

Тернопільська обласна рада  
Управління освіти і науки Тернопільської облдержадміністрації  
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія ім. Тараса Шевченка

Кафедра біології, екології та методики їх викладання



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### ХІМІЯ З ОСНОВАМИ БІОГЕОХІМІЇ

рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

галузь знань **10 Природничі науки**

спеціальність **101 Екологія**

освітньо-професійна програма **Екологія**

Кременець – 2020 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Хімія з основами біогеохімії» для студентів, які навчаються за спеціальністю 101 Екологія. Кременець, 2020. 20 с.

Розробник програми:

**Польовий Д. О.**, доцент кафедри біології, екології та методики їх викладання, кандидат хімічних наук, доцент;

**Зіньковська Н.Г.**, доцент кафедри біології, екології та методики їх викладання, кандидат біологічних наук.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри біології, екології та методики їх викладання

Протокол № 1 від „31” серпня 2020 року

Завідувач кафедри



М. М. Ільєнко

## 1. Вступ

**Анотація.** Хімія з основами біогеохімії – нормативна дисципліна, яка направлена на формування у майбутніх екологів знань загальної хімії та хімії елементів і їх сполук. Хімія є однією з основних фундаментальних природничих наук. Зміст дисципліни адаптовано до спеціальності; акцентовано увагу на хімічних процесах, що відбуваються в навколишньому середовищі, закономірностях їх перебігу, можливостях впливу на них. Згідно освітньо-професійної програми «Екологія» та навчального плану підготовки здобувачів вищої освіти, вивчення навчальної дисципліни здійснюється на 1 та 2 курсі впродовж I - III семестрів.

**Ключові слова:** загальна хімія, неорганічна хімія, хімія елементів, прості речовини, лужні метали, лужноземельні метали, халькогени, галогени, інертні гази, s-елементи, p-елементи, d-елементи, f-елементи.

**Місце дисципліни у структурно-логічній схемі ОПП.** Для успішного засвоєння курсу студенти повинні володіти знаннями зі шкільних курсів хімії, фізики. Освітній компонент «Хімія з основами біогеохімії» опирається на дані таких компонентів як «Фізика». Дисципліна «Хімія з основами біогеохімії» стане потрібною для успішного засвоєння фізико-хімічних методів аналізу.

## 2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 9	Галузь <b>10 Природничі науки</b>	<b>Нормативна</b>	
Модулів – 3	Спеціальність <b>101 Екологія</b>		
Змістових модулів – 3	Освітньо-професійна програма <b>Екологія</b>	<b>Курс</b>	
Загальна кількість годин – 270 год.		1,2-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год./2 год. / 2 год. самостійної роботи студента – 3,3 год. / 3,0 год. / 3,3	Рівень вищої освіти <b>Перший (бакалаврський)</b>	<b>Семестр</b>	
		1-3-й	
		<b>Лекції</b>	
		56 год.	
		<b>Лабораторні</b>	
	48 год.		
	<b>Самостійна робота</b>		
	166 год.		
	<b>Вид контролю</b>		
	Залік, екзамен		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить (%):  
для денної форми навчання – 38,5 % / 61,5 %.

### 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

#### Метою та завданнями вивчення дисципліни є:

оволодіння знаннями про властивості, будову, способи одержання і застосування хімічних елементів та їх сполук, процесів міграції та взаємодії хімічних сполук з живими організмами, формування навичок виконання хімічного експерименту як основи екологічного контролю стану довкілля.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати: основні закони і концепції хімії, сучасні уявлення про будову речовини, основні термодинамічні і кінетичні закономірності хімічних процесів, природу процесів утворення розчинів та сутність і кількісну характеристику реакцій, що відбуваються в них (електролітична дисоціація, гідроліз, окисно-відновні процеси, комплексоутворення), властивості біогенних хімічних елементів, сполук, їх розповсюдження та особливості міграції, роль у навколишньому природному середовищі, хімічні аспекти стану навколишнього середовища і його охорони від забруднень продуктами життєдіяльності людини.

Також, в результаті вивчення дисципліни студент повинен вміти:

- пояснювати і узагальнювати хімічні явища, процеси, реакції, що відбуваються в навколишньому середовищі, або на яких базуються уявлення і ефекти прикладних дисциплін технологічного спрямування;

- виконувати підготовчі і основні операції під час проведення хімічного експерименту;

- користуватися сучасним хімічним обладнанням для досліджень якісного і кількісного складу об'єктів навколишнього природного середовища, а також факторів, що на нього впливають;

- самостійно проводити хімічний експеримент; оформляти його результати у вигляді звіту в лабораторному журналі;

- виконувати розрахунки за рівняннями хімічних реакцій, статистичну і графічну обробку результатів досліджень, вирішувати розрахункові задачі із застосуванням обчислювальної техніки;

- знати і вміти користуватися навчальною, методичною та довідковою літературою з хімії;

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Хімія з основами біогеохімії” здобувач вищої освіти повинен володіти такими компетентностями та досягти таких результатів навчання:

#### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

#### **Загальні компетентності**

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК08. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

#### **Фахові компетентності**

ФК15. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

#### **Програмні результати навчання**

ПР03. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

## 4. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль I. Загальна хімія

#### **Тема 1. Атомно-молекулярне вчення.**

Сучасне тлумачення основних понять атомно-молекулярного вчення: атомна та молекулярна маси, моль, мольний об'єм, еквівалент. Закон збереження маси та сталості складу. Закон Авогардо та об'ємних співвідношень газів. Закон еквівалентів. Класифікація, номенклатура, фізичні та хімічні властивості основних класів неорганічних сполук.

*Визначення молярних мас речовин. Електронні формули атомів*

#### **Тема 2. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів.**

Електронна будова атомних орбіталей. Періодичний закон. Періодична система хімічних елементів. Сучасне уявлення про природу хімічного зв'язку. Основні характеристики і типи хімічного зв'язку. Ковалентний зв'язок, його властивості: насиченість, кратність, спрямованість у просторі, полярність. Іонний зв'язок, його природа. Іонні кристали. Водневий зв'язок та його біологічна роль. Міжмолекулярний та внутрішньомолекулярний зв'язки. Будова твердого тіла. Кристалічна, аморфна будова.

*Валентні характеристики елементів.*

#### **Тема 3. Розчини. Колігативні властивості розчинів.**

Поняття про дисперсні системи. Їх класифікація. Газоподібні, рідкі та тверді розчини. Водні розчини. Механізм їх утворення. Теорія Менделєєва і Арреніуса. Природа міжмолекулярної взаємодії в рідких розчинах. Розчинність. Фактори, що впливають на розчинність. Способи вираження концентрації розчинів. Слабкі та концентровані, насичені та ненасичені розчини. Розчинність твердих речовин, рідин і газів у рідинах. Залежність розчинності газу від температури і парціального тиску. Закони Генрі та Дальтона. Явище осмосу. Ізотонічні розчини. Закон Вант – Гоффа. Тиск насиченої пари. Математичний вираз закону Рауля. Ізотонічний коефіцієнт. Зміна температури кипіння і замерзання розчинів. Ебуліоскопічна і криоскопічна константи. Другий і третій закони Рауля.

*Кріоскопічне мизначення молярної маси розчиненої речовини.*

#### **Тема 4. Поняття про електроліти. Електролітична дисоціація.**

Розчини електролітів. Питома та еквівалентна електропровідності розчину як характеристичні показники його стану та властивостей. Кондуктометрія. Рухливість іонів, закон незалежності руху іонів Кольрауша. Основи теорії сильних електролітів Дебая-Гюккеля. Електроліти у природі, рослинних та тваринних організмах. Іонний антагонізм. Біологічне значення буферних систем. Буферність ґрунту.

Електродні процеси та електрорушійні сили. Електродний потенціал, фізико-хімічна сутність подвійного електричного шару (ПЕШ). Ряд напруг металів. Вимірювання електрорушійної сили, електроди, індикатори. Рівняння Нернста. Поняття дифузійного потенціалу. Гальванічний елемент та його ЕРС. Концентраційні гальванічні елементи. Біологічне значення дифузійних та мембранних потенціалів. Потенціометричні методи визначення рН та потенціометричне титрування.

*Потенціометричне визначення водневого показника.*

#### **Тема 5. Хімічна термодинаміка.**

Термодинамічні системи, рівноважні та нерівноважні системи, теплота, внутрішня енергія, ентальпія. Взаємозв'язок фізичної та хімічної форм руху матерії в термодинамічних системах.

Поняття теплоємності, види теплоємності.

Стан речовини і ентальпія. Теплові ефекти реакцій. Закон Гесса, його термодинамічне обґрунтування. Розрахунок теплових ефектів хімічної реакції. Закон Кіргофа. Процеси, що відбуваються самовільно. Міра впорядкованості. Аналітичний вираз другого закону термодинаміки для зворотних та незворотних термодинамічних процесів. Статистичний характер ентропії. Ентропія як міра ймовірності. Ентропія як критерій напрямку процесів в ізольованих системах. Термодинамічні потенціали та характеристичні функції. Рівняння Гельм-Гольца-Гіббса. Хімічний потенціал. Біоенергетика як процес. Коефіцієнт корисної дії.

Фундаментальне рівняння термодинаміки. Критерії напрямленості самовільного процесу та рівноваги. Енергія Гіббса як міра реакційної здатності хімічної системи. Енергія Гельмгольца (вільна енергія) як міра хімічної спорідненості та напрямку хімічних реакцій.

*Термохімічні рівняння.*

### **Тема 6. Кінетика хімічних реакцій. Вплив температури на швидкість реакцій.**

Швидкість хімічної реакції, константа швидкості. Порядок та молекулярність хімічної реакції. Методи визначення порядку реакції. Складні реакції: ланцюгові, послідовні, паралельні, спряжені. Лімітуюча стадія складної реакції.

Теорія активних зіткнень. Енергія активації. Залежність швидкості реакції від температури, правило Вант-Гоффа, рівняння Арреніуса. Визначення енергії активації для різних процесів. Теорія перехідного стану. Кінетика гетерогенних процесів, її особливості. Кінетика розчинення та кристалізації.

Каталіз. Загальні властивості та класифікація каталізаторів. Специфічна дія каталізаторів. Вплив каталізаторів на енергію активації.

Основи гомогенного каталізу, його механізм. Роль гомогенного каталізу на прикладі виготовлення карамелі. Гетерогенний каталіз. Теорія гетерогенного каталізу. Стадії гетерогенного каталізу, роль адсорбції. Структура поверхні каталізатора, питома поверхня каталізатора. Промоутори та інгібітори. Старіння та отруєння каталізаторів.

*Визначення порядку хімічних реакцій.*

### **Тема 7. Рівноваги в розчинах електролітів. Гідроліз. Гетерогенні рівноваги.**

Константа хімічної рівноваги. Рівняння ізотерми, ізохори та ізобари реакції. Застосування ізобарного потенціалу для визначення напрямку та можливості процесів розчинення, випаровування, кристалізації і таке інше. Хімічна рівновага гетерогенної реакції. Закон діючих мас до хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Зміщення хімічної рівноваги. Рівняння Вант-Гоффа, Планка. Константа рівноваги хімічної реакції. Хімічна спорідненість, її міра.

Правило фаз Гіббса, його застосування. Діаграма стану води. Рівняння Клапейрона - Клаузіуса.

*Розрахунок рН буферних розчинів.*

### **Тема 8. Комплексні сполуки.**

Теорія комплексних сполук, комплексоутворення. Теорія Вернера. Класифікація, номенклатура комплексних сполук. Поведінка комплексних сполук у розчинах. Константа нестійкості комплексних сполук. Руйнування комплексних сполук. Хелати та внутрішньо-комплексні сполуки. Трансвплив. Квантово-механічні теорії утворення комплексних сполук. Метод валентних зв'язків та теорія кристалічного поля.

*Комплексонометричне титрування.*

### **Тема 9. Окисно-відновні реакції. Електрохімія.**

Поняття про реакції окиснення й відновлення на електродах, Електродний потенціал, фізико-хімічна сутність подвійного електричного шару, рівняння Нернста, стандартні електродні потенціали. Ряд напруг металів. Гальванічний елемент та його ЕРС. Концентраційні гальванічні елементи.

*Метод напівреакцій та електронний баланс.*

## Змістовий модуль II. Біогеохімія елементів та їх сполук

### **Тема 10. Біогеохімія лужних та лужноземельних металів.**

Лужні метали, знаходження в природі, добування у вільному стані. Відношення металів до кисню, кислот, води. Сполуки лужних металів – оксиди, гідроксиди, гідриди, солі, пероксиди - їх хімічні властивості, добування.

*Взаємодія лужних і лужноземельних металів з водою.*

### **Тема 11. Біогеохімія галогенів та їх сполук.**

Загальна характеристика галогенів. Знаходження в природі, способи добування. Фізичні та хімічні властивості. Порівняння хімічної активності галогенів. Гідрогенвмісні сполуки галогенів: добування, кислотні, відновні властивості, термічна стійкість. Оксигенвмісні сполуки галогенів: оксиди, кислоти, добування. Порівняння кислотних та окисних властивостей оксигенвмісних кислот та їх солей. Якісні реакції на галогени та їх сполуки.

*Добування хлору. Хлорування води.*

### **Тема 12. Біогеохімія халькогенів та їх сполук.**

Загальна характеристика халькогенів. Оксиген. Знаходження в природі. Будова молекули. Способи добування кисню. Хімічні властивості. Озон, добування. Хімічний зв'язок в молекулі озона. Халькогени. Загальна характеристика. Знаходження в природі та добування. Алотропія. Хімічні властивості халькогенів. Сполуки халькогенів (IV,V,VI) оксиди, кислоти, солі. Добування. Хімічні властивості кислот та солей. Гідрогенсульфіти та сульфіти.

*Добування кисню. Реакції горіння.*

### **Тема 13. Підгрупа Карбону.**

Загальна характеристика підгрупи. Карбону. Алотропні модифікації Карбону, їх будова.. Оксигенвмісні сполуки Карбону. Оксиди Карбону(II), (IV). Будова молекул, добування, хімічні властивості. Карбонати та гідрогенкарбонати, відношення до води та нагрівання. Якісні реакції на сполуки Карбону. Силіцій. Знаходження в природі, добування. Силіциди, гідрогенвмісні сполуки силіцію, добування та хімічні властивості. Оксиди та кислоти силіцію(IV).Хімічні властивості. Рідке скло, силіцій–органічні сполуки. Германій, Станум, Плюмбум. Загальна характеристика. Знаходження в природі, добування. Фізичні та хімічні властивості, Відношення до лугу та кислот. Оксиди елементів(II) та (IV), гідроксиди, їх добування та властивості. Солі, відношення до води, окисно-відновні властивості.

*Утворення і руйнування карбонатів.*

### **Тема 14. Підгрупа Нітрогену.**

Загальна характеристика. Знаходження в природі. Добування. Ступені окиснення. Азот, будова молекули, хімічні та фізичні властивості. Водневі сполуки Нітрогену. Аміак, методи добування, хімічні та фізичні властивості. Солі амонію, їх термічна та електролітична дисоціація. Оксигенвмісні сполуки Нітрогену. Нітроти. Азотна кислота, кислотні та окисні властивості. Нітрати, термічний розклад нітратів. Азотні добрива. Якісні реакції на  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ . Фосфор. Алотропні модифікації. Хімічні властивості фосфору. Фосфін та фосфіди, їх добування та властивості. Оксиди Фосфору(III,V). Оксигенвмісні кислоти, добування, будова, властивості. Фосфати, відношення до води. Фосфорні добрива. Галогеніди фосфору, будова, властивості. Відношення до води. Якісні реакції на сполуки фосфору.

*Добування оксидів Азоту.*

### **Тема 15. Підгрупа Алюмінію.**

Загальна характеристика елементів підгрупи алюмінію. Знаходження в природі. Добування і застосування алюмінію.



*Утворення гідроксоалюмінату натрію.*

### **Тема 16. Перехідні метали першої та другої груп.**

Елементи підгрупи Купруму. Елементи підгрупи Цинку. Утворення гідроксидів та їх відношення до надлишку лугу.

*Реакція срібного дзеркала.*

### **Тема 17. Перехідні метали восьмої групи.**

Родина Феруму. Загальна характеристика елементів. Знаходження в природі, добування металів. Відношення металів до кисню повітря, кислот. Сполуки E(II), E(III). Оксиди та гідроксиди, добування, кислотно-основні властивості Амфотерні властивості гідроксиду Fe(III). Солі E(II), E(III) катіонного та аніонного типу, відношення до води. Окисно-відновні властивості сполук E(II), E(III). Якісні реакції. Комплексні сполуки E(II), E(III). Сполуки Fe(VI), добування, окисні властивості. Уявлення про сполуки Fe(VIII). Використання металів та сполук. Платинові метали.

*Утворення гідроксиду феруму.*

### **Тема 18. Перехідні метали шостої та сьомої груп**

Елементи підгрупи Мангану. Загальна характеристика елементів. Знаходження в природі, добування. Відношення металів до кисню повітря, кислот, лугу. Оксиди та гідроксиди Мангану(II), (IV). Кислотно-основні властивості. Солі Mn(II), Mn(IV), відношення до води. Окисно-відновні властивості.  $Mn_3O_4$ , графічна формула, властивості. Сполуки Мангану(VI), відношення до води, окисно-відновні властивості. Сполуки Мангану(VII), перманганати. Окисно-відновні властивості, вплив реакції середовища на характер сполук Мангану. Загальна характеристика сполук Ренію та Технецію. Порівняння кислотно-основних, окисно-відновних властивостей. Якісні реакції. Використання простих речовин та сполук.

*Окисні властивості перманганату калію.*

### **Тема 19. Перехідні метали третьої - п'ятої груп. Лантаноїди та актиноїди.**

Елементи підгрупи Хрому. Загальна характеристика елементів. Знаходження в природі, добування. Відношення металів до  $O_2$  повітря, кислот, лугу. Оксиди, гідроксиди E(II), E(III), E(IV), E(VI), добування, порівняння кислотноосновних властивостей. Солі катіонного та аніонного типу Хром (III), добування, взаємний перехід, відношення до води. Хромово кислота та хромати. Дихромати. Взаємний перехід хромат-дихромат. Окисно-відновні властивості сполук E(II), E(III), E(VI). Якісні реакції. Пероксид Хрому.

*Одержання хромових кислот.*

## **Змістовий модуль III. Біогеохімія органічних сполук**

### **Тема 20. Теорія будови органічних сполук.**

Органічна хімія як складова природничих наукових дисциплін. Основні положення теорії хімічної будови О.М.Бутлерова. Взаємний вплив атомів у молекулі (приклад). Молекулярні і структурні формули. Класифікація органічних реакцій. Класифікація органічних сполук. Вуглеводневі радикали. Структурна ізомерія. Первинні, вторинні, третинні, четвертинні атоми карбону. Таутомерія. Стереοізомерія. Поняття про оптичну ізомерію. Конформаційна (поворотна) ізомерія. Тривіальна, раціональна та систематична (ІЮПАК) номенклатура, функціональні групи. Побудова структурних формул.

*Складання структурних формул органічних речовин.*

### **Тема 21. Насичені вуглеводні.**

Гомологічний ряд метану, гомологічна різниця, фізичні властивості галогенів, ізомерія, номенклатура. Просторова і електронна будова молекул метану та етану. Тетраедрична

гібридизація (sp<sup>3</sup>). Методи добування алканів: без зміни вуглецевого ланцюгу (відновлення галогеналкілів, з магнійорганічних сполук, гідрування ненасичених вуглеводнів); із зміною вуглецевого ланцюгу (реакції Вюрца-Шоригіна і декарбоксілування натрієвих солей карбонових кислот - метод Дюма). Хімічні властивості алканів. Реакції радикального заміщення галогенування, нітрування, сульфохлорування). Хлорування та бромовання пропану.

*Отримання метану з ацетату натрію.*

### **Тема 22. Ненасичені вуглеводні.**

Гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура етиленових вуглеводнів. Електронна будова етиленових вуглеводнів. Геометрична (цис-, транс-) ізомерія гомологів етилену і його похідних. Методи добування алкенів. Дегідратація спиртів, дегідрогалогенування галогеналканів і дегалогенування віцинальних дігалогеналканів. Правило Зайцева. Добування вуглеводнів реакцією дегідрування. Хімічні властивості етиленових вуглеводнів.

Гомологічний ряд ацетилену. Ізомерія. Номенклатура. Електронна будова і геометрія ацетиленових вуглеводнів. Зв'язок валентного стану атома Карбону з його електронегативністю. Залежність властивостей С-Н- зв'язку від доли s-орбіталі в гібридній орбіталі атома Карбону. Кислотні властивості ацетилену. Промислові способи добування ацетилену (з карбїду кальцію і термоокислювальним крекінгом метану). Фізичні властивості ацетиленових вуглеводнів. Хімічні властивості. Реакції приєднання. Гідрування, гідрогалогенування, галогенування, гідратація (реакція М.Г.Кучерова).

*Отримання етилену реакцією дегідратації етанолу.*

### **Тема 23. Ароматичні вуглеводні.**

Вуглеводні ряду бензену. Бензен та його гомологи. Гомологічний ряд бензену. Ізомерія, номенклатура. Будова бензену (А.Кекуле). Електронна будова бензену, ароматичні властивості. Правило ароматичності Е.Хюккеля. монозаміщені похідні бензену. Промислові способи добування бензену, толуолу, етилбензену, ізопропілбензену. Значення ароматичних вуглеводнів для органічного синтезу. Поняття про взаємний вплив атомів на прикладі толуолу, електронна будова толуолу. Індукційний та мезомерний ефекти електродонорних і електроакцепторних замісників. Правила орієнтації для реакцій електрофільного заміщення (вплив замісників в ядрі на реакційну здатність ароматичних сполук і на місце вступу другого замісника).

*Горіння бензену.*

### **Тема 24. Спирти та феноли.**

Функціональна група, її електронна будова. Ізомерія вуглеводневого скелету і положення функціональної групи. Номенклатура (історична, раціональна і систематична). Первинні, вторинні і третинні спирти. Електронна будова фенолу з врахуванням -I і +M-ефектів. Способи добування. Окиснення парафінових вуглеводнів. Гідроліз алкілгалогенідів, гідратація етиленових вуглеводнів. Промислові способи добування й застосування найважливіших спиртів - етилового, метилового. Заміщення гідроксилу на галоген (реакції з галогеноводневими кислотами і галогенідами фосфора). Дегідратація спиртів: умови, необхідні для добування складних ефірів мінеральних кислот, простих ефірів і етиленових вуглеводнів. Використання фенолів і крезолів в промисловості. Охорона навколишнього середовища від помислових відходів, що містять фенол..

*Проба Лукаса. Виявлення багатоатомних спиртів.*

### **Тема 25. Аміни.**

Функціональна група, її електронна будова. Ізомерія вуглеводневого скелету і положення функціональної групи. Номенклатура (історична, раціональна і систематична). Первинні, вторинні і третинні аміни.

*Відношення амінів до нітритної кислоти.*

### **Тема 26. Альдегіди та кетони.**

Функціональна група карбоніл та її електронна будова. Гомологічні ряди альдегідів і кетонів. Рухомість  $\alpha$ -водневого атому. Ізомерія і номенклатура. Методи добування карбонільних сполук: окисненням спиртів, із карбонових кислот та їх солей, із гемінальних дихлорпохідних, гідратацією алкінів (реакція М.Г.Кучерова). Добування оцтового альдегіду гідратацією ацетилену і каталітичним окисненням етилену. Хімічні властивості. Реакції приєднання водню і води, ціанводневої кислоти, магнійорганічних сполук, спиртів. Реакції окиснення. Якісні реакції альдегідів: реакція срібного дзеркала, взаємодія з Купрум (II) гідроксидом і з функсинсірчистою кислотою. Промислові способи добування й застосування формальдегіду, оцтового альдегіду, ацетону.

*Відновні властивості альдегідів.*

### **Тема 27. Карбонові кислоти.**

Гомологічний ряд насичених одноосновних кислот, ізомерія, номенклатура. Електронна будова карбоксильної групи, індукційний і мезомерний ефекти. Фізичні властивості кислот. Способи добування із спиртів, альдегідів. Добування кислот окисненням насичених вуглеводнів. Застосування карбонових кислот в народному господарстві. Хімічні властивості. Кислотні властивості карбонових кислот. Порівняння кислотних властивостей органічних кислот, води, спиртів. Вплив будови вуглеводневого радикалу і замісників в радикалі на кислотні властивості карбонових кислот. Вплив карбонільної групи на властивості вуглеводневого радикалу, рухомість  $\alpha$ -водневого атому. Галогенування кислот (реакція Геля-Фольгарда, Зелінського). Основні властивості карбонових кислот. Похідні карбонових кислот. Будова естерів. Зворотність реакції етерифікації. Гідроліз естерів, їх застосування. Дикарбонові кислоти жирного і ароматичного ряду. Особливі властивості дикарбонових кислот. Карбонові кислоти ароматичного ряду. Добування бензойної кислоти окисненням толуолу, декарбоксілюванням фталевої кислоти, із аніліну через бензонітрил, із арилхлоридів. Реакції карбоксильної групи. Декарбоксілювання.

*Естерифікація оцтової кислоти.*

### **Тема 28. Гетероциклічні сполуки.**

Класифікація гетероциклічних сполук. Номенклатура Ганча-Відмана. Пірол і його похідні. Фуран і його похідні. Піридин і його похідні. Конденсовані азини. Поняття про алкалоїди. Фуранози і піранози.

*Добування фурфуролу із злакових висівок.*

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	лаб	п	інд	с.р.		л	лаб	п	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль I. Загальна хімія</b>												
Тема 1. Атомно-молекулярне вчення	8	2	2			4						
Тема 2. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів	10	2	2			6						
Тема 3. Розчини. Колігативні властивості розчинів	10	2	2			6						
Тема 4. Поняття про електроліти. Електролітична дисоціація	10	2	2			6						
Тема 5. Хімічна термодинаміка	10	2	2			6						
Тема 6. Кінетика хімічних реакцій. Вплив температури на швидкість реакцій	10	2	2			6						
Тема 7. Рівноваги в розчинах електролітів. Гідроліз. Гетерогенні рівноваги	10	2	2			6						
Тема 8. Комплексні сполуки	10	2	2			6						
Тема 9. Окисно-відновні реакції. Електрохімія	10	2	2			6						
<b>Разом за змістовим модулем I</b>	<b>88</b>	<b>18</b>	<b>18</b>			<b>52</b>						
<b>Змістовий модуль II. Біогеохімія елементів та їх сполук</b>												
Тема 10. Біогеохімія лужних та лужноземельних металів	10	2	2			6						

Тема 11. Біогеохімія галогенів та їх сполук	10	2	2			6						
Тема 12. Біогеохімія халькогенів та їх сполук	10	2	2			6						
Тема 13. Підгрупа Карбону	10	2	2			6						
Тема 14. Підгрупа Нітрогену	10	2	2			6						
Тема 15. Підгрупа Алюмінію	10	2	2			6						
Тема 16. Перехідні метали першої та другої груп	10	2	2			6						
Тема 17. Перехідні метали восьмої групи	10	2	2			6						
Тема 18. Перехідні метали шостої та сьомої груп	10	2	2			6						
Тема 19. Перехідні метали третьої - п'ятої груп. Лантаніди та актиноїди	10	2	2			6						
<b>Разом за змістовим модулем II</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>20</b>			<b>60</b>						
<b>Змістовий модуль III. Біогеохімія органічних сполук</b>												
Тема 20. Теорія будови органічних сполук	10	2	2			6						
Тема 21. Насичені вуглеводні	9	2	1			6						
Тема 22. Ненасичені вуглеводні	9	2	1			6						
Тема 23. Ароматичні вуглеводні	9	2	1			6						
Тема 24. Спирти та феноли	9	2	1			6						
Тема 25. Аміни	9	2	1			6						
Тема 26. Альдегіди та кетони	9	2	1			6						
Тема 27. Карбонові кислоти	9	2	1			6						
Тема 28. Гетероциклічні	9	2	1			6						

СПОЛУКИ												
<b>Разом за змістовим модулем III</b>	<b>82</b>	<b>18</b>	<b>10</b>			<b>54</b>						
<b>Усього годин</b>	<b>270</b>	<b>56</b>	<b>48</b>			<b>166</b>						

### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Атомно-молекулярне вчення	2
2	Періодичний закон і періодична система хімічних елементів	2
3	Розчини. Колігативні властивості розчинів	2
4	Поняття про електроліти. Електролітична дисоціація	2
5	Хімічна термодинаміка	2
6	Кінетика хімічних реакцій. Вплив температури на швидкість реакцій	2
7	Рівноваги в розчинах електролітів. Гідроліз. Гетерогенні рівноваги	2
8	Комплексні сполуки	2
9	Окисно-відновні реакції. Електрохімія	2
10	Біогеохімія лужних та лужноземельних металів	2
11	Біогеохімія галогенів та їх сполук	2
12	Біогеохімія халькогенів та їх сполук	2
13	Підгрупа Карбону	2
14	Підгрупа Нітрогену	2
15	Підгрупа Алюмінію	2
16	Перехідні метали першої та другої груп	2
17	Перехідні метали восьмої групи	2
18	Перехідні метали шостої та сьомої груп	2
19	Перехідні метали третьої - п'ятої груп. Лантаніди та актиноіди	2
20	Теорія будови органічних сполук	2
21	Насичені вуглеводні	1
22	Ненасичені вуглеводні	1
23	Ароматичні вуглеводні	1
24	Спирти та феноли	1
25	Аміни	1
26	Альдегіди та кетони	1
27	Карбонові кислоти	1
28	Гетероциклічні сполуки	1
	<b>Разом</b>	<b>48</b>

### 7. Самостійна робота

**Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання (166 год.):**

1. Підготовка до аудиторних занять: 0,4 год. на 1 год. аудиторних занять (0,5 \* 104 год. = 52 год.).
2. Підготовка до екзамену: 4 год. на 1 єврокредит (4\*9 = 36 год.).
3. Виконання індивідуального завдання: 22 год.
4. Опрацювання окремих питань програми, які не викладаються на лекціях: 2 год. на частину теми (2\*28 = 56 год.).

№ з/п	Назва змістового модуля та теми	Кількість годин
	<b>Змістовий модуль I.</b>	
	<b>Змістовий модуль I. Загальна хімія</b>	
	<b>Тема 1. Атомно-молекулярне вчення</b>	2
1.	Знаходження найпростішої формули речовини за відомим вмістом елементів.	
	<b>Тема 2. Періодичний закон і періодична система хімічних елементів</b>	2
2.	Складання електронних формул елементів.	
	<b>Тема 3. Розчини. Колігативні властивості розчинів</b>	2
3.	Розрахунок наважки речовини для приготування розчину із заданою концентрацією.	
	<b>Тема 4. Поняття про електроліти. Електролітична дисоціація</b>	2
4.	Розрахунок рН буферного розчину	
	<b>Тема 5. Хімічна термодинаміка</b>	2
5.	Визначення напрямку реакції за розрахунком енергії Гіббса	
	<b>Тема 6. Кінетика хімічних реакцій. Вплив температури на швидкість реакцій</b>	2
6.	Визначення константи швидкості реакцій першого порядку	
	<b>Тема 7. Рівноваги в розчинах електролітів. Гідроліз. Гетерогенні рівноваги</b>	2
7.	Визначення розчинності важкорозчинних солей	
	<b>Тема 8. Комплексні сполуки</b>	2
8.	Встановлення координаційного числа Феруму	
	<b>Тема 9. Окисно-відновні реакції. Електрохімія</b>	2
9.	Потенціометричне визначення рН	
	<b>Змістовий модуль II. Біогеохімія елементів та їх сполук</b>	
	<b>Тема 10. Біогеохімія лужних та лужноземельних металів</b>	2
10.	Якісні реакції на катіони натрію, калію та кальцію	
	<b>Тема 11. Біогеохімія галогенів та їх сполук</b>	2
11.	Якісні реакції на галогенаніони.	
	<b>Тема 12. Біогеохімія халькогенів та їх сполук</b>	2
12.	Якісні реакції на сульфід-, сульфід- і сульфатаніони.	
	<b>Тема 13. Підгрупа Карбону</b>	2
13.	Якісні реакції на карбонатаніон	
	<b>Тема 14. Підгрупа Нітрогену</b>	2
14.	Якісні реакції на нітат- та нітританіон	
	<b>Тема 15. Підгрупа Алюмінію</b>	2
15.	Якісні реакції на катіон алюмінію та алюмінатаніон	
	<b>Тема 16. Перехідні метали першої та другої груп</b>	2
16.	Виявлення Купруму та Аргентуму	
	<b>Тема 17. Перехідні метали восьмої групи</b>	2
17.	Виявлення Феруму та Нікелю	
	<b>Тема 18. Перехідні метали шостої та сьомої груп</b>	2
18.	Виявлення Хрому та Мангану	
	<b>Тема 19. Перехідні метали третьої - п'ятої груп. Лантаніди та актиноіди</b>	2
19.	Комплексні сполуки титану	
	<b>Змістовий модуль III. Біогеохімія органічних сполук</b>	
	<b>Тема 20. Теорія будови органічних сполук</b>	2



20.	Структурні формули органічних сполук.	
	<b>Тема 21. Насичені вуглеводні</b>	2
21.	Добування етану з ацетату натрію.	
	<b>Тема 22. Ненасичені вуглеводні</b>	2
22.	Виявлення ненасичених сполук бромною водою.	
	<b>Тема 23. Ароматичні вуглеводні</b>	2
23.	Нітрування бензену нітруючою сумішю.	
	<b>Тема 24. Спирти та феноли</b>	2
24.	Виявлення спиртів хромовлю сумішю.	
	<b>Тема 25. Аміни</b>	2
25.	Ідентифікація амінів нітритною кислотою.	
	<b>Тема 26. Альдегіди та кетони</b>	2
26.	Реакція срібного дзеркала	
	<b>Тема 27. Карбонові кислоти</b>	2
27.	Ідентифікація оцтової, мурашиної, щавелевої кислот	
	<b>Тема 28. Гетероциклічні сполуки</b>	2
28.	Номенклатура гетероциклічних сполук	
	<b>Разом</b>	<b>56</b>

### 8. Індивідуальні завдання Тематика ІНДЗ

1. Геохімія та фізіологічна роль мікроелементів.
2. Історичний розвиток хімічних технологій.
3. Хімічні аспекти охорони навколишнього середовища і одержання екологічно чистої продукції.
4. Біогенні елементи. Макро- і мікро- та ультрамікроелементи.
5. Основні забруднювачі довкілля.
6. Біологічні методи аналізу: біоіндикація та біотестування.
7. Важкі метали та їх фітоіндикація.
8. Вміст токсичних хімічних елементів у побутових відходах.
9. Вміст токсичних хімічних елементів у стічних водах.
10. Характеристика біогеохімічних циклів найважливіших біофільних елементів.
11. Геохімія та фізіологічна роль макроелементів.

### Вимоги щодо виконання ІНДЗ

Навчально-дослідна робота повинна складатися зі змісту, вступу, основної частини, висновків, списку використаної літератури.

У вступі слід:

- а) обґрунтувати актуальність теми;
- б) показати ступінь розробленості даної теми, здійснити аналіз сучасного стану дослідження проблеми;
- в) поставити завдання дослідження.

В основній частині потрібно висвітлити основний матеріал теми навчальної роботи, викласти факти, ідеї, результати досліджень в логічній послідовності, обґрунтувати власну позицію, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначити шляхи вирішення досліджуваної проблеми, розглянути тенденції подальшого розвитку даного питання. Практичну частину (за наявності) необхідно представити у вигляді результатів власних досліджень, із статистичною обробкою даних.

У висновках потрібно представити результати дослідження, підвести його підсумки.

Список використаної літератури подавати згідно вимог.

В тексті реферату слід посилатися на список літератури, вказуючи при цьому в квадратних дужках номер джерела у списку використаної літератури і сторінки, які використанні для написання роботи за таким зразком: [1, С. 25-32].

Обсяг реферату 6-8 сторінок, друкований (формат А-4; інтервал 1,5; розмір шрифту – 14).

Роботу потрібно виконати на окремих аркушах, які необхідно скріпити. На титульному аркуші слід вказати прізвище, ім'я та по-батькові студента, курс, групу, спеціальність. Текст роботи повинен бути чітким, розбірливим, з пронумерованими сторінками. Робота може бути виконана у формі презентаційної доповіді.

### Критерії оцінювання ІНДЗ

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	2 бали
2.	Складання плану дослідження	2 бали
3.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень в логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання.	5 балів
4.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	4 бали
5.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел)	2 бали
<b>Разом</b>		<b>15 балів</b>

**Примітка.** Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за виконання ІНДЗ становить **15 балів**. Невиконання ІНДЗ оцінюється у 0 балів.

### Шкала оцінювання ІНДЗ

Рівень виконання	Кількість балів, що відповідає рівню	Оцінка за традиційною системою
Високий	16-20	Відмінно
Достатній	11-15	Добре
Середній	6-10	Задовільно
Низький	1-5	Незадовільно

**„Відмінно”** відповідає **16-20** балам, ставиться: при виконанні ІНДЗ у повному обсязі, теоретична та практична (за наявністю) частини не мають помилок; відповіді на запитання вичерпні й аргументовані; оформлення відповідає вимогам, робота виконана вчасно.

**„Добре”** відповідає **11-15** балам, ставиться якщо: ІНДЗ виконано в повному обсязі і не має помилок, які потребують її переробки; відповіді на запитання даються по суті, але не в деталях.

**„Задовільно”** відповідає **6-10** балам, ставиться, якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце помилки; оформлення не відповідає вимогам; відповіді на запитання даються не в повному обсязі.

**„Незадовільно”** відповідає **1-5** балам, виставляється якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце суттєві помилки, які тягнуть за собою переробку; оформлення не

відповідає вимогам; на запитання студент дає неправильні відповіді.

### 9. Методи навчання

Лекція, розповідь, пояснення, бесіда, інструктаж, ілюстрування, самонавчання, практичні роботи, навчальні дослідження, польові дослідження, дискусія, лекція-візуалізація, екскурсія, консультації.

### 10. Методи контролю

Усне та письмове опитування, тестовий контроль, презентація робіт, оцінювання індивідуального завдання, екзамен. Оцінювання здобувачів вищої освіти відбувається за національною шкалою (відмінно, добре, задовільно, незадовільно; зараховано, незараховано), 100-бальною шкалою та шкалою ЄКТС (А, В, С, D, E, F, FX) та дозволяє продемонструвати ступінь досягнення ними запланованих результатів навчання.

### 11. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1 45 балів																		Модуль 2	Модуль 3	Сума									
ЗМ I 15 балів						ЗМ II 15 балів						ЗМ III 15 балів						ІНДЗ*	Екзамен										
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	15 балів	70 балів	100 балів

\* За бажанням студента.

T1, T2 ... T28 – теми лабораторних занять.

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
64-74	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 12. Методичне забезпечення

1. Електронні конспекти лекцій.
2. Методичні вказівки до практичних занять.
3. Презентації в Microsoft Office PowerPoint для супроводу викладання лекційного матеріалу.
4. Методичні матеріали на платформі Moodle.

### 13. Рекомендована література

#### Базова

1. Хімія [Текст] : [підручник] / В. П. Басов, В. М. Радионов, О. Г. Юрченко. - 3-тє вид., випр. - К. : Каравела, 2003. 280 с.
2. Загальна та неорганічна хімія : підручник : рекомендовано МОН України / Н. В. Романова. - К. : Ірпінь : Перун, 2007. 480 с.
3. Загальна хімія / О.І. Буря, М.Ф. Повхан, О.П. Чигвінцева та ін. Дн.: Наука і освіта, 2002. – 306 с.
4. Кириченко В.І. Загальна хімія / В.І. Кириченко. – К.: Вища школа, 2005. –639 с.
5. Органічна хімія / Ю.Ю. Ластухін, С.А. Воронов. – Львів: Центр Європи, 2001. 863 с.

#### Допоміжна

1. Основи загальної хімії / В.С. Телегус, О.І. Бодак, О.С. Заречнюк та ін. Львів: Світ, 2000. 424 с.
2. Теоретичні розділи загальної хімії / Л.Г. Рейтер, О.М. Степаненко, В.П. Басов. К.: Каравела, 2006. 304 с.
3. Загальна та неорганічна хімія / О.М. Степаненко, Л.Г. Рейтер, В.М. Ледовський та ін. К.: Педагогічна преса, 2000. 783 с.

### 14. Інформаційні ресурси

- <https://tm3.kisil.pp.ua/mod/folder/view.php?id=13150>  
<http://194.44.112.13/chytalna/2031/index.html#p=12>

**Зміни та доповнення, внесені у робочу програму**

На 2020 – 2021 навчальний рік


*Згідно із змінами до Положення про порядок оцінювання знань студентів внесені зміни у розділ «Розподіл балів, які отримують студенти», а саме: поточне оцінювання, ІНДЗ – 50 балів, екзамен – 50 балів.*

Завідувач кафедрою



М. М. Ільєнко

Внесені зміни та доповнення затверджую

Проректор з навчальної роботи  
 М.Б. БОДНАР

„19” листопада 2020 р.

На 20\_\_ – 20\_\_ навчальний рік

---

---

---

---

---

---

---

---

Ухвалені на засіданні кафедри (протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ )

Завідувач кафедрою \_\_\_\_\_

Внесені зміни та доповнення затверджую

Проректор з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

На 20\_\_ – 20\_\_ навчальний рік

---

---

---

---

---

---

---

---

Ухвалені на засіданні кафедри (протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ )

Завідувач кафедрою \_\_\_\_\_

Внесені зміни та доповнення затверджую

Проректор з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.