

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

Кафедра біології, екології та методик їх навчання



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ХІМІЯ (НЕОРГАНІЧНА ТА ОРГАНІЧНА)**

рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

галузь знань **01 Освіта/Педагогіка**

спеціальність **014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)**

освітньо-професійна програма **Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)**

Робоча програма навчальної дисципліни “Хімія (неорганічна та органічна)” для студентів, які навчаються за спеціальністю 014 Середня освіта (Біологія та здоров’я людини). Кременець. 2021. 24 с.

Розробники: Польовий Д. О. – доцент кафедри біології, екології та методик їх навчання, кандидат хімічних наук, доцент,

Гурська О. В., старший викладач кафедри біології, екології та методик їх навчання, кандидат біологічних наук

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри біології, екології та методик їх навчання

Протокол № 1 від „31” серпня 2021 року

Завідувач кафедри



Н. Цицюра

## 1. Вступ

**Анотація.** Освітній компонент «Хімія (неорганічна та органічна)» складається відповідно із двох змістових модулів.

Неорганічна хімія – обов’язкова, фундаментальна природнича дисципліна у системі вищої біологічної освіти, знання якої необхідні для плідної, творчої діяльності фахівців у галузі біології. Знання з неорганічної хімії дозволять майбутньому фахівцю оволодіти найсуттєвішим навичками якісного і кількісного прогнозування вірогідності перебігу хімічних реакцій та встановлення механізмів взаємодії неорганічних речовин, їх біотрансформації в організмі людини.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Неорганічна хімія» є хімічні елементи, утворені ними прості та складні сполуки (крім органічних), закономірності перетворення цих речовин, фізико-хімічні основи використання неорганічних речовин у біології.

Дисципліна «Хімія органічна» присвячена систематичному вивченні закономірностей хімічної поведінки органічних сполук у взаємозв'язку з їх будовою і формування на цій основі творчого хімічного мислення, необхідного для успішного освоєння профільних дисциплін, а також для практичної діяльності. Органічна хімія відіграє важливу роль у підготовці студентів вищих навчальних закладів як фундаментальна хімічна дисципліна, що має певне фахове спрямування. Завдання органічної хімії полягають у визначенні структури органічних молекул як природних так і синтетичних; вивченні та розумінні хімічних перетворень органічних молекул на основі знань природи функціональних груп; виявленні залежності між їх молекулярною, електронною будовою та фізіологічними ефектами, виявленні закономірностей їх перетворень; вивченні аспектів виділення, очистки та аналізу органічних сполук.

Програму навчальної дисципліни «Хімія (неорганічна та органічна)» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу у вищих навчальних закладах, рекомендованою Європейською кредитно-трансферною системою (ECTS).

**Ключові слова:** s-елементи, p-елементи, d-елементи, f-елементи, лужні метали, лужно-земельні метали, халькогени, галогени, інертні елементи; теорія будови органічних сполук, номенклатура IUPAC, класи органічних сполук, ізомерія, типи гібридизація атомних орбіталей, ароматичність.

## 2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <b>01 Освіта / Педагогіка</b>	Нормативна	
Модулів – 4	Спеціальність <b>014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)</b>  Освітньо-професійна програма <b>Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: презентація		<b>Семестр</b>	
		II	II
Загальна кількість годин – 150	Освітній рівень: <b>перший (бакалаврський)</b>	<b>Практичні, семінарські</b>	
		-	-
<b>Лабораторні</b>			
36 год.		10 год.	
<b>Самостійна робота</b>			
78 год.		132 год.	
Вид контролю: залік			

### Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 48,0 % : 52,0 %;  
для заочної форми навчання – 12,0 % : 88,0 %.

### **3. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета** викладання навчальної дисципліни – надати майбутнім спеціалістам фундаментальних знань теоретичних положень неорганічної та органічної хімії з урахуванням сучасних досягнень; знань про властивості хімічних елементів та їх неорганічних та органічних сполук на основі загальних закономірностей періодичної системи з використанням сучасних уявлень про будову атомів, молекул, теорії хімічних зв'язків.

**Основні завдання:** формування теоретичних знань та практичних навичок при рішенні задач, виконанні та проведенні експериментів з хімії неорганічної та органічної у майбутніх фахівців відповідно до поставленої мети.

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Хімія (неорганічна та органічна)» **здобувач вищої освіти повинен володіти такими компетентностями та досягти таких результатів навчання:**

#### **Інтегральна**

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі освіти, що передбачає проведення досліджень і здійснення інновацій та характеризується комплексністю і невизначеністю умов та вимог;

#### **Загальні**

ЗК2. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК8. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні, діяти на основі етичних правил та академічної доброчесності.

ЗК12. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

#### **Фахові**

ФК6. Здатність оперувати поняттями, законами, концепціями, вченнями і теоріями біології.

ФК7. Здатність розкривати загальну структуру біологічної науки на основі взаємозв'язку основних учень біології для характеристики живих систем різного рівня організації.

ФК8. Здатність використовувати поглиблені теоретичні та практичні знання, системні методології, міжнародні та професійні стандарти в області природничих наук.

ФК9. Здатність використовувати сучасні методи біологічних досліджень, інтерпретувати та використовувати їх результати в освітньому процесі.

### **Програмні результати навчання**

РН2. Вміти використовувати різноманітні ресурси для пошуку потрібної інформації, критично аналізувати й опрацьовувати інформацію з метою використання її у сфері професійної діяльності із дотриманням принципів академічної доброчесності.

РН8. Знати сучасну систему організації природи, закономірності будови, функціонування природних систем різного рівня з використанням сучасних методів біології, пояснювати їх роль для забезпечення сталого розвитку та раціонального природокористування.

## 4. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Хімія неорганічна

#### **Тема 1. Основні поняття та закони хімії. Будова атома. Періодичний закон Д. І. Менделєєва**

Основні поняття хімії: атом, молекула, хімічний елемент, прості й складні речовини. Атомні й молекулярні маси. Кількість речовини. Моль. Молярна маса. Основні стехіометричні закони.

Атомне ядро й електронна оболонка. Постулати Бора. Хвильові властивості електрона. Хвильове рівняння. Квантові числа. Принцип Паулі. Заповнення електронами підрівнів. Правило Хунда.

Періодичний закон у формулюванні Д.І. Менделєєва та структура періодичної системи елементів.

#### **Тема 2. Гідроген та його сполуки. s-Елементи ІА-ІІА груп**

Загальна характеристика s-елементів. Особливості положення в ПС.

Характеристика і реакційна здатність зв'язку Гідрогену з іншими поширеними елементами. Водень як проста речовина. Йони Гідрогену і гідроксонію. Вода як важлива сполука Гідрогену, її фізичні та хімічні властивості.

Загальна характеристика s-елементів ІА групи. Металічний стан лужних металів. Взаємодія з простими і складними речовинами. Гідроксиди лужних металів, солі та їх властивості, застосування. Біологічна роль натрію та калію.

Загальна характеристика s-елементів ІІА групи. Фізико-хімічні властивості та характеристика найважливіших сполук. Основний характер оксидів та гідроксидів. Біологічна роль Кальцію та Магнію. Твердість води, одиниці її вимірювання. Методи її усунення.

#### **Тема 3. p-Елементи ІІІА-ІVА груп**

Загальна характеристика елементів ІІІА групи. Бор. Бориди. Бор (ІІІ) оксид і боратні кислоти. Тетраборат натрію. Біологічна роль Бору.

Алюміній. Проста речовина та її хімічна активність. Амфотерність алюмінію, його оксиду та гідроксиду. Фізико-хімічні основи застосування Алюмінію та його сполук у медицині, фармації та косметології.

Загальна характеристика елементів ІVА групи. Алотропія Карбону. Типи гібридизації атома Карбону і будова молекул, що містять Карбон. Біологічна роль Карбону. Фізичні та хімічні властивості простих речовин. Сполуки Карбону. Оксид Карбону(ІІ), його кислотно-основні та окисно-відновні характеристики.

Сполуки Карбону (IV). Оксид Карбону (IV). Карбонатна кислота, карбонати і гідрогенкарбонати.

Силіцій. Загальна характеристика. Біологічна роль. Оксигеновмісні сполуки Силіцію: оксид силіцію (IV), силікатні кислоти, силікати.

Підгрупа Германію (Германій, Станум, Плюмбум).

#### **Тема 4. р-Елементи VA групи**

Загальна характеристика елементів VA групи. Нітроген, Фосфор, Арсен – поширення в природі, вміст в живих організмах, біологічна роль.

Нітроген. Азот як проста речовина. Амоніак, кислотно-основна та окисно-відновна характеристика, реакції заміщення. Оксиди Нітрогену. Нітритна кислота та нітрити. Нітратна кислота та нітрати.

Фосфор. Алотропні видозміни Фосфору, їх хімічна активність. Оксиди. Ортофосфатна кислота та її йони; дигідрогенфосфати, гідрогенфосфати і фосфати, їх кислотно-основні властивості. Метафосфатна кислота.

Підгрупа Арсену (Арсен, Стибій, Бісмут).

#### **Тема 5. р-Елементи VIA групи**

Загальна характеристика елементів VIA групи. Оксиген. Особливості електронної структури молекули кисню, хімічна активність. Триоксиген (озон). Біологічна роль Оксигену, застосування кисню та озону у медицині і фармації.

Сульфур – загальна характеристика. Сірка як проста речовина. Гідрогенсульфід, сульфідні металів і неметалів. Сполуки Сульфуру (IV) – оксид, хлорид, сульфитна кислота, сульфіти та гідрогенсульфіти, їх кислотноосновні та окисно-відновні властивості. Сполуки Сульфуру (VI) – оксид, сульфатна кислота, сульфати, кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Застосування сполук Сульфуру.

Селен і Телур. Кислотно-основні та окисно-відновні властивості сполук. Біологічна роль Селену.

#### **Тема 6. р-Елементи VIIA-VIIIA груп**

Загальна характеристика галогенів. Особливі властивості Флуору як найелектронегативнішого елемента. Прості речовини, їхня хімічна активність. Сполуки галогенів з Гідрогеном. Розчинність у воді. Кислотні та окисно-відновні властивості. Оксигеновмісні кислоти галогенів та їхні солі. Хлорати, бромати і йодати. Біологічна роль сполук Хлору, Флуору, Бромум та Йоду.



Загальна характеристика р-елементів VIIIA групи. Особливості будови молекул. Фізичні та хімічні властивості. Відносність поняття «інертні газы». Сполуки інертних газів з Флуором.

### **Тема 7. Загальна характеристика d-елементів. d-Елементи IB та IIB груп**

Загальна характеристика d-елементів. Зміна кислотно-основних та окисно-відновних властивостей сполук зі зміною ступеня окиснення.

Загальна характеристика елементів IB групи. Фізичні і хімічні властивості простих речовин. Сполуки Купруму (I) і Купруму (II), їхні кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Сполуки Аргентуму, їхні кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Аурум. Сполуки Ауруму (I) і Ауруму (III), їх кислотно-основні та окисно-відновні характеристики, застосування.

Загальна характеристика елементів IIB групи. Цинк. Кисотно-основна та окисно-відновна характеристика сполук Цинку. Кадмій та його сполуки в порівнянні з аналогічними сполуками Цинку. Меркурій. Загальна характеристика; властивості, відмінні від Цинку та Кадмію. Сполуки Меркурію (I) і Меркурію (II), їхня кислотно-основна та окисно-відновна характеристика.

### **Тема 8. d-Елементи IIIB - VIIB груп.**

d-Елементи IIIB групи (підгрупа Скандію). Загальна характеристика, подібність та відмінність елементів IIIB групи. Біологічна роль Скандію, його хімічні властивості. f-елементи як аналоги d-елементів IIIB групи, подібність та відмінність на прикладі Церію.

d-елементи IVB і VB груп. Загальна характеристика. Хімічні основи застосування простих речовин та сполук Титану, Ванадію, Ніобію, Танталу у медицині і фармації.

d-елементи VIB групи. Загальна характеристика підгрупи Хрому. Сполуки Хрому (II), кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Сполуки Хрому (VI) – оксид та дихроматна кислота, хромати та дихромати, кислотно-основна. Молібден та Вольфрам, загальна характеристика, окисно-відновні властивості сполук. Біологічна роль Хрому та Молібдену.

d-елементи VIIB групи. Манган. Хімічна активність простої речовини. Сполуки Мангану (II) та Мангану (III): кислотно-основна та окисно-відновна характеристика. Манган (IV) оксид. Біологічна роль Мангану.

### **Тема 9. d-Елементи VIIIB груп**

Загальна характеристика елементів родини Феруму. Характеристика елемента, його йонні стани, координаційні числа. Природні сполуки. Залізо.

Хімічна активність заліза, здатність до комплексоутворення. Сполуки Феруму (II) – кислотно-основні та окисно-відновні властивості. Сполуки феруму (III). Характеристика ферум (III) оксиду та гідроксиду.

Кобальт. Нікель. Хімічні властивості простих речовин. Природні оксигеновмісні сполуки. Біологічна роль феруму, кобальту та нікелю.

Родина платинових металів. Хімічні властивості та застосування.

## **Змістовий модуль 2. Хімія органічна**

### **Тема 1. Вступ. Основні поняття органічної хімії**

Органічна хімія як наука. Предмет органічної хімії. Теорії будови органічних сполук. Структурні формули. Гомологія. Ізомерія. Поняття про стереоізомерію.

Типи хімічних зв'язків в органічних молекулах. Кратні зв'язки. Характеристика хімічних зв'язків: енергія, довжина, полярність зв'язків, поляризованість молекул.

Атомні орбіталі. Молекулярні орбіталі. Типи гібридних орбіталей. Типи зв'язків, які можуть утворюватись при перекриванні s-, p-гібридних орбіталей.

Класифікація органічних реакцій: за їх наслідком (заміщення, приєднання, відщеплення, перегрупування); за типом розриву зв'язків та природою реагуючих часток (гомолітичні та гетеролітичні). Радикальні, електрофільні та нуклеофільні реагенти. Перехідний стан (активний комплекс), проміжний продукт.

Класифікація та номенклатура органічних сполук. Тривіальна, раціональнофункціональна. Замісникові номенклатура. Принципи номенклатури IUPAC.

### **Тема 2. Алкани. Циклоалкани**

Місце алканів серед органічних сполук. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алканів. Знаходження алканів у природі. Методи одержання алканів.

Фізичні властивості алканів. Хімічні властивості. Галогенування. Нітрування. Сульфохлорування. Окиснення і крекінг алканів. Механізм реакцій.

Поняття конфігурації. Конфігурація насичених вуглеводнів (етан, бутан).

Класифікація циклоалканів за розміром циклу та кількістю циклів. Номенклатура моно- та біциклічних циклоалканів. Ізомерія: структурна, геометрична, оптична, конформаційна.

Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Особливості малих циклів (реакції приєднання). Реакції заміщення в середніх циклах.

Окремі представники: циклопропан, циклопентан, циклогексан; їх використання.

### **Тема 3. Ненасичені вуглеводні: алкени, алкіни, алкадієни.**

Структурна і просторова будова алкенів. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алкенів. Способи одержання алкенів.

Фізичні властивості алкенів. Хімічні властивості алкенів. Каталітичне гідрування. Приєднання галогенів (бромовання). Приєднання галогеноводнів. Приєднання сульфатної кислоти, води. Оксосинтез. Окиснення алкенів. Реакції алкенів зі збереженням подвійного зв'язку. Реакція хлорування, бромовання. Полімеризація алкенів.

Будова молекули ацетилену. Гомологічний ряд, номенклатура та ізомерія алкінів. Методи одержання алкінів.

Фізичні властивості алкінів. Хімічні властивості алкінів. Реакції приєднання по потрійному зв'язку: водню, галогенів, гідрогенгалогенідів, води (гідратація). Приєднання гідрогенціаніду, спиртів, кислот. Кислотність алкінів. Утворення ацетиленідів. Окиснення алкінів. Полімеризація ацетилену. Синтез вініл-, дивінілацетилену, бензену. Одержання хлоропрену.

Класифікація, номенклатура та ізомерія дієнів. Спряжені дієни, особливості будови та стереохімія. Способи одержання алкадієнів.

Фізичні властивості дієнів. Хімічні властивості спряжених дієнів. Реакції приєднання. Гідрування, електрофільне приєднання галогенів, гідрогенгалогенідів. Електроциклічні реакції. Дієновий синтез (Дільса – Альдера). Окиснення дієнів. Полімеризація. Каучук – натуральний та синтетичний. Гума.

### **Тема 4. Ароматичні вуглеводні (Арени)**

Арени, їх класифікація. Бензен, його гомологи. Формула Кекуле для бензену. Електронна будова. Особливості бензену: відносна стабільність до окиснення, схильність до реакцій заміщення, термохімія гідрування та загоряння бензину. Номенклатура й ізомерія. Методи одержання.

Фізичні властивості бензину та його гомологів. Хімічні властивості арєнів. Реакції приєднання до бензену: каталітичне гідрування. Відновлення натрієм у рідкому аміаку до гідробензену, галогенування. Реакції окиснення бензену. Ізомеризація бензену дією УФ-випромінювання.

Реакції електрофільного заміщення в бензені: алкілювання, галогенування, сульфування, нітрування, ацилювання. Електрофільні реагенти та електрофільні частинки. Механізм реакції електрофільного заміщення.

Окремі представники арєнів та їх використання.

## **Тема 5. Спирти, феноли**

Класифікація, ізомерія і номенклатура спиртів. Промислові методи одержання етанолу.

Фізичні властивості. Хімічні реакції спиртів. Реакції розриву зв'язку. Реакції з активними металами. Утворення етерів. Окиснення.

Реакційна здатність первинних, вторинних і третинних спиртів. Алкоголяти спиртів, їх гідроліз. Окиснення спиртів. Дегідрування спиртів. Реакції з галогеноводнями. Дегідратація спиртів.

Багатоатомні спирти. Класифікація, номенклатура та ізомерія багатоатомних спиртів. Двоатомні спирти – гліколі. Трьохатомні спирти, гліцерин.

Одноатомні феноли: способи одержання. Кислотно-основні властивості фенолів: взаємний вплив гідроксила й ядра та природи замісників у ядрі. Властивості гідроксила фенолу.

Реакції заміщення в ядрі фенолу. Умови та механізм нітрування. Сульфування. Галогенування. Феноли та їхні похідні як пестициди.

Дво- і триатомні феноли. Пірокатехін, резорцин, гідрохінон, пірогалол та флороглюцин.

## **Тема 6. Альдегіди і кетони**

Аліфатичні альдегіди та кетони. Класифікація, номенклатура та ізомерія альдегідів і кетонів. Будова карбонільної групи. Методи одержання.

Фізичні й хімічні властивості. Реакції нуклеофільного приєднання. Відновлення альдегідів і кетонів до спиртів. Реакція Тищенко. Відновлювальне амінування кетонів. Альдольна та кротонова конденсація.

Формальдегід, ацетальдегід і кетони, їх промислові синтези та застосування.

Ненасичені альдегіди і кетони. Методи синтезу та хімічні властивості. Спряження карбонільних і алкенових подвійних зв'язків: 1,2- та 1,4-приєднання. Участь у реакціях дієнового синтезу.

## **Тема 7. Карбонові кислоти**

Класифікація, ізомерія і номенклатура карбонових кислот. Будова карбоксильної групи і карбоксилат-іону. Одержання карбонових кислот. Промисловий синтез карбонових кислот з вуглеводнів. Одержання мурашиної та оцтової кислот.

Фізичні властивості кислот. Реакції карбонових кислот. Чотири основних типи реакцій карбонових кислот. Реакції з розривом О-Н зв'язку, по

карбонільному вуглецю, декарбоксілювання, реакція по  $\alpha$ -карбонівому атому. Одержання солей, хлорангідридів, естерів, галогенування.

Властивості солей карбонівих кислот: суха перегонка, електроліз, відновлення, реакції з хлорангідридами і алкілгалогенідами.

### **Тема 8. Функціональні похідні карбонівих кислот. Етери, естери**

Номенклатура, будова, способи одержання та фізичні властивості найважливіших функціональних похідних карбонівих кислот.

Альдегідо- і кетокислоти. Класифікація, номенклатура, ізомерія та способи одержання оксокарбонівих кислот. Особливості прояву хімічних властивостей оксокислот як біфункціональних сполук. Взаємний вплив функціональних груп. Окремі представники альдо- і кетокислот та їх практичне застосування (гліюксілова, піровиноградна, ацетооцтова).

Галогено-, окси- та їх функціональні похідні. Фенолкарбоніві кислоти.

Етери. Номенклатура та ізомерія етерів. Метамерія. Методи одержання. Дегідратація спиртів. Механізм утворення етерів за методом Вільямсона. Приєднання спиртів до олефінів.

Фізичні властивості етерів. Хімічні властивості. Розщеплення етерів сульфатною, йодидною кислотами. Аутоокислення етерів.

Естери. Методи синтезу. Переестерифікація, реакції естерів. Гідроліз та амоноліз естерів. Мила.

### **Тема 9. Гетероцикли**

Введення в хімію гетероциклічних сполук.

Три-, чотиричленні гетероцикли (азиридин, оксирани, азетидин, оксетан).

П'ятичленні гетероцикли з одним гетероатомом (фуран, пірол, тіофен). П'ятичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами.

Шестичленні гетероциклічні сполуки з одним гетероатомом. Шестичленні гетероциклічні сполуки з двома гетероатомами. Піримідин

Конденсовані гетероциклічні системи. Пурин. Поняття про алкалоїди.

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма					Заочна форма						
	уся- го	у тому числі					уся- го	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
<b>Змістовий модуль 1. Хімія неорганічна</b>												
Тема 1. Основні поняття та закони хімії. Будова атома. Періодичний закон.	7	2		2		3	7	1		1		5
Тема 2. Гідроген та його сполуки. s-Елементи ІА-ІІА груп	7	2		2		3	7					7
Тема 3. р-Елементи ІІІА-ІVА груп	7	2		2		3	7	1		1		5
Тема 4. р-Елементи VА групи	7	2		2		3	7					7
Тема 5. р-Елементи VІА групи	7	2		2		3	7	1		1		5
Тема 6. р-Елементи VІІА - VІІІА груп	7	2		2		3	7	1		1		5
Тема 7. Загальна характеристика d-елементів. d-Елементи ІВ та ІІВ груп	7	2		2		3	7			1		6
Тема 8. d-Елементи ІІІВ - VІІВ груп.	7	2		2		3	7					7
Тема 9. d-Елементи VІІІВ групи	7	2		2		3	7					7
<b>Разом за ЗМ 1</b>	<b>63</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>27</b>	<b>63</b>	<b>4</b>		<b>5</b>		<b>54</b>
<b>Змістовий модуль 2. Хімія органічна</b>												
Тема 1. Вступ. Основні поняття органічної хімії	8	2		2		4	8	1		1		6
Тема 2. Алкани. Циклоалкани	8	2		2		4	8					8
Тема 3. Ненасичені вуглеводні: алкени, алкіни, алкадієни	8	2		2		4	8					8
Тема 4. Ароматичні вуглеводні (Арени)	9	2		2		5	9	1		1		6
Тема 5. Спирти, феноли	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 6. Альдегіди і кетони	9	2		2		5	9			1		8
Тема 7. Карбонові кислоти	9	2		2		5	9	1		1		7
Тема 8. Функціональні похідні карбонових кислот. Етери, естери	9	2		2		5	9					9
Тема 9. Гетероцикли	9	2		2			9					9
<b>Разом за ЗМ 2</b>	<b>78</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>42</b>	<b>78</b>	<b>4</b>		<b>5</b>		<b>69</b>
<b>Усього годин</b>	<b>141</b>	<b>36</b>		<b>36</b>		<b>69</b>	<b>141</b>	<b>8</b>		<b>10</b>		<b>123</b>
ІНДЗ	9				9		9				9	
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>36</b>		<b>36</b>	<b>9</b>	<b>69</b>	<b>150</b>	<b>8</b>		<b>10</b>	<b>9</b>	<b>123</b>

## 6. Теми лабораторних занять (денна форма)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовий модуль 1. Хімія неорганічна</b>		
1	Визначення молярної маси еквівалента металу	2
2	Хімічні властивості s-елементів та їх сполук	2
3	Хімічні властивості p-елементів III та IV груп	2
4	Хімічні властивості p-елементів V груп	2
5	Хімічні властивості p-елементів VI груп	2
6	Хімічні властивості p-елементів VII групи	2
7	Хімічні властивості d-елементів IB та IIB груп	2
8	Хімічні властивості d-елементів V-VII груп	2
9	Хімічні властивості d-елементів VIII груп	2
<b>Змістовий модуль 2. Хімія органічна</b>		
10	Кількісний елементний аналіз органічних сполук	2
11	Алкани: методи добування та хімічні властивості	2
12	Одержання та властивості етилену. Одержання ацетилену та його хімічні властивості	2
13	Властивості бензену та його аналогів	2
14	Аліфатичні та ароматичні спирти: хімічні властивості	2
15	Альдегіди та кетони: фізико-хімічні властивості	2
16	Методи одержання та хімічні властивості карбонових кислот	2
17	Гідроксикарбонові кислоти. Естери карбонових кислот	2
18	Методи добування та властивості окремих гетероциклів	2
Всього		36

## 6а. Теми лабораторних занять (заочна форма)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовий модуль 1. Хімія неорганічна</b>		
1	Визначення молярної маси еквівалента металу	1
2	Хімічні властивості p-елементів III та IV груп	1
3	Хімічні властивості p-елементів VI груп	1
4	Хімічні властивості p-елементів VII групи	1
5	Хімічні властивості d-елементів IB та IIB груп	1
<b>Змістовий модуль 2. Хімія органічна</b>		
6	Кількісний елементний аналіз органічних сполук	1
7	Властивості бензену та його аналогів	1
8	Аліфатичні та ароматичні спирти: хімічні властивості	1
9	Альдегіди та кетони: фізико-хімічні властивості	1
10	Методи одержання та хімічні властивості карбонових кислот	1
Всього		10

## 8. Самостійна робота

Самостійна робота здобувачів вищої освіти включає вивчення окремих тем, питань, що не були розглянуті в курсі лекцій, підготовку до лабораторних занять, підготовку доповідей та рефератів, презентацій, підготовку до семестрового контролю. Ефективність самостійної роботи студента викладач виявляє на лабораторних заняттях, під час тематичного опитування, перевірки зошитів для лабораторних занять та самостійної роботи, рефератів тощо та відбиває в загальній оцінці за тему і змістовий модуль.

**Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:**

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 1 год. на тему (1 x 18 = 18 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Періодичний закон у формулюванні Д.І. Менделєєва та структура періодичної системи елементів.	1
2	Твердість води, одиниці її вимірювання. Методи її усунення.	1
3	Підгрупа Германію (Германій, Станум, Плюмбум).	1
4	Підгрупа Арсену (Арсен, Стибій, Бісмут).	1
5	Селен і Телур. Кислотно-основні та окисно-відновні властивості сполук. Біологічна роль Селену.	1
6	Загальна характеристика р-елементів VIIIA групи, їх фізичні та хімічні властивості.	1
7	Меркурій. Сполуки Меркурію (I) і Меркурію (II), їхня кислотно-основна та окисно-відновна характеристика.	1
8	Манган. Хімічна активність простої речовини. Сполуки Мангану (II), Мангану (III), та Манган (IV). Біологічна роль Мангану.	1
9	Родина платинових металів. Хімічні властивості та застосування.	1
10	Класифікація та номенклатура органічних сполук. Тривіальна, раціонально-функціональна. Замісникові номенклатура. Принципи номенклатури IUPAC.	1
11	Методи одержання циклоалканів. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Окремі представники циклоалканів та їх використання.	1
12	Фізичні властивості дієнів. Хімічні властивості спряжених дієнів.	1
13	Окремі представники аренів та їх використання.	1
14	Дво- і триатомні феноли. Пірокатехін, резорцин, гідрохінон, пірогалол та флороглюцин.	1
15	Ненасичені альдегіди і кетони. Методи синтезу та хімічні	1



	властивості.	
16	Властивості солей карбонових кислот: суха перегонка, електроліз, відновлення, реакції з хлорангідрідами і алкілгалогенідами.	1
17	Естери. Методи синтезу. Переестерифікація, реакції естерів. Гідроліз та амоноліз естерів. Мила.	1
18	Конденсовані гетероциклічні системи. Пурин. Поняття про алкалоїди.	1
	<b>Разом</b>	<b>18</b>

2. Підготовка до аудиторних занять: 2 год. на 1 лабораторне заняття (1 год. x 18 = 18 год.).

3. Виконання завдань для самостійної роботи у лабораторному зошиті – 1 год. на 1 заняття (1 год. x 18 = 18 год.).

4. Виконання індивідуального завдання: 9 год.

5. Підготовка до семестрового контролю: 3 год. на 1 кредит ECST (3 x 5 = 15 год.).

***Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:***

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 3 год. на частину теми (8 x 3 = 24 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Основні поняття та закони хімії. Будова атома. Періодичний закон.	3
2	Тема 3. р-Елементи IIIA-IVA груп	3
3	Тема 5. р-Елементи VIA групи	3
4	Тема 6. р-Елементи VIIA -VIIIA груп	3
5	Тема 1. Вступ. Основні поняття органічної хімії	3
6	Тема 4. Ароматичні вуглеводні (Арени)	3
7	Тема 5. Спирти, феноли	3
8	Тема 7. Карбонові кислоти	3
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

2. Опрацювання окремих тем, які не розглядаються на лекціях.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2. Гідроген та його сполуки. s-Елементи IA-IIA груп	5
2	Тема 4. р-Елементи VA групи	6
3	Тема 7. Загальна характеристика d-елементів. d-Елементи IB та IIB груп	6

4	Тема 8. d-Елементи IIIВ - VIIВ груп.	6
5	Тема 9. d-Елементи VIIIВ групи	6
6	Тема 2. Алкани. Циклоалкани	6
7	Тема 3. Ненасичені вуглеводні: алкени, алкіни, алкадієни	6
8	Тема 6. Альдегіди і кетони	6
9	Тема 8. Функціональні похідні карбонових кислот. Етери, естери	6
10	Тема 9. Гетероцикли	6
	<b>Разом</b>	<b>59</b>

3. Підготовка до аудиторних занять: 1 год. на лабораторне заняття (1 год. x 10 = 10 год.).

4. Виконання завдань для самостійної роботи у лабораторному зошиті – 1 год. на заняття (1 x 10 = 10 год.).

5. Виконання індивідуального завдання: 9 год.

6. Підготовка до семестрового контролю: 4 год. на 1 кредит ECST (4 x 5 = 20 год.).

### 9. Індивідуальні завдання

- ✓ Гідроген та його сполуки.
- ✓ s-Елементи IАА груп.
- ✓ s-Елементи IIА груп.
- ✓ Бор. Алюміній. Підгрупа Скандію.
- ✓ Карбон. Силіцій. Підгрупа Германію
- ✓ Нітроген. Фосфор. Підгрупа Арсену.
- ✓ Оксиген. Сульфур. Селен. Телур. Полоній.
- ✓ Галогени.
- ✓ Благородні гази.
- ✓ Підгрупа Кумруму.
- ✓ Підгрупа Цинку.
- ✓ Підгрупа Хрому.
- ✓ Підгрупа Мангану.
- ✓ Родина Феруму.
- ✓ Органічна хімія як наука та навчальний предмет.
- ✓ Класифікація та номенклатура органічних сполук.
- ✓ Алкани.
- ✓ Алкени (Олефіни).
- ✓ Алкадієни.
- ✓ Алкіни.
- ✓ Арени.
- ✓ Спирти. Феноли.
- ✓ Аліфатичні альдегіди та кетони.
- ✓ Карбонові кислоти.
- ✓ Гетероцикли.

## 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.	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	7 балів
3.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	3 бали
4.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, список використаних джерел)	3 бал
<b>Разом</b>		<b>20 балів</b>

**Примітка.** Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за виконання ІНДЗ становить **20 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 наявності) 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; студент дає неправильні відповіді.

## 10. Методи навчання

Під час вивчення хімії (неорганічної та органічної) використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

*Словесні:* лекція, розповідь з елементами бесіди, пояснення.

*Наочні:* презентація.

*Практичні:* проведення дослідів, передбачених тематикою лабораторних робіт, розв'язування практичних завдань, робота з підручниками, електронними ресурсами.

### 11. Методи контролю

*Початковий* контроль знань студентів проводиться під час проведення лекційних та лабораторних занять і включає перевірку знань теоретичного й практичного матеріалу, що студенти засвоїли під час хімії у загальноосвітніх навчальних закладах у вигляді самостійної роботи або методом фронтального опитування.

*Поточний* контроль знань студентів проводиться викладачем на кожному лабораторному занятті шляхом усного або письмового опитування з питань теорії або практики.

Модуль 2 оцінюється за результатами виконання студентами індивідуально-дослідних навчальних завдань.

*Семестровий* контроль (Модуль 3) знань здобувачів вищої освіти з хімії (неорганічної та органічної) завершується заліком з дисципліни у II-му семестрі.

### 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання				Тести	Сума
Змістовий модуль 1.	Змістовий модуль 2.	Самостійна робота	ІНДЗ		
Л1 - 5	Л1 - 5				200:2=100
Л2 - 5	Л2 - 5				
Л3 - 5	Л3 - 5				
Л4 - 5	Л4 - 5				
Л5 - 5	Л5 - 5	40	20	50	
Л6 - 5	Л6 - 5				
Л7 - 5	Л7 - 5				
Л8 - 5	Л8 - 5				
Л9 - 5	Л9 - 5				

## Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів під час самостійної роботи та на лабораторних заняттях

**1-2 бали** – студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, може поверхово аналізувати події, процеси, явища і робити певні висновки; відповідь недостатньо осмислена; самостійно відтворює частину навчального матеріалу; вміє застосовувати знання для виконання завдання за зразком; користується додатковими джерелами.

**3 бали** – знання студента є достатньо ґрунтовними, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, висвітлює події з точки зору смислового взаємозв'язку, уміє аналізувати, встановлювати найсуттєвіші зв'язки та залежності між явищами, фактами, робити висновки, загалом контролює власну діяльність. Відповідь повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями. Студент виявляє вміння рецензувати відповіді інших та опрацьовувати матеріал самостійно.

**4 бали** – студент володіє глибокими та міцними знаннями, здатний використовувати їх у нестандартних ситуаціях; може визначати тенденції та протиріччя процесів; робить аргументовані висновки; оцінює окремі нові факти, явища, ідеї; використовує додаткові джерела та матеріали; самостійно визначає окремі цілі власної учбової діяльності; вирішує творчі завдання; відрізняє упереджену інформацію від об'єктивної; здатен сприйняти іншу позицію як альтернативну.

**5 балів** – студент має системні, дієві знання, виявляє творчі здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів-доказів своєї думки, вирішує складні проблемні завдання, схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; вміє ставити й розв'язувати проблеми, самостійно здобувати та використовувати інформацію, виявляє власне ставлення до неї; самостійно виконує науково-дослідну роботу; логічно і творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої обдарування та нахили.

### Критерії оцінювання за національною шкалою

За шкалою ECTS	За 100-бальною шкалою	За національною шкалою
A	90-100	Відмінно
B	82-89	Добре
C	75-81	Добре
D	67-74	Задовільно
E	60-66	Задовільно
FX	35-59	Незадовільно з можливістю повторного складання
F	1-34	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом

**Оцінка А «5» («відмінно») (90–100):** студент виявляє міцні, глибокі та системні знання навчально-програмованого матеріалу; відповідь студента повна, правильна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення навчального матеріалу; демонструє вміння самостійно знаходити та користуватися джерелами інформації,

критично оцінювати окремі нові факти, явища, ідеї, встановлювати причинно-наслідкові та міжпредметні зв'язки, робити аргументовані висновки; користується широким арсеналом засобів доказів власної думки, вирішує складні проблемні завдання; виявляє варіативність мислення і раціональність у виборі способів розв'язання практичних завдань; творчо застосовує професійні вміння і навички; вміє пов'язати теорію з практикою; володіє культурою викладу інформації, мова студента грамотна.

**Оцінка В «4» («добре») (82–89):** студент виявляє міцні, повні, ґрунтовні знання навчально-програмованого матеріалу; демонструє розуміння основоположних теорій і фактів, вміння аналізувати, порівнювати та систематизувати інформацію, встановлювати зв'язок з обраною професією та робити висновки; використовує загальновідомі докази у власній аргументації; вільно застосовує матеріал у стандартних ситуаціях; відповідь студента в цілому правильна, логічна та достатньо обґрунтована, однак при відповіді та виконанні практичних завдань допускає несуттєві помилки; рівень мовленнєвої культури відповідає загальноприйнятим нормам.

**Оцінка С «4» («добре») (75–81):** студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, проте його знання недостатньо глибокі та осмислені; відповідь на рівні загальних уявлень про предмет; демонструє деяке порушення логічності й послідовності викладу матеріалу; виявляє вміння частково аналізувати навчальний матеріал, порівнювати та робити певні, але неконкретні й неточні висновки; не вміє пов'язати теоретичні положення з практикою; має фрагментарні навички в роботі з джерелами інформації; виявляє невисоку культуру викладу знань.

**Оцінка Д «3» («задовільно») (67–74):** студент фрагментарно відтворює незначну частину навчального матеріалу; має нечіткі уявлення про об'єкт вивчення; виявляє елементарні знання фактичного матеріалу; викладає матеріал уривчастими реченнями, при відповіді допускає суттєві помилки, які не здатен виправити після коректування запитань; недостатньо володіє розумовими операціями; відсутні уміння і навички у роботі з джерелами інформації; не вміє логічно мислити та викласти свою думку.

**Оцінка Е «3» («задовільно») (60–66):** має мінімально достатні знання з дисципліни, зі значними помилками; у загальному недостатньо орієнтується у теоретичних ключових поняттях змістового модуля, теми; не досить впевнено, з суттєвими помилками застосовує знання ув практичних ситуаціях.

**Оцінка FX «2» («незадовільно») (35-59) (з можливістю повторного складання):** студент не має мінімально достатніх знань з дисципліни; погано або зовсім не орієнтується у теоретичних ключових поняттях змістового модуля, теми; не виявляє навичок застосування знань у практичних ситуаціях; демонструє; не виявляє творчі уміння застосування знань, навичок у навчально-дослідній та практичній діяльності.

**Оцінка F «2» («незадовільно») (0–34) (з обов'язковим повторним курсом):** не має мінімально достатніх знань з дисципліни; погано або зовсім не орієнтується у теоретичних ключових поняттях змістового модуля, теми; не виявляє навичок

## 12. Методичне забезпечення

1. Навчальна програма з хімії (неорганічної та органічної).
2. Електронні конспекти лекцій.
3. Протоколи проведення лабораторних занять.
4. Електронний ресурс навчально-методичного забезпечення ОК на освітній платформі Moodle.

### 13. Список рекомендованих джерел

#### Література:

##### *Базова*

1. Бобрівник Л. Д. Органічна хімія. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. К. : Перун, 2005. 520 с.
2. Гупало О. П. Органічна хімія. К. : Знання, 2010. 431 с.
3. Загальний практикум з органічної хімії : Навч.. посібник для студ. вузів III-IV рівней акредитації/ В. П. Черних, І. С. Гриценко, М. О. Лозинський, З. І. Коваленко. Харків : Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2003. 592 с.
4. Кононський О. І. Органічна хімія. Підручник для аграрних навчальних закладів II-IV рівня акредитації. К. : Дакор, 2003. 580 с.
5. Кузьменко М. Є. Хімія. 2400 задач для школярів та абітурієнтів. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2001. 560 с.
6. Ластухін Ю. О., Воронов С. А. Органічна хімія. Львів : Центр Європи, 2006. 864 с.
7. Левітін Є. Я. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів ВНЗ. Вінниця : НОВА КНИГА, 2003. 468 с.
8. Неділько С. А. Загальна й неорганічна хімія : задачі та вправи : навч. посібник для студентів ВНЗ. К. : Либідь, 2001. 400 с.
9. Недільська С. Загальна і неорганічна хімія: задачі та вправи. Київ, 2001. 316 с.
10. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія. Практикум : навч. посібник для студентів ВНЗ. К. : Либідь, 2003. 208 с.
11. Яворський В. Т. Неорганічна хімія. Підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 324 с.

##### *Допоміжна*

1. Березан О. В. Органічна хімія : навч. посіб. Тернопіль : Підручники і посібники, 2019. 208 с.
2. Бойчук І. Д. Органічна хімія. Вид.-во Медицина, 2013. 240 с.
3. Бризицька А. М. Загальна та неорганічна хімія. Харків : Прапор, 2000. 464 с.
4. Буря О. І. Органічна хімія : Вид. 30-те, перероб і допов. Дніпропетровськ : Січ, 2002. 174 с.
5. Ведерникова І. О. Біоактивність неорганічних сполук : навчальний посібник для ауд. та самост. роботи студентів. Харків : НФау, 2017. 83 с.
6. Гурина Н. П. Неорганічна хімія. Практикум. Медицина, 2013. 184 с.
7. Загальна та неорганічна хімія. Практикум : навч. посібник / М. С. Слободяник, Н. В. Улько. К. : Либідь, 2004. 336 с.
8. Копілевич В. А. Загальна та неорганічна хімія. К.: Фенікс, 2003. 752 с.
9. Лабораторний практикум з дисципліни «Загальна та неорганічна хімія» / Копілевич В. А. та ін. К. : НУБіП, 2015. 66 с.
10. Лабораторний практикум з неорганічної хімії / Косматий В. Є. та ін. К. : НАУ, 2002. 158 с.
11. Левітін Є. Я. Загальна та неорганічна хімія. Вінниця : Нова книга, 203. 464 с.

12. Левітін Є. Я. Лабораторний практикум. Харків : НФаУ : Золоті слова, 2012. 148 с.
13. Методичні вказівки з неорганічної хімії для самостійної роботи студентів / Копілевич В.А. та ін. К. : НАУ, 2004. 57 с.
14. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та лабораторного практикуму з курсу неорганічної, біонеорганічної та загальної хімії / Копілевич В. А. та ін. К. : НАУ, 2007. 113 с.
15. Мітрясова О. П. Органічна хімія. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2018. 412 с.
16. Опейда Й. Глосарій термінів з хімії. Донецьк : Вебер, 2008. 758 с.
17. Хомченко Г. П. Збірник задач з хімії для вступників до вищих навчальних закладів. К. : Арій, 2008. 320 с.
18. Черних В. П. Органічна хімія. Х. : Оригінал, 2004. 464 с.
19. Штеменко Н. І., Соломко З. П. Органічна хімія та основи статистичної біохімії. Д. : Вид-во ДНУ, 2003. 644 с

#### 14. Електронні ресурси

<http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/index.shtml>

<http://www.lenntech.com/periodic/periodic-chart.htm>

<https://ptable.com/>

<https://ptable.com/>

<https://www.webelements.com/>

<https://www.scienceinschool.org/>

<http://dspace.onu.edu.ua:8080/handle/123456789/9712>

<http://ed.ted.com/periodic-videos>

<https://www.mozaweb.com/uk/>

<https://melscience.com/US-en/>

<https://gdz4you.com/prezentaciyi/himiya/>

<https://learningapps.org/index.php?category=12&s=>

[https://www.golabz.eu/labs?subject\\_domain=298](https://www.golabz.eu/labs?subject_domain=298)

<https://chemcollective.org/>

<https://www.wolframalpha.com/examples/science-and-technology/chemistry>