піролізовані полімери). Особливості кількісних спектрофотометричних вимірів в ІЧ – діапазоні. Принципи КР – спектроскопії. Порівняння методів КР- та ІЧ – спектроскопії. Спектр комбінаційного розсіяння. Вимоги до зразків. КР – зонд.

Резонансні методи. Спектроскопія ЯМР. Загальні принципи розшифровки спектрів в ЯМР при проведенні структурного аналізу. Дослід структури комплексних сполук, благородних газів, швидко протікаючи процесів 9протонний обмін, таутомерія). Спектроскопія електронного парамагнітного резонансу. Склад спектрометра ЕПР. Принцип методу ЕПР. Приклади використання ЕПР: визначення вільних радикалів, парамагнітних центрів, спінові метки. Ефект Месбауера та γ – резонансна ядерна флуоресценція. Визначення інформації про симетрію положення атомів відносно центрального атому в комплексних сполуках.

Методи дослідження поверхні та структури кристалічних сполук. Дифракційні методи дослідження структури сполук. Рівняння Вульфа-Брега, рівняння Лауе. Визначення параметрів кристалічної ґратки, класу сполук. Електрона мікроскопія. Принцип методу. Вимогу до зразків для випробувань.

Електронний мікрозондів аналіз. Механізм ви виникнення характеристичного рентгенівського випромінювання. Вплив ефектів розсіювання електронів та вторинної рентгенфлуоресценції на дозвіл метода електронного мікрозонда. Оже – електронна спектроскопія. Прилади. Особливості аналізу Оже - спектру. Можливості метода.

Органічна хімія

Загальні положення органічної хімії. Формування органічної хімії як фундаментальної дисципліни. Класифікація та номенклатура органічних сполук. Природа хімічних зв'язків в органічних молекулах.

Загальні положення органічної хімії. Типи хімічних реакцій. Електронні ефекти. Кислоти та основи в органічній хімії.

Сполуки аліфатичного ряду. Алкани. Будова, ізомерія, номенклатура алканів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Алкени. Будова, ізомерія, номенклатура алкенів. Методи одержання. Фізичні властивості, розповсюдження і застосування алкенів. Хімічні властивості.

Алкадієни. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура дієнових вуглеводнів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Алкіни. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура алкінів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Природні джерела вуглеводнів та їх біологічна значимість. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура алкінів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Галогеналкани. Будова, класифікація та ізомерія. Номенклатура. Методи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники.

Аліциклічні вуглеводні. Будова, класифікація та ізомерія. Номенклатура. Методи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Ароматичні вуглеводи. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура ароматичних вуглеводнів. Методи одержання. Фізичні властивості, розповсюдження і застосування. Хімічні властивості. Механізм електрофільного заміщення в ароматичному ядрі. Замісники I та II роду. Правила орієнтації.

Багатоядерні ароматичні сполуки. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура ароматичних вуглеводнів. Методи одержання. Фізичні властивості, розповсюдження і

застосування. Хімічні властивості. Механізм електрофільного заміщення в ароматичних ядрах. Замісники I та II роду. Правила орієнтації.

Спирти. Будова, ізомерія, номенклатура спиртів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Багатоатомні спирти.

Феноли. Будова, ізомерія, номенклатура фенолів. Методи одержання. Фізичні властивості. Будова, ізомерія, номенклатура.

Оксірани. Будова, класифікація та ізомерія. Номенклатура. Методи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Альдегіди. Будова, ізомерія, номенклатура альдегідів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Застосування альдегідів.

Кетони. Будова, ізомерія, номенклатура кетонів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Застосування кетонів.

Хінони. Будова, ізомерія, номенклатура хінонів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Застосування хінонів.

Монокарбонові кислоти та їх похідні. Класифікація карбонових кислот. Будова, ізомерія, номенклатура монокарбонових кислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Похідні кислот (ангідриди, галогенангідриди, складні ефіри, аміді, нітрили).

Дикарбонові кислоти. Будова, ізомерія, номенклатура дикарбонових кислот. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості.

Оксикислоти. Класифікація оксикислот. Будова, ізомерія, номенклатура оксикислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Похідні оксикислот.

Альдегідокислоти. Класифікація альдегідокислот. Будова, ізомерія, номенклатура альдегідокислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Похідні альдегідокислот.

Кетокислоти. Класифікація кетокислот. Будова, ізомерія, номенклатура кетокислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Похідні кетокислот. Ацетооцтовий ефір і його властивості.

Моносахариди. Значення вуглеводів їх класифікація, ізомерія, номенклатура, оксикарбонільні форми моносахаридів. Циклічні форми моносахаридів. таутомерія та мутаротація. Хімічні властивості моносахаридів. Дисахариди їх будова і властивості. Вищі полісахариди та їх будова і властивості.

Олігосахариди. Будова, номенклатура та ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Полісахариди. Будова, номенклатура та ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості.

Аміни, азо- і діазосполуки. Будова, номенклатура та ізомерія амінів. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості амінів. Діазосполуки і азосполуки. Азобарвники. Нітро- та нітрозосполуки.

Амінокислоти. Будова, ізомерія, номенклатура, класифікація амінокислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Сірко- та фосфорвмісні сполуки. Будова, номенклатура та ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Використання в органічному синтезі.

Фізична органічна хімія. Зв'язок складу та будови сполук з фізичними властивостями. Ідентифікація органічних сполук. Органічні розчинники та їх вплив на реакції. Каталіз органічних сполук.

П'ятичленні гетероцикли з одним або двома гетероатомами. Номенклатура. Ізомерія. Знаходження у природі. Способи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники. Застосування.

Шестичленні гетероцикли з одним або декількома гетероатомами. Номенклатура. Ізомерія. Знаходження у природі. Способи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники. Застосування.

Елементорганічні та комплексні органічні сполуки. Номенклатура. Ізомерія. Знаходження у природі. Способи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники. Застосування.

Фізична хімія

Предмет і методи термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки до ідеальних газів. Теплоємність. Теплові ефекти. Закон Кіргофа. Другий закон термодинаміки. Цикл Карно. Ентропія. Розрахунок змін ентропії в різних процесах. Абсолютні значення ентропії. III початок термодинаміки. Статистичний характер другого закону термодинаміки.

Термодинамічні потенціали. Загальні умови рівноваги. Термодинамічні потенціали. Зміна термодинамічних потенціалів як критерій напрямку процесів і рівноваги. Характеристичні функції. Рівняння максимальної роботи (Гібса-Гельмгольца). Хімічний потенціал.

Розчини. Фазові та хімічні рівноваги. Хімічні рівноваги. Закон діяння мас. Термодинамічний вивід закону діяння мас і константи рівноваги. Рівняння ізотерми реакції. Максимальна робота і константа рівноваги. Вплив температури на хімічну рівновагу. Рівняння ізобари і ізохори хімічної реакції. Залежність константи рівноваги від тиску. Принципи рухливої рівноваги. Принцип Бертло. Розрахунки констант рівноваг.

Фазові рівноваги. Правило фаз Гібса. Однокомпонентні системи. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Двокомпонентні системи. Трикомпонентні системи.

Розчини. Загальна характеристика розчинів. Основні ознаки ідеальних та гранично розбавлених розчинів. Рівновага рідкий розчин-пар для двокомпонентних систем. Залежність тиску насиченої пари від складу рідкого розчину. Активність компонентів розчину. Відхилення від закону Рауля в реальних розчинах. Закон Коновалова. Обмежена взаємна розчинність рідин. Перегонка з водяним паром. Коефіцієнт розподілу речовини у двох розчинниках, що не змішуються. Екстракція. Рівновага рідких розчинів з газами. Розчинність твердих речовин у рідинах. Зниження температури замерзання та підвищення температури кипіння розчинів нелетких речовин. Осмотичні явища. Закон Вант-Гофа.

Поверхневі явища і адсорбція. Поверхневі явища. Поверхнева енергія Гібса. Поверхневий натяг. Адсорбція на межі розділу рідина-газ. Адсорбція на межі тверде тіло-газ та адсорбція у розчинів.

Електрохімія. Розчини електролітів. Електролітична дисоціація. Теорія розчинів сильних електролітів. Слабкі електроліти. Єдина кількісна теорія дисоціації електролітів М.А. Ізмайлова. Нерівноважні явища в електролітах. Електропровідність розчинів електролітів. Кондуктометричне титрування. Визначення констант дисоціації.

Електродні процеси і електрорушійні сили. Термодинаміка електрохімічних систем. Виникнення стрибка потенціалу та будова подвійного електричного шару на межі розчин-метал. Типи електродів. Концентраційні ланцюги, хімічні ланцюги. Правила запису ЕРС і електродних потенціалів електрохімічних систем. Вимірювання ЕРС. Застосування методу вимірювання ЕРС для визначення різних фізико-хімічних величин. Потенціометрія.

Нерівноважні електродні процеси. Електроліз. Поляризація електродів. Перенапруга. Електрохімічне виділення, анодне розчинення та пасивність металів. Полярографія. Корозія металів. Хімічні джерела електричної енергії.

Хімічна кінетика і каталіз. Швидкість хімічної реакції. Кінетична класифікація реакцій. Молекулярність і порядок реакції. Необоротні реакції I, II, III та n-го порядку. Визначення порядку та константи швидкості реакції. Складні реакції. Вплив температури на швидкість хімічної реакції. Теорія активних зіткнень. Теорія активованого комплексу (перехідного стану). Мономолекулярні, тримолекулярні реакції. Реакції в розчинах. Ланцюгові та фотохімічні реакції. Гетерогенні процеси.

Каталіз. Гомогенний каталіз. Основні уявлення і закономірності гетерогенного каталізу. Теорії гетерогенного каталізу. Кінетика гетерогенних каталітичних реакцій у статичних умовах.

Хімія високомолекулярних сполук

Основні поняття в хімії високомолекулярних сполук (ВМС). Критерії розходження ВМС і низькомолекулярних речовин. Молекулярно-масові характеристики полімерів. Середня молекулярна маса і розподіл за молекулярними масами. Класифікація полімерів. Природні, штучні і синтетичні полімери. Органічні, неорганічні, елементоорганічні полімери. Гомо- і гетероцепні полімери. Гомополімери, сополімери, привиті і блок-сopolімери. Лінійні, розгалужені, зшиті полімери.

Типи реакцій синтезу полімерів (полімеризація, поліконденсація, поліприсєднання). Поліконденсація. Типи реакцій поліконденсації. Кінетика рівноважної поліконденсації. Молекулярна маса і молекулярно-масовий розподіл. Тривимірні і спільна поліконденсація. Способи проведення поліконденсації. Реакції поліприсєднання.

Полімеризація. Термодинаміка полімеризації. Радикальна полімеризація. Ініціювання. Реакції росту, обриву, передачі ланцюга. Кінетика радикальної полімеризації. Інгібіювання. Гель-ефект. Теломеризація. Радикальна сополімеризація. Рівняння Майо-Льюїса. Реакційна здатність мономерів. «Q-e» схема.

Іонна полімеризація. Катіонна полімеризація. Каталізатори, сокаталізатори. Ріст і обмеження росту ланцюгів. Кінетика катіонної полімеризації. Аніонна полімеризація. Каталізатори. Ріст і обмеження росту ланцюга. Кінетика. Іонна сополімеризація. Іонно-координаційна полімеризація. Будова стереорегулярних полімерів. Каталізатори Циглера-Натта. Каталіз на р-аллільних комплексах. Оксидно-металеві каталізатори. Іонна полімеризація циклічних мономерів. Способи проведення полімеризації.

Характер всередині- і міжмолекулярних зв'язків у полімерах. Конфігураційні і конформаційні рівні в макромолекулах. Сегмент. Гнучкість ланцюга. Термодинамічна і кінетична гнучкість. Зв'язок гнучкості з хімічною будовою.

Розчини полімерів. Набрякання. Термодинаміка макромолекул у розчині. Відхилення від ідеальності, їхньої причини. Застосування правил фаз до розчинів полімерів. Фазові діаграми систем полімер-розчинник. Критичні температури розчинення.

Осмотичні явища в розчинах полімерів. Рівняння стану полімеру, другий віріальний коефіцієнт. Визначення молекулярних мас.

Теорія розчинів Флорі. Характеристична температура. Сучасні теорії розчинів полімерів.

В'язкість розведених розчинів полімерів. Рівняння Марка-Хаувінка-Куна. Визначення молекулярних мас. Рівняння Флорі-Фокса.

Світлорозсіювання в розчинах полімерів. Визначення молекулярних мас. Дифузія макромолекул у розчинах. Визначення молекулярних мас. Седиментація макромолекул. Визначення молекулярних мас методом ультрацентрифугування.

Поліелектроліти. Іонна атмосфера. Електростатична складова вільної енергії Гіббса полііонів. Поліелектролітне набрякання. Амфотерні поліелектроліти. Ізоелектрична, ізоіонна крапки. Поліелектролітні комплекси. Рівновага Доннана.

Концентровані розчини полімерів. Ліотропний рідкокристалічний стан. Студні. Фракціонування полімерів.

Фазові переходи в полімерах. Надмолекулярні структури. Кристалізація. Плавлення полімерів. Властивості аморфних полімерів. Три фізичних стани. Вискоеластичний стан. Термодинаміка високоеластичної деформації. Релаксаційні явища. Спектр часів релаксації. Релаксація напруги і деформації. Принцип температурно-тимчасової суперпозиції. Механічні втрати.

Склоподібний стан. Релаксація в склоподібному стані. Змушена еластичність. В'язкотекучий стан. Механізм грузлого плину. Рівняння Флорі-Фокса. Пластифікація. Механічні моделі аморфних полімерів.

Властивості кристалічних полімерів. Кристалічні і кристалізуючі полімери, що кристалізуються. Релаксація в кристалічному стані. Довговічність полімерів. Рівняння Журкова. Механізм руйнування полімерів.

Орієнтовані структури в полімерах. Наповнені полімери. Електричні властивості полімерів. Діелектричні втрати.

Полімераналогічні і внутримолекулярні перетворення полімерів. Особливості хімічних реакцій полімерів. Реакції зшивання. Деструкція хімічна і фізична. Стабілізація полімерів.

Колоїдна хімія

Дисперсний стан. Основні поняття: фаза, гомогенна та гетерогенна система, дисперсність. Класифікація дисперсних систем за розмірами, агрегатним станом, термодинамічною стійкістю і характером утворення.

Роль колоїдної хімії в природних процесах, життєдіяльності живих організмів, в виробничих технологіях.

Одержання дисперсних систем. Методи одержання колоїдних систем: дисперсійний, конденсаційний. Правила утворення золів, умови утворення нової фази. Очистка золів і розчинів високомолекулярних сполук. Діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація, комбіновані методи.

Властивості колоїдних систем. Дифузія, дифузійний потік, експериментальні методи визначення коефіцієнту, закони Фіка. Осмос, осмотичний тиск, рівняння Вант-Гоффа. Визначення молекулярної маси ВМС за осмотичним тиском. Броунівський рух. Теорія Ейнштейна-Смолуховського. Седиментація, седиментаційна рівновага.

Оптичні та електричні властивості золів. Розсіювання світла дисперсними системами. Конус Тиндала, рівняння Ремя для розсіювання світла. Нефелометрія, турбодиметрія та поглинання світла золями. Ультрамیکроскопія та електронікроскопія. Електрокінетичні явища: електрофорез, електроосмос, потенціал осадження, потенціал протікання.

Будова міцели. Утворення адсорбційних та дифузних шарів при конденсаційних методах одержання колоїдів. Моделі подвійного електричного шару: Гельмгольца, Гуї-Чапмена, Штерна. Зв'язок величини дзета потенціалу з електричного шару (агрегат, ядро, частинка, міцела). Рівняння Гельмгольца-Смолуховського. Адсорбційне правило Панета-Фаянса.

Поверхневі явища. Поверхневий натяг рідини на межі з газом. Орієнтація поверхнево-активних речовин на межі розділу тверда частинка-рідина. Рівняння адсорбції Гібса-Ленгмюра.

Адсорбція на твердій поверхні. Тверді адсорбенти. Основні характеристики: пористість, питома поверхня. Основи теорії адсорбції (Шилов, Лепинь, Дубінін). Адсорбція на твердій поверхні за Фрейндліхом.

Стійкість, коагуляція та стабілізація дисперсних систем. Дія електролітів на стійкість золів та гелів. Правила коагуляції, мотронні ряди, роль стабілізаторів в ліофобних колоїдних системах. Правило Шульца-Гарді.

Екотехнологія

Екологічна хімія і хімічна технологія. Теоретичні і практичні основи екотехнології. Фізико-хімічна екотехнологія: роль фізико-хімічних чинників в еволюції біосфери. Фізико-хімічні методи планування природоохоронних заходів. Хімія, як основний забруднювач середовища і хімія, як засіб відновлення навколишнього середовища. Екологічні пріоритети ООН (Глобальне потеплення клімату, пов'язане як з викидами промисловістю,

автотранспортом і енергетикою на природному паливі газів з парниковим ефектом, так і із знищенням тропічних лісів. Забруднення міжнародних вод нафтопродуктами, органічними токсикантами, важкими металами і радіонуклідами. Зменшення біологічної різноманітності як результат руйнування місця існування і розробки природних копалин. Руйнування атмосферного озонового шару із-за емісії фтор- або хлорвмісних вуглеводнів, галогенів, водовода і тому подібне). Екологічні програми ООН: пошук альтернативних джерел енергії, боротьба з викидами шкідливих речовин(для країн, що розвиваються), створення маловідхідних і безпечних технологій.

Джерела забруднень. Природні джерела дії на навколишнє середовище. Джерела техногенних забруднень навколишнього середовища. Порівняння результатів антропогенного втручання і природних змін природного середовища. Порівняльна оцінка чинників дії на природне середовище. Норми сторонніх дій на живі системи. Гранично допустимі норми: ПДВ, ГДК. Норми іонізуючих випромінювань.

Екологічні критерії аналізу продуктів, що поступають в навколишнє середовище. Об'єм виробництва. Області застосування. Розповсюдження в навколишньому середовищі. Стійкість і здібність до розкладання. Перетворення токсинів в навколишньому середовищі.

Енерго- і ресурсозберігаючі маловідхідні і безпечні технології. Виробництво, як деформація навколишнього середовища (Гейзенберг). Природоохоронні хімічні технології. Ексергетический і екологічний критерії технології. Роль хімічної трансформації енергії у вирішенні екологічних проблем енергетики. Екологічно чиста інтегрована енергосистема на основі хімічних енергоносіїв. Атомно-воднева енергетика. Сполучення енергетичних і хімічних виробництв.

Інтегровані системи хімічної технології (мембранні адсорбери, мембранні абсорбери, мембранні екстрактори і мембранні реактори).

Ідеї нанохімії в створенні нового покоління функціональних матеріалів. Критерії досконалості структури апарату: ефективність використання механічної енергії, активного матеріалу і об'єму апарату при фіксованій щільності потоку, що переробляється, і глибини перетворення. Пленарні адсорбенти: тканини і повсть з вилужених базальтових волокон, активованого вугілля і ін. Гнучкі і перебудовувані виробництва: технологічний конструктор. Гнучкі автоматизовані виробничі системи хімічної промисловості, здатні швидко і з мінімальними витратами ресурсів (автоматично) перебудовуватися на випуск нової продукції, переробку нового вигляду сировини або реалізацію нових технологічних процесів. Живучість системи збереження нею працездатності при виході з ладу окремих ланок або елементів. Гнучкість сполучення енергогенеруючої і технологічної систем. Саморегульовані технології, що саморозвиваються.

Збільшення потужностей складності хіміко-технологічних виробництв – чинники, що визначають непередбачуваність наслідків при аварії.

Неруйнуючі методи діагностики вузлів хіміко-технологічної апаратури. Хімічні мембранні сенсори. Автоматичні системи управління і знешкодження аварійних викидів пари і газів з метою ліквідації наслідків аварій у виробничих приміщеннях.

Зворотні технології. Екологічні аспекти переробки ракетного палива, ядерних реакторів, ядерної, хімічної і біологічної зброї, кордових шин, інтегральних схем і тому подібне Переробка відходів АЕМС. Хімічні і біологічні методи відновлення ґрунту.

Система очищення промислових і побутових відходів. Сучасні методи очищення скидних газів: мембранна технологія, абсорбція і адсорбція. Мембранний абсорбер з рухомим носієм, як інтегрована система, що поєднує мембранний і абсорбційний методи розділення. Управління продуктивністю і ефективністю розділення газової суміші в пермабсорбере і мембранному вентилі. Хімічні, біологічні і біохімічні мембранні контактори і мембранні реактори. Очищення стічних вод. Хімічні і біологічні методи очищення води. Мембранна технологія і мембранні екстрактори. Очищення питної води. Поховання радіоактивних відходів в морях. Сховища радіоактивних відходів. Переробка побутових відходів. Утилізація відходів і замкнуті промислові цикли. Відходи як сировина

для нових виробництв. Переробка полімерних відходів нафтоподібні продукти - сировина для синтезу полімерів.

Моніторинг забруднень. Польова екологія. Детектори токсинів і радіоактивних випромінювань. Організація локального, регіонального і глобального моніторингу. Системи раннього екологічного сповіщення. Космічний моніторинг. Екологічний моніторинг і інформаційне забезпечення всесвітньої екологічної безпеки. Міжнародна співпраця в прогнозуванні і ліквідації наслідків аварій. Хімічні дослідження в біологічних системах. Методи дослідження дій і абіотичних перетворень.

Теплове забруднення середовища від хімічних виробництв і енергетичних установок. Поширення шкідливих речовин в околиці локального і розподіленого джерела. Поширення токсинів в гідросфері. Біологічні чинники перенесення токсинів (міграції риб, птахів і тому подібне). Роль хімічних чинників в еволюції природних систем.

Забруднення природного середовища. Зміна в атмосфері (пил і аерозолі, гази). Кислотні дощі, парниковий ефект, озонові дірки, пригрунтовий озон і його роль в руйнуванні рослин.

Забруднення ґрунтових і морських вод (органічні токсини, неорганічні залишки, радіонукліди). Біолюмінометри і інші методи контролю якості води. Забруднення ґрунту (ущільнення ґрунту, зміна ґрунту залежно від способів її обробки, антропогенні забруднення). Продукти живлення і харчові добавки. Токсичність предметів споживання. Внутрішні приміщення. Міські і сільські екосистеми.

Екологічно небезпечні регіони України і СНД. Чорнобиль, Аральське море. Хімічні і радіаційні компоненти проектів відновлення території і їх експертиза.

Екотехнологія. Хіміко-технологічні системи гармонізації відносин виробництва - місце існування. Встановлення раціональної рівноваги в біосфері шляхом раціонального зменшення навантажень добрив, пестицидів і токсичних речовин. Технологічне використання екологічних принципів для поліпшення функціонування екосистем. Відновлення продуктивності водоймищ шляхом насичення їх киснем. Озонова атака в руйнуванні токсичних речовин. Створення добрив, що перешкоджають накопиченню радіонуклідів і важких металів в сільськогосподарських рослинах. Теплові насоси в боротьбі з тепловим забрудненням середовища. Конверсія біомаси для поглинання атмосферного вуглекислого газу. Методи забезпечення екологічної ефективності рекреаційних територій (заповідників, парків, зон відпочинку).

IV. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналитическая химия : Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / Под ред. Л. Н. Москвина. Москва : Высшая школа, 2008. 300 с.
2. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних речовин: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Херсон: Олді-плюс, 2017. 516 с.
3. Аналітична хімія. Якісний аналіз: Навчально-методичний посібник / Т.Д. Рева, О.М. Чхало, Г.М. Зайцева та ін. – К.: Медицина, 2017. 280 с
4. Анохин В. В. Химия и физикохимия полимеров: учебник. Київ : Либідь, 1987. 399 с.
5. Ардашникова Е. И. Сборник задач по неорганической химии: практикум. Москва : МГУ, 2008. 208 с.
6. Барановский В. И. Квантовая механика и квантовая химия : ученик. Москва : Академия, 2008. 384 с
7. Басов В. П. Хімія : Навчальний посібник. Київ : Либідь, 2003. 304 с.
8. Більченко М.М. Задачі та вправи: навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2019. 205 с.
9. Воловик Л. С. Фізична хімія : підручник. Київ : Освіта, 2007. 196 с.
10. Гомонай В. І. Фізична та колоїдна хімія: підручник. Ужгород : УНУ, 2007. 496 с.

11. Домбровський А. В. Органічна хімія підручник. Київ : Вища школа, 1991. 504 с.
12. Дорохова Е. Н. Задачи и вопросы по аналитической: практикум. Москва : Высшая школа, 2001. 268 с.
13. Курц А. Л. Задачи по органической химии с решениями: учебник. Москва : Высшая школа, 2009. 264 с.
14. Лебідь В. І. Фізична хімія : підручник. Харків : Фоліо, 2005. 476 с.
15. Луцевич Д. Д. Аналітична хімія:підручник. Київ : Медицина, 2009. 416 с.
16. Малиновський В. В. Неорганічна хімія: навчальний посібник. Київ : Либідь, 2009. 184 с.
17. Неділько С. А. Загальна й неорганічна хімія:начальний посібник. Київ : Либідь, 2001. 400 с.
18. Отто М. Современные методы аналитической химии : учебник. Москва : Высшая школа, 2008. 544 с.
19. Рейтер Л. Г. Теоретичні розділи загальної хімії:навчальний посібник. Київ : Перун, 2003. 270 с.
20. Реутов О. А. Органическая химия : в 4-х частях: ученик. Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2009. 624 с.
21. Романова Н. В. Хімія: практикум. Київ : Перун, 2003. 208 с.
22. Скопенко В. В. Найважливіші класи неорганічних сполук: підручник. Київ : Либідь, 1996. 120 с.
23. Степанов Н. Ф. Квантовая механика и квантовая химия : учебник. Москва: Мир, 2007. 519 с.
24. Травень В. Ф. Органічна хімія : підручник. Київ : Либідь, 2008. 727 с.
25. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия : Общие теоретические основы. Качественный анализ : Учебник. Москва : МГУ, 2008. 615 с.
26. Черных В. П. Органическая химия: учебник. Харьков : Основа, 1998. 324 с.
27. Шевряков М.В. Аналітична хімія. Аналітична хімія. Якісний аналіз неорганічних та органічних. Херсон: Олді+, 2019. 516 с
28. Шевряков М.В. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу. Херсон: Олді+, 2017. 404 с.

Голова фахової
атестаційної комісії

(підпис)



(М.М. Малько)

(ініціали та прізвище)