

Міністерство освіти і науки України

**Модельна навчальна програма  
навчального предмета «Хімія. 10–12 класи. Поглиблений рівень»  
для закладів загальної середньої освіти**

(автори: Г. С. Дмитрів, О. Я. Зелінська, Л. Т. Олексин, О. В. Павлюк,  
М. А. Тупичак, О. О. Янкавець )

*«Рекомендовано Міністерством освіти і науки України»  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 18.03.2026 № 483)*

2026

## **АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ**

### **1. Дмитрів Григорій Степанович**

Місце роботи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Посада: декан хімічного факультету

Науковий ступінь: доктор хімічних наук

Учене звання: професор

### **2. Зелінська Оксана Ярославівна**

Місце роботи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Посада: доцент кафедри неорганічної хімії, заступник декана

Науковий ступінь: кандидат хімічних наук

Учене звання: доцент

### **3. Олексин Лілія Тадеївна**

Місце роботи: Львівський фізико-математичний ліцей-інтернат при Львівському національному університеті імені Івана Франка

Посада: вчитель хімії

Педагогічне звання: народний учитель, заслужений учитель України

### **4. Павлюк Олексій Вікторович**

Місце роботи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Посада: доцент кафедри неорганічної хімії

Науковий ступінь: кандидат хімічних наук

Учене звання: доцент

### **5. Тупичак Микола Анатолійович**

Місце роботи: Львівський національний університет імені Івана Франка

Посада: доцент кафедри органічної хімії

Науковий ступінь: доктор філософії

Учене звання: доцент  
Педагогічне звання: учитель вищої категорії

**6. Янкавець Олександр Олександрович**

Місце роботи: КЗ «Вінницький фізико-математичний ліцей №17»

Посада: учитель хімії

Педагогічне звання: учитель-методист

## Вступна частина

Освітня галузь: природнича (STEM-кластер), профіль із поглибленим вивченням хімії та біології.

Модельну навчальну програму «Хімія. 10–12 класи» розроблено згідно з Державним стандартом профільної середньої освіти, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 25 липня 2024 р. № 851 (далі — Державний стандарт), Типовою освітньою програмою для 10–12 класів закладів загальної середньої освіти, які забезпечують здобуття профільної середньої освіти за академічним спрямуванням, затвердженою наказом Міністерства освіти і науки України «Про затвердження типової освітньої програми для 10–12 класів закладів загальної середньої освіти, які забезпечують здобуття профільної середньої освіти за академічним спрямуванням» від 26.05.2025 р. № 765, Методичних рекомендацій для розроблення модельних навчальних програм (лист Міністерства освіти і науки України від 24 березня 2021 р. № 4.5/637-21).

Модельна навчальна програма «Хімія. 10–12 клас» реалізує вимоги до обов'язкових результатів навчання в циклах профільного-адаптаційного (10 клас) та профільного (11–12 класи) навчання базової освіти в природничій галузі в 10–12 класах. Пропонований курс забезпечує наступність між предметним циклом базової середньої освіти та профільною освітою в природничій галузі й закладає підґрунтя для подальшого опанування природничих дисциплін у закладах вищої освіти.

Освітня мета навчального предмета «Хімія» для профільної середньої освіти узгоджена з метою природничої освітньої галузі Державного стандарту профільної середньої освіти. Вона полягає у формуванні в здобувачів / здобувачок освіти ключових і предметних компетентностей, необхідних для розуміння хімічних явищ та процесів, їхнього значення в природі та житті людини, а також для подальшого навчання та професійної діяльності у сферах, пов'язаних із природничими науками, медициною, біотехнологіями. Мета визначає очікувані результати навчання та відповідає вимогам до обов'язкових результатів навчання на рівні профільної середньої освіти, відображаючи вплив і якості особистості (компетентності).

Програма реалізується шляхом:

- *системного вивчення* фундаментальних хімічних понять, законів та теорій, а також основ неорганічної та органічної хімії;
- *поглибленого опанування* ключових тем, що є основою для подальшого вивчення спеціалізованих дисциплін (наприклад, розширене вивчення хімічної кінетики, термодинаміки, методів органічного синтезу);

- *активного використання* різноманітних видів навчальної діяльності: лекцій, семінарів, практичних та лабораторних робіт, розв'язування розрахункових та експериментальних задач підвищеної складності;
- *залучення до дослідницької та проєктної діяльності*, що сприяє формуванню навичок планування, проведення, аналізу результатів та презентації досліджень;
- *застосування сучасних освітніх технологій*, зокрема, цифрових ресурсів та пристроїв для пошуку, опрацювання, систематизації та оприлюднення інформації;
- *формування екологічної свідомості та розуміння* ролі хімії в сталому розвитку суспільства, зокрема, оцінюванням ризиків та небезпек, пов'язаних із хімічними процесами та продуктами;
- *розвитку навичок критичного мислення* та здатності розрізняти наукове й ненаукове мислення, аналізувати достовірність джерел інформації;
- *підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання / національного мультипредметного тесту (ЗНО / НМТ)* та подальшого навчання в закладах вищої освіти.

Особливості організації освітнього процесу під час вивчення хімії за цією програмою передбачають:

- *компетентнісний підхід*, що фокусується на розвитку здатності учнівства застосовувати здобуті знання та навички в реальних життєвих ситуаціях;
- *міждисциплінарні зв'язки* з біологією, фізикою, математикою, географією та іншими природничими науками, що сприяє формуванню цілісної наукової картини світу;
- *проєктний та дослідницький підхід*, що дає змогу здобувачам / здобувачкам освіти самостійно формулювати проблеми, висувати гіпотези, планувати та проводити дослідження, аналізувати результати й формулювати висновки;
- *співпраця та командна робота*, розвиток навичок комунікації та обстоювання власної позиції під час групової роботи над розв'язанням проблем;
- *рефлексивна діяльність*, що передбачає аналіз власної діяльності та діяльності групи, оцінювання досягнутих результатів та формування ціннісного ставлення до набутого досвіду.

Для досягнення мети, визначеної в цій програмі, окреслені дидактичні засади її реалізації, зокрема, пропонуються завдання, через які конкретизуються способи досягнення мети та можливості навчального предмета для досягнення результатів навчання, визначених Державним стандартом для відповідного рівня (циклу) повної загальної середньої освіти. Мета та завдання ґрунтуються на ціннісних орієнтирах, окреслених Державним стандартом профільної середньої освіти, та орієнтуються на компетентнісний потенціал природничої освітньої галузі.

## Основна частина

*1. Очікувані результати навчання.* Послідовність очікуваних результатів навчання є стрижневим компонентом модельної навчальної програми, довкола якої розгортається пропонований зміст навчального предмета «Хімія» та види навчальної діяльності, які забезпечують реалізацію програми. Очікувані результати навчання відповідають визначеним у Державному стандарті профільної середньої освіти вимогам до обов'язкових результатів навчання здобувачів / здобувачок освіти. Кожен очікуваний результат навчання сформульований на основі орієнтира для оцінювання поглибленого рівня з Державного стандарту профільної середньої освіти і містить індекс цього орієнтира.

У послідовності викладу очікуваних результатів у межах теми (розділу, модуля тощо) програма дотримується послідовності груп результатів навчання, визначених відповідними освітніми галузями в Державному стандарті.

Формулювання очікуваних результатів навчання здобувачів / здобувачок освіти відображає процес формування їх через навчальну діяльність. Для оптимального використання очікуваного результату в системі оцінювання досягнень здобувачів / здобувачок освіти (зокрема, у формувальному оцінюванні), його опис має бути таким, що дає змогу виміряти рівень його досягнення.

Очікувані результати навчання окреслюють за роками навчання на основі відповідних обов'язкових результатів (орієнтирів для оцінювання) здобувачів / здобувачок освіти з природничої освітньої галузі. Вони відображають поступ у розвитку певного вміння чи ставлення, послідовність його формування в динаміці освітнього процесу, ураховуючи логіку й наступність викладу змісту навчального предмета «Хімія».

*2. Пропонований зміст.* Ця модельна навчальна програма розроблена для профільного рівня вивчення хімії в 10–12 класах STEM-кластеру з поглибленим вивченням хімії та біології згідно з Державним стандартом профільної середньої освіти. Програма ґрунтується на змісті, визначеному Програмою зовнішнього незалежного оцінювання з хімії, що забезпечує необхідну базу для подальшого навчання та професійної діяльності у сферах, пов'язаних із природничими науками, медициною, біотехнологіями.

Метою програми є формування ключових і предметних компетентностей, розвиток наукового світогляду, критичного мислення, здатності до дослідницької діяльності та самостійного здобуття знань. Особлива увага приділяється практичному застосуванню хімічних знань, формуванню експериментальних навичок та розумінню ролі хімії в сучасному світі.

Програма побудована за модульним принципом, що дає змогу гнучко адаптувати її до потреб здобувачів / здобувачок освіти та можливостей закладу освіти. Орієнтовний розподіл годин є рекомендаційним і може бути

скоригований відповідно до освітньої програми закладу. Очікувані результати навчання сформульовані з використанням дієслів активної дії та конкретизовані індексами ПРО (проектно-орієнтованих результатів) із Державного стандарту, зокрема, з Додатка 10.

Орієнтовна кількість годин.

Зауважмо: у 10-му класі вивчення предмета розпочинається в II семестрі.

Кількість годин коригується закладом освіти в межах освітньої програми.

3. *Види навчальної діяльності.* З метою реалізації очікуваних результатів навчання кожна тема програми супроводжується певними видами навчальної діяльності, які відповідають змісту і сприяють розвитку ключових компетентностей. Перелік таких видів є орієнтовним, однак охоплює мінімально необхідні напрями активності здобувачів / здобувачок освіти. Для зручності наведено зведену таблицю, яка демонструє наявність основних форм діяльності впродовж навчання у 10–12-х класах.

Таблиця 1

Зведена таблиця видів навчальної діяльності

Види навчальної діяльності	10-й клас	11-й клас	12-й клас
Робота з інформацією (аналіз, систематизація)	2	2	2
Моделювання (хімічних процесів, структур, схем)	2	2	2
Виконання дослідів / практичних робіт	2	3	3
STEM-дослідження / проекти	2	2	2
Розв'язання задач, рівнянь, розрахунків	3	2	1
Створення моделей / ментальних мап	1	1	1
Групова робота / спільне обговорення	1	1	2
Підбиття підсумків, самоаналіз	1	1	1
Використання цифрових інструментів / симуляцій	1	2	2

**10-й клас**  
**(профільно-адаптаційний цикл)**

Очікувані результати навчання	Пропонований зміст навчального предмета	Види навчальної діяльності
<b>МОДУЛЬ I. Загальна хімія</b>		
<b>Тема 1.1. Фундаментальні хімічні концепції</b>		
<p style="text-align: center;"><i>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Формулює з допомогою вчителя чи інших осіб проблему дослідження. Визначає з допомогою вчителя чи інших осіб мету і завдання відповідно до сформульованої проблеми дослідження [12 ПРО 1.1.1-1], [12 ПРО 1.2.1-1]</p> <p>Спостерігає, досліджує об'єкти та явища самостійно / у групі за наданим планом. Використовує наданий для виконання дослідження інструментарій за призначенням. Дотримується правил безпеки життєдіяльності під час дослідження [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.4.2-2]</p> <p>Формулює висновки з допомогою вчителя чи інших осіб відповідно до мети дослідження. Презентує результати дослідження в запропонований спосіб, зокрема, із використанням цифрових</p>	<p><u>1.1.1. Базові поняття</u></p> <p>1.1.1.1. Хімія як наука та як навчальний предмет.</p> <p>1.1.1.2. Фізичне тіло, матеріал, речовина. Фізичні та хімічні явища. Фізичні та хімічні властивості речовин.</p> <p><u>1.1.2. Атомно-молекулярне вчення та склад речовини</u></p> <p>1.1.2.1. Основи класифікації речовин: органічні та неорганічні; природні та синтетичні; прості (метали, неметали), складні — оксиди: кислотні, основні, амфотерні; гідроксиди: луги, основи, амфотерні; кислоти; солі: середні (нормальні), кислі, основні.</p> <p>1.1.2.2. Хімічний елемент, атом, молекула, йон (катіон, аніон). Явище алотропія. Молекулярні та структурні формули. Якісний та кількісний склад.</p> <p><u>1.1.3. Кількісні характеристики та хімічний зв'язок</u></p> <p>1.1.3.1. Відносні атомні та молекулярні (формульні) маси, молярна маса, кількість речовини. Закон Авогадро, стала Авогадро. Маса атома та маса молекули. Масова частка елемента</p>	<p><i>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</i></p> <p>1. Аналіз прикладів процесів, де межа між фізичним і хімічним явищем є неявною (наприклад, сублімація, утворення азеотропних сумішей, електроліз). Створення критеріїв для їхнього чіткого розмежування.</p> <p>2. Створення 3D-моделей (фізичних або віртуальних) складних йонів (наприклад <math>SO_4^{2-}</math>, <math>NH_4^+</math>) та порівняння їхніх структур із простими молекулами.</p> <p>3. Задачі на знаходження хімічної формули невідомої речовини за масовими частками елементів та параметрами стану газоподібних продуктів (тиск, об'єм, температура) або задачі на газові суміші із застосуванням рівняння Клайперона-Менделєєва (розрахунок кількості речовини, молярної маси або густини газу за певних умов).</p> <p>4. Розрахунок молярної маси невідомого газу на основі його густини за н.у. та відносної густини за іншим газом.</p>

<p>пристроїв [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Виявляє самостійно або у співпраці з іншими невизначеність / протиріччя в інформації. Формулює та обґрунтовує самостійно або в співпраці з іншими гіпотези. Оцінює ризики використання певних методів / засобів / прийомів проведення дослідження [12 ПРО 1.1.1-1 П], [12 ПРО 1.2.2-1 П], [12 ПРО 1.3.1-2 П]</p> <p>Створює самостійно або в співпраці з іншими математичні / реальні / віртуальні моделі об'єктів і явищ. Добирає самостійно або в співпраці з іншими інструментарій. Спостерігає / досліджує за складеним планом із використанням розроблених моделей [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.4.2-2 П], [12 ПРО 1.4.2-1 П]</p> <p>Використовує самостійно або в співпраці з іншими математичні / логічні / графічні методи опрацювання результатів. Підтверджує / спростовує гіпотезу дослідження. Аналізує доцільність обраних методів, визначених етапів, плану дослідження [12 ПРО 1.5.1-1 П], [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p>	<p>в сполучі. Закон еквівалентних співвідношень. Молярна маса еквівалента.</p> <p>1.1.3.2. Специфічні характеристики для газів: молярний об'єм газів; молярна та об'ємна частка газової суміші</p>	<p>Пояснення, чому для газів використовується саме молярний об'єм.</p> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Створення інтерактивної схеми або розширеної таблиці класифікації, яка містить подвійні, комплексні, кислі та основні солі, наводячи приклади для кожного типу.</li> <li>2. Пошук та аналіз інформації (фізичні властивості, структура, застосування) про алотропні модифікації одного елемента (наприклад, Карбон: графіт, алмаз, фулерен, графен).</li> <li>3. Пошук уривків із праць А. Авогадро або сучасних науково-популярних статей, що пояснюють його закон. Створення резюме про його значення для хімії.</li> <li>4. Використання онлайн-калькуляторів або створення власних таблиць в електронних таблицях для швидкого переведення між масою, кількістю речовини та кількістю структурних одиниць, а також для розрахунку масових часток.</li> </ol> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обговорення ролі хімії в розв'язанні глобальних проблем (забруднення, енергетика). Аргументація того, як фундаментальні концепції допомагають у цих рішеннях.</li> </ol>
--	--	---

<p style="text-align: center;"><b><i>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</i></b></p> <p style="text-align: center;"><b><i>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</i></b></p> <p>Аналізує, систематизує і використовує інформацію природничого змісту, здобуту з різних джерел. Оцінює достовірність здобутої інформації. Розрізняє спроби маніпулювання даними, факти та їх інтерпретацію [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.1.1-2], [12 ПРО 2.1.1-3]</p> <p>Описує самостійно явища і процеси, використовуючи наукову термінологію. Перетворює інформацію з однієї форми представлення в іншу (текстової, графічної, табличної) [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>Створює / розробляє самостійно або в співпраці з іншими медіапродукти на основі опрацьованої інформації. Презентує створені продукти в обраний спосіб [12 ПРО 2.2.2-3], [12 ПРО 2.2.2-4]</p> <p style="text-align: center;"><b><i>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</i></b></p> <p>Планує і здійснює самостійно або в співпраці з іншими пошук інформації, наданої в різний спосіб. Оцінює надійність джерел і достовірність інформації в самостійно обраний спосіб. Розрізняє наукове / псевдонаукове пояснення</p>		<p>2. Груповий розбір складних або нестандартних прикладів речовин (наприклад, оксидів проміжних ступенів окиснення, кислих солей) та обговорення, як їхня назва відображає їхню хімічну функцію.</p> <p>3. Обговорення концептуальної важливості сталої Авогадро та моля як одиниці вимірювання. Пояснення, чому для хімічних розрахунків необхідно використовувати саме кількість речовини, а не масу чи об'єм.</p> <p>4. Обговорення в малих групах того, коли зручніше використовувати мольну частку газової суміші, а коли — об'ємну, та чому ці величини чисельно рівні.</p> <p><b><i>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</i></b></p> <p>1. Публічний захист розв'язку найскладніших комбінованих задач (див. п. 1.1.3.). Групове обговорення: «Який метод обчислення найефективніший?», «Де була найбільша помилка в логіці розрахунку?».</p> <p>2. Індивідуальне створення інтелектуальної мапи, що зв'язує всі фундаментальні поняття: речовина → атом → моль → класифікація → обчислення (мапа використовується для узагальнення знань).</p> <p>3. Обмін та взаємоперевірка схем класифікації складних речовин.</p>
--	--	--

<p>інформації [12 ПРО 2.1.1-1 П], [12 ПРО 2.1.1-2 П], [12 ПРО 2.1.1-3 П]</p> <p>Пояснює самостійно або в співпраці з іншими явища і процеси, ураховуючи потреби аудиторії. Добирає та інтегрує самостійно або в співпраці з іншими інформацію, представлену в різних формах. Виявляє очевидну і приховану інформацію в медіаповідомленнях [12 ПРО 2.2.1-1 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p> <p>Описує й пояснює самостійно або в співпраці з іншими природні і техногенні об'єкти, явища і процеси на основі нетекстової інформації. Аргументує вибір способу представлення результатів дослідження [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 1.5.3-1 П]</p> <p><b><i>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</i></b></p> <p><b><i>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</i></b></p> <p>Характеризує властивості об'єктів природи, пояснює природні явища і процеси, використовуючи мову науки. Оцінює довкілля як джерело здоров'я, добробуту і безпеки людини та суспільства [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.1.1-2]</p>		<p>Оцінювання роботи за критеріями повноти, логічності та правильності прикладів.</p> <p>4. Створення анонімної анкети-тесту, де учень / учениця оцінює своє розуміння кожного фундаментального концепту за шкалою (наприклад, 1 — не розумію до 5 — можу пояснити та розрахувати). Обговорення «слабких місць» класу</p>
--	--	---

Вирізняє спільні ознаки / властивості об'єктів / явищ природи. Установлює причинно-наслідкові зв'язки між певними явищами і процесами та їхніми наслідками [12 ПРО 3.2.1-1], [12 ПРО 3.3.1-1]

Пояснює причини глобальних проблем людства і наводить приклади використання здобутків природничих наук для їхнього розв'язання. Оцінює внесок природничих наук у забезпечення сталого розвитку суспільства [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.1-2]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Визначає самостійно або в співпраці з іншими властивості об'єктів, істотні ознаки явищ і процесів, необхідні для розв'язання життєвої / навчальної проблеми. Оцінює ризики і небезпеки, пов'язані із природними і техногенними об'єктами [12 ПРО 3.1.1-2 П], [12 ПРО 3.1.1-3 П]

Класифікує (розрізняє / систематизує / упорядковує) самостійно або в співпраці з іншими об'єкти і явища за визначеними ознаками / властивостями. Прогнозує зміни об'єктів, явищ і процесів на основі базових знань про взаємозв'язки в природі [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 3.3.1-4 П]

Пояснює причини локальних, регіональних, глобальних проблем

<p>людства. Оцінює вплив діяльності людини/ власної діяльності на збереження / порушення зв'язків у природі. Пропонує способи використання здобутків науки для розв'язання глобальних проблем [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 3.3.1-5 П], [12 ПРО 3.4.1-1 П]</p>		
<b>Тема 1.2. Будова атома та періодична система хімічних елементів</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює (фізичні або комп'ютерні) моделі будови атомів (ядро, електрони на рівнях) та простих орбіталей (s, p). Використовує наданий інструментарій (Періодичну систему, довідники) для визначення складу атомів та валентності [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1]</p> <p>Аналізує надані табличні дані щодо зміни властивостей елементів (наприклад, електронегативність). Презентує результати дослідження історії Періодичного закону в запропонований спосіб (презентація, інфографіка) [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Дотримується правил безпеки життєдіяльності під час роботи з довідковими матеріалами та цифровим ПЗ [12 ПРО 1.4.2-2]</p>	<p><u>1.2.1. Будова атома</u> 1.2.1.1. Склад атома (ядро, електронна оболонка). 1.2.1.2. Нуклони, нукліди, ізотопи. Протонне та нуклонне числа.</p> <p><u>1.2.2. Електронна будова атома</u> 1.2.2.1. Атомні орбіталі (s, p, d, f), енергетичні рівні та підрівні. 1.2.2.2. Електронні конфігурації атомів.</p> <p><u>1.2.3. Валентність та ступінь окиснення</u> 1.2.3.1. Валентні стани елементів. 1.2.3.2. Ступінь окиснення.</p> <p><u>1.2.4. Періодичний закон та Періодична система хімічних елементів</u> 1.2.4.1. Періодичний закон. 1.2.4.2. Структура Періодичної системи хімічних елементів. 1.2.4.3. Радіус атома, електронегативність. 1.2.4.4. Закономірності зміни властивостей елементів та їхніх сполук</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Створення фізичних або комп'ютерних моделей будови атомів хімічних елементів (ядро, електрони на енергетичних рівнях). Використання конструкторів, пластиліну, 3D-моделювання або спеціалізованого ПЗ.</li> <li>Груповий проєкт зі створення візуальних (малюнки, 3D-друковані моделі або анімація) зображень s-, p-, d-, f-орбіталей та пояснення їхньої форми та просторової орієнтації.</li> <li>Самостійна робота з визначення ступенів окиснення елементів у різних класах сполук (оксиди, кислоти, солі), порівняння валентності та ступеня окиснення на конкретних прикладах.</li> <li>Дослідження історії відкриття Періодичного закону та створення Періодичної системи. Створення презентації, відеоролика або інфографіки.</li> <li>Аналіз графіків або табличних даних щодо зміни властивостей (атомний радіус, електронегативність) у періодах і групах.</li> </ol>

<p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює самостійно або у співпраці з іншими реальні / віртуальні 3D-моделі s-, p-, d-, f-орбіталей. Обґрунтовує зв'язок між формою орбіталі та просторовою орієнтацією [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Самостійно аналізує графічні / табличні дані щодо зміни атомного радіуса та електронегативності в періодах і групах, будує власні графіки та формулює обґрунтовані висновки щодо закономірностей [12 ПРО 1.5.1-1 П], [12 ПРО 1.5.2-1 П]</p> <p>Виявляє самостійно або в співпраці з іншими невизначеність чи протиріччя у визначенні валентності та ступеня окиснення для складних сполук. Аналізує доцільність обраних методів (наприклад, для визначення d-орбіталей) [12 ПРО 1.1.1-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><i>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Складає словник ключових термінів (нуклони, нукліди, ізотопи, орбіталь, валентність, ступінь окиснення). Перетворює інформацію з однієї форми в</p>		<p>Побудова власних графіків та формулювання висновків.</p> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Індивідуальна або парна робота зі складання словника ключових термінів теми, зокрема, визначення та за потреби етимологію або приклади використання.</li> <li>2. Пошук інформації про практичне застосування радіоактивних та стабільних ізотопів (наприклад, Карбон-14, Уран-235, Оксиген-18) та створення порівняльної таблиці.</li> <li>3. Використання онлайн-тренажерів або навчальних платформ для відпрацювання навичок запису електронних конфігурацій та визначення елемента за заданою конфігурацією.</li> <li>4. Вибір елемента та збір максимально повної інформації про нього, використовуючи різні джерела: положення в ПС, будова атома, валентності, ступені окиснення, властивості простої речовини та сполук, застосування.</li> <li>5. Пошук та обговорення статей, що пояснюють вплив будови атома на хімічні властивості (наприклад, чому лужні метали такі активні), з подальшим стислим резюмуванням ключових ідей.</li> </ol> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p>
--	--	--

іншу (наприклад, з електронної конфігурації → назва елемента) [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]

Аналізує та систематизує інформацію про практичне застосування радіоактивних та стабільних ізотопів ( $C^{14}$ ,  $O^{18}$ ) [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.1.1-2]

Використовує онлайн-тренажери та навчальні платформи для відпрацювання навичок запису електронних конфігурацій атомів [12 ПРО 2.2.2-3]

### **ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ**

Планує і здійснює пошук максимально повної інформації про хімічний елемент, інтегруючи дані з різних джерел (ПС, будова атома, валентності, властивості сполук) [12 ПРО 2.1.1-1 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П]

Аналізує та обговорює статті, що пояснюють вплив будови атома на хімічні властивості (наприклад, активність лужних металів). Створює стисле резюме, що аргументує ключові ідеї [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-1 П]

Створює / розробляє самостійно або в співпраці з іншими медіапродукти (інфографіку, анімацію) для ілюстрації складу атома, ізотопів або правил

1. Обговорення / гра в малих групах, де учасники та учасниці по черзі називають твердження про будову атома, а інші групи вирішують, чи це правильне твердження, чи міф, обґрунтовуючи свою відповідь.
2. Обговорення правил (принцип Паулі, правило Гунда, принцип мінімуму енергії) за допомогою картки або мініпрезентації. Пояснення, як ці правила формують електронну оболонку.
3. Групове обговорення, спрямоване на чітке розмежування понять «валентність» та «ступінь окиснення», з використанням конкретних, заздалегідь підготовлених прикладів (наприклад,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$ ).
4. Обговорення у великій групі того, як би розвивалася хімія, якби не було відкрито Періодичний закон і не створено таблицю. Визначення її важливості.
5. Обговорення в командах, де одна група аргументує важливість та переваги металевих елементів, а інша — неметалевих, ґрунтуючись на їхніх хімічних та фізичних властивостях і місці в ПС.

**Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду**

1. Створення чекліста або анкети для самостійної оцінки знань за підтемами

заповнення орбіталей (Паулі, Гунда) [12 ПРО 2.2.2-3 П], [12 ПРО 2.2.2-4 П]

*Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)*

### **ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ**

Характеризує структуру Періодичної системи та пояснює, як положення елемента пов'язане з будовою його атома (протонне число, кількість електронів). Установлює причинно-наслідкові зв'язки між атомним радіусом / електронегативністю та зміною властивостей простих речовин у періодах і групах [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.3.1-1]

Розрізняє (класифікує) ізотопи та нукліди. Чітко розмежовує поняття валентність та ступінь окиснення на конкретних прикладах [12 ПРО 3.2.1-1], [12 ПРО 3.2.1-2]

Пояснює історичну важливість відкриття Періодичного закону Д. І. Менделєєвим для розвитку хімії як науки [12 ПРО 3.4.2-1]

### **ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ**

Класифікує / систематизує елементи за типом орбіталей (s-, p-, d-, f-елементи) та за валентними станами. Аргументує переваги металевих чи неметалевих елементів,

1.2.1. та 1.2.2. (наприклад: «Я можу намалювати будову атома Калію» Так / Ні).  
2. Після завершення кожного великого розділу (наприклад, 1.2.2. або 1.2.4.) учні та учениці записують два факти, які вони засвоїли, і один запит (питання, яке залишилося незрозумілим, або тема, яку хотіли б вивчити глибше).  
3. Публічна презентація результатів проєктної або моделювальної роботи (див. п. 1). Групове обговорення: «Що було найскладніше?», «Яку інформацію ми знайшли?», «Як це допомагає зрозуміти тему?».  
4. Обмін виконаними завданнями (наприклад, паспорти елементів, розв'язані задачі на конфігурації) між групами або парами та оцінювання роботи за чітко визначеними критеріями. Надання конструктивного зворотного зв'язку.  
5. Індивідуальне або групове створення візуальної схеми, що пов'язує всі підтеми розділу 1.2. (атом → електрони → орбіталі → періоди → властивості). Використання цієї мапи для узагальнення знань перед контрольною роботою

<p>грунтуючись на їхньому місці в ПС та електронній будові [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]</p> <p>Прогнозує зміну хімічних властивостей елементів та їхніх сполук, обґрунтовуючи це зміною атомного радіуса та електронегативності [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p> <p>Усвідомлює концептуальну важливість Періодичного закону для сучасної хімії, обговорюючи, як би розвивалася наука без цієї фундаментальної основи [12 ПРО 3.4.1-1 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p>		
<b>Тема 1.3. Теорія хімічного зв'язку та будова речовини</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює 3D-моделі (фізичні / віртуальні) для демонстрації форми орбіталей та типів гібридизації (<math>sp^3</math>, <math>sp^2</math>, <math>sp</math>) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Проводить досліди за наданим планом для визначення фізичних властивостей (розчинність, електропровідність, <math>t_{пл}</math>) речовин (сіль, цукор, мідь) та ідентифікації типу кристалічної ґратки [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p>	<p><u>1.3.1. Класифікація хімічних зв'язків</u>  1.3.1.1. Основні типи хімічного зв'язку.  1.3.1.1.1. Ковалентний (полярний, неполярний), механізм утворення. Поняття сигма (<math>\sigma</math>) та пі (<math>\pi</math>) зв'язків. Електронні формули молекул.  1.3.1.1.2. Характеристики ковалентного зв'язку (енергія, довжина, кратність, полярність, насичуваність).  1.3.1.1.3. Йонний.  1.3.1.1.4. Металевий.  1.3.1.1.5. Водневий.</p> <p><u>1.3.2. Будова речовини</u>  1.3.2.1. Типи кристалічних ґраток.  1.3.2.2. Взаємозв'язок фізичних властивостей речовин із їхньою будовою</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Створення 3D-моделей (фізичних або віртуальних) для демонстрації форми <math>s</math>, <math>p</math> та <math>d</math> орбіталей. Візуалізація процесу <math>sp^3</math>, <math>sp^2</math>, <math>sp</math> гібридизації.</li> <li>Пошук та аналіз табличних даних про довжину простих, подвійних та потрійних зв'язків у простих речовинах (<math>F_2</math>, <math>O_2</math>, <math>N_2</math>) і складних речовинах. Побудова графіка та обґрунтування залежності.</li> <li>Розрахунок / прогнозування наявності та напрямку дипольного моменту для молекул різної симетрії (<math>CO_2</math>, <math>H_2O</math>, <math>CCl_4</math>, <math>CHCl_3</math>). Пояснення, чому полярні зв'язки можуть давати неполярну молекулу.</li> </ol>

Аналізує табличні дані про довжину та кратність зв'язків. Формулює висновки щодо залежності довжини зв'язку від його кратності (простий, подвійний, потрійний) [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.2-1]

### **ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ**

Самостійно розраховує / прогнозує наявність та напрямок дипольного моменту для молекул різної симетрії ( $H_2O, CCl_4, CHCl_3$ ). Обґрунтовує, чому полярні зв'язки можуть давати неполярну молекулу [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]

Оцінює переваги та обмеження різних методів (наприклад, МВЗ та ММО) для опису хімічного зв'язку (наприклад, пояснення парамагнетизму  $O_2$  за допомогою ММО) [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 1.1.1-1 П]

Візуалізує самостійно або в співпраці процес  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  гібридизації та формування  $\sigma$  та  $\pi$  зв'язків [12 ПРО 1.5.3-2 П], [12 ПРО 1.4.1-2 П]

*Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)*

### **ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ**

4. Надання учням та ученицям зразків чотирьох речовин (наприклад, сіль, цукор, графіт, мідь). Проведення дослідів для визначення властивостей (розчинність, електропровідність, твердість, температура плавлення) та ідентифікація типу кристалічної ґратки.

### **Робота з інформацією**

1. Пошук та огляд інформації про метод валентних зв'язків (МВЗ) та метод молекулярних орбіталей (ММО). Створення порівняльної таблиці, що демонструє переваги та обмеження кожного методу (наприклад, пояснення парамагнетизму  $O_2$  за допомогою ММО).
2. Пошук інформації про модель електронного газу. Створення ментальної мапи, яка пояснює, як рухливі електрони зумовлюють ключові властивості металів (тепло- та електропровідність, ковкість, металічний блиск).
3. Підготовка короткого реферату або презентації про вирішальне значення водневих зв'язків для аномальних властивостей води (висока температура кипіння, густина льоду) та структур біомолекул (ДНК, білки).
4. Пошук прикладів сполук із делокалізованими  $\pi$ -електронами (наприклад, бензен, карбонати). Створення інфографіки, що пояснює, як делокалізація

<p>Пояснює ключові властивості металів (провідність, ковкість) на основі моделі електронного газу [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>Здійснює пошук інформації про критичне значення водневих зв'язків (аномалії води, структура ДНК / білків). Створює короткий реферат / презентацію [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.2-3]</p> <p>Перетворює інформацію про делокалізовані <math>\pi</math>-електрони (бензен, карбонати) в графічну форму (інфографіка) [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Оцінює достовірність і повноту інформації про метод валентних зв'язків (МВЗ) та метод молекулярних орбіталей (ММО), створює порівняльну таблицю їхніх переваг та обмежень [12 ПРО 2.1.1-2 П], [12 ПРО 2.1.1-5 П]</p> <p>Створює ментальну мапу / схему, яка пояснює, як рухливі електрони в моделі електронного газу зумовлюють ключові властивості металів [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П]</p> <p>Обґрунтовує вибір візуальних засобів для демонстрації механізму донорно-акцепторного зв'язку та його сутності як</p>		<p>впливає на стабільність та хімічну активність цих молекул.</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обговорення, чому поділ на «йонний» та «ковалентний» зв'язки є умовним. Використання шкали електронегативності (наприклад, Полінга) для визначення відсотка йонності зв'язку та обговорення, де лежить «межа» між типами.</li> <li>2. Групове обговорення та порівняння термінів. Пояснення, чому донорно-акцепторний зв'язок, по суті, є різновидом ковалентного, і наведення прикладів (йон амонію, гідроксоній).</li> <li>3. Обговорення циклу Борна-Габера як моделі для розрахунку енергії ґратки. Пояснення, чому утворення йонних сполук є енергетично вигідним, незважаючи на енергетичні витрати на іонізацію.</li> <li>4. Групам пропонується набір хімічних формул (наприклад, SiC, I<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>, HCl). На основі знань про зв'язок і ґратку необхідно спрогнозувати та обґрунтувати їхні властивості (агрегатний стан, <math>t_{пл}</math>, <math>t_{кип}</math>, електропровідність, розчинність).</li> </ol> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
--	--	---

різновиду ковалентного зв'язку [12 ПРО 2.2.2-4 П]

*Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)*

### **ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ**

Характеризує чотири основні типи хімічного зв'язку та чотири типи кристалічних ґраток. Установлює причинно-наслідковий зв'язок між типом ґратки (атомна, молекулярна, іонна, металева) та фізичними властивостями ( $t_{пл}$ ,  $t_{кип}$ , твердість) [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.3.1-1]

Класифікує зв'язки за механізмом утворення (ковалентний полярний / неполярний, іонний) та характеристиками (кратність, полярність) [12 ПРО 3.2.1-1]

Оцінює вирішальне значення водневих зв'язків для життєво важливих біомолекул (ДНК, білки) та аномальних властивостей води [12 ПРО 3.4.2-1]

### **ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ**

Прогнозує та аргументує властивості невідомих речовин ( $SiC$ ,  $I_2$ ,  $CaF_2$ ) на основі знань про тип зв'язку та кристалічну ґратку [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]

1. Публічний захист 3D-моделей гібридизації (див. п. 1.4.1.). Групове обговорення: «Як зміна кута зв'язку впливає на реакційну здатність молекули?», «Які обмеження має модель гібридизації?».
2. Індивідуальне створення ментальної мапи, що пов'язує чотири типи зв'язку (ковалентний, іонний, металевий, водневий) із чотирма типами ґраток (атомна, молекулярна, йонна, металева) та їхніми типовими фізичними властивостями.
3. Обмін та взаємоперевірка завдань на прогнозування геометрії молекул за теорією відштовхування електронних пар валентної оболонки (VSEPR). Оцінювання роботи за критеріями: правильність визначення просторової форми та кутів зв'язку.
4. Створення анонімного мінітесту, сфокусованого на розрізненні понять:  $\sigma$ - та  $\pi$ -зв'язок, донор-акцепторний механізм, полярність молекули. Обговорення «точок зростання» у навичках якісного аналізу будови

<p>Усвідомлює умовність поділу зв'язків на «йонний» та «ковалентний», використовуючи шкалу електронегативності для визначення відсотка йонності [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Систематизує (у формі ментальної мапи) взаємозв'язки між чотирма типами зв'язку, чотирма типами ґраток та їхніми фізичними властивостями, виявляючи логічні зв'язки [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 1.6.3-1 П]</p>		
<b>Тема 1.4. Хімічні реакції</b>		
<p style="text-align: center;"><i>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Проводить за наданим планом експерименти (наприклад, визначення теплового ефекту нейтралізації, вивчення впливу концентрації / каталізатора на швидкість). Фіксує результати спостережень у відповідний спосіб [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1]</p> <p>Створює блок-схеми або алгоритми урівнювання окисно-відновних реакцій методом електронного балансу. Презентує результати експериментів (наприклад, графік залежності швидкості від температури) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p>	<p><u>1.4.1. Основні поняття про реакції</u></p> <p>1.4.1.1. Хімічна реакція, її схема та хімічне рівняння.</p> <p>1.4.1.2. Закони збереження, маси речовин та об'ємних співвідношень газів.</p> <p><u>1.4.2. Енергетика реакції (термохімія)</u></p> <p>1.4.2.1. Тепловий ефект хімічної реакції, термохімічне рівняння.</p> <p><u>1.4.3. Класифікація реакцій та окисно-відновні процеси</u></p> <p>1.4.3.1. Класифікація хімічних реакцій за різними ознаками.</p> <p>1.4.3.2. Окисно-відновні реакції: окисник, відновник, процеси окиснення та відновлення.</p> <p>1.4.3.3. Метод електронного балансу.</p> <p>1.4.3.4. Елементарні поняття про гальванічний елемент (як приклад застосування ОВР).</p>	<p><i>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</i></p> <p>1. Експериментальне визначення теплового ефекту реакції нейтралізації сильної кислоти сильним лугом за допомогою простого калориметра. Порівняння результату з табличними даними.</p> <p>2. Створення покрокової блок-схеми або віртуальної моделі для урівнювання окисно-відновних реакцій (ОВР) у різних середовищах (кислому, лужному, нейтральному), зокрема, реакції диспропорціонування.</p> <p>3. Планування та проведення серії експериментів для вивчення впливу двох різних факторів (наприклад, концентрації та каталізатора) на швидкість однієї хімічної реакції. Графічне представлення результатів.</p>

<p>Використовує моделі (наприклад, графіки) для пояснення ролі каталізатора в зниженні енергії активації [12 ПРО 1.4.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює покрокові віртуальні моделі або алгоритми урівнювання ОВР у різних середовищах (кисле, лужне, нейтральне), включаючи реакції диспропорціонування [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Планує та проводить серію експериментів для вивчення впливу кількох факторів на швидкість реакції, графічно представляє результати та аналізує їхню відповідність кінетичному рівнянню [12 ПРО 1.3.1-2 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]</p> <p>Аналізує технологічні процеси (синтез амоніаку, SO<sub>3</sub>), які описуються оборотною реакцією. Розраховує оптимальні умови (T, P) для максимального виходу продукту на основі принципу Ле Шательє [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><i>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p><u>1.4.4. Основи хімічної кінетики та рівноваги</u></p> <p>1.4.4.1. Концепція швидкості хімічної реакції.</p> <p>1.4.4.2. Фактори, що впливають на швидкість хімічної реакції: (концентрація, температура, каталізатор, площа поверхні).</p> <p>1.4.4.3. Залежність швидкості від концентрації речовин (кінетичні рівняння) та поняття — константа швидкості (k).</p> <p>1.4.4.4. Роль каталізаторів (механізми реакцій) та їхня дія.</p> <p><u>1.4.5. Хімічна рівновага</u></p> <p>1.4.5.1. Зворотні реакції та поняття динамічна рівновага.</p> <p>1.4.5.2. Закон дії мас (для рівноважних систем).</p> <p>1.4.5.3. Константа хімічної рівноваги (K<sub>c</sub>).</p> <p>1.4.5.4. Залежність положення рівноваги від умов (концентрація, тиск, температура) та принцип Ле Шательє</p>	<p>4. Аналіз технологічного процесу (наприклад, синтез амоніаку або сульфурилу), який описується оборотною реакцією. Розрахунок оптимальних умов (T, p) для максимального виходу продукту на основі принципу Ле Шательє.</p> <p style="text-align: center;"><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Пошук та вивчення уривків із праць відомих учених, які стосуються формулювання закону. Створення порівняльного есе.</li> <li>Пошук та огляд інформації про поняття ентальпії (<math>\Delta H</math>).</li> <li>Створення розширеної таблиці типових окисників (перманганати, дихромати, азотна кислота) та відновників (галогеніди, сульфіді, метали) із зазначенням продуктів їхньої взаємодії в різних середовищах.</li> <li>Створення інфографіки або ментальної мапи, що демонструє практичне застосування принципу Ле Шательє в промислових процесах (наприклад, синтез амоніаку або сульфатної кислоти), обґрунтовуючи вибір оптимальних значень температури й тиску.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Обговорення, чому стехіометричні розрахунки є ідеалізованими (не враховують побічні реакції, рівновагу) та</li> </ol>
---	--	--

<p>Здійснює пошук інформації про типові окисники та відновники. Створює розширену таблицю із зазначенням продуктів їхньої взаємодії (наприклад, <math>\text{KMnO}_4</math> в різних середовищах) [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>Описує концепцію швидкості хімічної реакції та фактори, що на неї впливають. Перетворює інформацію (наприклад, термохімічне рівняння) у текстовий опис [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>Знаходить та аналізує інформацію, пов'язану із законом збереження маси та законом об'ємних співвідношень газів [12 ПРО 2.1.1-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Знаходить та вивчає уривки із праць відомих вчених (наприклад, Ван-Гоффа, Ле Шательє) щодо формулювання законів кінетики та рівноваги. Створює порівняльне есе [12 ПРО 2.1.1-2 П], [12 ПРО 4.1.1-3 П]</p> <p>Здійснює пошук та огляд інформації про поняття ентальпії (<math>\Delta H</math>) та константи швидкості (<math>k</math>). Створює інфографіку, що пояснює, як <math>k</math> та концентрація впливають на порядок реакції (нульовий, перший, другий) [12 ПРО 2.2.1-2 П], [12 ПРО 2.2.2-3 П]</p>		<p>коли вони є достатніми (наприклад, у чистому синтезі).</p> <p>2. Груповий розбір однієї реакції (наприклад, горіння метану) та обговорення, як її можна класифікувати одночасно за кількома ознаками (ОВР, заміщення, екзотермічна, гомогенна).</p> <p>3. Обговорення механізмів гомогенного та гетерогенного каталізу. Пояснення ролі катализатора в зниженні енергії активації з використанням моделі енергетичної діаграми.</p> <p>4. Обговорення, як принцип Ле Шательє використовується для оптимізації виходу в промисловості та які екологічні чи економічні компроміси іноді доводиться робити (наприклад, висока температура для швидкості vs низька для рівноваги).</p> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p> <p>1. Публічний захист результатів дослідження швидкості реакції (див. п. 1.3.4.). Групове обговорення: «Наскільки отримані дані підтверджують кінетичне рівняння?», «Які джерела похибок вплинули на висновки?».</p> <p>2. Індивідуальне створення ментальної мапи, що пов'язує ключові концепції: термодинаміка ↔ кінетика ↔ рівновага ↔ ОВР.</p>
--	--	---

Створює розгорнуту інфографіку або ментальну мапу, що пояснює механізми гомогенного та гетерогенного каталізу із застосуванням енергетичної діаграми [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 2.2.2-4 П]

*Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)*

### **ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ**

Характеризує хімічну реакцію та її типи за різними ознаками (тепловий ефект, фазність, оборотність). Розрізняє окисник, відновник, процеси окиснення / відновлення [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Установлює причинно-наслідкові зв'язки між факторами (концентрація, температура, каталізатор) та швидкістю реакції. Пояснює зміщення хімічної рівноваги на основі принципу Ле Шательє [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Наводить приклади використання ОВР у гальванічному елементі [12 ПРО 3.4.1-1]

### **ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ**

Систематизує (класифікує) одну реакцію одночасно за кількома ознаками (наприклад, ОВР, екзотермічна, гомогенна)

3. Обмін та взаємоперевірка проєктів-розрахунків зсуву рівноваги (див. п. 1.3.5.). Оцінювання роботи за критеріями: правильність застосування принципу Ле Шательє, логічність обґрунтування вибору *Tip*.

4. Створення анонімного мінітесту на розрахунок константи рівноваги ( $K_c$ ) та теплового ефекту за термохімічними рівняннями. Обговорення «точок зростання» у навичках кількісних розрахунків

<p>та аргументує свій вибір [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]</p> <p>Прогнозує зміщення рівноваги в складних системах (де потрібен компроміс між T і P). Усвідомлює умовність стехіометричних розрахунків у реальних умовах (рівновага, побічні реакції) [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Установлює глибокі зв'язки між концепціями: термодинаміка (тепловий ефект) ↔ кінетика (швидкість) ↔ рівновага (K<sub>c</sub>) та обґрунтовує їхню єдність [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 1.6.3-1 П]</p>		
<b>Тема 1.5. Дисперсні системи. Розчини та електролітичні процеси</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Проводить досліди для порівняння та ідентифікації істинних, суспензійних та колоїдних розчинів (наприклад, за ефектом Тіндаля) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1]</p> <p>Створює 3D-моделі (фізичні / віртуальні) для демонстрації гідратації іонів та пояснення принципу «Подібне розчиняється в подібному» [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Проводить спостереження за зразками металів у різних середовищах для аналізу</p>	<p><u>1.5.1. Загальні поняття про розчини і суміші</u></p> <p>1.5.1.1. Класифікація сумішей: однорідні (розчини) та неоднорідні. Дисперсні системи.</p> <p>1.5.1.2. Масова та об'ємна частки компонентів у суміші.</p> <p>1.5.1.3. Методи розділення сумішей.</p> <p><u>1.5.2. Вода як розчинник і процес розчинення</u></p> <p>1.5.2.1. Особливості будови молекули води.</p> <p>1.5.2.2. Розчинність речовин (залежність від природи розчинника та розчиненої речовини).</p> <p>1.5.2.3. Насичені й ненасичені розчини.</p> <p>1.5.2.4. Способи вираження складу розчину (масова частка, молярна концентрація).</p> <p><u>1.5.3. Електролітична дисоціація та реакції в розчинах</u></p> <p>1.5.3.1. Електроліти та неелектроліти.</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <p>1. Експериментальне приготування і порівняння трьох систем: істинний розчин (сіль), суспензія (глина у воді), колоїдний розчин (крохмаль). Проведення дослідів на стійкість (седиментація) та ефект Тіндаля для їхньої ідентифікації.</p> <p>2. Створення 3D-моделі (фізичної або віртуальної) для демонстрації гідратації іонів або утворення сольватної оболонки навколо полярної молекули (на прикладі NaCl або цукру) для пояснення принципу «Подібне розчиняється в подібному».</p> <p>3. Групове розроблення та складання найпростішого гальванічного елемента (наприклад, мідно-цинкового) з побутових</p>

<p>умов, що прискорюють / сповільнюють корозію (хімічна / електрохімічна) [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Розробляє та складає найпростіший гальванічний елемент із побутових матеріалів. Вимірює та аналізує початкову ЕРС та її зміну із часом, обговорює обмеження [12 ПРО 1.3.1-2 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]</p> <p>Аналізує результати тривалого експерименту з корозії, обґрунтовуючи вплив протекторного захисту чи різних середовищ на швидкість руйнування металу [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Використовує ряд активності металів як інструмент для прогнозування перебігу ОВР (наприклад, металів із солями) та, якщо є можливість, перевіряє ці прогнози експериментально [12 ПРО 1.5.1-1 П], [12 ПРО 1.1.1-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p>1.5.3.2. Процес електролітичної дисоціації (механізм утворення йонів у розчинах).</p> <p>1.5.3.3. Йонно-молекулярні рівняння.</p> <p>1.5.2.4. Реакції йонного обміну між електролітами в розчині.</p> <p><u>1.5.4. Кислотність, лужність середовища</u></p> <p>1.5.4.1. Водневий показник (рН). Кольори індикаторів (визначення середовища).</p> <p>1.5.4.2. Гідроліз солей (взаємодія йонів солі з водою та вплив на рН).</p> <p>1.5.4.3. Якісні реакції на катіони та аніони.</p> <p><u>1.5.5. Електрохімічні процеси та корозія</u></p> <p>1.5.5.1. Електрохімія. Хімічні джерела енергії.</p> <p>1.5.5.1.1. Поняття електрода, анода, катода.</p> <p>1.5.5.1.2. Стандартні електродні потенціали.</p> <p>1.5.5.1.3. Ряд активності металів (як інструмент для прогнозування перебігу ОВР).</p> <p>1.5.5.1.4. Побудова гальванічних елементів (хімічне перетворення енергії на електричну).</p> <p><u>1.5.6. Електроліз</u></p> <p>1.5.6.1. Електроліз.</p> <p>1.5.6.2. Продукти електролізу розчинів електролітів та роль електроліту.</p> <p><u>1.5.7. Корозія металів та захист від неї</u></p> <p>1.5.7.1. Корозія металів: хімічна та електрохімічна корозія (застосування знань про ОВР та електрохімію до руйнування металів).</p> <p>1.5.7.2. Методи захисту від корозії (покриття, протекторний захист, легування)</p>	<p>матеріалів. Вимірювання та запис початкової електрорушійної сили (ЕРС) та її зміни із часом, обговорення практичного застосування.</p> <p>4. Постановка тривалого експерименту (на 1–2 тижні): поміщення металевих зразків (залізо) у різні середовища (дистильована вода, солоняна вода, кислотний розчин) та з'єднання з протектором / протикорозійним покриттям. Візуальне спостереження та аналіз умов, що прискорюють / сповільнюють корозію.</p> <p style="text-align: center;"><b>Робота з інформацією</b></p> <p>1. Пошук алгоритмів та формул для розрахунку масової частки, молярної концентрації еквівалента. Розв'язання практичної задачі з перерахунку концентрацій (наприклад, із масової частки на молярну) для промислового розчину.</p> <p>2. Пошук інформації про фактори, що впливають на зміщення рівноваги електролітичної дисоціації (наприклад, додавання спільного іона, зміна температури). Складання схем, що пояснюють вплив на дисоціацію слабких електролітів.</p> <p>3. Пошук та систематизація інформації про принцип дії різних індикаторів, рН-метрів та колориметричних тест-систем. Створення порівняльної таблиці їхньої точності та сфери застосування.</p>
--	---	--

<p>Знаходить та застосовує формули для розрахунку масової частки та молярної концентрації. Розв'язує практичні задачі з розрахунку / приготування розчинів [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>Здійснює пошук та систематизує інформацію про принцип дії індикаторів, рН-метрів та колориметричних тест-систем [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>Перетворює інформацію про перебіг реакцій у розчинах у форму йонно-молекулярних рівнянь (повних та скорочених) [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Розв'язує практичні задачі з перерахунку різних типів концентрацій (наприклад, із масової частки на молярну концентрацію) для промислових розчинів [12 ПРО 2.2.1-2 П], [12 ПРО 4.3.2-1 П]</p> <p>Знаходить таблиці стандартних електродних потенціалів. Створює алгоритм для прогнозування перебігу ОВР на основі цих потенціалів, зокрема, складніші випадки (наприклад, корозія) [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 2.1.1-5 П]</p> <p>Здійснює пошук та систематизацію інформації про фактори, що впливають на зміщення рівноваги електродної</p>		<p>4. Пошук таблиць стандартних електродних потенціалів. Створення алгоритму для прогнозування перебігу окисно-відновних реакцій (ОВР), включно з реакціями металів із кислотами та солями з використанням потенціалів.</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <p>1. Обговорення факторів, що впливають на розчинність (температура, природа розчинника та розчиненої речовини, тиск для газів). Аргументація, чому криві розчинності для різних солей мають різний вигляд.</p> <p>2. Групове обговорення: чи завжди концентрований розчин слабого електроліту краще проводить струм, ніж розбавлений розчин сильного електроліту? Розмежування понять ступінь дисоціації та концентрація йонів.</p> <p>3. Обговорення ролі гідролізу в підтриманні буферних систем організму (наприклад, карбонатна буферна система) та в промислових процесах (очищення води, фарбування тканин).</p> <p>4. Аналіз та порівняння продуктів, що утворюються на катоді та аноді в процесі електролізу водних розчинів різних солей (наприклад, NaCl, CuSO<sub>4</sub>, NaNO<sub>3</sub>). Обговорення впливу перенапруги та природи електродів.</p>
---	--	--

<p>дисоціації (додавання спільного іона, зміна температури) для слабких електролітів [12 ПРО 2.1.1-1 П], [12 ПРО 2.1.1-5 П]</p> <p><b>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</b></p> <p><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Характеризує особливості будови молекули води як розчинника. Класифікує системи на однорідні / неоднорідні, речовини на електроліти / неелектроліти [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]</p> <p>Пояснює механізм електролітичної дисоціації. Установлює зв'язок між гіпотезою про наявність іонів у розчині та перебігом реакцій йонного обміну. Пояснює вплив гідролізу солей на рН середовища [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]</p> <p>Наводить приклади хімічних джерел енергії (гальванічний елемент) та методів захисту від корозії (легування, покриття) [12 ПРО 3.4.1-1]</p> <p><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Прогнозує продукти електролізу розчинів різних солей, обґрунтовуючи це знаннями про стандартні електродні потенціали та</p>		<p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Публічний захист результатів лабораторного практикуму (див. п. 1.5.1.1.) та проекту про корозію (див. п. 1.5.6.3.). Групове обговорення: «Як можна кількісно оцінити швидкість корозії?», «Які фактори були ключовими для стійкості дисперсної системи?».</li> <li>2. Індивідуальне створення візуальної діаграми, що демонструє взаємозв'язок між гальванічним елементом (спонтанний процес) та електролізом (неспонтанний процес), зокрема, напрямку руху електронів та перетворення енергії в кожному разі.</li> <li>3. Обмін та взаємоперевірка завдань на складання іонно-молекулярних рівнянь (повних та скорочених) для реакцій обміну в розчинах. Оцінювання роботи за критеріями: правильність визначення сильних / слабких електролітів та умов перебігу реакції до кінця.</li> <li>4. Створення анонімного мінітесту, сфокусованого на розрізненні понять: електроліт / неелектроліт, гідроліз / нейтралізація, анод / катод у гальванічному елементі та при електролізі. Обговорення «точок зростання» у навичках якісного та кількісного аналізу процесів у розчинах</li> </ol>
---	--	---

<p>природу електроліту [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p> <p>Усвідомлює взаємозв'язок між корозією металів (спонтанний ОВР-процес) та гальванічним елементом / електролізом (спрямований ОВР-процес) [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Систематизує (у формі діаграми) взаємозв'язок між ступенем дисоціації, концентрацією йонів та електропровідністю розчинів, обговорюючи, чому концентрований слабкий електроліт може проводити струм краще, ніж розбавлений сильний [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]</p>		
--	--	--

**11 клас**  
**Поглиблений рівень**

Очікувані результати навчання	Пропонований зміст навчального предмета	Види навчальної діяльності
<b>МОДУЛЬ II. Неорганічна хімія</b>		
<b>Тема 2.1. Сучасні уявлення про хімічну будову, електрохімічні та кінетичні процеси. Хімічна рівновага</b>		
<p><i>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює моделі молекул (CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>) і пояснює тип гібридизації центрального атома (sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>) та геометричну форму [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Проводить досліди для вивчення впливу концентрації або температури на швидкість реакції (наприклад, розклад H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Побудова графіка залежності [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.1-1]</p> <p>Збирає простий гальванічний елемент (Cu/Zn) та вимірює його ЕРС. Проводить демонстраційний електроліз та визначає продукти [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p>	<p><u>2.1.1. Сучасні моделі хімічного зв'язку та будови молекул</u></p> <p>2.1.1.1. Сучасні уявлення про будову атома, хімічні зв'язки та гібридизацію атомних орбіталей (sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>, sp<sup>3</sup>d, sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup>), зв'язок гібридизації зі структурою молекул.</p> <p><u>2.1.2. Основи хімічної кінетики</u></p> <p>2.1.2.1. Швидкість хімічної реакції. Константа швидкості.</p> <p>2.1.2.2. Залежність швидкості від концентрації речовин (кінетичні рівняння). Закон діючих мас.</p> <p><u>2.1.3. Хімічна рівновага</u></p> <p>2.1.3.1. Напрявленість хімічних процесів. Динамічна рівновага, оборотні реакції.</p> <p>2.1.3.2. Константа хімічної рівноваги. Зміщення хімічної рівноваги. Принцип Ле Шательє.</p> <p><u>2.1.4. Електрохімічні процеси</u></p>	<p><i>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</i></p> <p>Створити фізичні (пластилін, конструктор) або віртуальні (ChemDoodle, Avogadro) моделі молекул (CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>), пояснюючи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) просторову конфігурацію атомних орбіталей та геометрію молекул (sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>, sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup>);</li> <li>2) геометричну форму молекули;</li> <li>3) наявність полярних / неполярних зв'язків та молекули в цілому.</li> </ol> <p>Дослідити вплив концентрації (розведення реагентів) або температури (холодна / гаряча вода) на швидкість реакції розкладу гідроген пероксиду (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), використовуючи каталізатор (MnO<sub>2</sub> або дріжджі). Побудувати графік залежності.</p> <p>Створити симуляцію або графічну модель процесу, що ілюструє синтез амоніаку або сірчаної кислоти. Обґрунтувати з погляду принципу Ле Шательє, чому в промисловості використовують високий тиск і певні температури.</p>

<p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює фізичні / віртуальні моделі молекул зі складнішими типами гібридизації (<math>sp^3d</math>, <math>sp^3d^2</math> на прикладі <math>SF_6</math>). Обґрунтовує полярність молекули в цілому попри наявність полярних зв'язків (наприклад, <math>CO_2</math>) [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Створює графічну модель / симуляцію промислового синтезу (<math>NH_3</math>, <math>H_2SO_4</math>). Обґрунтовує вибір високого тиску та певної температури з погляду принципу Ле Шательє [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Аналізує отримані експериментальні дані зі швидкості реакції. Оцінює, наскільки ці дані підтверджують / спростовують кінетичне рівняння та закон діючих мас [12 ПРО 1.5.1-1 П], [12 ПРО 1.6.2-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><i>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Знаходить та аналізує інформацію про квантові числа (<math>n</math>, <math>l</math>, <math>m_l</math>, <math>m_s</math>). Складає таблицю, що пов'язує квантові числа</p>	<p>2.1.4.1. Стандартні електродні потенціали. Ряд активності металів. Побудова гальванічних елементів.</p> <p>2.1.4.2. Електроліз, продукти електролізу розчинів і розплавів електролітів. Значення електролізу</p>	<p><b>Частина I.</b> Зібрати простий гальванічний елемент (наприклад, лимонний елемент або елемент Даніеля: <math>Cu/Zn</math>) та виміряти його електрорушійну силу (ЕРС) за допомогою мультиметра.</p> <p><b>Частина II.</b> Провести демонстраційний електроліз розчину натрій хлориду (<math>NaCl</math>) та визначити продукти на аноді та катоді (виділення <math>Cl_2</math> і <math>H_2</math>).</p> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <p>Знайти й проаналізувати інформацію про сучасні уявлення про будову атома: квантові числа (<math>n</math>, <math>l</math>, <math>m_l</math>, <math>m_s</math>) та їхнє значення для опису атомних орбіталей. Скласти таблицю, що пов'язує квантові числа з формою орбіталей.</p> <p>Дослідити роль ферментів (біологічних каталізаторів) у живих організмах. Пояснити, як ферменти впливають на константу швидкості біохімічних реакцій та чому це життєво важливо.</p> <p>Знайти приклади оборотних реакцій, що використовуються для консервації або зберігання продуктів (наприклад, гідроліз цукру, зміна рН у процесі бродіння). Проаналізувати, як зміщення рівноваги використовується для продовження терміну придатності.</p> <p>Скласти порівняльну таблицю між літій-іонними акумуляторами (гальванічний елемент) та електролізом води (промислове виробництво водню). <i>Виділити:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) типи перетворення енергії;</li> <li>2) основні продукти / призначення;</li> </ol>
---	---	--

<p>з формою атомних орбіталей [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>Досліджує роль ферментів (біологічних каталізаторів). Пояснює, як ферменти впливають на константу швидкості та життєву важливість цих процесів [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Складає порівняльну таблицю між літій-іонними акумуляторами (гальванічний елемент) та електролізом води (промисловий <math>H_2</math>). Виділяє типи перетворення енергії та екологічні аспекти [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аргументовано пояснює, як ферменти впливають на константу швидкості біохімічних реакцій та чому температурна чутливість є критичною для їхньої роботи [12 ПРО 2.2.1-1 П], [12 ПРО 2.1.1-5 П]</p> <p>Знаходить приклади оборотних реакцій, що використовуються для консервації продуктів (гідроліз цукру, зміна рН). Аналізує, як зміщення рівноваги використовується для продовження терміну придатності [12 ПРО 2.1.1-1 П], [12 ПРО 3.3.1-4 П]</p>		<p>3) екологічні аспекти.</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <p>Як тип гібридизації (<math>sp</math>, <math>sp^2</math>, <math>sp^3</math>) може пояснити фізичні властивості (наприклад, температуру плавлення, розчинність) трьох алотропних модифікацій Карбону: алмазу (<math>sp^3</math>), графіту (<math>sp^2</math>) та фуллерену?</p> <p>Чому на хімічних заводах необхідно суворо контролювати температуру та концентрацію реагентів? Які наслідки може мати неконтрольоване зростання швидкості екзотермічної реакції?</p> <p>Якщо реакція є оборотною та екзотермічною, які умови (температура, тиск, концентрація) слід установити, щоб максимізувати вихід продукту? Як ці умови узгоджуються з принципом Ле Шательє?</p> <p>Який метод захисту залізних конструкцій більш ефективний: катодна (протекторна) корозія (на основі ряду активності металів) чи просте лакофарбове покриття? Обґрунтувати переваги та недоліки кожного методу, посилаючись на електрохімічні процеси.</p> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p> <p>Учень / учениця демонструє свою 3D-модель і пояснює зв'язок між типом гібридизації (наприклад, <math>sp^3</math> у <math>CH_4</math>) та кінцевою просторовою формою (тетраedr). <i>Досвід:</i> просторова візуалізація хімічних концепцій.</p>
---	--	---

<p>Знаходить та використовує інформацію про стандартні електродні потенціали для розрахунку ЕРС гальванічних елементів та прогнозування продуктів електролізу розплавів / розчинів [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 4.3.2-1 П]</p> <p><b><i>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</i></b></p> <p><b><i>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</i></b></p> <p>Характеризує гібридизацію атомних орбіталей як основу для просторової структури молекул. Розрізняє оборотні / необоротні реакції та динамічну рівновагу [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]</p> <p>Пояснює вплив концентрації на швидкість реакції на основі Закону діючих мас. Установлює зв'язок між гібридизацією та геометричною формою молекули [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]</p> <p>Наводить приклади застосування електролізу (наприклад, виробництво Al) та використання принципу Ле Шательє для оптимізації хімічних процесів [12 ПРО 3.4.1-1]</p>		<p>Графік залежності швидкості реакції від концентрації або температури. Пояснює, як ці фактори впливають на константу швидкості та кінетичне рівняння (Закон діючих мас). <i>Досвід</i>: експериментальне підтвердження кінетичних законів.</p> <p>Обговорення того, як порушення природної рівноваги (наприклад, збільшення CO<sub>2</sub>) впливає на хімічні процеси в океанах (закислення). <i>Підсумок</i>: застосування принципу Ле Шательє для пояснення глобальних екологічних змін.</p> <p>Презентація про паливні елементи (як протилежність електролізу) та їхню роль у зеленій енергетиці (виробництво водню). <i>Підсумок</i>: розуміння стандартних електродних потенціалів як основи для розрахунку ЕРС та створення нових джерел енергії</p>
--	--	---

<p><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аргументує, як тип гібридизації (наприклад, <math>sp^3</math> в алмазі та <math>sp^2</math> у графіті) пояснює фізичні властивості алотропних модифікацій Карбону (твердість, провідність) [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]</p> <p>Прогнозує та обґрунтовує оптимальні умови (Т, Р) для максимізації виходу екзотермічної оборотної реакції відповідно до принципу Ле Шательє. Усвідомлює наслідки неконтрольованого зростання швидкості екзотермічних реакцій (вибухи) [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.3.1-3 П]</p> <p>Критично оцінює ефективність катодної (протекторної) корозії проти лакофарбового покриття для захисту металів, посиляючись на ряд активності металів та електрохімічні процеси [12 ПРО 3.4.1-1 П], [12 ПРО 4.5.1-3]</p>		
<b>Тема 2.2. Хімія неметалічних елементів</b>		
<p><i>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</i></p> <p><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Проводить моделювання реакції заміщення (витіснення) галогенів із</p>	<p><u>2.2.1. VII група (головна підгрупа)</u>  2.2.1.1. Типові властивості простих речовин (окисні властивості, взаємодія з металами, водою, лугами).  2.2.1.2. Властивості галогеноводнів (HF, HCl, HBr, HI); реакції заміщення.  2.2.1.3. Задачі на надлишок та нестачу.</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <p>Скласти графік або діаграму, що відображає зменшення окисної здатності галогенів від <math>F_2</math> до <math>I_2</math>. Провести моделювання реакції заміщення (витіснення) галогенів із солей у розчині (<math>Cl_2 + KBr, Br_2 + KI</math>).</p>

<p>солей у розчині (<math>\text{Cl}_2 + \text{KBr}</math>). Досліджує окисні властивості концентрованої <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> при взаємодії з металами (наприклад, <math>\text{Cu}</math>) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1]</p> <p>Складає графік або діаграму, що відображає зменшення окисної здатності галогенів (<math>\text{F}_2 \rightarrow \text{I}_2</math>). Моделює (візуально) алотропію Сульфуру (ромбічна, моноклінна) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.1-1]</p> <p>Формулює висновки щодо якісних реакцій на галогенід-іони (<math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{Br}^-</math>, <math>\text{I}^-</math>) та їхньої необхідності для розв'язання задачі на надлишок реагенту [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює схему-модель біогеохімічних циклів Нітрогену / Фосфору. Виділяє та обґрунтовує ключові окисно-відновні перетворення (<math>\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_3^-</math>) у циклі [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Аналізує та розраховує максимально можливий і фактичний вихід продукту реакції (наприклад, амоніаку). Обговорює / оцінює, які фактори (кінетичні, рівноважні,</p>	<p><u>2.2.2. VI група (головна підгрупа)</u></p> <p>2.2.2.1. Окисен і Сульфур: властивості простих речовин (<math>\text{O}_2</math>, <math>\text{O}_3</math>; S — алотропія).</p> <p>2.2.2.2. Оксиди <math>\text{SO}_2</math>, <math>\text{SO}_3</math>.</p> <p>2.2.2.3. Кислоти (<math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> — кислотні та окисні властивості).</p> <p>2.2.2.4. Властивості сульфатів і сульфідів.</p> <p>2.2.2.5. Задачі на олеум.</p> <p><u>2.2.3. V група (головна підгрупа)</u></p> <p>2.2.3.1. Нітроген і Фосфор: будова простої речовини (<math>\text{N}_2</math>, P білий / червоний).</p> <p>2.2.3.2. Оксиди <math>\text{NO}</math>, <math>\text{NO}_2</math>, <math>\text{P}_2\text{O}_5</math>.</p> <p>2.2.3.3. <math>\text{HNO}_3</math> — окисні і відновні властивості.</p> <p>2.2.3.4. <math>\text{H}_3\text{PO}_4</math> — кислотні властивості.</p> <p>2.2.3.5. Утворення та властивості солей.</p> <p>2.2.3.6. Вихід продукту реакції.</p> <p><u>2.2.4. IV група (головна підгрупа)</u></p> <p>2.2.4.1. Карбон і Силіцій: властивості графіту, алмазу, силіцію.</p> <p>2.2.4.2. Хімічні властивості <math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{SiO}_2</math>.</p> <p>2.2.4.3. Реакції з киснем, активними металами, кислотами / лугами.</p> <p>2.2.4.4. Закон Гесса</p>	<p>Дослідити окисні властивості концентрованої <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> під час взаємодії з металами (наприклад, міддю <math>\text{Cu}</math>) та розведення її з водою.</p> <p>Моделювати (візуально) алотропію Сульфуру: ромбічна, моноклінна, пластична сірка.</p> <p>Створити схему-модель біогеохімічних циклів Нітрогену та Фосфору. Виділити ключові хімічні перетворення (<math>\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-</math>), що демонструють окисно-відновні властивості сполук V групи.</p> <p>Збудувати 3D-моделі алмазу (атомна ґратка, <math>sp^3</math>) та графіту (шарувата ґратка, <math>sp^2</math>).</p> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <p>Дослідити, як виробляються та де використовуються <math>\text{HF}</math>, <math>\text{HCl}</math>, <math>\text{HBr}</math>, <math>\text{HI}</math>. Зокрема, зосередитися на травленні скла (використання <math>\text{HF}</math>) та ролі <math>\text{HCl}</math> у життєдіяльності (шлунковий сік). Скласти рівняння відповідних реакцій.</p> <p>Знайти та проаналізувати інформацію про виробництво сульфатної кислоти контактним способом. Пояснити, що таке олеум і чому його використання є ключовим етапом для економічної ефективності виробництва. Розв'язати типову задачу на обчислення масової частки <math>\text{SO}_3</math> в олеумі.</p> <p>Проаналізувати окисні властивості азотної кислоти (<math>\text{HNO}_3</math>) різної концентрації під час взаємодії з різними</p>
---	---	--

<p>технологічні) знижують фактичний вихід [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Будує 3D-моделі алмазу (<math>sp^3</math>) та графіту (<math>sp^2</math>). Обґрунтовує зв'язок між гібридизацією та фізичними / хімічними властивостями цих алотропів [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.2-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><i>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Досліджує практичне застосування галогеноводнів (HF — травлення скла; HCl — шлунковий сік). Складає рівняння відповідних реакцій [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Знаходить та застосовує формули для розв'язання типових задач на обчислення масової частки <math>SO_3</math> в олеумі та виходу продукту реакції [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>Аналізує та систематизує окисні властивості <math>HNO_3</math> різної концентрації при взаємодії з різними металами (різні продукти відновлення: NO,</p>		<p>металами (рядки рівнянь з утворенням NO, <math>NO_2</math>, <math>NH_4</math>, <math>NO_3</math>). Знайти інформацію про її використання у виробництві вибухівки та мінеральних добрив.</p> <p>Дослідити, чому силіцій є основою сучасної мікроелектроніки (напівпровідники). Знайти рівняння, що демонструють його відновні властивості (наприклад, відновлення оксидів металів) та взаємодію з лугами (амфотерний характер).</p> <p><i>Спільне (групове) обговорення</i></p> <p>Порівняти кислотну силу (<math>HCl \leftrightarrow HI</math>) та міцність зв'язку (<math>HF \leftrightarrow HI</math>) галогеноводнів. Обговорити, чому HF є слабкою кислотою, але може розчиняти скло, а HI — найсильніша кислота в цьому ряду.</p> <p>Обговорити, як хімічні властивості сульфур (IV) оксиду (<math>SO_2</math>) пов'язані з його впливом на довкілля (кислотні дощі). Як властивості <math>SO_3</math> (взаємодія з водою) пояснюють необхідність використання олеуму в промисловості?</p> <p>На прикладі азоту (<math>N_2</math>) — від <math>-3</math> (<math>NH_3</math>) до <math>+5</math> (<math>HNO_3</math>) — обговорити, чому сполуки V групи можуть виявляти як сильні окисні, так і сильні відновні властивості залежно від ступеня окиснення атома.</p> <p>Чому Карбон утворює мільйони сполук (органічна хімія) та є основою життя, тоді як Силіцій (який має схожу будову зовнішнього рівня) — ні? Які хімічні та фізичні властивості C-C та Si-Si зв'язків є ключовими?</p>
--	--	---

<p>NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>) [12 ПРО 2.1.1-2], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аналізує інформацію про виробництво сульфатної кислоти контактним способом. Пояснює, що таке олеум, і аргументує, чому його використання є ключовим етапом для економічної ефективності виробництва [12 ПРО 2.1.1-1 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П]</p> <p>Досліджує, чому силіцій є основою мікроелектроніки. Знаходить та аналізує рівняння, що демонструють відновні властивості Si та його амфотерний характер (взаємодія з лугами) [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p> <p>Знаходить та пояснює Закон Гесса. Наводить приклад, як, знаючи теплоти утворення оксидів (CO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>), можна прогнозувати енергетичну вигоду реакції [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 4.3.2-1 П]</p> <p><b>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</b></p> <p><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>		<p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p> <p>Учень / учениця пояснює, як провести якісні реакції на галогенід-іони (Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>) та які знання про властивості солей (наприклад, розчинність AgX) потрібно було здобути для розв'язання задачі на надлишок реагенту. <i>Досвід:</i> аналіз та розрахунки в реальних умовах.</p> <p>Обговорення економічного значення H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> як «хліба хімічної промисловості». <i>Підсумок:</i> розуміння окисних властивостей концентрованої кислоти та основи розрахунків з урахуванням виходу продукту (задачі на олеум).</p> <p>Презентація з розрахунком максимально можливого та фактичного виходу продукту реакції (наприклад, амоніаку). <i>Обговорення:</i> які фактори (кінетичні, рівноважні, технологічні) знижують фактичний вихід? <i>Досвід:</i> критичний аналіз ефективності хімічних процесів.</p> <p>Пояснення закону Гесса та його значення для розрахунку теплових ефектів реакцій, які неможливо виміряти експериментально. Навести приклад, як, знаючи теплоти утворення оксидів (CO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>), можна передбачити енергетичну вигоду реакції. <i>Досвід:</i> застосування термодинаміки для прогнозування реакцій</p>
---	--	--

Характеризує типові властивості простих речовин VII–IV груп (окисні властивості, алотропія). Класифікує реакції сполук V групи за ступенем окиснення ( $\text{HNO}_3$  — окисні,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  — кислотні / основні) [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Пояснює, як хімічні властивості  $\text{SO}_2$  (кислотний оксид) пов'язані з його впливом на довкілля (кислотні дощі). Установлює зв'язок між міцністю зв'язку та кислотною силою галогеноводнів [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Оцінює економічне значення  $\text{H}_2\text{SO}_4$  як «хліба хімічної промисловості» та значення Закону Гесса для розрахунку теплових ефектів [12 ПРО 3.4.2-1], [12 ПРО 3.4.1-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Аргументує та порівнює кислотну силу ( $\text{HCl} \leftrightarrow \text{HI}$ ) та міцність зв'язку ( $\text{HF} \leftrightarrow \text{HI}$ ) галогеноводнів. Обговорює причини аномалії HF [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]

Аргументує, чому Карбон є основою життя та органічної хімії, тоді як Силіцій — ні, ґрунтуючись на

<p>хімічних та фізичних властивостях C–C та Si–Si зв'язків [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Прогнозує, чому сполуки V групи можуть виявляти як сильні окисні, так і сильні відновні властивості (на прикладі N від –3 до +5) залежно від ступеня окиснення атома [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
<b>Тема 2.3. Хімія металічних елементи</b>		
<p><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Складає порівняльну діаграму, що ілюструє зміну металічних властивостей та типових реакцій (із водою, кислотами) у рядах Li→Cs та Be→Ba [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Проводить моделювання / дослідження твердості води. Експериментально усуває тимчасову твердість кип'ятінням та постійну твердість хімічним методом [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Демонструє (віртуально / реально) амфотерний характер Al(OH)<sub>3</sub> (взаємодія з кислотою та лугом).</p>	<p><u>2.3.1. Металічні елементи</u> 2.3.1.1. Загальна характеристика металів. 2.3.2.2. Способи добування.</p> <p><u>2.3.2. s-Елементи (I групи)</u> 2.3.2.1. Загальна характеристика: положення в Періодичній системі та будова атомів. 2.3.2.2. Зміна металічних властивостей у групах та підгрупах. 2.3.2.3. Типові сполуки: оксиди, гідроксиди, солі. 2.3.2.4. <i>Основні хімічні властивості металів</i> 2.3.2.4.1. Взаємодія з простими речовинами (неметалами). 2.3.2.4.1. Взаємодія зі складними речовинами (водою, кислотами). 2.3.2.5. <i>Основні хімічні властивості лугів</i> 2.3.2.5.1. Взаємодія з кислотними оксидами. 2.3.2.5.2. Взаємодія з кислотами. 2.3.2.5.3. Реакції із солями.</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <p><b>Частина I.</b> Створити порівняльну таблицю або діаграму, що ілюструє зміну металічних властивостей та типових реакцій (з водою, кислотами) у рядах Li→Cs та Be→Ba.</p> <p><b>Частина II.</b> Проаналізувати та представити схеми добування Na (електроліз розплаву) та Al (електроліз оксиду в криоліті).</p> <p>Змоделювати та дослідити тимчасову та постійну твердість води. Експериментально усунути тимчасову твердість кип'ятінням (термічний розклад Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) та постійну твердість додаванням Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (хімічний метод).</p> <p>Провести віртуальний або реальний експеримент (якщо дозволено), що демонструє амфотерний характер Al(OH)<sub>3</sub>: взаємодію з HCl (кислотою) та NaOH (лугом). Скласти рівняння в молекулярній та йонній формах.</p>

<p>Складає йонні рівняння [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аналізує та пояснює координаційну структуру та біологічну функцію гемоглобіну (<math>\text{Fe}^{2+}</math>) та хлорофілу (<math>\text{Mg}^{2+}</math>). Визначає комплексоутворювач, ліганди та координаційне число [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Аналізує та представляє схеми добування активних металів (Na — електроліз розплаву, Al — електроліз оксиду в кріоліті). Обґрунтовує вибір методу [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Розробляє план розв'язання задачі на суміш металів (наприклад, Mg і Al) або задачі на пластинку, використовуючи поняття надлишку / недостачі та системи рівнянь [12 ПРО 1.6.2-1 П], [12 ПРО 4.3.2-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><i>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p>2.3.2.6. Біологічна роль: значення лужних металів у біологічних системах.</p> <p><u>2.3.3.s-Елементи (II група)</u></p> <p>2.3.3.1. Загальна характеристика: положення в Періодичній системі; будова атомів.</p> <p>2.3.3.2. Зміна металевих властивостей у групах та підгрупах.</p> <p><u>2.3.3.3. Кальцій та його сполуки</u></p> <p>2.3.3.3.1. Типові сполуки: оксиди, гідроксиди, солі.</p> <p>2.3.3.3.2. Основні хімічні властивості кальцію:</p> <p>2.3.3.3.2.1. Взаємодія з простими речовинами (неметалами).</p> <p>2.3.3.3.2.2. Взаємодія зі складними речовинами (водою, кислотами).</p> <p>2.3.3.3.3. <i>Основні хімічні властивості кальцій гідроксиду</i></p> <p>2.3.3.3.3.1. Взаємодія з кислотними оксидами.</p> <p>2.3.3.3.3.2. Взаємодія з кислотами.</p> <p>2.3.3.3.3.3. Реакції із солями.</p> <p><u>2.3.3.4. Магній та його сполуки</u></p> <p>2.3.3.4.1. Типові сполуки: оксиди, гідроксиди, солі.</p> <p>2.3.3.4.2. <i>Основні хімічні властивості магнію</i></p> <p>2.3.3.4.2.1. Взаємодія з простими речовинами (неметалами).</p>	<p>Створити доповідь (або презентацію) про гемоглобін (<math>\text{Fe}^{2+}</math> комплекс) та хлорофіл (<math>\text{Mg}^{2+}</math> комплекс). Пояснити:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) які іони є комплексоутворювачами;</li> <li>2) що виступає лігандами;</li> <li>3) як їхня координаційна структура пов'язана з їхньою біологічною функцією (транспорт <math>\text{O}_2</math>, фотосинтез).</li> </ol> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <p>Дослідити сучасні загальні способи добування металів (пірометалургія, гідрометалургія, електromеталургія). Проаналізувати екологічні проблеми, пов'язані з виробництвом чавуну та сталі (викиди <math>\text{CO}_2</math>, шлаки).</p> <p>Дослідити роль іонів <math>\text{Na}^+</math> та <math>\text{K}^+</math> у біологічних системах. Пояснити механізм їхнього руху через клітинні мембрани (калієво-натрієвий насос) та їхню функцію в передаванні нервових імпульсів.</p> <p>Знайти та проаналізувати приклади застосування різних методів захисту від корозії (фарбування, оцинкування, протекторний захист) у сучасному будівництві або автомобілебудуванні. Обґрунтувати вибір методу з погляду електрохімічних процесів (катодна / анодна поляризації).</p> <p>Скласти таблицю, що відображає типові ступені окиснення Fe, Cr, Cu, Mn та відповідні їм типові сполуки (оксиди, солі). Проаналізувати, як ці елементи виявляють окисно-відновні властивості в різних середовищах (<math>\text{Cr}^{3+} \leftrightarrow \text{Cr}^{6+}</math> у лужному / кислотному середовищі).</p>
--	--	--

<p>Досліджує загальні способи добування металів (піро-, гідро-, електрометалургія). Виділяє основні стадії виробництва чавуну та сталі [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Досліджує роль іонів <math>\text{Na}^+</math> та <math>\text{K}^+</math> у біологічних системах. Пояснює механізм їхнього руху через клітинні мембрани (калієво-натрієвий насос) [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>Складає таблицю, що відображає типові змінні ступені окиснення Fe, Cr, Cu, Mn та відповідні їм типові сполуки [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аналізує екологічні проблеми, пов'язані з виробництвом чавуну та сталі (викиди <math>\text{CO}_2</math>, шлаки). Пропонує шляхи мінімізації негативного впливу [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 3.4.2-1 П]</p> <p>Знаходить та аналізує приклади застосування різних методів захисту від корозії (оцинкування, протекторний захист). Обґрунтовує вибір методу з погляду електрохімічних процесів (катодна / анодна поляризація) [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 3.3.1-4 П]</p>	<p>2.3.3.4.2.2. Взаємодія зі складними речовинами (водою, кислотами).</p> <p>2.3.3.5. <i>Основні хімічні властивості магній гідроксиду</i></p> <p>2.3.3.5.1. Взаємодія з кислотними оксидами.</p> <p>2.3.3.5.2. Взаємодія з кислотами.</p> <p>2.3.3.5.3. Реакції з солями.</p> <p>2.3.3.6. Твердість води.</p> <p><u>2.3.4. р-Елементи (III група)</u></p> <p>2.3.4.1. Алюміній та його сполуки.</p> <p>2.3.4.1.1. Типові сполуки: оксиди, гідроксиди, солі.</p> <p>2.3.4.1.2. <i>Основні хімічні властивості алюмінію</i></p> <p>2.3.4.1.2.1. Взаємодія з простими речовинами (неметалами).</p> <p>2.3.4.1.2.2. Взаємодія зі складними речовинами (водою, кислотами).</p> <p>2.3.4.1.3. <i>Хімічні властивості алюміній гідроксиду</i></p> <p>2.3.4.1.3.1. Взаємодія з кислотними та основними оксидами.</p> <p>2.3.4.1.3.2. Реакції з кислотами та лугами.</p> <p><u>2.3.5. d-Елементи. Координаційні сполуки</u></p> <p>2.3.5.1. Основні поняття: комплексоутворювач, ліганди (моно- і полідентатні), координаційне число, внутрішня та зовнішня координаційні сфери.</p>	<p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <p>Чому лужні метали (Na, K) зберігають під шаром гасу? Які потенційні ризики виникають під час їхньої взаємодії з водою або киснем? Обговорити, як положення в Періодичній системі пояснює їхню високу відновну активність.</p> <p>Обговорити, чому алюмінієвий посуд є стійким до води, але його не рекомендується мити сильно лужними мийними засобами. Як амфотерність <math>\text{Al}(\text{OH})_3</math> пояснює цю хімічну особливість?</p> <p>Обговорення механізмів якісних реакцій, що ґрунтуються на утворенні комплексних іонів (наприклад, <math>\text{Cu}^{2+}</math> з <math>\text{NH}_3</math>). Як утворення цих комплексів підвищує розчинність осадів та допомагає в аналізі?</p> <p>Груповий розбір задачі на суміш металів (наприклад, Mg і Al) або задачі на пластинку (зміна маси металу під час занурення в розчин солі). Обговорення необхідності складання системи рівнянь та використання понять надлишку / нестачі реагентів.</p> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p> <p>Учні та учениці створюють діаграму (або ментальну мапу) на порівняння будови атомів, хімічні властивості та біологічну роль елементів I, II, та III груп. <i>Досвід:</i> систематизація знань про елементи-метали та їхні сполуки.</p>
--	--	--

<p>Досліджує та систематизує основні поняття про координаційні сполуки (комплексоутворювач, ліганди, координаційне число, сфери). Наводить приклади номенклатури комплексних сполук (згідно з IUPAC) [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 2.1.1-5 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Характеризує зміну металічних властивостей у групах та періодах. Пояснює загальні хімічні властивості лужних / лужноземельних металів та їхніх сполук [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]</p> <p>Пояснює амфотерний характер Al та його сполук на основі їхньої будови. Установлює зв'язок між незаповненими d-орбіталями перехідних металів та їхньою здатністю до комплексоутворення і змінними ступенями окиснення [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]</p> <p>Розрізняє хімічну та електрохімічну корозію. Пояснює методи захисту (протекторний, покриття) на основі</p>	<p>2.3.5.2. Номенклатура найпростіших комплексних сполук (згідно з рекомендаціями IUPAC).</p> <p>2.3.5.3. Приклади біологічно важливих комплексів (гемоглобін, хлорофіл).</p> <p>2.3.5.4. Якісні реакції за участю йонів <math>[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}</math>, <math>[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+</math>, <math>[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}</math>, <math>[\text{Al}(\text{OH})_4]^-</math>, <math>[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}</math>.</p> <p>2.3.5.5. Загальна характеристика перехідних металів: особливості електронної будови, характерні змінні ступені окиснення, комплексоутворення.</p> <p>2.3.5.5.1. Ферум: взаємодія з кислотами (неокислювачами й окислювачами), неметалами.</p> <p>2.3.5.5.2. Утворення солей (реакції заміщення).</p> <p>2.3.5.6. Хром: амфотерний характер оксиду та гідроксиду; взаємодія з кислотами, лугами; утворення хроматів / дихроматів.</p> <p>2.3.5.7. Купрум: характерні сполуки; взаємодія з кислотами; реакції заміщення; окисно-відновні властивості.</p> <p>2.3.5.8. Манган: характерні сполуки; взаємодія з кислотами; реакції заміщення; окисно-відновні властивості.</p>	<p>Учень / учениця пояснює різницю між хімічною та електрохімічною корозією (на прикладі залізного цвяха у воді).</p> <p><i>Підсумок:</i> розуміння того, як ряд активності металів використовується для вибору протекторного захисту (наприклад, Mg для Fe).</p> <p>Обговорення окисно-відновних властивостей <math>\text{KMnO}_4</math> (Манган) та <math>\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7</math> (Хром) у різних середовищах.</p> <p><i>Підсумок:</i> усвідомлення того, як незаповнені d-орбітали забезпечують змінні ступені окиснення та здатність до комплексоутворення.</p> <p>Учень / учениця представляє та обґрунтовує послідовність розв'язання складної задачі (наприклад, на вихід продукту або домішки в руді).</p> <p><i>Підсумок:</i> набуття навичок логічного мислення, математичного моделювання хімічних процесів та аналізу умов реакції</p>
--	--	---

<p>ряду активності металів [12 ПРО 3.2.1-1], [12 ПРО 3.4.1-1]</p> <p><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аргументує, чому лужні метали зберігають під шаром гасу, посилаючись на їхнє положення в Періодичній системі та високу відновну активність [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]</p> <p>Обґрунтовує, чому Al посуд стійкий до води, але нестійкий до сильних лужних мийних засобів, використовуючи концепцію амфотерності <math>Al(OH)_3</math> [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Прогнозує продукти окисно-відновних реакцій сполук Cr та Mn у різних середовищах (кисле / лужне). Обґрунтовує механізми якісних реакцій, що ґрунтуються на утворенні комплексних іонів (<math>Cu^{2+}</math> з <math>NH_3</math>) [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>	<p>2.3.5.9. Загальні способи добування металів, виробництво чавуну, сталі, алюмінію та кольорових металів.</p> <p>2.3.5.10. Застосування металів.</p> <p>2.3.5.11. Корозія металів: хімічна і електрохімічна корозія. Методи захисту від корозії (покриття, протекторний захист, легування)</p>	
<b>Тема 2.4. Хімія та екологія: виклики, технології та сталий розвиток</b>		
<p><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p><u>2.4.1. Основні джерела та види забруднення навколишнього середовища</u></p> <p>2.4.1.1. Антропогенні джерела забруднення: промисловість, транспорт,</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <p>Створити детальну схему-модель природного колообігу Карбону (<math>CO_2 \leftrightarrow</math>біомаса) або Нітрогену. Виділити на схемі місце, де антропогенна діяльність</p>

<p>Створює схему-модель природного колообігу Карбону (<math>\text{CO}_2 \leftrightarrow</math> біомаса) або Нітрогену. Виділяє місця, де антропогенна діяльність вносить дисбаланс (<math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{NO}_x</math>) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Проводить двоетапне очищення зразка забрудненої води: коагуляція (<math>\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3</math>) та фільтрація через активоване вугілля. Вимірює прозорість до і після етапів [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Досліджує коди маркування пластику (PETE-1, HDPE-2). Визначає хімічні агенти та види забруднень (газоподібні, рідкі, тверді) та їхні джерела [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.1-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Моделює (графічно) процес біоаккумуляції та біомагніфікації важких металів (Pb або Hg) у харчовому ланцюгу. Пояснює, чому концентрація зростає на кожному наступному трофічному рівні [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Розробляє технологічну схему хімічного рециклінгу пластику PET (гідроліз або піроліз). Обґрунтовує,</p>	<p>сільське господарство, побутова діяльність.</p> <p>2.4.1.2. Колообіг елементів у природі.</p> <p>2.4.1.3. <i>Основні типи забруднювачів</i></p> <p>2.4.1.3.1. Газоподібні (<math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{SO}_2</math>, <math>\text{NO}_x</math>, <math>\text{NH}_3</math>, фреони).</p> <p>2.4.1.3.2. Тверді частинки (пил, мікропластик, сажа, азбест).</p> <p>2.4.1.3.3. Рідкі стоки (йони важких металів).</p> <p>2.4.1.3.4. Радіоактивні забруднення.</p> <p>2.4.1.3.5. Види забруднення: повітря, ґрунтів, води, біоти, шумове та світлове забруднення.</p> <p>2.4.1.3.6. Вторинне забруднення: фотохімічний смог, кислотні дощі, парниковий ефект, евтрофікація.</p> <p><u>2.4.2. Екологічні проблеми, пов'язані з хімією</u></p> <p>2.4.2.1. Накопичення важких металів (Hg, Pb, Cd) та їхня біоаккумуляція.</p> <p>2.4.2.2. Хімічна деградація ґрунтів (солонцюватість, закислення, гербіциди).</p> <p>2.4.2.3. Хімічні катастрофи: наслідки для екосистем і людини.</p> <p>2.4.2.4. Хімічна безпека — частина національної безпеки.</p> <p><u>2.4.3. Методи очищення води та повітря</u></p> <p>2.4.3.1. <i>Очищення води</i></p> <p>2.4.3.1.1. Фізичні (відстоювання, фільтрація, мембранна технологія).</p>	<p>(промисловість, транспорт) вносить дисбаланс (парниковий ефект, кислотні дощі) через збільшення <math>\text{CO}_2</math> та <math>\text{NO}_x</math>.</p> <p>Змоделювати (графічно) процес біоаккумуляції та біомагніфікації Pb або Hg у простому харчовому ланцюгу (вода → планктон → дрібна риба → хижа риба → людина). Пояснити, чому концентрація Hg зростає на кожному наступному трофічному рівні.</p> <p>Провести двоетапне очищення зразка забрудненої води:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) додати коагулянт (<math>\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3</math> або квасці) для осадження колоїдних частинок;</li> <li>2) провести фільтрацію крізь шар активованого вугілля. Виміряти прозорість води до і після кожного етапу.</li> </ol> <p>Дослідити коди маркування пластику (зокрема, PETE — 1, HDPE — 2). Розробити технологічну схему хімічного рециклінгу PET (наприклад, гідроліз або піроліз). Обґрунтувати, чому циркулярна економіка вигідніша за просте сміттєспалювання.</p> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <p>Дослідити хімічні рівняння й механізми утворення кислотних дощів (<math>\text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4</math>) та фотохімічного смогу (роль <math>\text{NO}_x</math> та УФ-випромінювання). Створити блок-схему, що ілюструє формування парникового ефекту.</p> <p>Проаналізувати одну відому хімічну катастрофу (наприклад, Бхопал, Чорнобильський вибух із погляду</p>
---	---	---

<p>чому циркулярна економіка вигідніша за сміттєспалювання з погляду хімічних процесів [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Демонструє результати очищення води та пояснює хімічний механізм дії коагулянтів (утворення <math>Al(OH)_3</math>). Оцінює ефективність фізичних та хімічних методів [12 ПРО 1.6.2-1 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Досліджує хімічні рівняння та механізми утворення кислотних дощів (<math>SO_2 \rightarrow H_2SO_4</math>) та фотохімічного смогу. Створює блок-схему формування парникового ефекту [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Знаходить інформацію про принцип роботи іонообмінних смол (пом'якшення води) та нанофільтрації. Пояснює, які хімічні та фізичні механізми лежать в основі цих сучасних методів [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p>	<p>2.4.3.1.2. Хімічні (коагуляція, озонування, хлорування).</p> <p>2.4.3.1.3. Біологічні (біофільтри, активний мул).</p> <p>2.4.3.1.4. Сучасні технології: нанофільтрація, фотокаталітичне очищення, іонообмін.</p> <p>2.4.3.2. <i>Очищення повітря</i></p> <p>2.4.3.2.1. Скрабери, фільтри, циклони.</p> <p>2.4.3.2.2. Каталітичне нейтралізування вихлопів.</p> <p>2.4.3.2.3. Зелені технології: абсорбція рослинами, біоінженерні системи очищення.</p> <p><u>2.4.4. Проблеми утилізації відходів</u></p> <p>2.4.4.1. Види відходів: побутові, промислові, медичні, електронні.</p> <p>2.4.4.2. <i>Хімічні аспекти утилізації</i></p> <p>2.4.4.2.1. Спалювання (інсенерація), піроліз.</p> <p>2.4.4.2.2. Хімічна нейтралізація (реакції осадження, окиснення, відновлення).</p> <p>2.4.4.2.3. Компостування, біоконверсія.</p> <p>2.4.4.2.4. Переробка пластику: коди маркування, термічне й хімічне розкладання, вторинна сировина.</p> <p>2.4.4.2.5. Проблема токсичних шлаків, сміттєспалювальних газів, фільтратів.</p> <p>2.4.4.2.6. Нульові відходи («Zero waste»), циркулярна економіка.</p> <p><u>2.4.5. Сучасні технології в екологічній хімії та моніторингу довкілля</u></p>	<p>хімічних елементів, наприклад, ізотопів) або розлив нафти. Визначити хімічний агент і пояснити, як його властивості призвели до екологічних наслідків, посилення вимог до хімічної безпеки.</p> <p>Знайти інформацію про принцип роботи іонообмінних смол (для пом'якшення води) та нанофільтрації (для видалення солей і мікробруднювачів). Пояснити, які хімічні та фізичні механізми лежать в основі цих сучасних методів.</p> <p>Скласти порівняльну таблицю водневої енергетики (паливні елементи) та біогазу. Проаналізувати, як ці технології, разом із фіторемедіацією та наноматеріалами (наприклад, каталізатори), можуть знизити вплив хімічних забруднень на зміну клімату.</p> <p style="text-align: center;"><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <p>Обговорення того, який газоподібний забруднювач (<math>CO_2</math>, <math>SO_2</math>, <math>NO_x</math>, фреони) на сьогодні є найбільш критичним для України (з урахуванням промисловості, транспорту, енергетики). Які хімічні методи контролю (каталітичне нейтралізування, скрабери) є найефективнішими?</p> <p>Обговорення того, як надмірне використання мінеральних добрив (або інтенсивне сільське господарство) призводить до закислення або солонцюватості ґрунтів. Які хімічні речовини та реакції використовуються для рекультивації (наприклад, вапнування для зниження кислотності)?</p>
--	--	---

<p>Складає порівняльну таблицю водневої енергетики (паливні елементи) та біогазу. Аналізує, як фітореMediaція та наноматеріали можуть знизити вплив на зміну клімату [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аналізує відому хімічну катастрофу (наприклад, Бхопал) з погляду хімічного агента, його властивостей та екологічних наслідків. Обґрунтовує необхідність посилення хімічної безпеки [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p> <p>Обговорює хімічні аспекти термічного розкладання пластику та проблеми токсичних фільтратів на полігонах. Обґрунтовує концепцію «Нульових відходів» [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.2-2 П]</p> <p>Досліджує роль хіміка в екологічному моніторингу (пробовідбір, аналіз, інтерпретація). Обговорює переваги та недоліки біоінженерних систем (фітореMediaція, бактерії) порівняно з традиційними методами [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 4.5.1-3]</p>	<p>2.4.5.1. Технології сортування відходів і рециклінгу.</p> <p>2.4.5.2. Зелена енергетика: водень, біогаз, паливні елементи.</p> <p>2.4.5.3. Біоінженерія для очищення довкілля: бактерії-деструктори, фітореMediaція.</p> <p>2.4.5.4. Гідрогелі та наноматеріали в екології.</p> <p>2.4.5.5. Роль хіміка / хімікині в екологічному моніторингу: пробовідбір, аналіз, інтерпретація.</p> <p>2.4.5.6. Уплив хімічних забруднень на зміну клімату</p>	<p>Учні та учениці, об'єднані в групи («екологи», «хіміки-технологи», «економісти»), обговорюють найкращий шлях утилізації конкретного відходу (наприклад, електронного сміття або медичних відходів). Обґрунтувати вибір методу (піроліз, хімічна нейтралізація, рециклінг) із точки зору мінімізації токсичних шлаків.</p> <p>Як хімік / хімікиня використовує свої знання про властивості сполук для правильного пробовідбору (води, ґрунту, повітря)? Обговорення переваг та недоліків використання біоінженерних систем (бактерії-деструктори, фітореMediaція) порівняно з традиційними хімічними методами очищення.</p> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p> <p>Учень / учениця представляє аналіз конкретного екологічного забруднення у своєму регіоні (наприклад, важкі метали у воді чи SO<sub>2</sub> в повітрі). Пояснює антропогенне джерело та хімічні наслідки (наприклад, токсичність).</p> <p><i>Досвід:</i> інтеграція хімічних знань із місцевою екологічною ситуацією.</p> <p>Група демонструє результати очищення води (фільтрація, коагуляція) та пояснює хімічний механізм дії коагулянтів (утворення пластівців Al(OH)<sub>3</sub>).</p> <p><i>Підсумок:</i> розуміння застосування фізичних, хімічних та біологічних методів очищення.</p>
--	--	---

<p style="text-align: center;"><b>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Характеризує антропогенні джерела та основні типи забруднювачів (газоподібні, рідкі, тверді). Класифікує методи очищення води / повітря (фізичні, хімічні, біологічні) [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]</p> <p>Пояснює механізм біоаккумуляції важких металів та хімічну деградацію ґрунтів (закислення, солонцюватість) як наслідок сільськогосподарської діяльності [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]</p> <p>Оцінює роль хімічної безпеки як частини національної безпеки. Обґрунтовує необхідність циркулярної економіки та сортування відходів [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аргументує та оцінює, який газоподібний забруднювач є найбільш критичним для регіону (з урахуванням промисловості / енергетики). Обґрунтовує вибір</p>		<p>Обговорення концепції нульових відходів та циркулярної економіки. Учень / учениця пояснює хімічні аспекти термічного розкладання пластику та проблеми токсичних фільтратів на полігонах. <i>Досвід:</i> аналіз хімічних процесів у контексті сталого розвитку.</p> <p>Обговорення ролі хіміка / хімікині в моніторингу та інтерпретації даних (аналіз проб). <i>Підсумок:</i> усвідомлення необхідності знань про біоінженерію, наноматеріали та зелену хімію для розв'язання глобальних проблем зміни клімату</p>
--	--	---

<p>хімічних методів контролю (скрабери, нейтралізатори) [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]</p> <p>Усвідомлює вплив хімічних забруднень (наприклад, CO<sub>2</sub>, фреони) на зміну клімату. Застосовує знання про хімічну рівновагу (принцип Ле Шательє) для пояснення закислення океанів [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Обґрунтовує необхідність рекультивациі ґрунтів (наприклад, вапнування для зниження кислотності) з використанням хімічних речовин та реакцій. Пропонує комплексний шлях утилізації токсичних відходів [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
--	--	--

**12 клас**  
**Поглиблений рівень**

Очікувані результати навчання	Пропонований зміст навчального предмета	Види навчальної діяльності
<b>МОДУЛЬ III. Органічна хімія</b>		
<b>Тема 3.1. Теорія будови органічних сполук</b>		
<p style="text-align: center;"><i>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює 3D-моделі структурних та просторових ізомерів (наприклад, цис-транс) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Розпізнає ізомери та гомологи за структурними формулами. Класифікує органічні речовини за карбоновим ланцюгом та функціональними групами [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Проводить виявлення елементів-органогенів (С, Н) в органічних речовинах (за можливості, експериментально) [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Досліджує вплив просторової (геометричної) будови на властивості на прикладі ізомеризації maleїнової кислоти у фумарову. Обґрунтовує різницю у фізико-</p>	<p><i>3.1.1 Хімічні зв'язки в органічних сполуках та теорія будови органічних сполук</i></p> <p>3.1.1.1. Електронна будова та валентні стани Карбону, Гідрогену, Оксигену, Нітрогену та інших органогенних елементів.</p> <p>3.1.1.2. Ковалентні зв'язки в органічних сполуках. Кратність зв'язку. Властивості <math>\sigma</math>- і <math>\pi</math>-зв'язків між атомами елементів-органогенів.</p> <p>3.1.1.3. Формування ланцюгів та циклів С-С зв'язків.</p> <p>3.1.1.4. Ключові положення теорії будови органічних сполук: взаємозв'язок складу, будови та властивостей органічних сполук.</p> <p>3.1.1.5. Структурна формула речовини як відображення будови молекули.</p> <p>3.1.1.6. Роль теорії будови органічних сполук у розвитку сучасної органічної хімії.</p> <p>3.1.1.7. Індуктивний та мезомерний електронні ефекти. Гіперкон'югація.</p> <p>3.1.1.8. Уплив електронних ефектів на реакційну здатність молекул. Поняття механізму хімічної реакції та зв'язок електронної будови з механізмами реакцій.</p> <p><i>3.1.2. Класифікація та номенклатура органічних сполук</i></p>	<p><i>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виявлення елементів органогенів (карбону, гідрогену) в органічних речовинах.</li> <li>2. Дослідження впливу просторової (геометричної) будови речовин на властивості на прикладі ізомеризації maleїнової кислоти у фумарову.</li> <li>3. Створення 3D-моделей ізомерів: структурних та просторових.</li> <li>4. Розпізнавання ізомерів та гомологів за структурними формулами.</li> <li>5. Класифікація органічних речовин за структурними формулами.</li> <li>6. Прогнозування впливу електронних ефектів на властивості органічних речовин.</li> <li>7. Розв'язування задач на знаходження молекулярної формули невідомої речовини за масовими частками елементів у ній.</li> <li>8. Розв'язування задач на знаходження молекулярної формули невідомої речовини за відомими даними про продукти згоряння речовини.</li> </ol>

<p>хімічних властивостях цих ізомерів [12 ПРО 1.4.2-1 П], [12 ПРО 1.5.2-1 П]</p> <p>Прогнозує вплив електронних ефектів (індуктивний, мезомерний) на реакційну здатність органічних речовин та обґрунтовує ці прогнози [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]</p> <p>Розв'язує складні задачі на знаходження молекулярної формули невідомої речовини за масовими частками елементів або за відомими даними про продукти згоряння [12 ПРО 1.6.2-1 П], [12 ПРО 4.3.2-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює схему або розширену таблицю класифікації органічних сполук за будовою карбонового ланцюга та наявністю функціональних груп [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Використовує систематичні принципи найменування органічних сполук відповідно до міжнародної номенклатури IUPAC (для основних класів) [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]</p>	<p>3.1.2.1. Основні принципи класифікації органічних речовин: аліфатичні, циклічні, ароматичні сполуки; функціональні групи; структурна різноманітність органічних молекул.</p> <p>3.1.2.2. Поняття гомології як вияву послідовного нарощування ланцюга; гомологічний ряд; вплив збільшення числа атомів Карбону на фізико-хімічні властивості сполук.</p> <p>3.1.2.3. Систематичні принципи найменування органічних сполук відповідно до сучасної міжнародної номенклатури IUPAC; правила складання назв для різних класів органічних сполук.</p> <p><i>3.1.3. Ізомерія органічних сполук</i></p> <p>3.1.3.1. Поняття ізомерії. Конформації.</p> <p>3.1.3.2. Структурна ізомерія: карбонового ланцюга, положення функціональної групи, кратного зв'язку.</p> <p>3.1.3.3. Стереοізомерія: геометрична (цис-транс) та оптична ізомерія.</p> <p>3.1.3.4. Значення ізомерії для властивостей речовин та існування життя</p>	<p><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Створення інтерактивної схеми або розширеної таблиці класифікації органічних сполук за будовою карбонового ланцюга та за наявністю функціональних груп.</li> <li>Пошук та аналіз інформації (фізичні властивості, структура, застосування) про міжкласову структурну ізомерію та створення на основі груп міжкласових ізомерів.</li> <li>Пошук історичних відомостей про розвиток теорії будови органічних сполук.</li> <li>Використання онлайн-застосунків для зображення та візуалізації структури органічних молекул.</li> </ol> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Обговорення ролі робіт Веллера та Бертло у спростуванні теорії віталізму.</li> <li>Обговорення залежностей між будовою та властивостями органічних сполук.</li> <li>Обговорення ролі оптичної ізомерії в забезпеченні функціонування живих організмів.</li> </ol> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
---	--	---

Використовує онлайн-застосунки для зображення та візуалізації структур органічних молекул, зокрема, конформацій [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Здійснює пошук історичних відомостей про розвиток теорії будови органічних сполук. Аналізує роль теорії в розвитку сучасної органічної хімії [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]

Знаходить та аналізує інформацію про міжкласову структурну ізомерію (наприклад, спирти / етери, альдегіди / кетони). Створює порівняльну таблицю фізичних властивостей цих ізомерів [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 2.1.1-5 П]

Аналізує й пояснює властивості  $\sigma$ - і  $\pi$ - зв'язків та їхню роль у формуванні кратності зв'язку. Інтерпретує гіперкон'югацію як електронний ефект [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П]

***Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)***

### ***ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ***

Характеризує електронну будову та валентні стани органогенних елементів. Називає ключові положення теорії будови

органічних сполук [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Пояснює явище гомології та вплив збільшення числа атомів С на фізико-хімічні властивості. Установлює зв'язок між структурною формулою та реальною будовою молекули [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Обговорює роль робіт Веллера та Бертло у спростуванні теорії віталізму. Усвідомлює значення ізомерії для властивостей речовин та існування життя [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.2-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Аргументує взаємозв'язок складу, будови та властивостей органічних сполук, посиляючись на структурну ізомерію (ланцюга, положення групи, кратного зв'язку) [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]

Обговорює роль оптичної ізомерії (енантіомерії) у забезпеченні функціонування живих організмів (на прикладі амінокислот, цукрів) [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]

Пояснює індуктивний та мезомерний електронні ефекти та їхній вплив на реакційну здатність молекул. Уводить

<p>поняття механізму хімічної реакції та його зв'язок з електронною будовою [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
<b>Тема 3.2. Вуглеводні</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Складає структурні формули ізомерів (карбонового скелета, положення кратного зв'язку) для алканів, алкенів, алкінів та аренів. Складає назви цих сполук за IUPAC (Систематична номенклатура) [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Проводить дослідження фізичних властивостей рідких алканів та парафінів. Проводить виявлення кратних зв'язків (наприклад, реакції з бромною водою або <math>\text{KMnO}_4</math> для алкенів / алкінів) [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Розв'язує вправи на встановлення генетичних зв'язків між основними класами вуглеводнів (наприклад, алкан <math>\rightarrow</math> алкен <math>\rightarrow</math> алкіни) [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.6.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Досліджує процес горіння алканів. Виявляє та обґрунтовує залежності між довжиною карбонового ланцюга та особливостями</p>	<p><i>3.2.1. Алкани (насичені вуглеводні)</i></p> <p>3.2.1.1. Загальна характеристика, гомологічний ряд та загальна формула алканів.</p> <p>3.2.1.2. Енергії та довжини зв'язків в алканах.</p> <p>3.2.1.3. Ізомерія алканів (карбонового скелета).</p> <p>3.2.1.4. Вторинні й третинні атоми карбону.</p> <p>3.2.1.5. Систематична та тривіальна номенклатура алканів.</p> <p>3.2.1.6. Фізичні властивості алканів та їхня залежність від будови молекул.</p> <p>3.2.1.7. Хімічні властивості алканів: реакції заміщення, горіння, крекінг, ізомеризації.</p> <p>3.2.1.8. Механізм радикального заміщення.</p> <p>3.2.1.9. Методи одержання алканів: із природної сировини, лабораторні способи.</p> <p>3.2.1.10. Застосування алканів у промисловості та побуті.</p> <p><i>3.2.2. Алкени (ненасичені вуглеводні з одним подвійним зв'язком)</i></p> <p>3.2.2.1. Загальна характеристика, гомологічний ряд і загальна формула алкенів.</p> <p>3.2.2.2. Енергії та довжини зв'язків в алкенах.</p> <p>3.2.2.3. Ізомерія: положення подвійного зв'язку, будови, просторова (цис-транс).</p> <p>3.2.2.4. Систематична номенклатура алкенів.</p> <p>3.2.2.5. Фізичні властивості алкенів.</p> <p>3.2.2.6. Хімічні властивості: реакції приєднання, окиснення, полімеризація.</p> <p>3.2.2.7. Механізм електрофільного приєднання.</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дослідження фізичних властивостей рідких алканів та парафінів.</li> <li>2. Дослідження процесу горіння алканів. Виявлення залежностей між довжиною карбонового ланцюга в молекулі та особливостями процесу горіння.</li> <li>3. Виявлення кратних зв'язків в органічних речовинах.</li> <li>4. Дослідження якісних реакцій на етин (віртуально або демонстраційно).</li> <li>5. Складання структурних формул ізомерів для алканів, алкенів, алкінів та аренів.</li> <li>6. Складання назв алканів, алкенів, алкінів та аренів за структурними формулами.</li> <li>7. Розв'язування вправ на встановлення структури вуглеводню за відомим описом фізичних та хімічних властивостей.</li> <li>8. Розв'язування вправ на встановлення генетичних зв'язків між вуглеводнями.</li> <li>9. Моделювання синтезів органічних сполук із неорганічної сировини.</li> </ol> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Індивідуальна або парна робота зі складання словника ключових термінів теми.</li> </ol>

<p>процесу горіння (наприклад, повнотою згорання) [12 ПРО 1.5.1-1 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Моделює синтези органічних сполук із неорганічної сировини (<math>\text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2</math>). Розв'язує вправи на встановлення структури вуглеводню за відомим описом хімічних властивостей (зокрема, кількісні розрахунки) [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Обгрунтовує та пояснює механізм радикального заміщення в алканах та механізм електрофільного приєднання в алканах (правило Марковнікова) [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 1.6.2-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Укладає словник ключових термінів теми (ароматичність, крекінг, риформінг, цис-транс ізомерія) [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Знаходить інформацію про практичне застосування метану, етену, етину та бензену в промисловості та побуті (наприклад, полімеризація алкенів) [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]</p>	<p>3.2.2.8. Лабораторні та промислові способи одержання алкенів.</p> <p>3.2.2.9. Застосування алкенів.</p> <p><i>3.2.3. Алкадієни (ненасичені вуглеводні з двома подвійними зв'язками)</i></p> <p>3.2.3.1. Загальна характеристика, номенклатура та особливості будови алкадієнів.</p> <p>3.2.3.2. Фізичні властивості алкадієнів.</p> <p>3.2.3.3. Хімічні властивості алкадієнів: реакції приєднання, полімеризація.</p> <p>3.2.3.4. Застосування алкадієнів.</p> <p><i>3.2.4. Алкіни (ненасичені вуглеводні з потрійним зв'язком)</i></p> <p>3.2.4.1. Загальна характеристика, гомологічний ряд і загальна формула алкінів.</p> <p>3.2.4.2. Ізомерія: будови, положення потрійного зв'язку та міжкласова з алкадієнами.</p> <p>3.2.4.3. Систематична номенклатура алкінів.</p> <p>3.2.4.4. Фізичні властивості алкінів.</p> <p>3.2.4.5. Хімічні властивості: реакції приєднання, заміщення, окиснення.</p> <p>3.2.4.6. Кислотні властивості алкінів. Утворення ацетиленідів.</p> <p>3.2.4.7. Методи одержання алкінів: лабораторні та промислові.</p> <p>3.2.4.8. Застосування етину та інших алкінів.</p> <p><i>3.2.5. Арені (ароматичні вуглеводні)</i></p> <p>3.2.5.1. Поняття про ароматичність. Правила ароматичності Х'юкеля.</p> <p>3.2.5.2. Загальна характеристика ароматичних вуглеводнів. Гомологічний ряд аренів.</p>	<p>2. Пошук інформації про практичне застосування метану, етену, етину та бензену.</p> <p>3. Пошук і аналіз інформації про природні джерела вуглеводнів.</p> <p>4. Пошук і аналіз інформації про промислово переробку нафти. Складання схеми фракційної перегонки нафти.</p> <p>5. Пошук та обговорення статей про екологічні аспекти використання вуглеводневої сировини.</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <p>1. Обговорення у формі дебатів енергетичної ролі вуглеводнів у сучасному суспільстві.</p> <p>2. Групове обговорення заходів з охорони довкілля в процесі добування та переробки вуглеводневої сировини.</p> <p>3. Ідеятон на тему «Альтернативні види палива».</p> <p>4. Обговорення у великій групі значення вуглеводнів в отриманні сучасних матеріалів.</p> <p>5. Обговорення в командах, де різні групи аргументують важливість та переваги різних природних джерел вуглеводнів (природний газ, нафта, кам'яне вугілля).</p> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
--	---	---

<p>Знаходить та аналізує інформацію про природні джерела вуглеводнів (нафта, газ, вугілля). Складає схему фракційної перегонки нафти [12 ПРО 2.1.1-2], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Аналізує орієнтувальну дію замісників в аренах, використовуючи поняття індуктивних та мезомерних ефектів. Обґрунтовує вплив замісника на швидкість реакції [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.2-2 П]</p> <p>Знаходить та обговорює статті, що стосуються екологічних аспектів використання вуглеводневої сировини та заходів охорони довкілля (наприклад, викиди CO<sub>2</sub>, розливи нафти) [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 3.4.2-1 П]</p> <p>Досліджує перспективи альтернативних джерел вуглеводневої сировини (наприклад, біогаз). Обґрунтовує економічну та екологічну доцільність їхнього впровадження [12 ПРО 2.2.1-2 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p> <p style="text-align: center;"><i>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p>3.2.5.3. Будова бензену: теорія Кекуле, сучасне уявлення про делокалізацію <math>\pi</math>-зв'язків.</p> <p>3.2.5.4. Номенклатура аренів.</p> <p>3.2.5.5. Фізичні властивості бензену та гомологів.</p> <p>3.2.5.6. Хімічні властивості аренів: реакції електрофільного заміщення, гідрування, окиснення.</p> <p>3.2.5.7. Механізм електрофільного заміщення в аренах. Орієнтувальна дія замісників.</p> <p>3.2.5.8. Методи одержання аренів.</p> <p>3.2.5.9. Застосування бензену та похідних.</p> <p><i>3.2.6. Природні джерела вуглеводнів та їхня переробка</i></p> <p>3.2.6.1. Основні джерела вуглеводнів: нафта, природний і нафтовий газ, кам'яне вугілля.</p> <p>3.2.6.2. Переробка нафти: первинна перегонка, крекінг, риформінг, ізомеризація. Фракції перегонки нафти.</p> <p>3.2.6.3. Охорона довкілля під час добування та переробки вуглеводневої сировини.</p> <p>3.2.6.4. Енергетична роль вуглеводнів у сучасному суспільстві.</p> <p>3.2.6.5. Перспективи альтернативних джерел вуглеводневої сировини (біогаз)</p>	
---	--	--

Характеризує гомологічні ряди та загальні формули алканів, алкенів, алкінів. Пояснює залежність фізичних властивостей алканів від будови молекул (довжина ланцюга, розгалуженість) [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Пояснює хімічні властивості ненасичених вуглеводнів (реакції приєднання) на основі наявності  $\pi$ -зв'язків. Обговорює кислотні властивості алкінів (утворення ацетиленідів) [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Обговорює енергетичну роль вуглеводнів у сучасному суспільстві. Усвідомлює значення вуглеводнів в одержанні сучасних матеріалів (пластиків, каучуків) [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.2-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Пояснює поняття ароматичності та правила Х'юкеля. Аргументує відмінність хімічної поведінки бензену (реакції заміщення) від алкенів (реакції приєднання) на основі делокалізації  $\pi$ -зв'язків [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]

Прогнозує продукти реакцій алкенів та алкінів (гідратація, галогенування) з урахуванням правила Марковнікова

<p>(механізм електрофільного приєднання) [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Бере участь у дебатах щодо енергетичної ролі вуглеводнів та перспектив альтернативних видів палива. Обґрунтовує необхідність крекінгу та риформінгу для підвищення ефективності переробки нафти [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
<b>Тема 3.3. Оксигеновмісні органічні сполуки</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Проводить якісні реакції на:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) багатоатомні спирти (Cu(OH)<sub>2</sub>);</li> <li>2) фенол (FeCl<sub>3</sub>);</li> <li>3) альдегіди («срібного дзеркала» та Cu(OH)<sub>2</sub>) [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</li> </ol> <p>Досліджує розчинність спиртів та хімічні властивості оцтової кислоти (з металами, основами). Складає структурні формули ізомерів для спиртів, альдегідів та карбонових кислот [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Складає назви спиртів, альдегідів, карбонових кислот та естерів за структурними формулами (номенклатура) [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p><b>3.3.1. Спирти</b></p> <p>3.3.1.1. Гідроксильна група як характеристична функціональна група спиртів.</p> <p>3.3.1.2. Насичені одноатомні спирти: гомологічний ряд, типи ізомерії, фізичні властивості. Первинні, вторинні, третинні спирти.</p> <p>3.3.1.3. Хімічні властивості насичених одноатомних спиртів: реакції дегідратації, окиснення, етерифікації.</p> <p>3.3.1.4. Механізм нуклеофільного заміщення в спиртах.</p> <p>3.3.1.5. Методи одержання насичених одноатомних спиртів.</p> <p>3.3.1.6. Уплив етанолу на організм людини, соціальні та етичні аспекти.</p> <p>3.3.1.7. Багатоатомні спирти: етиленгліколь та гліцерол.</p> <p>3.3.1.8. Фізичні та хімічні властивості багатоатомних спиртів.</p> <p>3.3.1.9. Застосування етиленгліколю та гліцеролу.</p> <p><b>3.3.2. Феноли</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дослідження розчинності спиртів.</li> <li>2. Дослідження якісних реакцій насичених одноатомних спиртів: окиснення калій біхроматом, купрум (II) оксидом (реакція з мідною дротиною).</li> <li>3. Дослідження якісної реакції на багатоатомні спирти (реакція з Cu(OH)<sub>2</sub>).</li> <li>4. Дослідження якісної реакції на фенол (із FeCl<sub>3</sub>).</li> <li>5. Дослідження якісних реакцій на альдегіди (реакція «срібного дзеркала» та з Cu(OH)<sub>2</sub>).</li> <li>6. Дослідження хімічних властивостей оцтової кислоти (реакція з металами, оксидами металів, лугами, солями).</li> <li>7. Дослідження гідролізу аспірину (ацетилсаліцилова кислота). Якісні реакції аспірину та продуктів гідролізу.</li> <li>8. Розв'язування експериментальних задач з ідентифікації оксигеновмісних органічних</li> </ol>

<p>Розв'язує експериментальні задачі з ідентифікації оксигеновмісних органічних речовин (<math>C_2H_5OH</math>, <math>C_3H_8O_3</math>, <math>CH_3COOH</math>) за допомогою комплексу якісних реакцій [12 ПРО 1.6.2-1 П], [12 ПРО 1.5.2-1 П]</p> <p>Моделює синтези оксигеновмісних органічних сполук із вуглеводнів (наприклад, алкен <math>\rightarrow</math> спирт <math>\rightarrow</math> альдегід <math>\rightarrow</math> кислота). Розв'язує вправи на встановлення генетичних зв'язків [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Розв'язує обрахункові задачі на встановлення виходу продукту реакції (наприклад, естерифікації) або встановлення структури сполуки за описом властивостей, що вимагає складання системи рівнянь [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 4.3.2-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Досліджує застосування етанолу, етанолу, гліцерину, фенолу та етанової кислоти в промисловості та побуті (наприклад, антифризи, пластмаси, розчинники) [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p>	<p>3.3.2.1. Структура фенолу, вплив бензенового кільця на гідроксильну групу.</p> <p>3.3.2.2. Кислотні властивості фенолу: порівняння зі спиртами.</p> <p>3.3.2.3. Хімічні властивості фенолу.</p> <p>3.3.2.4. Застосування фенолу: пластмаси, барвники, медикаменти.</p> <p><i>3.3.3. Карбонільні сполуки</i></p> <p>3.3.3.1. Структура карбонільної групи, електронна будова. Альдегіди та кетони: ізомерія та номенклатура.</p> <p>3.3.3.2. Фізичні та хімічні властивості (реакції окиснення, відновлення, приєднання) альдегідів та кетонів.</p> <p>3.3.3.3. Виявлення альдегідів (реакція «срібного дзеркала», з <math>Cu(OH)_2</math>).</p> <p>3.3.3.4. Кето-енольна таутомерія. Альдольна конденсація як важливий синтетичний інструмент побудови С-С зв'язку.</p> <p>3.3.3.5. Одержання альдегідів і кетонів.</p> <p>3.3.3.6. Використання альдегідів і кетонів у хімічній промисловості.</p> <p><i>3.3.4. Карбонові кислоти.</i></p> <p>3.3.4.1. Карбоксильна група як функціональна.</p> <p>3.3.4.2. Класифікація карбонових кислот: насичені, ненасичені, ароматичні; одно- і багатоосновні.</p> <p>3.3.4.3. Структура та кислотність у контексті електронної будови. Вплив замісників на силу кислоти.</p>	<p>речовин (етанол, гліцерин, розчин оцтової кислоти).</p> <p>9. Складання структурних формул ізомерів для спиртів, альдегідів та карбонових кислот.</p> <p>10. Складання назв спиртів, альдегідів, карбонових кислот та естерів за структурними формулами.</p> <p>10. Розв'язування вправ на встановлення структури органічної сполуки за відомим описом фізичних та хімічних властивостей.</p> <p>11. Розв'язування вправ на встановлення генетичних зв'язків між оксигеновмісними органічними сполуками.</p> <p>12. Розв'язування обрахункових задач на встановлення виходу продукту реакції.</p> <p>13. Моделювання синтезів оксигеновмісних органічних сполук із вуглеводнів.</p> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <p>1. Пошук та аналіз інформації із застосування етанолу, етанолу, гліцерину, фенолу та етанової кислоти в промисловості.</p> <p>2. Пошук і аналіз інформації про метаболізм та токсичність в організмі спиртів.</p> <p>3. Пошук і аналіз інформації про поширення естерів у природі.</p> <p>4. Пошук і аналіз інформації про поширення в природі карбонових кислот.</p> <p>5. Пошук і аналіз інформації про виникнення тривіальних назв карбонових</p>
---	---	---

<p>Знаходить та аналізує інформацію про поширення естерів та карбонових кислот у природі. Створює розширену таблицю генетичних зв'язків між вуглеводнями та оксигеновмісними сполуками [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>Знаходить та аналізує інформацію про виникнення тривіальних назв карбонових кислот (мурашина, масляна, оцтова). Систематизує цю інформацію у вигляді таблиці [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Досліджує та аналізує інформацію про метаболізм та токсичність різних спиртів (метанол, етанол) в організмі людини. Обговорює соціальні та етичні аспекти, пов'язані з етанолом [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 3.4.2-1 П]</p> <p>Досліджує гідроліз аспірину (ацетилсаліцилова кислота). Визначає та пояснює якісні реакції на продукти гідролізу (кислота / фенол) [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p> <p>Бере участь у створенні моделі шкільного підприємства на прикладі виготовлення парфумів з естерів. Обґрунтовує вибір сировини та процесу [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П]</p>	<p>3.3.4.4. Хімічні властивості одноосновних карбонових кислот: реакції з основами, металами, солями, естерифікація.</p> <p>3.3.4.5. Особливості хімічних властивостей двоосновних та ароматичних карбонових кислот.</p> <p>3.3.4.6. Методи добування карбонових кислот: окиснення спиртів і альдегідів.</p> <p>3.3.4.7. Практичне використання карбонових кислот.</p> <p>3.3.5. <i>Естери</i></p> <p>3.3.5.1. Загальна формула естерів. Номенклатура естерів.</p> <p>3.3.5.2. Добування естерів. Реакція естерифікації.</p> <p>3.3.5.3. Фізичні та хімічні властивості естерів. Гідроліз</p>	<p>кислот. Систематизація інформації у вигляді таблиці.</p> <p>6. Створення розширеної таблиці генетичних зв'язків між вуглеводнями та оксигеновмісними органічними речовинами.</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обговорення токсичної дії спиртів на організм людини.</li> <li>2. Групове обговорення генетичних зв'язків між оксигеновмісними органічними речовинами.</li> <li>3. Групове обговорення та створення моделі шкільного підприємства на прикладі виготовлення парфумів з естерів.</li> <li>4. Обговорення залежностей між будовою та властивостями оксигеновмісних зв'язків. Установлення впливів водневого зв'язку та електронних ефектів.</li> </ol> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
---	---	--

***Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)***

***ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ***

Характеризує гідроксильну та карбоксильну групи як функціональні. Пояснює залежність фізичних властивостей (розчинність, температури кипіння) від наявності водневого зв'язку в спиртах і кислотах [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Пояснює посилення кислотних властивостей фенолу порівняно зі спиртами, виходячи із впливу бензенового кільця на ОН-групу. Визначає типи ізомерії в оксигеновмісних сполуках [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Обговорює механізм нуклеофільного заміщення в спиртах та реакції естерифікації. Усвідомлює токсичну дію спиртів на організм людини [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.2-1]

***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Аргументує кислотність у ряду: спирт ↔ фенол ↔ карбонова кислота, використовуючи концепцію електронної будови та стабілізації аніону. Обґрунтовує вплив замісників на силу карбонової

<p>кислоти [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]</p> <p>Прогнозує хімічні властивості альдегідів та кетонів (реакції окиснення, відновлення, приєднання) на основі електронної будови карбонільної групи [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Пояснює явище кето-енольної таутомерії. Уводить альдольну конденсацію як важливий синтетичний інструмент побудови С-С зв'язку в промисловості [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
<b>Тема 3.4. Нітрогеновмісні органічні сполуки</b>		
<p style="text-align: center;"><i>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Досліджує рН розчинів амінів та амінокислот (наприклад, за допомогою індикаторів). Проводить якісну реакцію на амінокислоти (Cu(OH)<sub>2</sub>) [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Складає структурні формули ізомерів амінів (первинні, вторинні, третинні) та складає їхні назви за IUPAC [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p>Розв'язує вправи на встановлення генетичних зв'язків між нітрогеновмісними органічними</p>	<p><i>3.4.1. Класифікація нітрогеновмісних сполук</i></p> <p>3.4.1.1. Класи нітрогеновмісних сполук: нітросполуки, аміни, амідни, амінокислоти, гетероциклічні сполуки.</p> <p>3.4.1.2. Нітросполуки.</p> <p><i>3.4.2. Аміни</i></p> <p>3.4.2.1. Поняття про аміногрупу як функціональну.</p> <p>3.4.2.2. Класифікація амінів (первинні, вторинні, третинні), аліфатичні й ароматичні.</p> <p>3.4.2.3. Будова молекул амінів.</p> <p>3.4.2.4. Номенклатура амінів.</p> <p>3.4.2.5. Основні хімічні властивості: взаємодія з кислотами, утворення солей.</p> <p>3.4.2.6. Ароматичні аміни: будова, властивості, застосування.</p> <p>3.4.2.7. Добування амінів та застосування амінів.</p> <p>3.4.2.8. Діазосоли.</p>	<p><i>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дослідження рН розчинів амінів та амінокислот.</li> <li>2. Дослідження хімічних властивостей амінокислот (реакція з Cu(OH)<sub>2</sub>).</li> <li>3. Складання структурних формул ізомерів амінів.</li> <li>4. Складання назв амінів та амінокислот за структурними формулами.</li> <li>5. Розв'язування вправ на встановлення структури органічної сполуки за відомим описом фізичних та хімічних властивостей.</li> <li>6. Розв'язування вправ на встановлення генетичних зв'язків між нітрогеновмісними органічними сполуками.</li> <li>7. Моделювання синтезів амінокислот із вуглеводнів.</li> </ol>

<p>сполуками (наприклад, нітросполука → амін) [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.6.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Моделює синтези амінокислот із вуглеводнів (наприклад, за методом Зелінського-Меркюра). Розв'язує вправи на встановлення структури органічної сполуки за відомим описом фізичних та хімічних властивостей [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.6.2-1 П]</p> <p>Досліджує та пояснює особливості хімічних властивостей амінокислот (кисотно-основна рівновага, реакції з кислотами / лугами), використовуючи концепцію амфотерності [12 ПРО 1.5.1-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p>Прогнозує реакційну здатність діазосолей та обґрунтовує їхню нестабільність, виходячи з особливостей будови [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Знаходить та аналізує інформацію про застосування діазосолей у синтезі барвників. Досліджує застосування</p>	<p>3.4.3. <i>Амінокислоти</i></p> <p>3.4.3.1. Загальна формула амінокислот.</p> <p>3.4.3.2. Амфотерність амінокислот. Ізоелектрична точка. Структура цвітер-іонів, вплив рН на заряд молекули.</p> <p>3.4.3.3. Номенклатура амінокислот, приклади природних амінокислот.</p> <p>3.4.3.4. Хімічні властивості амінокислот: кислотно-основна рівновага, реакції з кислотами і лугами.</p> <p>3.4.4. <i>Нітрогеновмісні гетероциклічні сполуки</i></p> <p>3.4.4.1. Класифікація та номенклатура гетероциклів.</p> <p>3.4.4.2. Кисотно-основні властивості гетероциклів.</p> <p>3.4.4.3. Ароматичність гетероциклів.</p> <p>3.4.4.4. П'ятичленні гетероцикли з одним та двома гетероатомами.</p> <p>3.4.4.6. Шестичленні гетероцикли з одним та двома гетероатомами.</p> <p>3.4.4.7. Представники конденсованих систем гетероциклів</p>	<p style="text-align: center;"><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пошук та аналіз інформації про оптичну ізомерію амінокислот.</li> <li>2. Створення схеми генетичних зв'язків між нітрогеновмісними органічними речовинами.</li> <li>3. Пошук і аналіз інформації про застосування діазосолей у синтезі барвників.</li> <li>4. Пошук і аналіз інформації про структурне різноманіття гетероциклічних сполук.</li> <li>5. Пошук і аналіз інформації про поширення в природі гетероциклічних сполук.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обговорення будови амінів як органічних аналогів амоніаку. Застосування амінів.</li> <li>2. Обговорення особливостей будови амінокислот та впливу будови на їхні властивості.</li> <li>3. Обговорення особливостей добування, стабільності та реакційної здатності діазосолей.</li> <li>4. Обговорення структурного різноманіття гетероциклічних сполук та відповідності правилу ароматичності Х'юкеля.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної</b></p>
---	---	--

<p>аліфатичних та ароматичних амінів [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Створює схему генетичних зв'язків між основними класами нітрогеновмісних органічних речовин [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p>Досліджує поширення в природі та структурне різноманіття гетероциклічних сполук (наприклад, піридин, пірол, пурін, піримідин) [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Знаходить та аналізує інформацію про оптичну ізомерію амінокислот (L- та D-форми). Обґрунтовує значення однієї з форм для біологічних систем [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p> <p>Досліджує кислотно-основні властивості різних класів гетероциклів (наприклад, піридин як основа, пірол як слабка кислота) та їхню ароматичність [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.2-2 П]</p> <p>Аналізує особливості добування (наприклад, відновлення нітросполук) та стабільність діазосолей у контексті синтетичних можливостей [12 ПРО 2.2.1-2 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p>		<p><i>або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</i></p>
--	--	--

***Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)***

***ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ***

Характеризує аміногрупу як функціональну. Пояснює класифікацію амінів (первинні, вторинні, третинні) та нітрогеновмісних гетероциклів [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Обговорює будову амінів та як органічних аналогів амоніаку ( $\text{NH}_3$ ). Пояснює основні хімічні властивості амінів (взаємодія з кислотами, утворення солей) на основі наявності неподіленої пари електронів на атомі N [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Усвідомлює амфотерність амінокислот та їхню роль як будівельних блоків для білків [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.2-1]

***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Обговорює особливості будови амінокислот (наявність  $\text{NH}_2$  та  $\text{COOH}$  груп). Пояснює структуру цвітер-іонів та поняття ізоелектричної точки (pI), а також вплив рН на заряд молекули [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]

Прогнозує та аргументує зміну основності в ряду: амоніак  $\leftrightarrow$  аліфатичний амін  $\leftrightarrow$  ароматичний амін на основі електронних

<p>ефектів (індуктивний, мезомерний) [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]</p> <p>Обґрунтовує ароматичність гетероциклів (наприклад, піридин, пірол) та їхню відповідність правилу Х'юкеля (<math>4n+2</math>). Пояснює, як ароматичність впливає на їхню реакційну здатність [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
<b>Тема 3.5. Біологічно активні речовини</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Проводить якісні реакції на:</p> <p>1) вуглеводи («срібного дзеркала», <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>); 2) білки (біуретова та ксантопротеїнова) [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Досліджує денатурацію білків (нагрівання, кислоти, важкі метали). Проводить виявлення білків, жирів та вуглеводів у харчових продуктах [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Створює 3D-моделі вторинної та третинної структури білків або моделі ДНК та РНК (подвійна спіраль, нуклеотидний склад) [12 ПРО 1.5.3-1], [12 ПРО 1.4.1-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p><b>3.5.1. Ліпіди та жири</b></p> <p>3.3.1.1. Загальна характеристика ліпідів.</p> <p>3.3.1.2. Жири: будова, фізичні та хімічні властивості, роль в організмі.</p> <p><b>3.5.2. Вуглеводи</b></p> <p>3.5.2.1. Класифікація вуглеводів: моно-, ди- та полісахариди.</p> <p>3.5.2.2. Будова і властивості глюкози, фруктози (ізомерія).</p> <p>3.5.2.3. Напівацетальні форми моносахаридів.</p> <p>3.5.2.4. Дисахариди. Відновлювальні та невідновлювальні. Сахароза: гідроліз, застосування.</p> <p>3.5.2.5. Виявлення вуглеводів: реакції «срібного дзеркала», з <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>.</p> <p>3.5.2.6. Полісахариди. Крохмаль і целюлоза: подібності та відмінності, реакції гідролізу.</p> <p>3.5.2.7. Біологічне значення та застосування вуглеводів.</p> <p><b>3.5.3. Пептиди та білки</b></p> <p>3.5.3.1. Протеїногенні амінокислоти.</p> <p>3.5.3.2. Пептиди.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дослідження якісних реакцій на вуглеводи (реакція «срібного дзеркала» та з <math>\text{Cu}(\text{OH})_2</math>).</li> <li>2. Дослідження якісних реакцій на білки.</li> <li>3. Дослідження денатурації білків під час нагрівання, дії кислот, лугів, йонів важких металів.</li> <li>4. Денатурація та виділення білка казеїну з молока.</li> <li>5. Дослідження ферментативного каталізу.</li> <li>6. Розв'язування експериментальних задач з ідентифікації природних органічних речовин (глюкоза, сахароза, крохмаль, білок).</li> <li>7. Виявлення білків, жирів та вуглеводів у харчових продуктах.</li> <li>8. Створення 3D-моделей первинної, вторинної, третинної та четвертинної структури білків.</li> <li>9. Моделювання процесів ферментативного каталізу.</li> </ol>

<p>Розв'язує експериментальні задачі з ідентифікації природних органічних речовин (глюкоза, сахароза, крохмаль, білок), застосовуючи комплекс якісних реакцій [12 ПРО 1.6.2-1 П], [12 ПРО 1.5.2-1 П]</p> <p>Досліджує ферментативний каталіз (на прикладі каталази або амілази), моделює процес фермент-субстратної взаємодії [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Складає структурні формули рибонуклеотидів та дезоксирибонуклеотидів. Обґрунтовує різницю в будові азотистих основ [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 1.4.1-2 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Знаходить та аналізує інформацію про тверді та рідкі жири (рослинні, тваринні). Створює ментальні мапи класифікації вуглеводів (рибоза, хітин) [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Знаходить інформацію та готує короткі повідомлення про застосування білків (харчова, фармацевтична) і вуглеводів</p>	<p>3.5.3.3. Побудова пептидів з амінокислот, пептидний зв'язок.</p> <p>3.5.3.4. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білків. Типи взаємодій у третинній структурі (водневі, іонні, дисульфідні зв'язки).</p> <p>3.5.3.5. Фізико-хімічні властивості білків: розчинність, денатурація, гідроліз.</p> <p>3.5.3.6. Функції білків: структурна, каталізаторна, захисна, транспортна, гормональна тощо.</p> <p>3.5.3.7. Біологічна роль білків. Поняття про протеом.</p> <p>3.5.3.8. Ферменти (ензими). Активний центр ферменту, специфічність дії.</p> <p>3.5.3.9. Механізм каталізу: зниження енергії активації, фермент-субстратна взаємодія.</p> <p>3.4.3.10. Фактори, що впливають на активність ферментів: рН, температура, інгібітори.</p> <p>3.4.3.11. Роль ферментів у метаболізмі, приклади: амілаза, каталаза, ліпаза.</p> <p><b>3.5.4. Нуклеїнові кислоти</b></p> <p>3.5.4.1. Будова нуклеотиду: азотиста основа (пуринова або піримідинова), моносахариди (рибоза або дезоксирибоза) залишок ортофосфатної кислоти. Різниця між рибонуклеотидами та дезоксирибонуклеотидами.</p> <p>3.5.4.2. Формування нуклеозидів та фосфоестерифікація до нуклеотидів.</p> <p>3.5.4.3. Механізм утворення полінуклеотидного ланцюга (3'-5'-фосфодіефірні зв'язки).</p>	<p>10. Створення 3D-моделі ДНК та РНК.</p> <p>11. Складання структурних формул нуклеозидів та нуклеотидів.</p> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <p>1. Пошук та аналіз інформації про тверді та рідкі жири, рослинні та тваринні. Систематизація інформації. Створення ментальних мап.</p> <p>2. Пошук та аналіз інформації про представників вуглеводів: рибоза, дезоксирибоза, мальтоза, хітин.</p> <p>3. Пошук інформації та підготовка коротких повідомлень про застосування білків у промисловості.</p> <p>4. Пошук та аналіз інформації про ферментативний каталіз.</p> <p>5. Пошук інформації та підготовка короткого есе з історії відкриття ДНК: від Фрідріха Мішера до Ватсона й Кріка.</p> <p>6. Пошук та аналіз інформації щодо методів вивчення нуклеїнових кислот (електрофорез, ПЛР, секвенування).</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <p>1. Обговорення термічної стійкості жирів. Аналіз поняття <i>транс</i>-жирів.</p> <p>2. Обговорення таутомерії моносахаридів на прикладі глюкози.</p> <p>3. Обговорення типів хімічних взаємодій, що забезпечують первинну, вторинну, третинну та четвертинну структуру білків.</p>
--	--	---

<p>(папір, біопаливо) у промисловості [12 ПРО 2.1.1-2], [12 ПРО 2.2.1-2]</p> <p>Здійснює пошук та аналіз інформації про механізм дії ферментативного каталізу та біологічну роль вітамінів (як коферментів, антиоксидантів) [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Готує коротке есе з історії відкриття ДНК (Мішер, Ватсон, Крік). Досліджує сучасні методи вивчення нуклеїнових кислот (ПЛР, секвенування, електрофорез) [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]</p> <p>Досліджує хімічну класифікацію гормонів (білкові, стероїдні, похідні амінокислот) та вітамінів (жиро-, водорозчинні). Аналізує застосування синтетичних гормональних препаратів [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.2-2 П]</p> <p>Обговорює сучасні методи встановлення будови та дослідження властивостей білків (рентгеноструктурний аналіз, мас-спектрометрія) [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Усвідомлює закономірності природи (ПРО 3)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p>3.5.4.4. Первинна структура: послідовність нуклеотидів.</p> <p>3.5.4.5. Вторинна структура ДНК та РНК. Водневі зв'язки між азотистими основами. Комплементарність основ (А—Т, Г—Ц) як принцип зчитування інформації та реплікації.</p> <p>3.5.4.6. ДНК як носій генетичної інформації. Роль РНК в біосинтезі білків (транскрипція, трансляція).</p> <p><i>3.5.5. Вітаміни</i></p> <p>3.5.5.1 Хімічна природа вітамінів: класифікація на водорозчинні (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, С, фолієва кислота) та жиророзчинні (А, D, Е, К).</p> <p>3.5.5.2 Біологічна роль: коферменти, антиоксиданти, регулятори метаболізму.</p> <p>3.5.5.3 Вітаміноподібні речовини та синтетичні вітаміни.</p> <p><i>3.5.6. Гормони</i></p> <p>3.5.6.1 Хімічна класифікація гормонів: білкові / пептидні (інсулін, глюкагон), стероїдні (естрадіол, тестостерон), похідні амінокислот (адреналін, тироксин).</p> <p>3.5.6.2 Структурні фрагменти: пептидний зв'язок, стероїдне ядро, аміногрупи.</p> <p>3.5.6.3. Гормональні препарати: синтетичні аналоги, застосування в медицині</p>	<p>4. Обговорення сучасних методів встановлення будови та дослідження властивостей білків.</p> <p>5. Обговорення різниці між процесами денатурації та деструкції білка.</p> <p>6. Обговорення взаємозалежностей між природою хімічних зв'язків та будовою ДНК та РНК.</p> <p>7. Обговорення ролі нуклеїнових кислот у забезпеченні життєдіяльності організму.</p> <p style="text-align: center;"><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
---	---	--

Характеризує будову ліпідів, глюкози, сахарози, крохмалю, целюлози, нуклеотиду. Пояснює різницю між ДНК та РНК [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Пояснює роль пептидного зв'язку у формуванні пептидів. Обговорює гідроліз жирів, дисахаридів та полісахаридів як основну хімічну властивість [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Усвідомлює роль білків (функції) та нуклеїнових кислот (носій генетичної інформації) у забезпеченні життєдіяльності організму [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.2-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Аргументує та пояснює типи хімічних взаємодій (водневі, іонні, дисульфідні зв'язки), що забезпечують формування первинної, вторинної, третинної та четвертинної структури білків [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]

Пояснює механізм ферментативного каталізу (зниження енергії активації, специфічність дії) та вплив факторів (рН, температура) на активність ферментів. Обговорює різницю між денатурацією та деструкцією білка [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]

<p>Обґрунтовує принцип комплементарності основ (А—Т, Г—Ц) на основі водневих зв'язків та його значення для реплікації ДНК та зчитування інформації. Пояснює таутомерію моносахаридів (напівацетальні форми) та її вплив на властивості [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
<b>Тема 3.6. Синтетичні високомолекулярні речовини та полімерні матеріали</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Обчислює молекулярну масу полімеру та ступінь полімеризації, використовуючи загальні формули [12 ПРО 1.6.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Складає рівняння реакцій полімеризації (наприклад, <math>C_2H_4 \rightarrow (C_2H_4)_n</math>) та поліконденсації для простих мономерів [12 ПРО 1.5.3-1], [12 ПРО 1.4.1-1]</p> <p>Досліджує властивості та склад пластмас (наприклад, густина, термостійкість, реакція на розчинники) та штучних / синтетичних волокон [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Проводить ретросинтетичний аналіз полімерних матеріалів до вуглеводневої</p>	<p><i>3.6.1. Загальні поняття про високомолекулярні речовини (ВМР)</i></p> <p>3.6.1.1. Поняття про мономер та полімер. Структурна ланка полімеру.</p> <p>3.6.1.2. Ступінь полімеризації. Молекулярна маса полімеру.</p> <p><i>3.6.2. Класифікація полімерів</i></p> <p>3.6.2.1. Класифікація за походженням: природні (целюлоза, білки, ДНК) та синтетичні (поліетилен, поліамід тощо).</p> <p>3.6.2.2. Класифікація за типом мономерних ланок: гомополімери, співполімери.</p> <p>3.6.2.3. Класифікація за типом просторової будови: лінійні, розгалужені, сітчасті.</p> <p>3.6.2.4. Класифікація за фізико-хімічними властивостями: термопластичні (поліетилен, ПВХ) і терморективні (епоксидні, фенолформальдегідні смоли).</p> <p><i>3.6.3. Синтез полімерів</i></p> <p>3.6.3.1 Полімеризація.</p> <p>3.6.2.2. Типи полімеризації: радикальна, йонна, координаційна.</p> <p>3.6.2.4. Поліконденсація.</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дослідження властивостей та складу пластмас.</li> <li>2. Дослідження властивостей та складу штучних і синтетичних волокон.</li> <li>3. Ретросинтетичний аналіз полімерних матеріалів до вуглеводневої сировини.</li> <li>4. Обчислення молекулярної маси полімеру та ступеня полімеризації.</li> <li>5. Складання рівнянь полімеризації та поліконденсації.</li> </ol> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Створення інтерактивної таблиці класифікації полімерів за походженням, будовою, властивостями.</li> <li>2. Аналіз інфографіки або відеоматеріалів про переробку пластмас і проблеми мікропластику.</li> <li>3. Ознайомлення з відомостями про сучасні полімери з «розумними» властивостями та їхнє застосування.</li> </ol>

<p>сировини (установлює структуру мономеру за структурною ланкою полімеру) [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]</p> <p>Прогнозує тип просторової будови полімеру (лінійний, сітчастий) та його поведінку в разі нагрівання (термопластичність ↔ термореактивність) на основі функціональності мономеру [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 1.5.3-2 П]</p> <p>Порівнює термопластичні та термореактивні полімери за їхньою хімічною будовою та фізичними властивостями (наприклад, еластичність, стійкість до корозії) [12 ПРО 1.6.2-1 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Створює інтерактивну таблицю класифікації полімерів за походженням (природні / синтетичні), типом будови (лінійні / сітчасті) та властивостями [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]</p> <p>Аналізує інфографіку або відеоматеріали про переробку пластмас та проблеми мікропластику. Опрацьовує дані про шляхи</p>	<p><i>3.6.4. Властивості полімерів</i></p> <p>3.6.4.1. Фізичні властивості: еластичність, термостійкість, стійкість до корозії.</p> <p>3.6.4.2. Хімічна інертність і біостійкість полімерів.</p> <p>3.6.4.3. Порівняння термопластичних і термореактивних полімерів: структурні особливості, поведінка під час нагрівання, приклади застосування.</p> <p>3.6.4.4. Полімери з «розумними» властивостями (термочутливі, біорозкладні, провідні).</p> <p><i>3.6.5. Полімерні матеріали в сучасному світі</i></p> <p>3.6.5.1. Пластичні маси.</p> <p>3.6.5.2. Каучуки. Гума.</p> <p>3.6.5.3. Клеї. Фенолформальдегідні смоли.</p> <p>3.6.5.4. Синтетичні волокна.</p> <p>3.6.5.5. Біомедичні полімери (синтетичні шви, імпланти, оболонки ліків).</p> <p>3.6.5.6. Роль полімерів у сталому розвитку: біорозкладні полімери, переробка, проблеми мікропластику.</p> <p>3.6.5.7. Уплив полімерних відходів на довкілля: екологічні виклики та сучасні технології утилізації.</p> <p>3.6.5.8. Тенденції розвитку полімерної науки: нанополімери, біополімери, електропровідні полімери</p>	<p>4. Опрацювання даних про вплив полімерних відходів на довкілля та шляхи їхньої утилізації.</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обговорення значення полімерів у сучасному світі: користь і потенційні ризики.</li> <li>2. Дискусія про екологічні проблеми, спричинені полімерними відходами, та можливі шляхи їхнього зменшення.</li> <li>3. Обговорення ролі полімерів у медицині, харчовій та текстильній промисловості.</li> <li>4. Обговорення перспектив розвитку біополімерів і нанополімерів.</li> <li>5. Висловлення думок щодо етичної відповідальності хіміка / хімікині і споживача / споживачки в процесі використання полімерних матеріалів.</li> </ol> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
--	---	---

утилізації полімерних відходів [12 ПРО 2.1.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]

Ознайомлюється з відомостями про сучасні полімери з «розумними» властивостями (термочутливі, провідні, біорозкладні) та їхнє застосування в біомедицині [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Опрацьовує та критично аналізує дані про вплив полімерних відходів на довкілля та економічну доцільність різних методів утилізації (рециклінг, інсенерація) [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]

Досліджує тенденції розвитку полімерної науки (нанополімери, біополімери, електропровідні полімери) та обґрунтовує їхню роль у сталому розвитку [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.2-2 П]

Досліджує та порівнює типи полімеризації (радикальна, йонна, координаційна) та поліконденсації з точки зору їхньої промислової ефективності [12 ПРО 2.2.1-2 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]

***Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)***

### ***ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ***

Характеризує поняття мономеру, полімеру, структурної ланки та ступеня полімеризації. Класифікує полімери за походженням та типом будови [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Пояснює фізичні властивості полімерів (еластичність, термостійкість) на основі їхньої просторової будови (наприклад, лінійні ↔ сітчасті) [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

Обговорює значення полімерів у сучасному світі (пластичні маси, каучуки, волокна) та усвідомлює їхню хімічну інертність як перевагу і як екологічний ризик [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.2-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Порівнює та пояснює механізми полімеризації та поліконденсації, звертаючи увагу на структурні відмінності кінцевих продуктів та використання функціональних груп [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]

Обґрунтовує роль полімерів у сталому розвитку (біорозкладні, рециклінг) та дискутує про екологічні проблеми, спричинені полімерними відходами (проблема мікропластику) [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]

<p>Висловлює думки щодо етичної відповідальності хіміка / хімікині і споживача / споживачки у виробництві та використанні полімерних матеріалів [12 ПРО 3.3.1-4 П], [12 ПРО 3.1.1-2 П]</p>		
<b>МОДУЛЬ IV. Сучасна хімія і її внесок у здоров'я, комфорт та сталий розвиток</b>		
<p style="text-align: center;"><b>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Формулює з допомогою вчителя проблему дослідження властивостей лікарських засобів, харчових добавок та побутової хімії. Визначає мету дослідження (наприклад, визначення рН мила або виявлення крохмалю в продуктах) [12 ПРО 1.1.1-1], [12 ПРО 1.2.1-1]</p> <p>Досліджує розчинність ліків, дію відбілювачів та мийну здатність СМЗ за наданим планом. Використовує лабораторний інструментарій та побутові прилади за призначенням. Суворо дотримується правил безпеки під час роботи з агресивними речовинами (кислотами, лугами, дезінфекторами) [12 ПРО 1.4.1-1], [12 ПРО 1.4.2-1], [12 ПРО 1.4.2-2]</p> <p>Робить висновки про ефективність або безпечність досліджених засобів. Презентація результатів у формі звіту або короткого повідомлення з використанням</p>	<p><i>4.1. Лікарські засоби</i></p> <p>4.1.1. Класифікація за хімічною природою та фармакологічною дією: анальгетики (парацетамол, ібупрофен), антибіотики (пеніцилін, тетрациклін), протизапальні засоби (ацетилсаліцилова кислота), антисептики (йод, гідроген пероксид, хлоргексидин), протигрибкові, антивірусні, антигістамінні.</p> <p>4.1.2. Побічна дія та принципи безпечного застосування лікарських речовин.</p> <p><i>4.2. Харчові добавки</i></p> <p>4.2.1. Класифікація: консерванти (E200–E299), антиоксиданти (E300–E399), підсолоджувачі (аспартам, сукралоза), барвники, емульгатори, підсилювачі смаку (глутамат натрію).</p> <p>4.2.2. Уплив харчових добавок на організм: допустимі дози, токсичність, алергенність.</p> <p>4.2.3. Регламентація використання харчових добавок: міжнародні та українські стандарти.</p> <p><i>4.3. Косметичні та парфумерні засоби</i></p> <p>4.3.1. Креми, лосьйони.</p> <p>4.3.2. Мила. Виробництво мила. Шампуні. Зубні пасти.</p> <p>4.3.3. Механізм дії мила, шампунів, паст, дезінфекторів.</p> <p>4.3.4. Парфуми та одеколони.</p>	<p><b>Дослідження, моделювання, проєктна діяльність</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дослідження складу лікарських засобів.</li> <li>2. Дослідження етикеток харчових продуктів та аналіз харчових добавок у них.</li> <li>3. Дослідження гідролізу жирів з одержанням мила.</li> <li>4. Дослідження мийної здатності мила та впливу рН і йонів металів на мийну здатність мила.</li> <li>5. Виявлення гліцерину в косметичних засобах.</li> </ol> <p><b>Робота з інформацією</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опрацювання офіційних даних і таблиць щодо регламентації використання харчових добавок в Україні та ЄС.</li> <li>2. Пошук та аналіз інформації про екологічні проблеми використання ПАР.</li> <li>3. Пошук інформації про біорозкладні ПАР та інновації у виробництві побутової хімії.</li> <li>4. Ознайомлення з принципами «зеленої хімії» та створення короткого інфографічного звіту про їхнє застосування в промисловості.</li> </ol>

<p>фото / відеофіксації дослідів [12 ПРО 1.5.2-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Самостійно виявляє протиріччя між рекламою та реальним хімічним складом продукту. Обґрунтовує гіпотези щодо впливу структури ПАР на біодеградацію. Оцінює ризики використання токсичних реагентів у хімічних процесах [12 ПРО 1.1.1-1 П], [12 ПРО 1.2.2-1 П], [12 ПРО 1.3.1-2 П]</p> <p>Створює віртуальні або реальні моделі наноструктур та супрамолекулярних комплексів. Добирає інструменти для кількісного аналізу (наприклад, титрування вмісту вітаміну С). Проводить дослідження за власно розробленим алгоритмом [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.4.2-2 П], [12 ПРО 1.4.2-1 П]</p> <p>Опрацьовує результати графічними методами (побудова кривих розчинності ліків). Підтверджує або спростовує гіпотези щодо екологічності певних розчинників. Аналізує доцільність обраної методики аналізу харчових добавок [12 ПРО 1.5.1-1 П], [12 ПРО 1.5.2-1 П], [12 ПРО 1.6.1-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><b>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію</b></p>	<p><i>4.4. Побутова хімія</i></p> <p>4.4.1. Синтетичні мийні засоби.</p> <p>4.4.2. Відбілювачі.</p> <p>4.4.3. Засоби для очищення поверхонь.</p> <p>4.4.4. Екологічна безпека і біодеградація ПАР.</p> <p><i>4.5. Сучасні концепції хімічної науки та промисловості</i></p> <p>4.5.1. Нанохімія та нанотехнологія.</p> <p>4.5.2. Супрамолекулярна хімія.</p> <p>4.5.3. Основні засади «зеленої хімії»: попередження утворення відходів, заміна токсичних реагентів, економія атомів, каталіз, енергозбереження. Використання безпечних для довкілля розчинників і сировини. Хімічні процеси з мінімальним впливом на природу (біоетанол, біополімери).</p> <p>4.5.4. Стратегія Life Cycle Assessment (оцінювання життєвого циклу продукту).</p> <p>4.5.5. Етична відповідальність хіміка / хімікині</p>	<p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обговорення ролі хімії у створенні лікарських засобів і підвищенні якості життя людини.</li> <li>2. Дискусія про вплив харчових добавок на здоров'я: користь чи шкода?</li> <li>3. Обговорення принципів безпечного використання косметичних і побутових засобів.</li> <li>4. Аналіз екологічних наслідків надмірного використання побутової хімії та шляхів їхньої мінімізації.</li> <li>4. Обговорення концепції «зеленої хімії» як основи сталого розвитку.</li> <li>5. Дискусія про етичну відповідальність хіміка, споживача та виробника хімічної продукції.</li> </ol> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
---	---	--

**(ПРО 2)**

**ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ**

Систематизує інформацію про класифікацію харчових добавок (Е-числа) та засобів побутової хімії з різних джерел. Оцінює достовірність маркування товарів. Виявляє маніпуляції в рекламі «безхімічних» засобів [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.1.1-2], [12 ПРО 2.1.1-3]

Описує склад косметичних засобів, використовуючи IUPAC та тривіальні назви. Перетворює перелік інгредієнтів етикетки в порівняльну таблицю або діаграму [12 ПРО 2.2.1-1], [12 ПРО 2.2.1-2]

Створює інформаційні медіапродукти (пам'ятки про домедичну допомогу під час отруєння побутовою хімією). Презентує їх однокласникам / однокласницям [12 ПРО 2.2.2-3], [12 ПРО 2.2.2-4]

**ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ**

Здійснює пошук наукових даних про фармакокінетику лікарських речовин та механізми дії антибіотиків. Розрізняє наукові факти про нанотехнології від псевдонаукових міфів [12 ПРО 2.1.1-1 П], [12 ПРО 2.1.1-2 П], [12 ПРО 2.1.1-3 П]

Пояснює принципи «зеленої хімії» для різної аудиторії (учнівства, громади). Інтегрує дані з міжнародних баз щодо токсичності харчових добавок. Виявляє приховані ризики в медіаповідомленнях про нові лікарські препарати [12 ПРО 2.2.1-1 П], [12 ПРО 2.2.1-2 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]

Пояснює процеси біодеградації та життєвого циклу продукту (LCA) на основі схем та інфографіки. Аргументує вибір цифрових інструментів для презентації проєкту з екологічної хімії [12 ПРО 2.2.2-2 П], [12 ПРО 1.5.3-1 П]

*Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)*

### **ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ**

Характеризує властивості анальгетиків, антисептиків та антигістамінних засобів. Оцінює значення гігієнічних засобів (мило, паста) для збереження здоров'я [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.1.1-2]

Вирізняє спільні ознаки в групах харчових добавок (консерванти, барвники). Установлює зв'язок між використанням фосфатних мийних засобів та цвітінням води [12 ПРО 3.2.1-1], [12 ПРО 3.3.1-1]

Наводить приклади використання біопалива (біоетанолу) для розв'язання

<p>енергетичної проблеми. Оцінює роль хімії у створенні нових матеріалів для сталого розвитку [12 ПРО 3.4.1-1], [12 ПРО 3.4.1-2]</p> <p><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Визначає ключові функціональні групи в молекулах ліків, необхідні для прогнозування їхньої дії. Оцінює техногенні небезпеки неналежного зберігання та утилізації хімічних відходів [12 ПРО 3.1.1-2 П], [12 ПРО 3.1.1-3 П]</p> <p>Класифікує ПАР за типом гідрофільної групи та прогнозує їхню агресивність до поверхонь. Обґрунтовує зміни властивостей речовин при переході до нанорозмірного стану [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 3.3.1-4 П]</p> <p>Пояснює причини забруднення довкілля мікропластиком та стійкими органічними забруднювачами. Оцінює вплив власного споживчого вибору на стан екосистеми. Пропонує впровадження принципів атомної економії у промислові процеси [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 3.3.1-5 П], [12 ПРО 3.4.1-1 П]</p>		
<b>МОДУЛЬ V. Комплексна підготовка з хімії. Інтеграція знань, стратегій і практик розв'язування задач</b>		
<p><i>Проводить дослідження природи (ПРО 1)</i></p> <p><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p><i>5.1. Узагальнення знань про основні хімічні розрахунки</i></p> <p>5.1.1. Масові, об'ємні, молярні співвідношення, рівноважні та кінетичні параметри, рН розчинів, вихід продуктів реакції.</p>	<p><b>Робота з інформацією</b></p> <p>1. Узагальнення та систематизація формул і алгоритмів хімічних розрахунків у вигляді інтерактивної таблиці або ментальної мапи.</p>

<p>Застосовує узагальнені алгоритми для розв'язування задач, що вимагають розрахунку масових, об'ємних, молярних співвідношень та виходу продуктів реакції [12 ПРО 1.6.2-1], [12 ПРО 1.5.2-1]</p> <p>Колективно узагальнює поняття про типи хімічного зв'язку, класифікації речовин та типів хімічних реакцій (застосовуючи логічні схеми) [12 ПРО 1.5.1-1], [12 ПРО 1.5.3-1]</p> <p style="text-align: center;"><b>ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ</b></p> <p>Розв'язує складні розрахункові задачі, що вимагають інтеграції знань (наприклад, розрахунки, пов'язані з хімічною рівновагою, кінетичними параметрами, рН розчинів) [12 ПРО 1.6.1-1 П], [12 ПРО 4.3.2-1 П]</p> <p>Моделює та розв'язує задачі, що вимагають інтеграції знань із суміжних дисциплін (біохімічні процеси, енергетичні та екологічні явища) [12 ПРО 1.4.1-2 П], [12 ПРО 1.5.1-1 П]</p> <p style="text-align: center;"><i>Здійснює пошук та опрацьовує інформацію (ПРО 2)</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ</b></p>	<p>5.2. <i>Систематизація ключових понять і закономірностей загальної, неорганічної та органічної хімії</i></p> <p>5.2.1. Узагальнення моделей хімічного зв'язку.</p> <p>5.2.2. Класифікації речовин, типів хімічних реакцій.</p> <p>5.2.3. Генетичні зв'язки між неорганічними та органічними речовинами.</p> <p>5.3. <i>Розвиток стратегій розв'язування якісних і розрахункових задач</i></p> <p>5.3.1. Застосування алгоритмів, логічних схем, законів хімії в реальному контексті.</p> <p>5.3.2. Аналіз типових форматів завдань ЗНО / НМТ: завдання з одного правильного варіанту, множинного вибору, на встановлення відповідності, відкритого типу.</p> <p>5.3.3. Опрацювання помилок і хибних стратегій в учнівських відповідях; формування компетентностей самооцінювання та рефлексії результатів навчання.</p> <p>5.4. <i>Підготовка до експрес-тестування, тренувальних контрольних і пробних іспитів; інтеграція знань із суміжних дисциплін (біологія, фізика, екологія)</i></p>	<p>2. Аналіз завдань ЗНО / НМТ попередніх років: виявлення типових помилок і формулювання ефективних стратегій розв'язування.</p> <p>3. Використання електронних симуляторів, баз даних та навчальних платформ для тренування розрахункових навичок.</p> <p>4. Збір і систематизація прикладів міжпредметних зв'язків (біохімічні процеси, енергетичні та екологічні явища).</p> <p><b>Спільне (групове) обговорення</b></p> <p>1. Обговорення стратегій розв'язування складних розрахункових задач; взаємооцінювання та корекція помилок.</p> <p>2. Колективне узагальнення понять про типи хімічного зв'язку, реакцій і класи речовин.</p> <p><b>Обговорення результатів навчальної діяльності: підбиття підсумків власної або групової роботи, здобутих знань і набутого навчального досвіду</b></p>
---	---	---

Узагальнює та систематизує формули й алгоритми хімічних розрахунків у вигляді інтерактивної таблиці або ментальної мапи [12 ПРО 2.1.1-1], [12 ПРО 2.2.1-1]

Використовує електронні симулятори, бази даних та навчальні платформи для набуття розрахункових навичок і експрес-тестування [12 ПРО 2.2.1-2], [12 ПРО 2.2.2-1]

### ***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Аналізує завдання ЗНО / НМТ попередніх років: виявляє типові помилки та формулює ефективні стратегії розв'язування для різних форматів завдань [12 ПРО 2.1.1-3 П], [12 ПРО 2.2.1-3 П]

Збирає та систематизує приклади міжпредметних зв'язків (біохімічні процеси, екологічні явища), що допомагають інтегрувати знання [12 ПРО 2.1.1-5 П], [12 ПРО 2.2.2-2 П]

*Усвідомлює закономірності природи  
(ПРО 3)*

### ***ОСНОВНИЙ РІВЕНЬ***

Застосовує закони хімії та логічні схеми для розв'язування якісних і розрахункових задач у реальному контексті [12 ПРО 3.1.1-1], [12 ПРО 3.2.1-1]

Узагальнює генетичні зв'язки між неорганічними та органічними речовинами (наприклад,  $\text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2$ ) [12 ПРО 3.3.1-1], [12 ПРО 3.3.1-2]

***ПОГЛИБЛЕНИЙ РІВЕНЬ***

Опрацьовує помилки та хибні стратегії у власних та учнівських відповідях. Обговорює стратегії розв'язування складних задач та проводить самооцінювання і корекцію помилок [12 ПРО 3.2.1-2 П], [12 ПРО 4.4.2-2]

Формує компетентності самооцінювання та рефлексії результатів навчання на основі аналізу типових форматів завдань ЗНО / НМТ [12 ПРО 3.3.1-3 П], [12 ПРО 4.1.1-2 П]

## Прикінцева частина

Реалізація цієї модельної навчальної програми передбачає застосування компетентнісного підходу, який фокусується на активній, діяльній участі здобувачів / здобувачок освіти в освітньому процесі. Основними стратегіями є:

- **особистісно-орієнтоване навчання:** учитель / учителька створює умови для розвитку потенціалу кожного здобувача / здобувачки освіти, урахувавши його / її індивідуальні особливості, темп навчання та інтереси. Це охоплює диференціацію та індивідуалізацію завдань, підтримання самостійності та ініціативи;
- **проблемно-пошукове навчання:** навчальний матеріал подається через постановку проблемних питань, задач та ситуацій, які стимулюють здобувачів / здобувачок освіти до самостійного пошуку рішень, аналізу інформації, формулювання гіпотез та їхньої перевірки;
- **проектний підхід:** здобувачі / здобувачки освіти залучаються до довготривалих проєктів, що вимагають застосування комплексних знань і навичок із хімії, біології, фізики, математики та інших дисциплін. Проєктна діяльність сприяє розвитку критичного мислення, навичок співпраці, планування та презентації результатів;
- **дослідницький підхід:** організація практичних і лабораторних робіт з елементами дослідження, що дає змогу учнівству самостійно проводити експерименти, спостерігати, аналізувати дані та робити висновки. Це розвиває експериментальні навички та науковий світогляд;
- **співпраця та командна робота:** застосування групових форм роботи, де здобувачі / здобувачки освіти навчаються ефективно взаємодіяти, розподіляти обов'язки, обговорювати ідеї, аргументувати свою позицію та досягати спільної мети;
- **інтеграція змісту:** забезпечення міжпредметних зв'язків (особливо з біологією, фізикою, математикою), що дає змогу здобувачам / здобувачкам освіти бачити цілісну картину світу та розуміти взаємозв'язок природничих наук.

Для досягнення високих результатів у вивченні хімії рекомендується використовувати такі методи та технології:

- **експериментальні методи:**
  - *демонстраційні експерименти:* для наочного оприлюднення хімічних явищ та процесів, що супроводжуються докладним поясненням і обговоренням;

- *лабораторні роботи та практичні заняття*: обов'язковий складник освітнього процесу, що дає змогу здобувачам / здобувачкам освіти розвивати практичні навички, працювати з хімічним обладнанням та реактивами, проводити дослідження;
- *віртуальні лабораторії та симуляції*: використання онлайн-ресурсів для моделювання експериментів, які неможливо провести в умовах шкільної лабораторії, або для попередньої підготовки до реальних дослідів;
- **методи візуалізації**:
  - *моделювання*: використання кулестрижневих моделей, 3D-моделей молекул, програм для візуалізації молекулярних структур для кращого розуміння будови речовин;
  - *схеми, таблиці, ментальні мапи*: створення та аналіз графічних організаторів для систематизації та узагальнення інформації;
- **інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ)**:
  - *використання освітніх платформ та онлайн-курсів* для самостійного вивчення матеріалу, додаткового опрацювання тем, доступу до інтерактивних завдань та ресурсів;
  - *робота з базами даних хімічних сполук*: пошук інформації про властивості, застосування та безпеки речовин;
  - *створення мультимедійних презентацій, відеороликів, інфографіки* для оприлюднення результатів досліджень та проєктів;
- **методи критичного мислення**:
  - *дискусії, дебати*: обговорення актуальних хімічних та екологічних проблем, що вимагає аргументації власної позиції та аналізу різних точок зору;
  - *кейс-метод*: розбір реальних або змодельованих ситуацій, що вимагають хімічних знань для ухвалення рішень;
- **ігрові технології**: застосування хімічних ігор, вікторин, квестів для підвищення мотивації та зацікавленості здобувачів / здобувачок освіти.

Для успішної реалізації програми необхідні такі ресурси:

- **навчальні посібники та підручники**, затверджені Міністерством освіти і науки України, для профільного рівня вивчення хімії;

- **лабораторне обладнання та реактиви:** сучасне та безпечне обладнання для проведення експериментів, необхідний набір хімічних реактивів;
- **цифрові освітні ресурси:**
  - платформи для дистанційного навчання (Google Classroom, Moodle тощо);
  - онлайн-бібліотеки, наукові статті, вебінари;
  - симулятори хімічних експериментів (наприклад, PhET Interactive Simulations);
  - відеоматеріали (науково-популярні фільми та відеоролики, відеоуроки, відеодосліди з хімії);
  - програмне забезпечення для моделювання молекул та візуалізації даних;
- **довідкові матеріали:** Періодична система хімічних елементів, таблиці розчинності, ряд активності металів, довідники з органічної та неорганічної хімії, словники хімічних термінів;
- **матеріали для проєктної та дослідницької діяльності:** доступ до інтернету для пошуку інформації, матеріали для виготовлення моделей, проведення простих досліджень.

Оцінювання в рамках цієї програми базується на принципах компетентнісного підходу й охоплює як формувальне, так і підсумкове оцінювання.

*Формувальне оцінювання* — забезпечує постійний зворотний зв'язок між учителем / учителькою та здобувачем / здобувачкою освіти, підтримку навчання, виявлення прогалин у знаннях та навичках на ранніх етапах.

#### Методи:

- *спостереження за навчальною діяльністю:* під час лабораторних та практичних робіт, групових обговорень, проєктної діяльності;
- *усне опитування та обговорення:* запитання, що стимулюють критичне мислення та обґрунтування відповідей;
- *самооцінювання та взаємооцінювання:* використання критеріїв оцінювання для аналізу власної роботи та роботи однолітків;
- *зворотний зв'язок:* конструктивні коментарі та рекомендації щодо поліпшення роботи, а не лише виставлення балів;
- *портфоліо:* збір робіт здобувачів / здобувачок освіти (проєктів, дослідницьких звітів, розв'язаних задач), що демонструє їхній прогрес.

#### Інструментарій:

- аркуші спостережень;
- рубрики та критерії оцінювання для конкретних завдань;
- чеклісти;
- опитувальники для самооцінювання та взаємооцінювання;
- коментарі до письмових робіт.

*Підсумкове оцінювання* — визначає рівень досягнення очікуваних результатів навчання наприкінці вивчення теми, розділу або курсу.

#### Методи:

- *тестові завдання*: для перевірки теоретичних знань та розуміння основних понять;
- *контрольні роботи*: письмові роботи, що містять теоретичні питання, розрахункові задачі, завдання на складання рівнянь реакцій;
- *практичні заліки*: оцінювання практичних навичок виконання експериментів, розпізнавання речовин, добування сполук;
- *захист проєктів / дослідницьких робіт*: комплексна оцінка вміння планувати, проводити дослідження, аналізувати дані та презентувати результати;
- *іспити (за потреби)*: у формі, що відповідає вимогам ЗНО / НМТ, для підготовки до подальшого навчання.

#### Інструментарій:

- тести закритого та відкритого типу;
- задачі різного рівня складності;
- критерії оцінювання лабораторних та практичних робіт;
- рубрики для оцінювання проєктної діяльності (змістовність, оригінальність, презентація);
- шкали оцінювання усних відповідей та дискусій.

Система оцінювання має бути прозорою, справедливою та спрямованою на підтримання мотивації здобувачів / здобувачок освіти до навчання хімії, розвитку їхніх компетентностей та формування стійкого інтересу до природничих наук.

### Список використаних джерел

1. Державний стандарт профільної середньої освіти, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 25 липня 2024 р. № 851 <file:///C:/Users/admin/Downloads/66a3b96443c48380633931.pdf>
2. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898: Законодавство України : база даних / Верховна Рада України. Дата оновлення: 02.09.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#n16>
3. Про загальну середню освіту : Закон України від 13.05.1999 р. № 651-XIV : Законодавство України : база даних / Верховна Рада України. Дата оновлення: 18.03.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14#Text>
4. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. Законодавство України : база даних / Верховна Рада України. Дата оновлення: 02.07.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>