

**Міністерство освіти і науки України  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
Факультет природничих наук  
Кафедра хімії**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан \_\_\_\_\_ Случик В.М.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ПРОГРАМА  
атестаційного екзамену  
з хімії  
для здобуття освітнього рівня бакалавра  
за спеціальністю  
102 «ХІМІЯ»**

*Розроблено та затверджено на засіданні  
кафедри хімії  
Протокол № 5 від 3 травня 2022 р.*

*Розглянуто та затверджено на засіданні  
Вченої ради факультету природничих  
наук Прикарпатського національного  
університету імені Василя Стефаника  
Протокол №9 \_від 26 травня 2022 р.*

**Івано-Франківськ  
2022**

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Атестація здобувачів вищої освіти освітнього рівня здійснюється за двома формами: атестаційний екзаме́н з хімії; публічний захист кваліфікаційної роботи.

Програма атестаційного екзаме́ну з хімії за спеціальністю 102 «Хімія» складено відповідно до вимог:

- Стандарту вищої освіти за спеціальністю 102 Хімія (наказ МОН України № 563 від 24.04.19 р.);
- Положення про порядок створення та організацію роботи Екзаменаційної комісії у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (введене в дію наказом ректора № 33 від 27.01.2015) <https://nmv.pnu.edu.ua/wpcontent/uploads/sites/118/2018/04/Polozhennia-pro-poriadok-stvorennia-ta-orhanizatsiiu-roboty-Ekzamenatsiinoikomisii-u-DVNZ-%C2%ABPrykarpatskyi-natsionalnyi-universytet-imeni-Vasylia-Stefanyka%C2%BB-%E2%84%9633-vid-27.01.2015r..pdf>;
- Положення про організацію освітнього процесу та розроблення основних документів з організації освітнього процесу в ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» [https://nmv.pnu.edu.ua/wpcontent/uploads/sites/118/2020/09/polozhennya2020\\_org\\_os\\_proc\\_new.pdf](https://nmv.pnu.edu.ua/wpcontent/uploads/sites/118/2020/09/polozhennya2020_org_os_proc_new.pdf);
- Положенням про порядок організації та проведення оцінювання успішності студентів ДВНЗ «Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника» (введено в дію наказом ректора №799 від 26.11.2019) <https://nmv.pnu.edu.ua/wpcontent/uploads/sites/118/2019/11/PORYaDOK-Orhanizatsii-Ta-Provedennia-Otsiniuvannia-Uspishnosti-Studentiv-Prykarpatskoho-Natsionalnoho-Universytetu-Im.-Vasylia-Stefanyka.pdf>;

Перелік професійно-орієнтованих дисциплін, з яких формується програма атестаційного екзаме́ну зі спеціальності Хімія включає: «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Аналітична хімія», «Фізична хімія».

**Підготовка і проведення атестаційного екзаме́ну** може відбуватися із використанням технологій дистанційного навчання <https://nmv.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/118/2020/05/metodychni-rekomendatsii-do-dystantsiinoi-sesii-2020.pdf>.

**Оцінювання результатів складання атестаційного екзаме́ну** за спеціальністю «Хімія» здійснюється у порядку, передбаченому прийнятою в Університеті системою контролю знань:

- за 100-бальною шкалою:

- 90 – 100 балів – **відмінно** – відмінне виконання з незначними помилками;
- 85 – 89 балів – **добре** – вище середніх стандартів, але з деякими помилками;
- 75 – 84 бали – **добре** – в цілому змістовна робота зі значними помилками;
- 65 – 74 бали – **задовільно** – чітко, але зі значними недоліками;
- 60 – 64 бали – **задовільно** – виконання відповідає мінімальним критеріям;
- менше 60 балів – **незадовільно**.

Виконання всіх екзаменаційних завдань з комплексного екзаме́ну є **обов'язковим**. Незадовільна оцінка з одного з екзаменаційних завдань є підставою для виставлення незадовільної оцінки за комплексний екзаме́н в цілому.

Підсумкова оцінка комплексного екзаме́ну визначається як середня з позитивних оцінок за кожен вид екзаменаційних завдань.

# ПРОГРАМОВІ ВИМОГИ

## Розділ 1

### ЗАГАЛЬНА ТА НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

**1.** Основні поняття та закони хімії. Атом, молекула, хімічний елемент, відносна атомна маса, відносна молекулярна маса, моль, молярна маса речовини. Прості та складні речовини. Алотропія. Хімічні формули. Хімічна реакція, її ознаки.

**2.** Стехіометричні закони хімії. Закон збереження маси та енергії. Закон сталості складу. Стехіометричні та нестехіометричні сполуки. Дальтоніди та бертоліди. Закони газового стану: закон Авогадро та висновки з нього; рівняння Менделєєва-Клапейрона. Закон еквівалентів (хімічний еквівалент, молярна маса еквівалента, молярний об'єм еквівалента).

**3.** Будова атома. Історія розвитку уявлень про будову атома. Ядро атома. Протони, нейтрони. Квантові числа як характеристика стану електрона в атомі, межі їх змін. Багатоелектронні атоми. Принцип Паулі. Правило Гунда. Правило Клечковського. Будова атомних ядер. Радіоактивність. Типи і властивості радіоактивного випромінювання.

**4.** Хімічні елементи та їх систематика. Періодичний закон та Періодична система хімічних елементів. Електронні формули атомів хімічних елементів. Явище провалу електронів. Зміна розміру атомів по Періодичній системі. Енергетичні характеристики атомів хімічних елементів. Ступінь оксидації хімічних елементів.

**5.** Хімічний зв'язок. Основні типи та характеристики хімічного зв'язку. Метод валентних зв'язків. Способи перекриття атомних орбіталей. Гібридизація атомних орбіталей. Полярність молекул. Донорно-акцепторний зв'язок. Метод молекулярних орбіталей. Йонний зв'язок. Водневий зв'язок. Металічний зв'язок. Міжмолекулярні взаємодії. Сили Ван-дер-Ваальса. Хімічний зв'язок і властивості сполук.

**6.** Систематика та номенклатура неорганічних сполук. Оксиди. Класифікація оксидів. Способи добування оксидів. Хімічні властивості оксидів.

**7.** Основи. Номенклатура основ. Сильні основи (луги) і слабкі основи. Добування основ. Хімічні властивості основ.

**8.** Кислоти. Класифікація кислот: безокисенові, окисенові, пероксикислоти, сульфурвмісні, галогенвмісні; сильні, слабкі; одноосновні, двоосновні, багатоосновні; Номенклатура кислот. Отримання кислот. Сила окисенових кислот. Хімічні властивості кислот.

**9.** Солі. Солі окисенових і безокисенових кислот. Типи солей: середні, кислі, основні (гідроксо- і окисолі), подвійні, змішані та комплексні. Номенклатура солей. Добування солей. Хімічні властивості солей.

**10.** Координаційні сполуки. Склад і будова комплексних сполук. Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Основні положення координаційної теорії. Номенклатура комплексних сполук. Просторова будова комплексних сполук. Ізомерія комплексних сполук. Хімічні властивості комплексних сполук.

**11.** Енергетика хімічних реакцій. Основні поняття термодинаміки: термодинамічна система, параметри і функції стану, температура, внутрішня енергія, тепло, термодинамічна робота. I та II закони термодинаміки. Термохімічні закони.

**12.** Кінетика хімічних реакцій. Залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин – закон діючих мас. Вплив температури на швидкість реакцій. Енергія активації. Сутність каталізу і механізм дії каталізаторів. Ознаки хімічної рівноваги та її зміщення під дією певних чинників. Принцип Ле Шательє-Брауна, константа хімічної рівноваги.

**13.** Розчини. Фізичні та хімічні властивості розчинів. Розчини як різновид дисперсних систем. Класифікація розчинів. Способи вираження концентрації розчинів. Властивості розчинів електролітів. Особливості води як розчинника. Дисоціація води. Водневий

показник. Гідроліз солей. Константа та ступінь гідролізу.

**14.** Оксидаційно-відновні процеси. Характерні ознаки реакцій оксидації-відновлення. Основні поняття оксидаційно-відновних процесів. Типові оксидники та відновники. Типи оксидаційно-відновних реакцій. Складання оксидаційно-відновних реакцій за принципом йонно-електронних напіврівнянь.

**15.** Гідроген та сполуки Гідрогену. Історія відкриття водню. Загальна характеристика Гідрогену. Місце знаходження Гідрогену в Періодичній системі. Знаходження в природі. Фізичні властивості водню. Хімічні властивості Гідрогену. Одержання водню. Застосування водню. Вода ( $H_2O$ ) як найважливіша сполука Гідрогену. Гідроген пероксид ( $H_2O_2$ ).

**16.** Елементи ІА групи Періодичної системи. Загальна характеристика хімічних елементів. Розповсюдженість у природі. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Сполуки лужних металів та їх властивості. Застосування лужних металів та їх сполук.

**17.** Елементи ІІА групи Періодичної системи. Загальна характеристика хімічних елементів. Розповсюдженість у природі. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Сполуки s-металів ІІа-підгрупи та їх властивості. Методи отримання металів. Застосування лужноземельних металів та їх сполук. В'язучі матеріали. Твердість води та методи її усунення.

**18.** Елементи ІІІА групи Періодичної системи. Загальна характеристика хімічних елементів. Бор. Розповсюдження в природі. Модифікації бору. Отримання бору. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Бор оксид. Ортоборатна кислота. Гідриди бору. Галогеніди бору. Области застосування бору. Біологічна роль і фізіологічна дія сполук бору.

**19.** Алюміній. Особливості хімії алюмінію. Розповсюдженість у природі. Отримання алюмінію. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Оксид алюмінію. Гідроксид алюмінію. Галогеніди алюмінію. Солі оксигеновмісних кислот і комплексні кислоти. Біологічна роль і використання в медицині сполук алюмінію.

**20.** Підгрупа Галій: Галій, Індій, Талій. Поширення в природі та способи добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Застосування і біологічна роль. В'язучі матеріали.

**21.** Елементи ІVА групи Періодичної системи. Карбон. Розповсюдження в природі. Алотропні модифікації Карбону. Хімічні властивості. Біологічна роль Карбону.

**22.** Силіцій. Розповсюдженість у природі. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Методи отримання. Застосування. Силіцій(IV) оксид. Сполуки силіцію з гідрогеном і галогенами. Силікатні кислоти та їхні солі. Біологічна роль.

**23.** Підгрупа Германій: Германій, Станум, Плюмбум. Поширення в природі та способи добування. Фізичні властивості та застосування. Хімічні властивості. Оксигеновмісні сполуки Германій, Стануму і Плюмбуму.

**24.** Елементи VА групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів головної підгрупи V групи. Нітроген. Поширеність у природі, способи одержання азоту. Фізичні та хімічні властивості азоту. Нітриди. Гідрогеновмісні сполуки Нітрогену. Оксигеновмісні сполуки Нітрогену. Кругообіг Нітрогену в природі.

**25.** Фосфор. Поширеність у природі. Добування фосфору. Фізичні властивості. Хімічні властивості фосфору. Оксигеновмісні сполуки фосфору. Застосування фосфору та сполук фосфору. Кругообіг фосфору.

**26.** Підгрупа Арсен: Арсен, Стібій, Бісмут. Розповсюдженість у природі. Добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Оксигеновмісні сполуки. Застосування.

**27.** Елементи VІА групи Періодичної системи. Оксиген. Загальна характеристика. Розповсюдження у природі. Методи отримання простої речовини. Фізичні властивості.

Хімічні властивості. Оксиди. Похідні молекулярних іонів кисню. Вода. Гідроген пероксид. Озон.

**28.** Сульфур. Будова атома. Алотропні модифікації. Фізичні та хімічні властивості. Гідроген сульфід. Сульфідиди. Сульфур(IV) оксид. Сульфідна кислота.

**29.** Підгрупа Селену: Селен, Телур, Полоній. Розповсюдження у природі. Добування. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Сполуки з Гідрогеном. Оксиди та гідроксиди елементів зі ступенем окисації +4. Оксиди та гідроксиди елементів зі ступенем окисації +6. Застосування.

**30.** Елементи VIIA групи Періодичної системи. Особливості електронної будови та загальний огляд властивостей галогенів. Фізичні властивості галогенів. Поширеність у природі, способи їх отримання. Хімічні властивості галогенів. Особливості хімії фтору. Галогеноводні, особливості зміни властивостей та сили кислот. Оксигенвмісні сполуки Хлору, Броду та Іоду. Основні галузі застосування галогенів та їх сполук.

**31.** Елементи VIIA групи Періодичної системи. Загальна характеристика хімічних елементів. Розповсюдженість у природі. Фізичні властивості. Хімічні властивості благородних газів. Застосування благородних газів.

**32.** Загальні властивості металів. Метали в природі та способи їх добування. Будова металів та їхні фізичні властивості. Стопи металів. Хімічні властивості металів.

**33.** Елементи IB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів підгрупи Купруму. Добування міді і властивості сполук Купруму. Добування срібла і властивості сполук Аргентуму. Добування золота і властивості сполук Ауруму.

**34.** Елементи IIB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів підгрупи Цинку. Добування цинку і властивості його сполук. Добування кадмію і властивості його сполук. Добування ртуті і властивості сполук Меркурію.

**35.** Елементи IIIB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів побічної підгрупи III групи. Хімічні властивості елементів підгрупи Скандію. Огляд властивостей елементів родини лантаноїдів. Огляд властивостей елементів родини актиноїдів.

**36.** Елементи IIIB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів побічної підгрупи III групи. Хімічні властивості елементів підгрупи Скандію. Огляд властивостей елементів родини лантаноїдів. Огляд властивостей елементів родини актиноїдів.

**37.** Елементи IVB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів B-підгрупи IV групи. Хімічні властивості елементів підгрупи Скандію. Фізичні властивості. Хімічні властивості елементів підгрупи Титану. Застосування сполук елементів підгрупи Титану.

**38.** Елементи VB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів B-підгрупи V групи. Добування елементів підгрупи Ванадію. Фізичні властивості і застосування. Хімічні властивості.

**39.** Елементи VIB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів B-підгрупи VI групи. Поширення в природі і добування. Фізичні властивості і застосування. Хімічні властивості. Поширення в природі та добування Молібдену і Вольфраму. Фізичні властивості і застосування. Хімічні властивості Молібдену та Вольфраму.

**40.** Елементи VIIB групи Періодичної системи. Загальна характеристика елементів B-підгрупи VII групи. Поширеність у природі та біологічна роль. Способи отримання. Фізичні властивості. Хімічні властивості Мангану. Поширення в природі та добування Технецію та Ренію. Фізичні властивості і застосування Технецію та Ренію. Хімічні властивості Технецію та Ренію.

**41.** Елементи VIIIB групи Періодичної системи. Загальна характеристика VIIIB групи. Характеристика елементів підгрупи Феруму. Знаходження в природі елементів

підгрупи Феруму. Фізичні властивості елементів підгрупи Феруму. Хімічні властивості елементів підгрупи Феруму. Сполуки елементів підгрупи Феруму. Отримання металів тріади Феруму. Застосування елементів підгрупи Феруму.

**42.** Загальна характеристика платинових металів. Знаходження в природі платинових металів. Фізичні властивості платинових металів. Хімічні властивості платинових металів. Отримання платинових металів. Застосування платинових металів.

#### *Рекомендована література:*

1. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навчальний посібник / Михалічко Борис Миронович; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист № 1.4/18-Г-1180 від 22.11.2006]. – Київ: Знання, 2009. – 548 с. - Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Предм. покажч.: с. 543–548. – ISBN 978-966-346-712-2.
2. Кириченко В.І. Загальна хімія: Навчальний посібник. [для студ. інженер.–техн. спец. вищ. навч. закл.] / Віктор Іванович Кириченко; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №14/18.2–1285 від 03.06.2005]. – Київ: Вища шк., 2005. –639с.: іл., 83 рис., 80 табл. – Інформаційне середовище: на поч. розд. – Контрол. запитання: після розд. – Структурно-логічні схеми: після розд. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
3. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Неоніла Володимирівна Романова; [Мін-во освіти і науки України; гриф: лист №13710594 від 30.06.1995]. – Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 480с.: 54 рис., 30 табл. – Бібліогр.: с. 465 (25 назв). – Імен. покажч.: с. 466–467. – Предм. покажч.: с. 468–477. – ISBN 966-569-106-6.
4. Боднарюк Ф.М. Загальна та неорганічна хімія. Част. I. – Рівне: НУВГП, 2006.- 241 с.
5. Боднарюк Ф.М. Загальна та неорганічна хімія. Част. II. – Рівне: НУВГП, 2008. – 312 с.
6. Вдовенко О.П. Загальна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 288 с.
7. Левітін Є.Я. Загальна та неорганічна хімія. Підручник. [для студ., аспір., виклад. і практ. працівн.] / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Клюєва; [ЦМК Мін-во охорони здоров'я України]. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2003.– Вінниця: НОВА КНИГА, 2003. – 468 с.: іл., 55 рис., 39 табл. – Предметн. покажч.: с.460–463. – ISBN 5-7766-0784-1.
8. Луцевич Д.Д. Довідник з хімії. – Львів: Українські технології, 2005. – 420 с.
9. Слободяник М.С., Гордієнко О.В., Корнілов М.Ю., Павленко В.О., Пономарьова В.В. Хімія: Навчальний посібник. – Київ: Либідь, 2003. – 352 с. – Табл. 19. – Бібліогр.: с. 340-341 (16 назв).
10. Телегус В.С., Бодак О.І., Заречнюк О.С., Кінжибало В.В. Основи загальної хімії / За ред. В.С. Телегуса: Підручник. – Львів: Світ, 2000. – 424 с.

## **Розділ 2**

### **АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ**

1. Типи реакцій, що застосовуються в аналітичній хімії. Кінетичні та термодинамічні характеристики реакцій. Хімічна рівновага.
2. Константи рівноваги: термодинамічні та концентраційні. Швидкість реакції константа швидкості. Теорія Арреніуса і Дебая-Хюккеля. Закон розведення Оствальда.
3. Закон діючих мас, поняття коефіцієнта активності. Іонна сила розчину.
4. Рівновага в насичених розчинах малорозчинних електролітів. Добуток розчинності. Розрахунок розчинності електроліту і величини його добутку розчинності. Вплив концентрації одноіменного іона на розчинність електроліту.
5. Протолітичні рівноваги. Кислотно-основні реакції. Теорії Бренстеда-Лоурі і Усановича. Константи кислотності та основності. Автопротоліз води.
6. Гідроліз солей. Обчислення рН розчинів кислот і основ різної сили та солей трьох типів, сумішей кислот і основ. Буферні розчини, їх ємність та практичне застосування.
7. Окисно-відновні реакції. Електродний потенціал. Рівняння Нернста. Стандартний, формальний і реальний потенціали. Фактори, які впливають на напрямок окисно-

відновних реакцій. Зв'язок констант рівноваг, констант дисоціації, добутку розчинності та констант стійкості комплексів з окисно-відновними потенціалами.

**8.** Основні неорганічні та органічні окисники і відновники, що використовуються в хімічному аналізі.

**9.** Практика застосування комплексних сполук в аналітичній хімії.

**10.** Якісний хімічний аналіз. Вимоги до аналітичних реакцій. Класифікація катіонів залежно від методу: сірководневий, кислотно-основний і аміачно-фосфатний.

**11.** Аналітична класифікація аніонів. Дія загальних реагентів на аніони.

**12.** Дробовий та систематичний методи аналізу. Дія загальних групових реагентів на катіони металів, згідно кислотно-основної класифікації.

**13.** Якісний хімічний аналіз. Поділ катіонів на групи за кислотно-основною класифікацією. Дія групових реагентів. Специфічні хімічні реакції.

**14.** Кількісний хімічний аналіз. Класифікація хімічних методів кількісного аналізу. Особливості визначення основних компонентів і домішок. Статистична обробка результатів аналізів.

**15.** Гравіметричний метод аналізу. Основні операції гравіметричного аналізу. Вимоги до реакцій в гравіметричному аналізі. Осаджувальна та гравіметрична форми, вимоги до них. Розрахунки у гравіметричному (ваговому) аналізі.

**16.** Аморфні та кристалічні осадки. Умови одержання кристалічних та аморфних осадків, умови промивання, фільтрування, висушування та прожарювання осадків. Явище співосадження. Забруднення осадків і методи їх усунення.

**17.** Титриметричні методи аналізу та їх класифікація. Концентрація розчинів і розрахунки в титриметричному аналізі. Точка еквівалентності та точка кінця титрування. Індикатори.

**18.** Методи протолітометрії (нейтралізації, кислотно-основного титрування). Робочі розчини, індикатори і криві титрування методу нейтралізації.

**19.** Методи редоксметрії (окисно-відновного титрування). Індикатори і робочі розчини методу окиснення-відновлення.

**20.** Комплексонометрія. Загальна характеристика, робочі розчини та індикатори методу комплексонометрії. Практичне використання комплексонометричного титрування.

**21.** Кондуктометрія. Основні положення теорії електропровідності. Кондуктометричне титрування. Високочастотне титрування в неводних середовищах і його переваги перед титруванням у водних розчинах.

**22.** Потенціометрія. Електродні потенціали. Рівняння Нернста. Електроди I, II та III роду. Мембранні потенціали. Іонометрія. Теорія та будова скляного електроду.

**23.** Потенціометричне титрування. Види кривих титрування. Способи знаходження кінцевих точок титрування. Похідні кривих та диференціальні методи титрування.

**24.** Вольтамперометрія. Швидкість електрохімічної реакції. Поляризація електродів. Перенапряга. Граничний дифузійний струм. Фактори, що впливають на величину граничного дифузійного струму і на потенціал півхвилі (дифузія, кінетика переносу електрона, адсорбційні процеси).

**25.** Амперометрія. Визначення концентрації речовини за величиною струму при заданому потенціалі в умовах стаціонарної дифузії. Амперометричне титрування з одним чи двома індикаторними електродами. Види кривих титрування і способи знаходження кінцевої точки титрування.

**26.** Кулонометрія. Класифікація методів кулонометрії. Закони Фарадея. Способи вимірювання кількості електрики. Типи хімічних реакцій, що використовуються в кулонометричному титруванні.

**27.** Електрогравіметрія. Принцип методу. Принципова схема установки. Переваги й обмеження методу. Електрогравіметрія з контрольованим потенціалом. Електрогравіметрія при заданій величині струму.

**28.** Методи молекулярно адсорбційної спектроскопії. Теоретичні основи фотоелектроколориметричного аналізу. Закон Бугера-Ламберта-Бера та його фізичний зміст.

**29.** Практичне використання фотоелектрокалориметрії. Спектр забарвленої сполуки. Умови вибору області спектру за максимальним поглинанням. Вимги до вибору світлофільтрів. Вибір кювет.

**30.** Нефелометрія і турбідиметрія як інструментальні методи аналізу гетерогенних систем.

**31.** Люмінесцентний аналіз. Флуоресценція та фосфоресценція. Закон затухання люмінесценції. Спектри люмінесценції. Люмінесцентні індикатори, особливості їх будови.

**32.** Фундаментальні закони екстракції: правило фаз Гіббса, закон розподілу, закон діючих мас. Основні способи проведення екстракції. Розчинники в екстракції. Вимоги до розчинників. Реакційна екстракція.

**33.** Хроматографія. Класифікація хроматографічних методів. Механізми сорбційного концентрування – адсорбція, абсорбція, хемосорбція, капілярна конденсація. Основні типи взаємодій у системі “сорбент – сорбат. Хроматограма, характеристики утримування. Способи якісного аналізу. Індекс утримування Ковача.

**34.** Способи кількісного визначення в хроматографії: нормування, внутрішнього стандарту, абсолютного калібрування. Теорія теоретичних тарілок. Ефективність роботи колонки.

**35.** Основні вимоги до сорбентів. Характеристики сорбентів – повна статична ємність, повна динамічна ємність, статична обмінна ємність. Основні типи сорбентів.

**36.** Фізичні методи дослідження. Виявлення і характеристика будови речовин за коливальними, обертальними, електронними спектрами, спектрами ядерного магнітного резонансу (ЯМР), мас-спектрами і вимірювання моментів електричного диполя.

**37.** Інфрачервоні спектри. Валентні коливання.

**38.** Вибір оптимальних умов запису і найбільш розповсюджені недоліки методу інфрачервоної спектроскопії (ІЧ-спектроскопії).

**39.** Вибір призми при дослідженні методом інфрачервоної спектроскопії (ІЧ-спектроскопії).

**40.** Найважливіші характеристичні смуги поглинання в області основних частот коливань органічних молекул.

**41.** Проведення структурного аналізу за інфрачервоними спектрами (ІЧ). Приклади структурного аналізу за інфрачервоними спектрами.

**42.** Спектри комбінаційного розсіювання світла (КР). Умови і форми запису спектрів комбінаційного розсіювання (КР).

**43.** Використання спектрів комбінаційного розсіювання для структурного аналізу. Приклади структурного аналізу за спектрами комбінаційного розсіювання.

**44.** Електронна (ультрафіолетова) спектроскопія (УФ). Природа і отримання УФ спектрів. Приклади практичного використання УФ-спектроскопії.

**45.** Основні типи хромофорів для електронної (ультрафіолетової) спектроскопії (УФ): дієнові системи, карбонільні групи,  $\alpha$ -,  $\beta$ - ненасичені карбонові кислоти, нітрогрупи та ароматичні системи.

#### ***Рекомендована література:***

1. Основы аналитической химии. В 2-х кн. Учеб. для вузов. / Золотов Ю.А., Дорохова Я.Н., Фадеева и др. Под ред. Золотова Ю.А. - М.: Высш. шк. 2000.

2. Основы аналитической химии. Практическое руководство Учеб. пособие для вузов. / В.И.Фадеева, Т.Н. Шеховцева и др. Под ред. Золотова Ю.А.. - М.: Высш. шк., 2001.
3. Є.М.Дорохова, Г.В. Прохорова. Задачі та запитання з аналітичної хімії: Навч. посібник. – К.:ВПЦ „Київський університет”, 2001. -282 с.
4. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз. – Київ: Фітосоціоцентр, 2006. - 280 с.
5. Сегеда А.С. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Якісний і кількісний аналіз. – Київ:ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2004. -544 с.
6. Луцевич Д.Д. Аналітична хімія: підручник /Мороз А.С., Грибальська О.В.//– К:Медицина, 2009. – 416 с.
7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з аналітичної хімії / Хацевич О.М., Федорченко С.В., Стецьків А.О. - Івано-Франківськ: Територія А, 2014. – 190 с.
8. Базель Я.Р., Кормош Ж.О., Воронич О.Г. Практикум з аналітичної хімії. Ч.1. -Луцьк, 2006.
9. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу: Навчальний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 362 с.
10. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. (Лучший зарубежный ученик) / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г.М. Видмера; под. общ. ред. акад. Ю.А. Золотова. – М.: Мир “АСТ”, 2004. – Т. 1. – 608 с.; Т.2. – 728 с.
11. Васильев В.П. Аналитическая химия: в 2 кн. Кн. 1. Физико-химические методы анализа / В.П. Васильев. – М.: Дрофа, 2003. – 384 с.
12. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика): в 2 кн. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю.Я. Харитонов. – М.: Высш. шк., 2001. – 559 с.
13. И.В. Тикунова, Н.А. Шаповалов, А.И. Артеменко. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: Учебное пособие – М.: Высшая школа, 2006. – 208 с.
14. Литвин Б.Л., Романюк А.Л. Фізичні методи дослідження органічних речовин. Методичний посібник. – Івано-Франківськ: Прикарпатський ун-т ім. В. Стефаніка, 2003. – 117с.
15. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии: Учебник для вузов. – М.: Мир, АСТ, 2003. – 684 с.

### Розділ 3 ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

**1.** Джерела органічної сировини. Склад нафти і газу. Методи переробки нафти в продукти органічного синтезу. Інші сировинні матеріали для продуктів органічного синтезу. Парафіни, технічні властивості, використання, синтези на основі парафінів.Способи одержання нижчих і вищих парафінів із газу й нафтопродуктів.

Смолисто-асфальтові сполуки нафти.Хімічні властивості нафтових вуглеводнів нафти.

**2.** Теорія органічної будови О.М.Бутлерова. Стереохімічні уявлення в органічній хімії. Вплив стійкості на реакційну здатність молекул проміжних частин.. Методи встановлення механізмів: кінетичні, стереохімічні, ізотопні. Умови, які сприяють протіканню вільно-радикальних та іонних реакцій.

**3.** Основні типи хімічного зв'язку. Електронегативність елементів. Основні характеристики хімічного зв'язку, довжина міцність валентні кути, ефективні заряди. Йонний і ковалентний зв'язок, Енергія іонного зв'язку. Поляризація іонів. Вплив поляризації на властивості речовин. Полярний зв'язок і електронегативність. Полярний і неполярний зв'язок. Дипольний момент і будова молекул. Рівняння Ланжевена-Дебая. Донорно-акцепторний зв'язок . Ізомерія комплексних сполук Пояснення хімічного зв'язку в комплексах.

4. Квантово-механічне пояснення ковалентного зв'язку. Квантово-механічний розгляд молекули водню. Валентність елементів на основі теорії Гейтлера і Лондона.
5. Одинарні, подвійні і потрійні зв'язки. Зв'язок в електронодефіцитних молекул. Метод молекулярних орбіталей.
6. Квантово-механічне трактування хімічного зв'язку в комплексних сполуках. Метод валентних зв'язків. Теорія кристалічного поля. Водневий і міжмолекулярний зв'язок з точки зору квантової хімії і будови речовини.
7. Номенклатура органічний сполук тривіальна, раціональна міжнародна.
8. Електронні уявлення в органічній хімії. Будова і реакційна здатність органічних сполук. Індукційний, мезомерний та ефект надспряження.
9. Фізичні і фізико-хімічні методи дослідження в органічній хімії. Найважливіші джерела інформації про органічні сполуки та органічні реакції. Довідник Бейльштейна.
10. Органічний синтез: мета, планування і шляхи реалізації. Стереохімічні уявлення в органічній хімії, конфірмаційна, геометрична і оптична ізомерія. Механізм органічних реакцій заміщення, приєднання, відщеплення.
11. Зв'язок органічної хімії з іншими хімічними дисциплінами та технологіями. Поняття про основні методи дослідження будови органічних сполук: ІЧС, ЯМР.
12. Електронні уявлення в органічній хімії. Взаємний вплив атомів в молекулі. Індивідуальний ефект (+ $I_{ef}$ ) та ефект спряження (+ $O_{ef}$ ). Кислотність і основність органічних сполук.
13. Аліфатичні сполуки та їх похідні, номенклатура, способи одержання, фізичні та хімічні властивості і використання алканів, цикло-алканів, алкенів, алкадієнів, алкінів і ароматичних вуглеводнів -аренів. Парафіни, технічні властивості, використання, синтез на основі парафінів. Циклопарафіни. Відносна міцність три-, чотири-, п'яти- та шестичленних циклів. Поняття про зігнуті (банановидні) зв'язки і їх вплив на властивості.
14. Гомологічний ряд алканів. Будова, ізомерія, номенклатура. Методи одержання, фізичні й хімічні властивості. Переробка нафти та газу в індивідуальні парафіни, їх технічне використання. Хімічний склад: властивості дизельних палив. Цетанове число. Хімічний склад мастильних фракцій нафти. Синтез штучного рідкого палива та мастил.
15. Ненасичені вуглеводні. Будова, ізомерія, номенклатура, методи одержання, хімічні властивості. Реакції за правилом Марковнікова та пероксидному ефекту Хараща. Дієнові вуглеводні. Класифікація, будова та просторова ізомерія алкадієнів. Способи одержання, реакції приєднання, полімеризації, дієновий синтез.
16. Класифікація полімерів залежно від будови олефінів, хімічного складу й будови ланок і основного ланцюга. Природні і синтетичні полімери. Органічні полімери. Лінійні полімери. Розгалужені і зшиті полімери. Гомополімери. Співполімери, блок-співполімери, привиті співполімери.
17. Ініціювання при радикальній полімеризації олефінів. Вплив температури на швидкість радикальної полімеризації. Аніонна полімеризація. Здатність мономерів до аніонної полімеризації.
18. Механізм реакції вільнорадикальної полімеризації олефінів постадійно. Константи співполімеризації двох мономерів. Аналіз систем співполімерів. Ініціювання, зародження й ріст ланцюга при радикальній полімеризації.
19. Ацетилен, технічні властивості та використання. Синтез на основі ацетилену. Ацетиленові вуглеводні. Ізомерія, номенклатура, будова, характеристика подвійного зв'язку. Методи одержання, хімічні реакції – реакцій приєднання води, спирту, кислот, альдегідів, механізми реакцій.
20. Ароматичні вуглеводні, властивості та синтези на їх основі. Хімізм та механізм реакції одержання бензолу, нафталіну.
21. Номенклатура, способи одержання, фізичні та хімічні властивості і використання галогенопохідних і гідроксипохідних вуглеводнів, етерів (прості ефіри), оксиранів,

карбонільних сполук, карбо-нових кислот та їх похідних, нітросполук, амінів, діазо- і азосполук, хінонів та елементорганічних сполук.

**22.** Насичені та ненасичені галогенопохідні. Будова, ізомерія, номенклатура. Методи одержання. Індукційний ефект та ефект спряження атома Галогену. Полярність представників моно- та полігалогенопохідних. Характеристика продуктів хлорування олефінів методом заміщення. Адитивне хлорування олефінів. Оксидне хлорування олефінів, умови та каталізатори.

**23.** Реакції приєднання водню, галогенів, галогеноводнів, води (М.Г.Кучеров), спиртів, карбонових кислот, синильної кислоти. Реакція вінілювання. Конденсація з альдегідами і кетонами. Реакція заміщення. Утворення ацетиленідів, магнійорганічних сполук. Ізомеризація ацетиленових вуглеводнів (А.Е.Фаворський). Механізм приєднання за подвійним зв'язком.

**24.** Оксид карбону та синтез-газ. Властивості, використання і синтези на основі оксиду Карбону. Способи одержання оксиду карбону і синтез-газу. Конверсія вуглеводнів.

**25.** Насичені та ненасичені спирти. Ізомерія, номенклатура, хімічні властивості: утворення алкоголятів, етерів та естерів, галогенопохідних, реакції дегідрування та дегідратації. Гліцерин, одержання жирів та олив. Тринітрогліцерин, використання його в медицині та промисловості. Феноли. Будова, ізомерія, номенклатура. Одержання, властивості.

**26.** Альдегіди та кетони. Будова, ізомерія і номенклатура. Способи одержання із різних органічних сполук. Хімічні властивості: реакції нуклеофільного приєднання, конденсації, реакція Канніцарро, полімеризації і оксидації.

**27.** Використання Діальдегіди і дикетони,  $\alpha$ ,  $\beta$ -ненасичені альдегіди та кетони.

**28.** Карбонові кислоти – будова, ізомерія, номенклатура. Способи одержання кислот, їх солей, ангідридів, галогенангідридів, естерів, амідів, нітрילів. Декарбоксілювання кислот, синтез жирів і олив, оліфи. Вищі жирні кислоти. Мила. Ненасичені одноосновні кислоти. Отримання і застосування. Хімічні властивості. Полімеризація і співполімеризація. Цис-, транс-ізомерія кислот.

**29.** Ароматичні карбонові кислоти. Будова, ізомерія, номенклатура, одержання, властивості. Бензойна, толуїлові, фталові, антранілова, саліцилова та похідні кислот. Пероксид бензоїлу.

**30.** Органічні аміни. Класифікація, будова, номенклатура. Способи одержання: алкілювання, відновлення, метод Габрієля, перегрупування Гофмана. Хімічні властивості – алкілювання, ацилювання, взаємодія з кислотами. Гексаметилендіамін, найлон.

**31.** Тіоспирти, тіоетери, сульфокислоти. Будова, ізомерія, номенклатура. Одержання, фізичні та хімічні властивості меркаптидів, сульфоксидів, сульфонів. Технічне використання тіоорганічних сполук.

**32.** Нітросполуки, класифікація, ізомерія, будова, одержання. Хімічні властивості – відновлення, гідроліз, взаємодія з лугами, альдегідами, нітритною кислотою. Використання нітрометану.

**33.** Прості ефіри. Будова, ізомерія, номенклатура. Способи отримання. Фізичні властивості. Хімічні властивості: утворення оксонієвих сполук, розщеплення кислотами, металічним натрієм, окислення киснем повітря з утворенням пероксидів. Оксонієві сполуки. Хімічні властивості: реакції з водою, зі спиртами, галогеноводнями, аміаком. Механізм цих реакцій. Промислові синтези на основі оксиду етилену.

**34.** Органічні пероксидні сполуки. Пероксиди як проміжні продукти реакцій оксидації. Використання пероксидних сполук в промисловості. Оксид етилену. Одержання та властивості, хімічні перетворення.

**35.** Елементоорганічні сполуки, характер зв'язку елемент-карбон та властивості їх в залежності від положення елемента в періодичній системі. Металорганічні сполуки лужних металів, магнію, цинку, ртуті, алюмінію. Їх одержання і властивості.

**36.** Кремнійорганічні сполуки, їх класифікація, номенклатура, основні способи отримання і застосування. Поняття про фосфорорганічні інсектициди і отруйні речовини.

**37.** Номенклатура, способи одержання, фізичні та хімічні властивості і використання гідроксикислот, альдегідо- і кетокислот, вуглеводів, амінокислот, білків.

**38.** Гідроксикислоти. Будова, ізомерія, номенклатура. Реакції по гідроксили та карбоксильній групі. Лактиди, лактони. Оптична ізомерія молочної та винної кислот, виноградна кислота.

**39.** Амінокислоти. Класифікація, ізомерія, номенклатура. Одержання з ціангідринів, малонового Естеру. Фізичні та хімічні властивості. "Незамінні" АК. Лактами. Капролактамі. Білки. Класифікація: протеїни та протеїди. Будова молекули білку. Кольорові реакції білків.

**40.** Альдегідо- та кетокислоти. Класифікація, номенклатура. Гліосилова, пірвиноградна та ацетооцтова кислоти. Одержання ацетооцтового естеру та синтези кетонів і кислот з його використанням.

**41.** Моносахариди. Класифікація, будова, властивості глюкози, фруктози, манози, галактози, рибози, арабінози та ксилози. Поняття про глюкозидний гідроксил та його особливості.

**42.** Дисахариди. Будова, ізомерія, номенклатура. Відновлюючі та невідновлюючі дисахариди. Фізичні та хімічні властивості цукрів. Сахароза, мальтоза, целобіоза, лактоза.

**43.** Полісахариди. Властивості крохмалю та целюлози: гідроліз, алкілювання, ацилювання; лужна целюлоза, ксантогенат целюлози; віскозне волокно, целофан, колоксилін, піроксилін, целулоїд.

**44.** Глюкоза. Технічні методи одержання. Властивості, застосування. Целюлоза (клітковина). Природні джерела. Властивості, промислове використання. Моносахариди. Будова глюкози та фруктози. Проекційні формули Фішера, циклічні формули Коллі-Толенса, перспективні Хеуорса, конформаційні формули.

**45.** Ароматичні галогенопохідні, спирти, альдегіди і кетони. Ароматичні Сульфокислоти. Одержання, агенти сульфування. Функціональні похідні, заміщення та омилення сульфогрупи.

**46.** Ароматичні нітросполуки. Будова, ізомерія, номенклатура. Методи одержання, властивості. Відновлення в нейтральному, кислому та лужному середовищах. Використання. Представники.

**47.** Ароматичні аміни, діазо- та азосполуки. Будова, таутомерія. Одержання, властивості. Азобарвники. Одержання, властивості. Реакції діазотування та азосполучення. Азобарвники: Конго червоний, метиловий оранжевий.

**48.** Діазо- і азосполуки. Реакція діазотування і її механізм. Будова, кислотнoосновні властивості і таутомерія діазосполук. Механізм реакції азоприєднання. Аміно- і оксіязосполуки. Зв'язок між будовою і колірністю. Хромофорні і ауксохромні групи. Роль спряження. Відновлення азосполук.

**49.** Номенклатура, способи одержання, фізичні та хімічні властивості і використання сполук з конденсованими та несконденсованими бензиновими ядрами. Дифеніл, дифенілметан, нафталін, антрацен, антрахінон, фенатрен.

**50.** Загальні уявлення і класифікація гетероциклів. П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом. П'ятичленні гетероциклічні сполуки з декількома гетероатомами. Конденсовані гетероцикли. Представники. Фуран, тіофен, пірол, індол, піразол, імідазол, тіазол, вінілпіролідон. Реакції заміщення, відновлення, окислення

**51.** Шестичленні гетероцикли з одним гетероатомом. Шестичленні азотні гетероцикли з двома гетероатомами.

**52.** Сполуки з неконденсованими бензеновими ядрами. Класифікація, номенклатура. Сполуки групи біфенілу, трифенілметану, гексафенілетану: одержання, хімічні перетворення.

*Рекомендована література*

1. Курта С.А., Лучкевич Е.Р., Матківський М.П. Хімія органічних сполук. Підручник для вищих навчальних закладів. Видав. "Плай" Прикарп. нац. У-ту. м.Івано-Франківськ, Україна, 2012 р., 650с., Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №52578 від 13.12.2013 р. держдепарт. інтелект. власності МОН України.
2. Ластухін Ю.А., Воронов В.А. Органічна хімія. - Львів: Центр Європи, 2001.-864с.
3. Курта С.А. Будова речовини, навчально-методичний посібник. ВДВ ЦІТ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника м.Івано-Франківськ-Калуш. 2007 р., 162 с. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. № 25395, від 20.08.2008р. держ-департамент інтелект. власності МОН України.
4. Курта С.А. Природні вуглеводи і полісахариди. Навчальний посібник. ISBN 978-966-8969-84-3. Видав: Супрун В.П.76025, Івано-Франківськ, вул. В.Великого,12,аХ.Тел.: (0342) 71-04-40,e-mail:printsv@ukr.net, Свід. про внесення до Держреєстру від 17.10.2005р. Серія ІФ №25. – 100с.
5. Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.С., Органічна хімія. Львів: БаК. – 2009. – 996 с.
6. Sergiy Kurta and Khatsevich Olga. Improving the Technology of Synthesis Absolutized Bioethanol.// Chapter on book:» Analytical Chemistry - Advancement, Perspectives and Applications», p.1-15, Submitted: December 14th 2019.Reviewed: March 31st 2020.1.Published: May 22nd 2020DOI: 10.5772/intechopen.92332. <https://www.intechopen.com/online-first/improving-the-technology-of-synthesis-absolutized-bioethanol>
7. В. П. Черних, І. С. Гриценко, Н. М. Єлисеєва Органічна хімія: підручник для студентів вищих навчальних закладів I-II рівнів.2004р.
8. Курта С.А. Хімія і технологія хлорорганічних сполук. Монографія. Видавництво "Плай" ЦІТ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. опуб. 12.03.2009 р.,-262 с. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №30576 від 08.10.2009 р. держдепартамент інтелект. власності МОН України.
9. Серняк І.М., Микитин І.М., Курта С.А., Ляковська М.Р., Методичні вказівки до лабораторних робіт з Органічної хімії (ароматичні вуглеводні). МОН ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,Івано-Франківськ 2019, 119 с.
10. Курта С.А. Основи нафтохімії. Навчальний посібник. Друк: Голіней О.М..76008, Івано-Франківськ, вул. Галицька 128 Тел.: (0342) 58-04-32(+380505403064 – 193 с.( друк. арк. 11,62) Рішення Вченої Ради Факультету природничих наук ПНУ, протокол №3 від «12» грудня 2019 року. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.№95904 від 10..02.2020р. ст.1.Рішення Мінекономіки торг. Та сільс. Госп. України.м. Київ. 01008 вул. Грушевського 12\2.

#### **Розділ 4** **ФІЗИЧНА ХІМІЯ**

1. Перше начало термодинаміки. Закон Гесса та його застосування.
2. Теплоємність. Розрахунок кількості тепла за теплоємностями.
3. Енергія, теплота, робота. Застосування першого начала термодинаміки.
4. Залежність теплоємності від температури.
5. Друге начало термодинаміки. Розрахунок ентропії для оборотних і необоротних процесів.
6. Термодинамічні потенціали. Потенціал Гіббса, потенціал Гельмгольца, їх зв'язок з термодинамічними параметрами.
7. Характеристичні функції стану.
8. Хімічний потенціал.
9. Третє начало термодинаміки, його застосування.
10. Колігативні властивості розчинів.
11. Правило фаз Гіббса. Фазові претворення.
12. Двокомпонентні системи. Правило важеля.
13. Трикомпонентні системи.
14. Розчини. Утворення розчинів. Ідеальні розчини. Закон Рауля.

15. Гранично розведені розчини. Закон Генрі.
16. Кінетика реакцій першого порядку.
17. Кінетика реакцій другого порядку.
18. Методи визначення порядку реакції і константи швидкості реакції.
19. Прості і псевдопрості реакції, приклади.
20. Паралельні і послідовні реакції. Кінетичні криві. Селективність.
21. Вплив температури на швидкість хімічних реакцій. Рівняння Арреніуса.
22. Методи визначення енергії активації.
23. Ланцюгові реакції: окиснення, оксихлорування, полімеризації.
24. Кінетика гетерогенних хімічних реакцій.
25. Гомогенний катализ. Ферменти. Рівняння Міхаеліса-Ментен.
26. Кислотно-основний катализ.
27. Гетерогенний катализ. Властивості гетерогенних катализаторів.
28. Застосування каталізу у промисловості.
29. Питома електропровідність, залежність від концентрації.
30. Молярна електропровідність, залежність від концентрації. Аномальна рухливість йонів.
31. Закон Кольрауша, приклади застосування.
32. Електродні потенціали. Рівняння Нернста.
33. Електрохімічні елементи. Електрорушійна сила.
34. Поляризація електродів. Рівняння Тафеля. Перенапруга у промислових процесах електролізу.
35. Застосування кондуктометричних вимірів у науці і техніці.
36. Електрохімічні методи одержання неорганічних речовин.
37. Електрохімічні методи одержання органічних речовин.

***Рекомендована література.***

1. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с. – ISBN 978-966-382-056-9.
2. Ковальчук Є.П., Решетняк О.В. Фізична хімія: Підручник. – Львів: ВЦ Львів. нац. ун-ту ім. І. Франка, 2007. – 800 с. – ISBN 978-966-813-540-0.
3. Кононський О.І. Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – К.: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с. – ISBN 978-966-7417-98-5.
4. Лебідь В.І. Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фоліо, 2005. – 480с. – ISBN 966-03-2751-X.
5. Цветкова Л.Б. Фізична хімія: Теорія і задачі: Навч. посіб. – Львів: Магнолія-2006, 2008. – 415 с. – ISBN 978-966-2025-40-8.
6. Мороз А.С., Ковальова А.Г. Фізична та колоїдна хімія: Навч. посібник. – Львів: Світ, 1994. – 280 с. – ISBN 5-7773-0003-0.
7. Костржицький А.І., Калінков О.Ю., Тіщенко В.М., Берегова О.М. Фізична та колоїдна хімія. Навч. пос. - К.: Центр учбової літератури, 2008. - 496 с.
8. Чумак В.Л., Іванов С.В. Фізична хімія: Підручник. - К.: Книжкове вид-во НАУ, 2007. - 648 с. - ISBN 978-966-598-403-0.
9. М.Т. Картель, В.В. Лобанов, М.Я. Гороховатська. Курс фізичної хімії (лекції, лабораторний практикум та задачі) : підручник. - К. : Інтерсервіс, 2011. - 386 с.
10. В.І. Рубцов Фізична хімія: задачі та вправи : навчальний посібник – 2-ге вид. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 416 с.
11. P.W. Atkins and J. de Paula. Atkins' Physical Chemistry. - Oxford, UK, 2006. – 1053 p.
12. D.W. Rogers. Concise Physical Chemistry. – Wiley, 2011. – 378 p.