

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Приймальною комісією

Протокол № 3

«25» 05 2026 р.


Голова Відбіркової комісії
зі вступу до магістратури

Олександр ГУРА

ПОГОДЖЕНО:

Відповідальний секретар

Відбіркової комісії


 Ярослав КРИВИЙ

**ПРОГРАМА
ФАХОВОГО ІСПИТУ
З ХІМІЇ**

при прийомі на навчання для здобуття
другого (магістерського) рівня вищої освіти
на основі НРК6, НРК7

Спеціальність: Е3 Хімія

Гарант освітньої програми:

Хімія  Олександр БРАЖКО

Запоріжжя – 2026 рік

I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фаховий іспит – це форма оцінювання в Запорізькому національному університеті (далі – ЗНУ), що передбачає визначення рівня підготовленості вступника щодо здобутих раніше компетентностей та результатів навчання, необхідних для опанування освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Метою проведення фахового іспиту з хімії є перевірка рівня знань, умінь та інших фахових компетентностей вступника, що є достатніми для здобуття освітнього ступеня магістра на основі НРК6, НРК7 за спеціальністю ЕЗ «Хімія», освітньою програмою «Хімія».

Фаховий іспит проводиться у формі комп'ютерного тестування із застосуванням технологій дистанційного навчання в системі електронного забезпечення навчання «Moodle» ЗНУ.

Тривалість фахового іспиту становить 60 хвилин.

Фаховий іспит проводиться в очному форматі в ЗНУ з обов'язковою відеофіксацією та подальшим оприлюдненням на офіційному вебсайті Приймальної комісії. Дистанційний формат допускається за рішенням Приймальної комісії для вступників, які є військовослужбовцями, які проходять службу, або іноземними громадянами.

II. КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінювання результатів фахового іспиту здійснюється автоматично системою електронного забезпечення навчання «Moodle» за шкалою від 0 до 200 балів.

Тестове завдання генерується індивідуально для кожного вступника і містить 50 запитань із вибором однієї правильної відповіді. Кожна правильна відповідь оцінюється в 4 бали. Неправильна відповідь або її відсутність оцінюється у 0 балів. Максимально можливий результат за іспит становить 200 балів.

Мінімальний пороговий бал, необхідний для допуску до участі в конкурсному відборі, становить 100 балів, що відповідає 25 правильним відповідям. Вступники, які набрали від 0 до 96 балів, отримують результат «незадовільно» та не допускаються до участі в конкурсному відборі на навчання.

Таблиця переведення тестових балів у шкалу 0-200 балів

Тестовий бал	Бал за шкалою 0-200	Тестовий бал	Бал за шкалою 0-200
1	4	26	104
2	8	27	108
3	12	28	112
4	16	29	116

5	20	30	120
6	24	31	124
7	28	32	128
8	32	33	132
9	36	34	136
10	40	35	140
11	44	36	144
12	48	37	148
13	52	38	152
14	56	39	156
15	60	40	160
16	64	41	164
17	68	42	168
18	72	43	172
19	76	44	176
20	80	45	180
21	84	46	184
22	88	47	188
23	92	48	192
24	96	49	196
25	100	50	200

Тестовий бал (0-50)	Підсумковий бал (0-200)	Рівень навчальних досягнень
45–50	180–200	Високий
35-44	140-176	Достатній
25-34	100-136	Базовий
0-24	0-96	Недостатній

Вступники, які отримали оцінку менше 100 балів, до участі в конкурсному відборі не допускаються.

III. ЗМІСТ ПРОГРАМИ

РОЗДІЛ 1. Неорганічна хімія

Тема 1: 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.

Тема 2: 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.

Тема 3: 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 Гіббса і самочинне протікання хімічного процесу.

Тема 4: Хімічна кінетика. Швидкість хімічних реакцій. Закон діючих мас. Залежність швидкості від концентрації. Залежність швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа, рівняння Арреніуса. Основи теорії перехідного стану. Енергія активації. Хімічна рівновага. Принцип Ле-Шательє. Вплив температури на напрямлення хімічного процесу.

Тема 5: 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. Колегативні властивості розчинів неелектролітів: осмос, закон Вант-Гоффа; тиск насиченої пари розчинів, закон Рауля; температура кипіння, температура замерзання розчинів. Ізотонічний коефіцієнт.

Тема 6: Властивості розчинів електролітів. Теорія неелектролітичної 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.

Тема 7: Теорії кислот та основ. Коротка історія питання. Теорія сольватних систем. Протонна теорія. Електронна теорія. Значення сучасної теорії кислот та основ.

Тема 8: Комплексні сполуки. Класифікація і номенклатура комплексних сполук. Будова комплексних сполук. Ізомерія комплексних сполук. Властивості комплексних сполук. Значення комплексних сполук в хімії, біології та екології.

Тема 9: 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.

Тема 10: 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.

Тема 11: Термічний аналіз. Криві охолодження. Діаграми плавкості систем, які не утворюють хімічних сполук; які утворюють хімічні сполуки; які утворюють тверді розчини. Зв'язок виду діаграми плавкості з положенням елементу у періодичній системі.

Тема 12: Елементи підгрупи I A та II A. Загальні властивості s- елементів. Знаходження у природі. Фізичні властивості. Хімічні властивості: 1. Сполука елементів підгрупи I A і II A з воднем; 2. Сполука елементів підгрупи з киснем; 3. Гідроксиди елементів підгруп: властивості, одержання. Солі елементів підгрупи I A і II A. Використання елементів даних підгруп.

Тема 13: Елементи підгрупи III A (бор, алюміній). Характеристика р- елементів. Природні ресурси; одержання бору та алюмінію. Фізичні властивості бору та алюмінію. Хімічні властивості. Водневі сполуки бору і алюмінію. Кисневі сполуки бору і алюмінію. Сполуки бору і алюмінію з неметалами. Використання бору і алюмінію.

Тема 14: Елементи підгрупи галію. Характеристика елементів підгрупи галію. Властивості галію, індію, талію. Сполуки елементів підгрупи з киснем. Гідроксиди. Сполуки елементів підгрупи з неметалами. Використання елементів підгрупи.

Тема 15: Елементи підгрупи IV A (підгрупа карбону). Загальна характеристика елементів підгрупи IV A. 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.

Тема 16: Елементи підгрупи германію. Характеристика елементів підгрупи. Фізичні і хімічні властивості. Сполука елементів підгрупи з воднем. Сполука елементів підгрупи з киснем. Оксиди, гідроксиди і їх властивості. Окисно-відновні властивості сполук підгрупи. Використання елементів підгрупи.

Тема 17: Елементи підгрупи V A (нітроген). Загальна характеристика елементів підгрупи. Фізичні властивості нітрогену. Хімічні властивості нітрогену. Сполуки з воднем. Сполуки з киснем. Нітратна (V) кислота і її властивості. Солі її. Використання нітрогену.

Тема 18: Фосфор і підгрупа Арсену. Фізичні властивості фосфору, алотропія фосфору. Хімічні властивості фосфору. Кисневі сполуки фосфору. Фосфатна (V) кислота, її солі. Фізичні і хімічні властивості арсену, стибію і

бісмуту. Сполуки елементів підгрупи арсену з гідрогеном. Кисневі сполуки елементів підгрупи арсену. Використання елементів підгрупи арсену.

Тема 19: Елементи підгрупи VI А. Загальна характеристика елементів підгрупи VI А. Властивості кисню. Сполуки кисню. Властивості сульфуру. Сполуки сульфуру зі ступенем окислення – 2. Кисневі сполуки сульфуру. Використання сульфуру.

Тема 20: Елементи підгрупи селену. Загальна характеристика елементів підгрупи. Сполуки підгрупи селену зі ступенем окиснення – 2. Оксиди і кислоти елементів підгрупи селену. Використання елементів підгрупи.

Тема 21: Елементи підгрупи VII А. Водень, його хімічні властивості, найбільш важливі сполуки. Загальна характеристика галогенів. Природні ресурси. Одержання галогенів. Сполуки галогенів з воднем. Кисневі сполуки хлору. Властивості кисневмісних кислот бромю і йоду. Використання галогенів та їх сполук.

Тема 22: Елементи підгрупи VIII А. Природні ресурси. Фізичні властивості елементів підгрупи. Гелій. Неон. Підгрупа кріптоню.

Тема 23: Елементи підгрупи I Б (підгрупа купруму). Загальна характеристика елементів підгрупи купрума. Одержання елементів підгрупи. Хімічні властивості купруму. Хімічні властивості аргентуму. Хімічні властивості ауруму. Використання елементів підгрупи.

Тема 24: Елементи підгрупи II Б (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.

Тема 25: Елементи підгрупи III Б (підгрупа скандію). Загальна характеристика властивостей елементів підгрупи III Б. Кисневі сполуки елементів підгрупи III Б. Сполуки елементів підгрупи III Б з неметалами. Використання елементів та їх сполук.

Тема 26: Елементи підгрупи IV Б (підгрупа титана). Загальна характеристика елементів підгрупи. Фізико-хімічні властивості елементів підгрупи. Сполуки елементів підгрупи з воднем. Сполуки титану (IV), цирконію (IV), гафнію (IV). Сполуки титану (III). Використання елементів підгрупи.

Тема 27: Елементи підгрупи V Б (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.

Тема 28: Елементи підгрупи VI Б (підгрупа хрому). Загальна характеристика елементів підгрупи. Хімічні властивості металів підгрупи хрому. Кисневмісні сполуки хрому, молібдену, вольфраму. Використання елементів підгрупи.

Тема 29: Елементи підгрупи VII Б (підгрупа мангану). Загальна характеристика елементів підгрупи. Фізико-хімічні властивості елементів підгрупи. Кисневмісні сполуки мангану, технецію і ренію. Використання елементів підгрупи.

Тема 30: Елементи підгрупи VIII Б (підгрупа феруму). Загальна характеристика властивостей елементів підгрупи. Хімічні властивості феруму, кобальту, нікелю. Кисневмісні сполуки феруму, кобальту, нікелю. Сполуки елементів підгрупи з неметалами. Солі кисневмісних кислот і комплексні сполуки феруму, кобальту, нікелю. Використання елементів підгрупи.

Тема 31: Платинові метали. Загальна характеристика платинових металів. Фізико-хімічні властивості платинових металів. Кисневмісні сполуки платинових металів. Найважливіші сполуки платинових металів. Комплексні сполуки платинових металів. Використання платинових металів.

Тема 32: f-елементи періодичної системи. Актиноїди. Електронна структура актиноїдів. Фізико-хімічні властивості актиноїдів. Сполуки актиноїдів. Використання актиноїдів і їх сполук. Токсикологія f-елементів.

РОЗДІЛ 2. Аналітична хімія

Тема 1: 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. Дрібний та систематичний якісний аналіз.

Тема 2: 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.

Тема 3: Протолітичні рівноваги. Стан сильних електролітів у розчинах. Активність, коефіцієнт активності, іонна сила розчину. Сучасний погляд на природу кислот і основ.

Тема 4: Рівновага в гетерогенних системах: осад-насичений розчин. Реакції осадження в якісному аналізі. Добуток розчинності. Вплив різних факторів на повноту осадження електролітів. Сольовий ефект. Співосадження.

Перетворення одних малорозчинних неелектролітів в інші. Розчинність осадів в кислотах.

Тема 5: Комплексні сполуки та їх застосування в якісному аналізі. Будова і стійкість комплексних сполук, константа нестійкості. Внутрішньокмплексні сполуки. Використання комплексних сполук для розділення, маскуваня та якісного визначення іонів-металів. Органічні реагенти в якісному аналізі.

Тема 6: Окиснювальнo-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.

РОЗДІЛ 3. Якісний хімічний аналіз

Тема 1: Аналітичні класифікації катіонів. Сірководнева та кислотнo-основна класифікація катіонів, їх порівняльний аналіз. Основні переваги та недоліки аміачно-фосфатної класифікації. Характеристика катіонів за групами.

Тема 2: Аналітичні класифікації аніонів. Особливості аналізу аніонів. Проби на аніони-окисники, на аніони-відновники, аніони летких кислот.

Тема 3: 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.

РОЗДІЛ 4. Кількісний хімічний аналіз

Тема 1: 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.

Тема 2: Титриметричний аналіз, його суть. Титровані розчини. Приготування титрованих розчинів. Вихідні (стандартні) речовини та вимоги до них. Класифікація методів титриметричного аналізу за характером реакції та способом титрування. Розрахунки в титриметричному аналізі.

Тема 3: Методи кислотнo-основного титрування, їх характеристика. Робочі розчини, їх приготування. Криві титрування, їх аналіз. Стрибок титрування, фактори, що впливають на його величину.

Тема 4: Кислотнo-основні індикатори. Теорія кислотнo-основних індикаторів. Інтервал переходу забарвлення індикатора. Показник титрування індикатора. Вибір індикатора для титрування.

Тема 5: 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.

Тема 6: 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.

Тема 7: Швидкість реакцій окиснення-відновлення. Вплив на швидкість реакцій температури, концентрації реагуючих речовин, каталізатора. Автокаталітичні реакції. Індуктивні реакції.

Тема 8: Методи осадження та комплексоутворення в титриметричному аналізі. Індикатори. Комплексонометрія. Способи визначення точки еквівалентності. Металоіндикатори.

Тема 9: 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.

Тема 10: 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. ІЧ-спектроскопія як методи аналізу та дослідження. Методи визначення концентрації речовин, приклади аналізу речовини відповідно до спеціальності.

РОЗДІЛ 5. Електрохімічний аналіз

Тема 1: Потенціометричний метод аналізу. Суть, різновидності. Окислювально-відновні потенціали, рівняння Нернста. Способи вимірювання електрорушійної сили, прилади, які застосовують в потенціометрії. Індикаторні електроди, електроди порівняння. Іоноселективні електроди. Практичне застосування методу, приклади використання.

РОЗДІЛ 6. Органічна хімія

Тема 1: Загальні положення органічної хімії. Формування органічної хімії як фундаментальної дисципліни. Класифікація та номенклатура органічних сполук. Природа хімічних зв'язків в органічних молекулах. Типи хімічних реакцій. Електронні ефекти. Кислоти та основи в органічній хімії.

Тема 2: Сполуки аліфатичного ряду. Алкани. Будова, ізомерія, номенклатура алканів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Тема 3: Алкени. Будова, ізомерія, номенклатура алкенів. Методи одержання. Фізичні властивості, розповсюдження і застосування алкенів. Хімічні властивості.

Тема 4: Алкадієни. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура дієнових вуглеводнів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Тема 5: Алкіни. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура алкінів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Тема 6: Природні джерела вуглеводнів та їх біологічна значимість. Класифікація, будова, ізомерія, номенклатура алкінів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Тема 7: Галогеналкани. Будова, класифікація та ізомерія. Номенклатура. Методи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники.

Тема 8: Аліциклічні вуглеводні. Будова, класифікація та ізомерія. Номенклатура. Методи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Тема 9: 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.

Тема 10: 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.

Тема 11: Спирти. Будова, ізомерія, номенклатура спиртів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Багатоатомні спирти.

Тема 12: Феноли. Будова, ізомерія, номенклатура фенолів. Методи одержання. Фізичні властивості. Будова, ізомерія, номенклатура .

Тема 13: Оксирани. Будова, класифікація та ізомерія. Номенклатура. Методи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Тема 14: Альдегіди. Будова, ізомерія, номенклатура альдегідів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Застосування альдегідів.

Тема 15: Кетони. Будова, ізомерія, номенклатура кетонів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Застосування кетонів.

Тема 16: Хінони. Будова, ізомерія, номенклатура хінонів. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Застосування хінонів.

Тема 17: 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, амідни, нітрили).

Тема 18: Дикарбонові кислоти. Будова, ізомерія, номенклатура дикарбонових кислот. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості.

Тема 19: Оксикислоти. Класифікація оксикислот. Будова, ізомерія, номенклатура оксикислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Похідні оксикислот.

Тема 20: Альдегідокислоти. Класифікація альдегідокислот. Будова, ізомерія, номенклатура альдегідокислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Похідні альдегідокислот.

Тема 21: Кетокислоти. Класифікація кетокислот. Будова, ізомерія, номенклатура кетокислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Похідні кетокислот. Ацетооцтовий ефір і його властивості.

Тема 22: 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.

Тема 23: Олігосахариди. Будова, номенклатура та ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості.

Тема 24: Полісахариди. Будова, номенклатура та ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості.

Тема 25: Аміни, азо- і діазосполуки. Будова, номенклатура та ізомерія амінів. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості амінів. Діазосполуки і азосполуки. Азобарвники. Нітро- та нітрозосполуки.

Тема 26: Амінокислоти. Будова, ізомерія, номенклатура, класифікація амінокислот. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості.

Тема 27: Сульфуро- та фосфоровмісні сполуки. Будова, номенклатура та ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Використання в органічному синтезі.

Тема 28: 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.

Тема 29: П'ятичленні гетероцикли з одним або двома гетероатомами. Номенклатура. Ізомерія. Знаходження у природі. Способи одержання. Фізичні

властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники. Застосування.

Тема 30: Шестичленні гетероцикли з одним або декількома гетероатомами. Номенклатура. Ізомерія. Знаходження у природі. Способи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники. Застосування.

Тема 31: Елементоорганічні та комплексні органічні сполуки. Номенклатура. Ізомерія. Знаходження у природі. Способи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Ідентифікація. Окремі представники. Застосування.

РОЗДІЛ 7. Фізична хімія

Тема 1: Предмет і методи термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки до ідеальних газів. Теплоємність. Теплові ефекти. Закон Гесса. Залежність теплового ефекту від температури. 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.

Тема 2: Термодинамічні потенціали. Загальні умови рівноваги. Термодинамічні потенціали. Зміна термодинамічних потенціалів як критерій напрямку процесів і рівноваги. Характеристичні функції. Рівняння максимальної роботи (Гіббса-Гельмгольца). Хімічний потенціал.

Тема 3: Розчини. Фазові та хімічні рівноваги. Хімічна гомогенна рівновага. Закон діяння мас. Термодинамічний вивід закону діяння мас і константи рівноваги. Рівняння ізотерми реакції Вант-Гоффа. Практичне значення рівняння для оборотних реакцій. 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.

Тема 4: Фазові рівноваги. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні системи. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса для всіх фазових переходів однокомпонентних систем. Двокомпонентні системи. Трикомпонентні системи.

Тема 5: Розчини. Загальна характеристика розчинів. Основні ознаки ідеальних та гранично розбавлених розчинів. Рівновага рідкий розчин-пара для двокомпонентних систем. Залежність тиску насиченої пари від складу рідкого розчину. Активність компонентів розчину. Відхилення від закону Рауля в реальних розчинах. Перший та другий закони Коновалова. Обмежена взаємна розчинність рідин. Перегонка з водяним паром. Розподіл речовини у двох розчинниках, що не змішуються. Закон Нернста. Екстракція. Рівновага рідких

розчинів з газами. Розчинність твердих речовин у рідинах. Рівняння Шредера. Зниження температури замерзання та підвищення температури кипіння розчинів нелетких речовин. Осмотичні явища. Закон Вант-Гоффа.

Тема 6: Поверхневі явища і адсорбція. Поверхневі явища. Поверхнева енергія Гіббса. Поверхневий натяг. Адсорбція на межі розділу рідина-газ. Адсорбція на межі тверде тіло-газ та адсорбція у розчинів.

Тема 7: Електрохімія. Розчини електролітів. Електролітична дисоціація. Теорія розчинів сильних електролітів. Слабкі електроліти. Єдина кількісна теорія дисоціація електролітів М.А. Ізмайлова. Нерівноважні явища в електролітах. Електропровідність розчинів електролітів. Кондуктометричне титрування. Визначення констант дисоціації.

Тема 8: Електродні процеси і електрорушійні сили. Термодинаміка електрохімічних систем. Виникнення стрибка потенціалу та будова подвійного електричного шару на межі розчин-метал. Типи електродів. Концентраційні і хімічні ланцюги з переносом та без переносу. Правила запису ЕРС і електродних потенціалів електрохімічних систем. Вимірювання ЕРС. Потенціометрія. Застосування методу вимірювання ЕРС для визначення різних фізико-хімічних величин: коефіцієнтів активності електролітів, константи дисоціації слабкої кислоти, добутку розчинності малорозчинних сполук. Потенціометричне титрування.

Тема 9: Хімічна кінетика і каталіз. Швидкість хімічної реакції. Кінетична класифікація реакцій. Молекулярність і порядок реакції. Прості 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.

Тема 10: Каталіз. Гомогенний каталіз. Основні уявлення і закономірності гетерогенного каталізу. Теорії гетерогенного каталізу. Кінетика гетерогенних каталітичних реакцій у статичних умовах.

РОЗДІЛ 8. Кристалохімія

Тема 1: Предмет кристалохімії. Закони кристалографії і основні властивості кристалів (анізотропія, симетрія). Просторова гратка. 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.

Тема 2: 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.

Тема 3: Методи дослідження внутрішнього складу кристалів. Загальні свідомості. Дифракційні та мікроскопічні методи дослідження сполук. Рентгенівські методи. Рентгенофазний аналіз. Електронографія. Нейтронографія. Резонансні методи.

Тема 4: 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).

РОЗДІЛ 9. Колоїдна хімія

Тема 1: Дисперсний стан. Основні поняття: фаза, гомогенна та гетерогенна система, дисперсність. Класифікація дисперсних систем за розмірами, агрегатним станом, термодинамічною стійкістю і характером утворення.

Тема 2: Роль колоїдної хімії в природних процесах, життєдіяльності живих організмів, в виробничих технологіях.

Тема 3: 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.

Тема 4: 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.

Тема 5: Оптичні та електричні властивості золів. Розсіювання світла дисперсними системами. Конус Тиндаля, рівняння Ремя для розсіювання світла. Нефелометрія, турбодиметрія та поглинання світла золями. Ультрамікроскопія та електрономікроскопія. Електрокінетичні явища: електрофорез, електроосмос, потенціал осадження, потенціал протікання.

Тема 6: 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.

Тема 7: Поверхневі явища. Поверхневий натяг рідини на межі з газом. Орієнтація поверхнево-активних речовин на межі розділу тверда частинка- рідина. Рівняння адсорбції Гібса-Ленгмюра.

Тема 8: Адсорбція на твердій поверхні. Тверді адсорбенти. Основні характеристики: пористість, питома поверхня. Основи теорії адсорбції (Шілов, Лепинь, Дубінін). Адсорбція на твердій поверхні за Фрейдліхом.

Тема 9: 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.

РОЗДІЛ 10. Квантова хімія

Тема 1: 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.

Тема 2: 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.

Тема 3: 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.

Тема 4: 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.

Тема 5: Рух частинки в центрально-симетричному полі. Рух у полі центральної сили. Радіальне рівняння Шредингера. Атом гідрогену. Атомні орбіталі, графічні уявлення.

Тема 6: 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.

Тема 7: 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.

Тема 8: 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.

Тема 9: Напівемпіричні методи квантової хімії. Метод Хюкеля. Метод диференційного перекриття. Визначення електронних параметрів молекул.

РОЗДІЛ 11. Хімія високомолекулярних сполук

Тема 1: 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-сополімери. Лінійні, розгалужені, зшиті полімери.

Тема 2: Типи реакцій синтезу полімерів (полімеризація, поліконденсація, поліприсєднання). Поліконденсація. Типи реакцій поліконденсації. Кінетика рівноважної поліконденсації. Молекулярна маса і молекулярно-масовий розподіл. Тривимірні і спільні поліконденсації. Способи проведення поліконденсації. Реакції поліприсєднання.

Тема 3: Полімеризація. Термодинаміка полімеризації. Радикальна полімеризація. Ініціювання. Реакції росту, обриву, передачі ланцюга. Кінетика радикальної полімеризації. Інгібування. Гель-ефект. Теломеризація. Радикальна сополімеризація. Рівняння Майо-Льюїса. Реакційна здатність мономерів. «Q-e» схема.

Тема 4: 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- алілійних комплексах. Оксидно-металеві каталізатори. Іонна полімеризація циклічних мономерів. Способи проведення полімеризації.

Тема 5: 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.

Тема 6: 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.

Тема 7: Визначення молекулярних мас. Теорія розчинів Флорі. Характеристична температура. Сучасні теорії розчинів полімерів.

Тема 8: В'язкість розведених розчинів полімерів. Рівняння Марка-Хаувінка-Куна. Визначення молекулярних мас. Рівняння Флорі-Фокса.

Тема 9: Світлорозсіювання в розчинах полімерів. Визначення молекулярних мас. Дифузія макромолекул у розчинах. Визначення молекулярних мас. Седиментація макромолекул. Визначення молекулярних мас методом ультрацентрифугування.

Тема 10: Фазові переходи в полімерах. Надмолекулярні структури. Кристалізація. Плавлення полімерів. Властивості аморфних полімерів. Три фізичних стани. Вискоеластичний стан. Термодинаміка вискоеластичної деформації. Релаксаційні явища. Спектр часів релаксації. Релаксація напруги і деформації. Принцип температурно-тимчасової суперпозиції. Механічні втрати.

Тема 11: Склоподібний стан. Релаксація в склоподібному стані. Змушена еластичність. В'язкотекучий стан. Механізм грузлого плину. Рівняння Флорі-Фокса. Пластифікація. Механічні моделі аморфних полімерів.

Тема 12: Властивості кристалічних полімерів. Кристалічні і кристалізуючі полімери, що кристалізуються. Релаксація в кристалічному стані. Довговічність полімерів. Рівняння Журкова. Механізм руйнування полімерів.

Тема 13: Полімераналогічні і внутримолекулярні перетворення полімерів. Особливості хімічних реакцій полімерів. Реакції зшивання. Деструкція хімічна і фізична. Стабілізація полімерів.

РОЗДІЛ 12. Фізичні методи дослідження речовин

Тема 1: Загальне поняття про фізичні методи дослідження. Рефрактометрія. Поляриметрія. Визначення поняття фізичних методів дослідження. Пряма й обернена задача фізичних методів дослідження. Їх метрологічні характеристики, вимоги до фізичних методів досліджень. Класифікація фізичних методів аналізу. Предмет і завдання інструментальних методів аналізу. Рефрактометрія та поляриметрія.

Тема 2: Методи оптичної молекулярної спектроскопії (коливальна спектроскопія). Коливальна спектроскопія. Інфрачервона спектроскопія, Фур'є-спектроскопія. Спектроскопія комбінаційного розсіювання. Загальні поняття: електромагнітне випромінювання, фотони, спектри, коливальна спектроскопія, ІЧ-спектроскопія, спектроскопія КР, Фур'є-спектроскопія, спектральні сигнали, спектральні діапазони. Комплексне використання. Спектри дослідження. Дослідження ІЧ-спектру. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу.

Тема 3: Спектроскопія ядерного магнітного резонансу. Основні поняття спектроскопії ядерного магнітного резонансу. Походження спектрів

ЯМР. Хімічний зсув. Спін-спінова взаємодія. Спектри ЯМР, зокрема спектри ПМР. ЯМР-спектрометри. Загальні принципи розшифровки спектрів в ЯМР при проведенні структурного аналізу. Дослід структури комплексних сполук, благородних газів, швидко протікаючи процесів (протонний обмін, таутомерія). Прилади.

Тема 4: Мас-спектрометрія. Основні поняття мас-спектрометрії та хромато-мас-спектрометрії. Теоретичні основи методу мас-спектрометрії. Апаратура для проведення мас-спектроскопії. Розшифровка мас-спектрів. Хромато-мас-спектроскопія. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу. Комплексне використання ЯМР-спектроскопія.

Тема 5: Хроматографічні методи аналізу. Основи процесу. Загальні поняття. Загальна характеристика хроматографічних методів та їх класифікація. Фізико-хімічні основи хроматографії. Матеріали, апаратура та обладнання. Рухома фаза, нерухома фаза, елюент, сорбат, сорбент, адсорбція, хроматограма Газова хроматографія. Рідинна хроматографія. Проведення ідентифікації та кількісного аналізу. Використання для дослідження різних сполук. Комплексне використання.

IV. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Березан О. В. Органічна хімія: підручник і посібник. Тернопіль. 2020. 208 с.
2. Більченко М. М., Пшеничний Р. М., Аналітична хімія. Задачі та вправи : навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2023. 205 с.
3. Бірюкович Л. О. Кристалохімія тугоплавких сполук : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2019. 112 с.
4. Буллер М. Ф., Роботько В. А. Методи досліджень та випробування високомолекулярних сполук : навч. посібник. Суми : Сумський державний університет, 2019. 134 с.
5. Варлан, К. Є. Хімія та фізика високомолекулярних сполук. Частина 1. Синтез полімерів : навч. посібник. Дніпро : Ліра, 2020. 104 с.
6. Воловенко Ю. М., Шабликіна О. В. Циклоконденсації в органічному синтезі : навч. посіб. для студентів хімічного факультету. Київ. 2019. 65 с.
7. Волошинець В. А., Решетняк О. В. Фізична хімія : навч. посіб. Третє видання, доповнене і змінене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 172 с.
8. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Львів : Видавництво Львівська політехніка, 2021. 448 с.
9. Гірчко М. В., Мілохов Д. С., Шабликіна О. В. Органічна хімія. Загальний практикум: навч. посіб. для студ. хімічного факультету. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2019, 196 с.
10. Гузенко О. М., Рахлицька О. М., Чеботарьов О. М. Сучасні технології навчання хімії : метод. вказівки для студентів. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2021. 42 с.

11. Дорохов В. І., Горбунова Н. О., Вовк М. В. Хімія: навч. посіб. Житомир : вид-во ЖНАЕУ, 2018. 328 с.
12. Знак З. О. Загальна хімічна технологія: окремі розділи. Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2021. 144 с.
13. Зубрицька Л. О., Бойчук І. Д., Тодосійчук Н. А. Органічна хімія: навчально-методичний посібник для студентів вищ. навч. закл. Київ: ВСВ "Медицина", 2018. 80 с.
14. Інструментальні методи хімічного аналізу [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л. М. Спасьонова, В. Ю. Тобілко, І. В. Пилипенко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 69 с.
15. Іщенко О. В., Гайдай С. В., Беда О. А. Мас-спектрометрія : підручник. Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ : Київ. ун-т, 2018. 244 с.
16. Каменська Т. А., Рудницька Г. А., Пономарьов М. Є. Фізична хімія. Хімічна термодинаміка: навч. посіб. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 257 с.
17. Каплаушенко А. Г., Самелюк Ю. Г., Фролова Ю. С. Фізична та колоїдна хімія. Хімічна термодинаміка. Основні поняття і терміни: навчальний посібник для студентів II курсу фармацевтичних факультетів спеціальностей «Фармація» та «Технології парфумерно-косметичних засобів». Запоріжжя : ЗДМУ, 2021. 88 с.
18. Кичкирук О. Ю., Шляніна А. В., Кусяк Н. В. Аналітична хімія : навчальний посібник. Житомир : ЖДУ ім. Івана Франка, ПП «Євро-Волинь», 2022. 240 с.
19. Короткова І. В., Маренич М. М. Фізична і колоїдна хімія: Лабораторний практикум. Полтава, 2018. 224 с.
20. Кристалохімія. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньої програми «Хімічні технології неорганічних в'язучих речовин, кераміки, скла та полімерних і композиційних матеріалів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І. В. Пилипенко, Л. М. Спасьонова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 100 с.
21. Кристалохімія. Закони геометричної кристалографії та геометрична теорія структури кристалу. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І. В. Пилипенко, Л. М. Спасьонова. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 41 с.
22. Марушко Л. П. Хімія полімерів : конспект лекцій. Луцьк : П «Зоря- плюс», 2021. 133 с.
23. Методичні рекомендації до вивчення теми «Інфрачервона спектроскопія» з дисципліни «Фізичні методи дослідження речовини» для студентів спеціальностей 102 «Хімія», 014 «Середня освіта (Хімія)» / Укладачі доц. Юрченко О. М., проф. Кормош Ж. О., доц. Савчук Т. І., доц. Корольчук С. І. Луцьк: ФОП Іванюк В.П. 80 с.
24. Москаленко О. В., Циганков С. А., Янченко В. О., Циганков А. С. Спектральні методи аналізу. Ніжин: Видавництво НДУ імені Миколи Гоголя, 2022. 276 с.

25. Павленко В. О., Давиденко Ю. М. Хімія елементів [Електронний ресурс] : навч. посіб. 2020.
26. Панасенко О. І., Голуб А. М., Андрійко О. О. Неорганічна хімія : підручник . Львів : Магнолія, 2024. 426 с.
27. Панасенко О. І., Голуб А. М., Андрійко О. О., Василега-Дерибас М. Д., Панасенко Т. В., Саліонов В. О., Щербина Р. О., Бабенков Є. О., Кремзер О. А., Мельник І. В., Парченко В. В., Сафонов А. А., Постол Н. А., Гоцуля А. С., Куліш С. М., Буряк В. П. Неорганічна хімія. Підручник. Львів: «Магнолія 2006», 2019. 462 с.
28. Пивоваренко В. Г. Механізми органічних реакцій у розчинах: навч. посіб. Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2019. 303 с.
29. Рейтер Л. Г., Степаненко О. М., Басов В. П. Теоретичні розділи загальної хімії : навчальний посібник. Київ : Каравела, 2018. 304 с.
30. Речицький О. Н., Решнова С. Ф. Хімія високомолекулярних сполук в схемах: навч. посіб. Херсон: Вишемирський В.С., 2018. 462 с.
31. Самойленко С. О., Отрошко Н.О., Асьонова О. Ф., Добровольська В. О. Фізична та колоїдна хімія : навч. посіб. Харків : Світ книг, 2020. 340 с.
32. Светкіна О. Ю., Лисицька С. М. Фізика і хімія високомолекулярних сполук. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт. Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 50 с.
33. Середа А. С. Неорганічна хімія. Пропедевтичний курс. Навч. посіб. Видання третє, доповнене, змінене. Київ. Кондор, 2018. 308 с.
34. Сирова Г. О., Петюніна В. М., Лук'янова Л. В., Тішакова Т. С., Савельєва О. В. Аналітична хімія (якісний аналіз) : навчальний посібник. Харків, 2019. 131 с.
35. Спасьонова Л. М., Тобілко В. Ю., Пилипенко І. В. Інструментальні методи хімічного аналізу: навч. посіб. для студ. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 69 с.
36. Фізична хімія. Хімічна термодинаміка [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / уклад.: Т. А. Каменська, Г. А. Рудницька, М. Є. Пономарьов ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 257 с.
37. Цветкова Л. Б. Фізична хімія: теорії й задачі: навч. посіб. Львів: “Новий світ- 2000”, 2021. 415 с.
38. Цветкова Л. Б. Колоїдна хімія : теорія і задачі : навч. посібник. Львів : “Магнолія 2006”, 2019. 292 с.
39. Цветкова Л. Б. Фізична хімія: теорія і задачі : навч. посібник. 3-тє вид. перер. і допов. Київ: Каравела, 2020. 416 с.
40. Чеботарьов О. М., Топоров С. В., Гузенко О. М., Хома Р. Є., Снігур Д. В. Аналітична хімія. Кількісний аналіз : практикум для студентів ф-ту хімії та фармації. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова, 2019. 80 с.

Голова фахової
атестаційної комісії



Максим МАЛЬКО