

СИЛАБУС

Волинський національний університет імені Лесі України
Факультет хімії та екології
Кафедра неорганічної та фізичної хімії

Освітній компонент: «Хімія»

Силабус освітнього компонента «Хімія» підготовки бакалавра, галузі знань 20. Аграрні науки та продовольство, спеціальності 205. Лісове господарство, за освітньо-професійною програмою Лісове господарство

Розробники: *Смітюх Олександр Вікторович*, старший викладач кафедри неорганічної та фізичної хімії, кандидат хімічних наук.

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми: _____ (к.с-г.н., доц. Шепелюк М.О.)

Силабус освітнього компонента затверджений на засіданні кафедри неорганічної та фізичної хімії

Протокол № 2 від 16 вересня 2024 р.

Завідувач кафедри:



(Гулай Л. Д.)

© Смітюх О.В. 2024 р.

I. Опис освітнього компонента

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика освітнього компонента
Денна форма навчання	20. Аграрні науки та продовольство 205. Лісове господарство Лісове господарство Бакалавр	Нормативна
Кількість годин/кредитів 90/3		Рік навчання: 1-й
		Семестр: 1-ий
		Лекції: 12 год.
		Практичні: -
		Лабораторні: 24 год.
ІНДЗ: немає		Індивідуальні
		Самостійна робота: 48 год.
	Консультації: 6 год.	
Мова навчання	Форма контролю: залік	
	Українська	

II Інформація про викладача

Смітюх Олександр Вікторович,

кандидат хімічних наук

Контактна інформація викладача:

Номер мобільного зв'язку: +38(098)622-39-85

e-mail: Smitiukh.Oleksandr@vnu.edu.ua

Дні занять розміщено на сайті навчального відділу ВНУ:

<https://ps.vnu.edu.ua/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

Кафедра неорганічної та фізичної хімії

Факультет хімії та екології

III Опис освітнього компонента

1. Анотація курсу Курс ділиться на такі частини: теоретичні основи загальної хімії, хімію елементів і їх сполук, основні класи органічних сполук, основні класи біоорганічних сполук. Студенти вивчатимуть поняття, закони і теорії без яких не можливо зрозуміти властивості і перетворення речовин, в тому числі і біохімічні реакції, пов'язані з процесами метаболізму в живих організмах. Розділи хімії елементів присвячені вивченню властивостей елементів, в тому числі, в зв'язку з їх біологічною активністю, та їх найважливіших сполук, відповідно до розміщення елементів у головних та побічних підгрупах періодичної системи. Розглядається класифікація, властивості основних класів органічних та біоорганічних сполук. Розглядається їх роль у біологічних процесах, у практичному застосуванні.

2. Пререквізити: хімія, фізика і математика в об'ємі програми середньої школи та «Молодшого спеціаліста»

Постреквізити: лісове ґрунтознавство.

3. Метою курсу “Хімія” є систематизація та поглиблення знань студентів, їх ознайомлення з теоретичними основами, методами і прийомами усіх основних розділів сучасної хімії відповідно з ОПП.

Основні завдання освітнього компонента «Хімія»:

- закріпити знання про основні базові поняття (речовина, хімічний елемент, атом, молекула, відносні атомна та молекулярна маси, моль, молярна маса, хімічний еквівалент, число Авогадро) та основні закони хімії (збереження маси, сталості складу, Авогадро, еквівалентів);
- сформулювати поняття про основні класи неорганічних сполук (оксиди, основи, кислоти, солі), їх властивості та застосування у медицині та фармацевтиці; про будову атому, періодичний закон і періодичну систему та можливість їх використання для прогнозування властивостей речовин; про хімічний зв'язок та його види, про вплив хімічного зв'язку на фізичні та хімічні властивості речовин; про розчини, розчинники, види концентрацій, властивості розчинів, електролітичну дисоціацію, електроліти та неелектроліти; про окисно-відновні процеси та основи електрохімії, про загальні властивості металів та неметалів тощо;
- навчити студентів поводитись і працювати у хімічній лабораторії, засвоїти правила техніки безпеки;
- виробити у студентів навички хімічного експерименту;
- навчити співставляти теоретично набуті знання з експериментально одержаними;
- навчити проводити розрахунки по формулах, рівняннях реакцій, комбіновані з усіх розділів курсу;
- показати взаємозв'язок неорганічної хімії з побутом, живою та неживою природою.

4. Результати навчання курсу (Компетентності)

Освітній компонент «Хімія»: забезпечує набуття здобувачами вищої освіти відповідних компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК).

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі лісового і мисливського господарства або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів лісівничої науки і характеризується комплексністю та відповідністю природних зональних умов.

Загальні компетентності (ЗК).

ЗК 6. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 8. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Програмні результати навчання:

ПРН 4. Володіти базовими гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями для вирішення завдань з організації та ведення лісового господарства.

ПРН 7. Організувати результативні та безпечні умови праці.

5. Структура освітнього компонента

Назви змістових модулів і тем	Усьо-го	Лек.	Лаб.	Сам. роб.	Конс.	*Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Атомно-молекулярне вчення. Основні поняття та закони хімії. Стехіометричні розрахунки Будова атомів, молекул та твердих тіл	7	1	2	3	1	УО*/РЗ*/4
Тема 2. Будова атомів, молекул та	8	1	2	5		УО/РЗ/2

твердих тіл						
Тема 3. Класифікація неорганічних сполук. Комплексні сполуки	11	1	2	7	1	<i>УО/РЗ/2</i>
Змістовий модуль 2						
Тема 4. Закономірності перебігу хімічних реакцій	8	1	2	4	1	<i>УО/4</i>
Тема 5. Дисперсні системи. Властивості розчинів	6	1	1	4		<i>УО/4</i>
Тема 6. Властивості розчинів електролітів.	7	1	2	4		<i>УО/4</i>
Тема 7. Окисно-відновні реакції. Електроліз розчинів та розплавів.	10	1	4	4	1	<i>УО/4</i>
Змістовий модуль 3						
Тема 8. Огляд властивостей неметалів	7	1	2	4		<i>УО/4</i>
Тема 9. Огляд властивостей металів	7	1	2	4		<i>УО/4</i>
Змістовий модуль 4						
Тема 10. Основні класи органічних сполук	11	2	3	5	1	<i>УО/РЗ/4</i>
Тема 11. Основні класи біоорганічних сполук	8	1	2	4	1	<i>УО/РЗ/4</i>
Разом за семестр	90	12	24	48	6	40
Модульна контрольна робота						60
Разом за МКР						60
Разом						100

УО - усне опитування, РЗ - розв'язування задач

Перелік лабораторних робіт для денної форми навчання

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Правила поведінки і техніки безпеки під час роботи в хімічній лабораторії. Хімічний посуд, прилади, реактиви	1
	Основні хімічні закони. Встановлення формули кристалогідрату купрум (II) сульфату (лаб. робота)	1
2	Будова атома. Періодичний закон. Хімічний зв'язок (семінар)	2
3	Класи неорганічних сполук Комплексні сполуки (лаб. робота)	2
4	Швидкість хімічних реакцій. Хімічна рівновага. Адсорбція. Каталіз (лаб. робота)	2
5	Гідроліз солей. Кислотно-основне титрування (лаб. робота)	3
6	Окисно-відновні процеси. Гальванічний елемент. Електроліз (лаб. робота)	4
7	Властивості р-елементів VII і VI груп періодичної системи (лаб. робота)	2
8	Властивості металів I-III груп періодичної системи (лаб. робота). (2 год)	2
9	Класи органічних речовин. Класифікація. Властивості (семінар) Модульна контрольна робота	5
	Разом	24

5. Завдання для самостійне опрацювання

Питання на самостійне опрацювання	К-ть год.
Історія розвитку хімії. Предмет, завдання та методи хімії. Значення хімії для розвитку біології.	2
Агрегатні стани речовини. Методи визначення атомних та молекулярних мас.	2
Номенклатура неорганічних сполук. Методи одержання.	2
Історичні моделі будови атома	2
Основні етапи і діалектика розвитку вчення про будову атома. Токсична дія радіонуклідів.	2
Періодичний закон як приклад дії законів діалектики.	2
Будова періодичної системи Д.І. Менделєєва. Закономірності властивостей елементів	2
Властивості взаємодіючих атомів. Валентність	2
Механізми утворення ковалентного зв'язку	2
Водневий зв'язок	2
Класифікація та механізми хімічних реакцій	2
Каталіз та каталізатор. Поняття про ферментний каталіз у біологічних системах.	2
Типи дисперсних систем. Класифікація розчинів за різними ознаками	2
Вода як один з найпоширеніших розчинників у біосфері і хімічній технології.	2
Роль водних розчинів у життєдіяльності організмів.	2
Роль осмосу і осмотичного тиску в біологічних системах.	2
Електролітична дисоціація	2
Індикатори, забарвлення індикаторів залежно від середовища розчину	2
Типи окисно-відновних реакцій. Електрохімічний ряд напруг металів. Корозія металів	2
Властивості s-елементів періодичної системи	2
Властивості p-елементів періодичної системи	2
Властивості d-елементів періодичної системи	2
Класифікація вуглеводнів за будовою карбонового ланцюга і характером зв'язків між атомами Карбону	2
20 основних амінокислот	2
Разом	48

IV. Політика оцінювання

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови:

- не пропускати навчальні заняття, не спізнюватися на них та не займатися сторонніми справами на заняттях;
- чітко й вчасно виконувати навчальні завдання та завдання для самостійної роботи;
- виключати мобільний телефон під час занять і під час контролю знань;
- брати участь у контрольних заходах (поточний, підсумковий та контроль самостійної роботи).

За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, тренінги) навчання може відбуватись в он-лайн формі (змішана форма навчання) за погодженням із деканатом .

РОЗПОДІЛ БАЛІВ

Таблиця 4

Поточний контроль (має = 40 балів)										Підсумковий контроль іспит (має = 60 балів)	Загальна кількість балів	
Змістови й модуль 1			Змістовий модуль 2				Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4			
T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T8	T9	T10	T11		
4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	60	100

Поточний контроль проводиться у вигляді усного або письмового опитування.

Теоретична підготовка оцінюється за такими критеріями:

1 бал – відповідь поверхнева на основі прочитаної лекції; відповідь хаотична, фрагментарна; відтворення завченого матеріалу без усвідомлення його суті; розуміння і розкриття лише окремих позицій.

2 бали – відповідь послідовна, недостатньо структурована; роз'яснення переважної кількості позицій (без виділення основних позицій); використання тексту лекції та одного підручника.

3 бали – відповідь логічна, чітка, структурована; використання тексту лекції та одного підручника.

4 - відповідь логічна, чітка, структурована; глибоке розуміння матеріалу, яке включає узагальнені, систематизовані позиції; побудована на основі матеріалу лекції та кількох підручників.

Тема може бути оцінена, якщо здобувач виконав всі завдання, своєчасно оформив роботу, зробив висновки. Максимальна оцінка за практичну і теоретичну підготовку на одному занятті, включаючи самостійну роботу – 5, 4 або 2 (див. табл. Структура освітнього компонента). Загалом за всі теми – 40 балів.

Політика щодо академічної доброчесності

Викладач і здобувач освіти мають дотримуватись ст. 36 Закону України «Про освіту». Дотримання академічної доброчесності науково- педагогічними працівниками передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів;

- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної й наукової діяльності.

Неформальна освіта при викладанні дисципліни.

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті здійснюється відповідно до «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки».

Рекомендовані платформи для проходження навчання у неформальній освіті: <https://naurok.com.ua/upgrade>, <https://rozumschool.com/>, <https://wordwall.net> та інші. За умови підтвердження, що зміст майстер-класів (семінарів, курсів тощо) відповідає темам курсу, сертифікати участі в них (або інші підтверджуючі документи) будуть достатньою підставою для зарахування відповідних тем.

Політика щодо дедлайнів та перескладання

Здобувачі освіти зобов'язані дотримуватися термінів, визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (до - 25 %). Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності підтверджених поважних причин.

V. Підсумковий контроль

Форма підсумкового контролю успішності навчання – залік. Отримані за семестр бали переводяться відповідно до таблиці в оцінку, яка, разом із балами, виставляється в залікову книжку студента і відомість. Здобувачі освіти, які протягом семестру отримали 60 і вище балів, можуть отримати оцінку без здачі заліку. Здобувачі освіти, які отримали за семестр менше 60 балів обов'язково здають залік. При отриманні незадовільної оцінки на заліку, студент отримує можливість перездати його двічі: викладачу і комісії, яка створюється деканом і складається з викладачів факультету.

Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка для заліку
90 – 100	A/Зараховано
82 – 89	B/Зараховано
75 - 81	C/Зараховано
67 - 74	E/Зараховано
60 - 66	D/Зараховано
1 – 59	F/Незараховано

ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАЛІКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ

Основні положення атомно-молекулярної теорії. Сучасний зміст понять: атом, молекула, проста і складна речовина, алотропія, хімічний елемент. Кількість речовини – моль. Маса атома, молекулярна маса, відносна молекулярна маса, молярна маса, молярний об'єм. Еквівалент. Число Авогадро. Стехіометричні закони хімії: сталості складу, еквівалентів та кратних відношень, їх сучасне трактування.

Стан ідеального газу. Закон об'ємних відношень. Закон Авогадро, висновки із закону Авогадро. Закон Бойля-Маріотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля, загальне рівняння стану ідеального газу (рівняння Менделєєва-Клапейрона), універсальна газова стала. Тиск газових сумішей, закон парціального тиску.

Основні класифікаційні поняття: система, тіло, фаза, компонент. Поняття хімічної сполуки. Молекулярні та немoleкулярні форми існування речовин; сполуки постійного і змінного складу (дальтоніди, бертоліди). Рівняння хімічних реакцій та стехіометричні розрахунки.

Квантово-механічні принципи будови речовини: квантова механіка, корпускулярно-хвильовий дуалізм, принцип невизначеності, хвильова функція, рівняння

Шредінгера. Квантові числа. Енергії та конфігурації електронних орбіталей атома. Періодичний закон та періодична система елементів. Структура періодичної системи. Зв'язок положення елемента в періодичній системі з електронною будовою його атома. Особливості електронних конфігурацій атомів елементів головних і побічних підгруп. Зв'язок властивостей елементів з їх положенням в періодичній системі.

Хімічний зв'язок і будова молекул. Типи та характеристики хімічного зв'язку. Ковалентний зв'язок. Два механізми утворення хімічного зв'язку. Метод ВЗ. Властивості ковалентного зв'язку: насичуваність, полярність, напрямленість, поляризація. Гібридизація атомних електронних орбіталей. Поняття про метод МО (ЛКАО). Кратність зв'язку.

Інші типи хімічного зв'язку: йонний, металічний, водневий зв'язки, вандерваальсівська взаємодія (дисперсійна, орієнтаційна, індукційна).

Агрегатний стан речовини і його особливості. Кристалічний стан. Тип кристалічної ґратки і хімічний зв'язок. Прості та складні речовини. Прості речовини. Класифікація складних речовин. Бінарні сполуки Оксигену. Оксиди. Солетворні та несолетворні оксиди. Основні, кислотні, амфотерні оксиди, їх властивості. Номенклатура.

Гідроксиди елементів. Властивості гідроксидів залежно від положення елементів у періодичній системі. Аналогія з відповідними оксидами. Основи, кислоти. Солі. Класифікація, номенклатура. Добування та властивості кислих солей. Солеподібні бінарні сполуки. Галоген і тіоангідриди.

Координаційні (комплексні) сполуки. Розвиток уявлень про координаційні сполуки. Теорія будови комплексних сполук А. Вернера. Комплексоутворювач, ліганди. Координаційне число та його просторова інтерпретація. Заряд внутрішньої сфери комплексу.

Хімічна кінетика і хімічна рівновага. Гомогенні та гетерогенні системи. Поняття про каталіз (гомогенний, гетерогенний). Ферментативний каталіз. Основні поняття й ознаки хімічної рівноваги. Зміщення хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Значення хімічних рівноваг у природі.

Тепловий ефект реакції. Ендотермічні та екзотермічні реакції. Значення і застосування енергетики хімічних процесів.

Поняття про дисперсні системи. Їх класифікація за ступенем дисперсності: грубодисперсні, граничнодисперсні (колоїдні), молекулярнодисперсні (істинні) системи. Отримання, очистка і концентрування дисперсних систем.

Колоїдні розчини, класифікація. Кінетичні, оптичні та електричні властивості дисперсних систем. Будова дисперсних систем. Будова міцели. Стійкість дисперсних систем. Емульсії, піни, аерозолі, суспензії.

Розчини. Газоподібні, рідкі, тверді розчини. Причини утворення. Роль сольватації. Вплив на розчинність хімічної природи компонентів, агрегатного стану, температури, тиску. Застосування принципу Ле-Шательє. Закон Генрі-Дальтона. Концентрація розчинів. Способи вираження концентрації розчинів.

Фізичні властивості розчинів неелектролітів. Закон Рауля. Ебуліоскопія та криоскопія. Осмос. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Явище осмосу в природі. Осмос у системах організму людини.

Теорія електролітичної дисоціації. Ступінь електролітичної дисоціації. Сильні та слабкі електроліти. Константа дисоціації. Іонний добуток води. Водневий показник.

Буферні розчини. Індикатори. Природні буферні системи. Буферні системи людини. Реакції в розчинах електролітів. Іонні рівняння. Гідроліз солей.

Окисно-відновні реакції. Електроліз розчинів та розплавів. Закон Фарадея. Корозія металів.

Гідроген. Будова атома. Ізотопи. Особливості положення в періодичній системі. Молекула водню. Існування у природі, добування, застосування водню. Вода. Будова молекули і речовини. Аномальні властивості. Вміст та розподіл води в організмі та клітині. Стан води в організмі. Роль води в процесах життєдіяльності. Важка вода. Водопідготовка, водоочистка. Роль водню і води в природі і сільському господарстві.

Галогени. Електронна будова атомів, основні валентні стани. Зміна найважливіших властивостей у підгрупі (атомні радіуси, електронегативність, окисно-відновні властивості, агрегатний стан). Існування в природі, добування, застосування. Хімічні властивості галогенів (взаємодія з металами, неметалами, складними речовинами). Гідрогенгалогенідні кислоти, їх добування, властивості, застосування. Галогенангідриди. Оксигеновмісні сполуки галогенів. Якісні реакції на галогенід іони.

Халькогени. Будова атомів і молекул. Алотропія. Існування у природі. Оксиген. Валентний стан, ступені окиснення. Фізичні та хімічні властивості кисню. Пероксиди, їх одержання і властивості. Значення кисню в природі. Підгрупа сульфуру. Сполуки елементів з Гідрогеном і металами. Сірководнева кислота та її солі. Сульфатна кислота та її солі. Кристалогідрати солей сульфатної кислоти та їх застосування. Фізіологічна роль і токсичність халькогенів і їх сполук. Якісні реакції на сульфід, сульфат, сульфід іони.

Нітроген. Фізичні та хімічні властивості Валентний стан і ступінь окиснення Нітрогену в цих сполуках. Їх застосування. Нітратна кислота. Дія на метали і неметали. Нітрати. Значення азоту в природі. Фосфор. Фізичні та хімічні властивості. Якісні реакції на нітрат, нітрит, фосфат іони та іон амонію.

Електронна будова р-елементів IV групи, валентний стан, ступінь окиснення в сполуках. Існування в природі. Добування. Алотропні видозміни елементів. Застосування. Карбон. Фізичні та хімічні властивості. Сполуки з Гідрогеном, металами. Диціан, синильна кислота, її солі. Оксигеновмісні сполуки Карбону (II) і (IV). Добування і хімічні властивості CO. Добування і хімічні властивості CO₂, застосування. Карбонова кислота та її солі. Карбонатні буферні системи. Значення вуглецю в природі. Якісні реакції для карбонат та силікат іони.

Лужні метали, лужно-земельні метали. Будова атома, валентність. Існування у природі. Властивості елементів та їх сполук. Твердість води та методи її усунення. Біологічна роль і токсичність елементів та їх сполук. Якісні реакції на іони кальцію, барію, магнію.

Алюміній. Знаходження в природі, одержання, застосування. Алюміній оксид і його використання. Аніонні та катіонні комплекси у водних розчинах. Алюмогідриди. Використання. Якісні реакції на іони Al³⁺.

Підгрупи Купруму, Цинку. Загальна характеристика елементів, їх розповсюдження та найважливіші природні сполуки. Фізичні та хімічні властивості, отримання простих речовин. Якісні реакції на іони Ag⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, Cd²⁺. Якісні реакції на іони Fe²⁺, Fe³⁺. Платинові метали. Загальна характеристика елементів. Електронна будова та зміна властивостей по групі. Лантаноїди та актиноїди.

Предмет органічної хімії. Класифікація органічних речовин.

Фізичні властивості алканів, їх залежність від складу і будови речовини. Хімічні

властивості: галогенування, сульфування, сульфохлорування, нітрування, окиснення, дегідрогенування, піроліз, ізомеризація. Хімічна переробка нафти і газу.

Одноатомні спирти. Гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура.

Основні представники одно-, дво- та трьохатомних фенолів. Феноли в природі.

Гомологічний ряд одноосновних карбонових кислот. Номенклатура кислот та їх функціональних похідних. Методи одержання: окиснення органічних сполук, гідроліз функціональних похідних, карбоксилування реактивів Грін'єра. Фізичні властивості. Будова карбоксильної групи та карбоксилат-аніону. Хімічні властивості: кислотні властивості (утворення солей); основні властивості (реакція естерифікації та її механізм); реакції з участю α -водневого атома.

Ненасичені карбонові кислоти: акрилова, олеїнова, фумарова, малеїнова. Полімери на основі акрилової та метакрилової кислот.

Жири і мила. Будова і властивості жирів. Синтетичні миючі засоби. Воски.

Елементний склад білків. Амінокислоти – структурні мономери білків, їх будова, класифікація, фізико-хімічні властивості. Будова та рівні структурної організації білків. Фізико-хімічні властивості білків. Класифікація та номенклатура білків. Біологічні функції.

Моно-, ди-, полісахариди. Поширення в природі, фізичні та хімічні властивості. Використання вуглеводів.

Компоненти нуклеїнових кислот. Будова та рівні організації нуклеїнових кислот. Фізико-хімічні властивості нуклеїнових кислот.

Загальна характеристика, класифікація та біологічні функції ліпідів. Однокомпонентні ліпіди та ліпідні мономери. Багатокомпонентні ліпіди.

Вуглевод-білкові комплекси. Ліпід-білкові комплекси. Фосфопротеїди. Кофактопротеїди. Металопротеїди. Небілкові змішані макромолекули.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Смітюх О. В., Марчук О. В., Піскач Л. В. Хімія: методичні розробки лабораторних занять для здобувачів освіти першого курсу хімічних та нехімічних спеціальностей. Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2024. 148 с.
2. Загальна та неорганічна хімія : теоретичні та лабораторно-практичні аспекти: навчальний посібник: для студентів вищих навчальних закладів / [В.М. Гуляєв [та ін.]; Міністерство освіти і науки України, Дніпровський державний технічний університет (ДДТУ). Кам'янське : ДДТУ, 2019., 324 с.
3. Яворський В. Неорганічна хімія: підручник / Нац. ун-т "Львів. політехніка". - 2-е вид., допов. та доопр. - Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2016. - 322 с
4. Неорганічна хімія. Хімія s-, p-, та d-елементів, їх роль у природі та біологічних процесах [Текст] : [навч. посіб.] / І. Й. Сейфулліна, О. Е. Марцинко. - Одеса : ОНУ, 2015. - 306 с.
5. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія. – К.: Вища школа, 1992.
6. Романова Н. С. Загальна та неорганічна хімія / Н. С. Романова. – К.: Вища шк., 1988. – 432 с.

7. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Васильєв О.М., Виноградова Р.П., Войціцький В.М, Курський М.Д., Рибальченко В.К., Цудзевич Б.О. Біохімія. – К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2002.
8. Губський Ю.І. Біологічна хімія. – Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000.
9. <https://www.coursera.org/>
10. <https://www.futurelearn.com/>
11. <https://www.open.edu/>
12. <https://online.stanford.edu/>