

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Природничий факультет
Кафедра хімії і безпеки життєдіяльності

**ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ MOZAIK НА
ПРИКЛАДІ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК ДЛЯ УРОКІВ ХІМІЇ
(10 КЛАС, ПРОФІЛЬНИЙ РІВЕНЬ)**

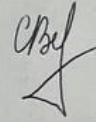
Кваліфікаційна робота
студентки групи XI м-25
ступінь вищої освіти «магістр»
спеціальності 014.06 «Середня
освіта (Хімія)»
Гривнак Софії Віталіївни

Керівник: к.х.н., доцент
Таштан Т.В.

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Гривнак Софія Віталіївна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.



ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ MOZAİK .6	
1.1 Програмний комплекс Mozaik: історія створення та можливості.....	6
1.2 Педагогічні аспекти використання цифрових ресурсів у школі.....	7
1.3 Профільне навчання хімії в сучасній українській школі.....	7
Висновки до розділу 1.....	9
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ MOZAİK ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК.....	10
2.1 Організаційно-методичні особливості профільного навчання хімії з використанням цифрових ресурсів.....	10
2.2. Опис інструментів, що використовуються в MozaBook.....	12
2.3. Власний дидактичний комплекс з теми: “Ароматичні сполуки”.....	16
Висновки до розділу 2.....	38
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

ВСТУП

Сьогодні в Україні онлайн-освіта стала невід'ємною складовою, виконуючи критичну функцію: вона гарантує безперервність навчання, успішно долаючи виклики, спричинені воєнним станом, внутрішньою та зовнішньою міграцією, а також фізичною недоступністю традиційних освітніх установ. Вона відкриває можливість отримувати знання незалежно від місця перебування, сприяє рівному доступу до якісних освітніх матеріалів і дозволяє інтегрувати сучасні цифрові технології у навчання. Це робить онлайн-освіту не лише вимушеним, а й перспективним інструментом розвитку освітньої системи України.

Актуальність даної роботи обумовлена тим, що в наших реаліях сучасна школа перебуває в процесі активної цифровізації. Використання інформаційно-комунікаційних технологій стає невід'ємною складовою освітнього процесу, особливо у старших класах. Це пояснюється потребою у візуалізації хімічних процесів, підвищенні інтересу учнів до навчання та забезпеченні інтерактивності освітнього середовища.

Хімія як навчальний предмет потребує від учня не лише теоретичних знань, але й вміння уявляти просторову будову молекул, механізми реакцій, взаємозв'язки між речовинами. Однак традиційні підручники не завжди дозволяють зробити цей процес достатньо наочним. Саме тому інтерактивні освітні платформи, зокрема Mozaik Education, дуже допомагають вчителям під час проведення як онлайн, так і офлайн уроків.

Особливої актуальності інтерактивні засоби набувають під час вивчення теми «Ароматичні сполуки». Це одна з найскладніших тем курсу органічної хімії в 10 класі, яка вимагає від учнів уявлення про делокалізацію π -електронів, просторову будову бензенового кільця, реакційну здатність похідних. Використання 3D-моделей у програмі Mozaik дозволяє не лише побачити, а й дослідити структуру молекул та особливості їхніх властивостей.

Таким чином, дослідження можливостей застосування програмного комплексу Mozaik у навчанні хімії є актуальним, практично значущим і відповідає сучасним освітнім вимогам.

Метою дослідження — є обґрунтувати та перевірити ефективність застосування програми Mozaik у процесі навчання хімії та розробити методичні рекомендації з використання даного ресурсу на прикладі вивчення ароматичних сполук.

Для досягнення мети поставлені наступні завдання дослідження:

Ознайомитися з функціоналом та методичними можливостями програми Mozaik;

Проаналізувати її переваги та недоліки у навчальному процесі;

Розглянути особливості викладання теми «Ароматичні сполуки» у курсі хімії 10 класу;

Розробити конспекти уроків із використанням програми Mozaik для тем «Ароматичні сполуки»;

Зробити висновки про доцільність упровадження програми Mozaik у шкільний курс хімії.

Об'єкт дослідження — процес навчання хімії у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження — використання програмного комплексу Mozaik у викладанні теми «Ароматичні сполуки» (10 клас, профільний рівень).

Методи дослідження:

- теоретичні: аналіз науково-методичної літератури з проблеми використання цифрових освітніх ресурсів у навчанні хімії; вивчення нормативних документів щодо профільного навчання хімії; аналіз функціональних можливостей програмного комплексу Mozaik; узагальнення та систематизація теоретичних даних;

- емпіричні: вивчення досвіду застосування цифрових технологій у викладанні хімії; аналіз методичних матеріалів та підручників з органічної хімії; практична апробація розроблених конспектів уроків із використанням Mozaik;
- практичні: розробка дидактичних матеріалів (конспектів уроків) з теми «Ароматичні сполуки» із застосуванням інструментів Mozaik; створення інтерактивних завдань та тестів для перевірки знань учнів.

Структура роботи: кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (25 найменувань) та додатків. Загальний обсяг роботи становить 42 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ MOZAİK

1.1. Програмний комплекс Mozaik: історія створення та можливості

Компанія Mozaik Education була заснована у 1991 році в Угорщині та спеціалізується на розробці мультимедійних освітніх рішень [18,22]. Головною метою діяльності компанії стало створення інтерактивних ресурсів, що роблять навчання більш наочним, цікавим і ефективним.

Mozaik об'єднує в собі кілька ключових ресурсів, критично важливих для викладання хімії. Передусім, це 3D-анімації та моделі, які дають змогу вивчати будову молекул, атомні процеси та механізми реакцій на якісно новому, атомному рівні візуалізації. Додатково, комплекс містить велику бібліотеку інтерактивних навчальних презентацій та відеоматеріалів з усіх природничих дисциплін, що забезпечує мультимедійність уроку. Важливою функцією є також наявність потужних інструментів для створення власних навчальних матеріалів, що дозволяє вчителю адаптувати контент під потреби профільного рівня навчання.

Використання програми Mozaik надає низку беззаперечних переваг у навчальному процесі. Головною з них є високий рівень наочності, що допомагає учням подолати абстрактність хімічних понять. Завдяки інтерактивним функціям, досягається інтерактивність і гейміфікація процесу, що значно підвищує мотивацію та пізнавальну активність. Комплекс має мультимовну підтримку і доступний для різних платформ, а саме: комп'ютер, планшет, смартфон, забезпечуючи гнучкість використання. Ці переваги дозволяють ефективно поєднувати його з традиційними методами викладання, створюючи гібридні та максимально ефективні уроки.

Проте, впровадження комплексу не обходиться без недоліків. Найсуттєвішим обмеженням є платна ліцензія, що вимагає фінансових вкладень

з боку освітнього закладу. Крім того, незважаючи на велику бібліотеку, для деяких вузькоспеціалізованих або новітніх тем може бути обмежений набір готових матеріалів. Програма вимагає належного технічного забезпечення – наявності проектора, інтерактивної дошки та комп'ютерного класу – що є критичною умовою для її повноцінного використання.

У методичній літературі відзначається, що цифрові освітні ресурси сприяють розвитку ключових компетентностей: уміння вчитися, ініціативність, інноваційність, інформаційна грамотність [2,9].

1.2. Педагогічні аспекти використання цифрових ресурсів у школі

Інтеграція інтерактивних цифрових засобів, таких як Mozaik, повністю відповідає принципам Нової української школи (НУШ) та прогресивній концепції STEM-освіти [4,11]. Ці технології трансформують роль учня з пасивного слухача на активного дослідника.

Цифрові ресурси дозволяють підвищити пізнавальну активність учнів, оскільки візуалізація та елементи гейміфікації роблять складний матеріал цікавішим. Найважливіший педагогічний аспект – це здатність візуалізувати складні абстрактні поняття, особливо в органічній хімії, де ключовим є просторове уявлення про молекули. Використання віртуальних лабораторій та 3D-моделей дає змогу поєднувати навчання з елементами дослідження, коли учні можуть самостійно "обертати" молекули, моделювати реакції та висувати гіпотези. У кінцевому підсумку, такий інтерактивний підхід сприяє ефективному формуванню навичок самостійної роботи та критичного мислення, які є основними цілями профільного рівня навчання.

1.3 Профільне навчання хімії в сучасній українській школі

У контексті реформування шкільної освіти та впровадження Нової української школи саме профільне навчання виступає важливим кроком до формування компетентного, вмотивованого й науково мислячого випускника.

Профільне навчання — це організація освітнього процесу у старшій школі, спрямована на поглиблене вивчення окремих предметів відповідно до інтересів, здібностей і майбутніх професійних планів учнів. У випадку з хімією це означає створення умов, за яких школяр може глибше зрозуміти закономірності хімічних процесів, опанувати методи експерименту та навчитися застосовувати знання на практиці.

Основна мета полягає у формуванні природничо-наукової компетентності учнів. Це не лише знання хімічних законів і реакцій, а й розуміння ролі хімії у повсякденному житті, промисловості, екології, медицині. Через профільне навчання учні отримують змогу орієнтуватися у світі сучасних технологій, розвивають критичне мислення та вчаться робити свідомий вибір майбутньої професії.

Профільне вивчення хімії реалізується у 10–11 класах за профільними програмами: природничим, технологічним, медичним, екологічним.

Такі програми передбачають:

- збільшену кількість годин на предмет (3–5 годин на тиждень);
- проведення лабораторних та практичних робіт;

використання інтерактивних технологій (віртуальні лабораторії, освітні платформи, зокрема Mozaik Education, PhET, LearningApps);

- проєктну діяльність, де учні досліджують реальні проблеми, наприклад, вплив хімічних сполук на довкілля.

Профільне навчання хімії дає змогу:

- розвивати дослідницькі вміння учнів;
- формувати самостійність у навчанні;
- забезпечити зв'язок теорії з практикою;
- створити умови для професійного самовизначення старшокласників;
- підготувати майбутніх фахівців у галузі хімії, біології, медицини, екології, фармації [7,19].

Отже, профільне навчання хімії в сучасній українській школі — це не лише спосіб поглибити знання, а й шлях до формування науково мислячої особистості, здатної аналізувати, досліджувати та приймати відповідальні рішення.

Розвиток профільної освіти — це інвестиція у майбутнє нашої держави, у підготовку покоління, яке зможе розвивати науку, екологію, промисловість і технології на новому рівні.

Висновки до розділу 1.

Програмний комплекс Mozaik є високотехнологічним освітнім інструментом, здатним забезпечити необхідну візуалізацію та інтерактивність для викладання найбільш складних тем органічної хімії, як-от ароматичні сполуки. Його ключовою перевагою є наявність деталізованих 3D-моделей, які ефективно пояснюють абстрактні поняття будови молекул і механізмів реакцій, що безпосередньо корелює з метою даного дослідження. Разом із тим, його впровадження вимагає врахування технічних та фінансових обмежень освітнього закладу.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ MOZAIK ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК

2.1. Організаційно-методичні особливості профільного навчання хімії з використанням цифрових ресурсів

У сучасних умовах розвитку освіти профільне навчання стає однією з найважливіших складових реалізації компетентнісного підходу у старшій школі.[4,11] Основна його мета — забезпечити поглиблене вивчення предметів відповідно до інтересів і здібностей учнів, а також підготувати їх до свідомого вибору майбутньої професії.

Хімія як наука має величезне прикладне значення, адже знання з цієї дисципліни необхідні для розуміння природних процесів, виробництва, екології, медицини, фармації. Саме тому профільне навчання хімії покликане не лише передати знання, а й сформувати в учнів уміння мислити науково, експериментувати, аналізувати результати та робити власні висновки.

Сучасна освіта перебуває на етапі активної цифровізації. Використання цифрових освітніх ресурсів стало не просто допоміжним інструментом, а необхідною умовою ефективного профільного навчання. Такі ресурси дають змогу урізноманітнити форми подання матеріалу, забезпечити наочність складних процесів і створити інтерактивне освітнє середовище.

Одним із найефективніших інструментів для цього є програмний комплекс Mozaik Education, який пропонує інтерактивні 3D-моделі, відео, симуляції, тести та готові цифрові уроки. Цей ресурс дозволяє демонструвати мікросвіт хімічних процесів, який складно уявити без спеціального обладнання, а також проводити віртуальні лабораторні дослідження [22,23]. Таким чином, навіть у школах із обмеженою матеріальною базою створюються умови для якісного профільного навчання.

Профільне вивчення хімії передбачає збільшення кількості годин, відведених на предмет (3–5 годин на тиждень), а також зміну підходів до організації уроку. Учитель уже не виступає єдиним джерелом інформації — він стає модератором і наставником, який спрямовує пізнавальну діяльність учнів.

Застосування цифрових ресурсів у цьому контексті створює передумови для реалізації індивідуальної освітньої траєкторії, коли кожен учень може працювати у власному темпі, зосереджуючись на тих аспектах теми, які викликають найбільший інтерес.

Під час організації профільних уроків хімії важливо забезпечити комбінацію різних форм роботи:

- фронтальні пояснення з демонстрацією 3D-моделей і відеофрагментів;
- групові обговорення результатів віртуальних дослідів;
- самостійна робота учнів у цифровому середовищі Mozaik чи подібних платформах;
- проєктна діяльність і дослідницькі міні-завдання.

Такі форми роботи стимулюють розвиток критичного мислення, навичок комунікації та співпраці, що відповідає вимогам Нової української школи.

Методичні особливості

З методичної точки зору, профільне навчання хімії потребує зміщення акцентів — від простого засвоєння знань до їх практичного застосування. Цифрові ресурси сприяють цьому завдяки візуалізації абстрактних понять, можливості спостерігати за хімічними реакціями у динаміці та аналізувати результати експериментів [9,11].

Наприклад, у темі «Ароматичні сполуки» учитель може використати 3D-моделі для показу просторової будови бензенового кільця, симуляцію реакцій нітрування чи галогенування, а також віртуальний дослід із виявлення властивостей бензену. Учні можуть самостійно працювати з цими моделями,

розглядаючи структури під різними кутами, наближаючи їх, аналізуючи молекулярні зв'язки.

Важливою методичною складовою є підготовка вчителя. Використання цифрових інструментів вимагає від педагога не лише технічних умінь, а й уміння дидактично інтегрувати їх у навчальний процес. Учитель повинен продумати, на якому етапі уроку доцільно застосувати мультимедіа:

- на етапі мотивації — для виклику інтересу (наприклад, коротке відео про роль ароматичних сполук у виробництві парфумів);
- на етапі вивчення нового матеріалу — для пояснення будови молекули чи механізму реакції;
- на етапі закріплення — через інтерактивні вправи або тести;
- на етапі контролю знань — через електронне опитування або практичні онлайн-завдання.

Отже, організаційно-методичні особливості профільного навчання хімії з використанням цифрових ресурсів полягають у створенні інтерактивного, візуально насиченого та компетентнісно орієнтованого освітнього середовища, у якому учні стають активними дослідниками, а не пасивними слухачами.

Цифрові технології, зокрема платформа Mozaik Education, розширюють можливості традиційного уроку, забезпечують глибше розуміння навчального матеріалу та формують у школярів уміння працювати з інформацією, аналізувати, робити висновки та застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Таким чином, поєднання профільного підходу з цифровими засобами навчання є одним із ключових напрямів модернізації сучасної української школи, який відповідає вимогам часу та потребам нового покоління учнів.

2.2 Опис інструментів, що використовуються в MozaBook

В цьому розділі я хочу детальніше описати основні інструменти MozaBook, які вчителі використовують найчастіше.

Перш за все, MozaBook відомий своїми інтерактивними тестами. Це не просто звичайні завдання з вибором відповіді. У програмі вчитель може створити вправи на встановлення відповідності, складання послідовностей, заповнення пропусків, а також тести з «гарячими точками», коли учні мають натиснути на правильну частину зображення. Такі тестові завдання перевіряються автоматично, а система одразу показує результат та типові помилки. Зручно, що учні працюють ніби в грі, а вчитель водночас отримує контроль знань — швидкий і якісний.

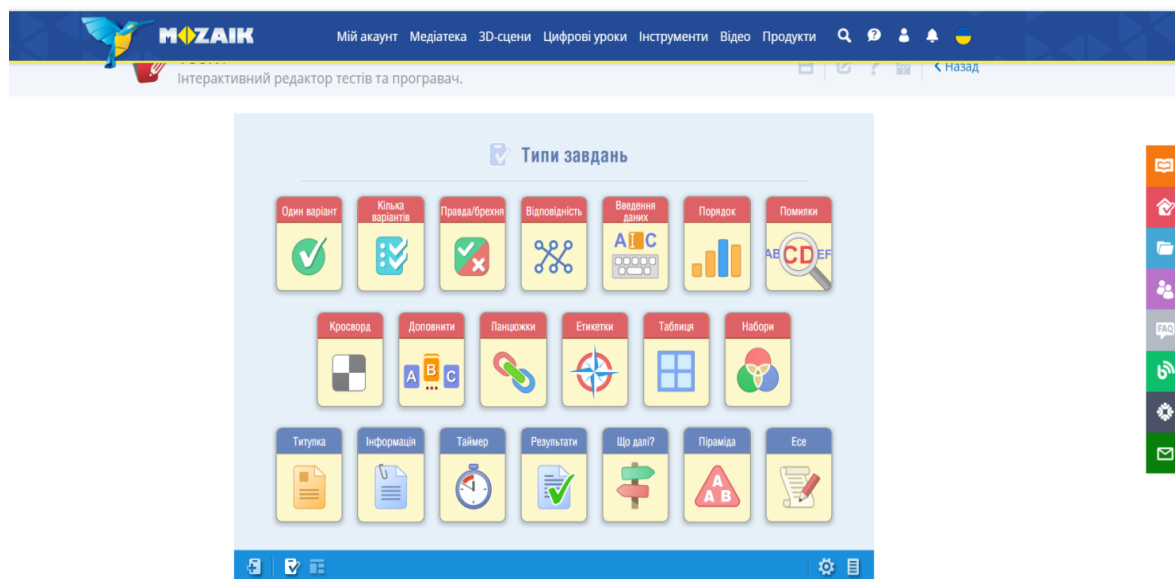
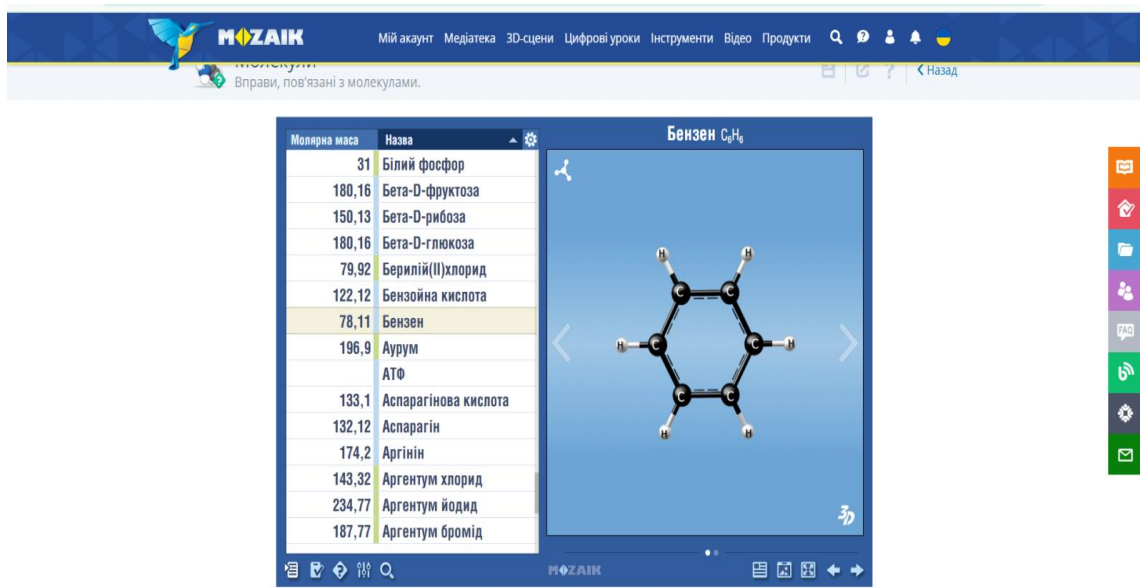


Рис. 1.1. Інструмент «Тести»

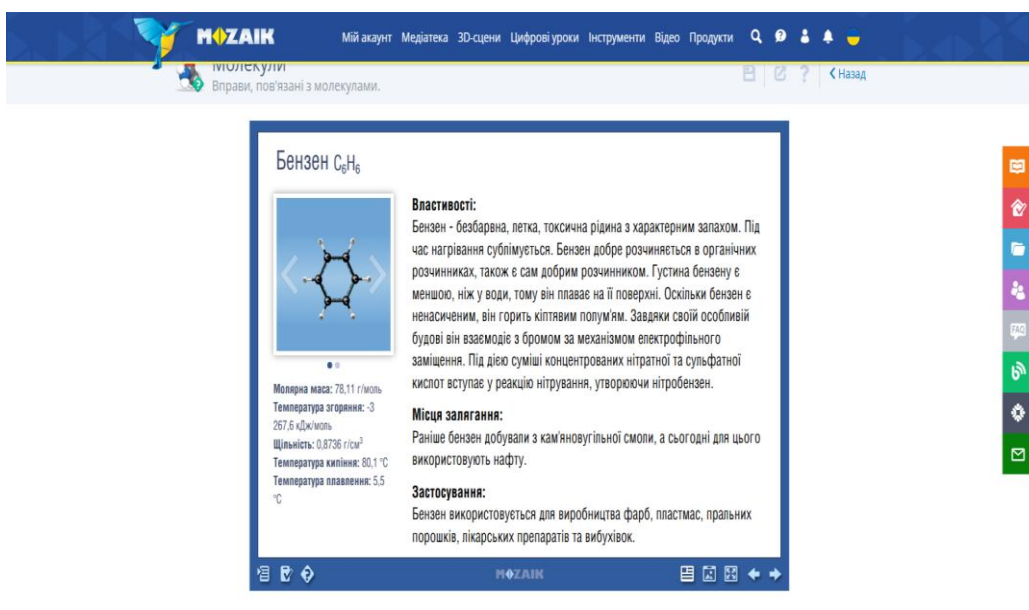
Окремої уваги заслуговують 3D-моделі. Вони є одним із найбільш вражаючих інструментів у MozaBook. За лічені секунди можна відкрити, наприклад, молекулу бензену, розглянути її у тривимірному просторі, збільшити, повернути під потрібним кутом або увімкнути показ шарів. Учні бачать те, що неможливо показати на звичайній картинці у підручнику. Для хімії — це величезна перевага, адже багато абстрактних тем стають зрозумілими та «живими».



The screenshot shows the Mozaik software interface. At the top, there is a navigation bar with the Mozaik logo and various menu items: Мій акаунт, Медiateка, 3D-сцени, Цифрові уроки, Інструменти, Відео, Продукти. Below the navigation bar, there is a search bar and a list of substances. The substance 'Бензен C₆H₆' is selected, and its 3D ball-and-stick model is displayed in the center. The model shows a hexagonal ring of six carbon atoms (black) with six hydrogen atoms (white) attached to each carbon atom. The interface also includes a vertical toolbar on the right side with various icons for navigation and interaction.

Молярна маса	Назва
31	Білий фосфор
180,16	Бета-D-фруктоза
150,13	Бета-D-рибоза
180,16	Бета-D-глюкоза
79,92	Берилій(II)хлорид
122,12	Бензойна кислота
78,11	Бензен
196,9	Аурум
	АТФ
133,1	Аспарагінова кислота
132,12	Аспарагін
174,2	Аргінін
143,32	Аргентум хлорид
234,77	Аргентум йодид
187,77	Аргентум бромід

Рис. 1.2. Інструмент «Молекули»



The screenshot shows the Mozaik software interface with a detailed information card for Benzene (C₆H₆). The card includes a 3D ball-and-stick model of the benzene molecule, its chemical formula, and various physical and chemical properties. The text is in Ukrainian and provides a comprehensive overview of the substance.

Бензен C₆H₆

Властивості:
Бензен – безбарвна, легка, токсична рідина з характерним запахом. Під час нагрівання сублімується. Бензен добре розчиняється в органічних розчинниках, також є сам добрим розчинником. Густина бензену є меншою, ніж у води, тому він плаває на її поверхні. Оскільки бензен є ненасиченим, він горить китявим полум'ям. Завдяки своїй особливій будові він взаємодіє з бромом за механізмом електрофільного заміщення. Під дією суміші концентрованих нітратної та сульфатної кислот вступає у реакцію нітрування, утворюючи нітробензен.

Місця залягання:
Раніше бензен добували з кам'яновугільної смоли, а сьогодні для цього використовують нафту.

Застосування:
Бензен використовується для виробництва фарб, пластмас, пральних порошків, лікарських препаратів та вибухівок.

Молярна маса: 78,11 г/моль
Температура згоряння: -3
267,6 Дж/моль
Щільність: 0,8736 г/см³
Температура кипіння: 80,1 °C
Температура плавлення: 5,5 °C

Рис. 1.3. Інструмент «Молекули»

Ще однією сильною стороною MozaBook є віртуальні лабораторії. Це справжня знахідка, коли у школі немає можливості проводити всі необхідні досліди або коли вони потенційно небезпечні. У віртуальній лабораторії учні можуть змішувати реактиви, спостерігати хімічні реакції, змінювати концентрації та умови, і при цьому ніхто не ризикує здоров'ям. Такі лабораторні роботи допомагають краще зрозуміти матеріал, адже учні діють самостійно, аналізують результати, роблять висновки.

Варто згадати і про ігри та тренажери, яких у MozaBook дуже багато. Вони виконують не тільки розважальну функцію — за допомогою ігор учні закріплюють матеріал, тренують уважність, логіку, швидкість реагування. Ігрові елементи на уроці допомагають утримувати увагу, особливо коли тема складна або потребує повторення. Також є і інші інструменти, а саме:

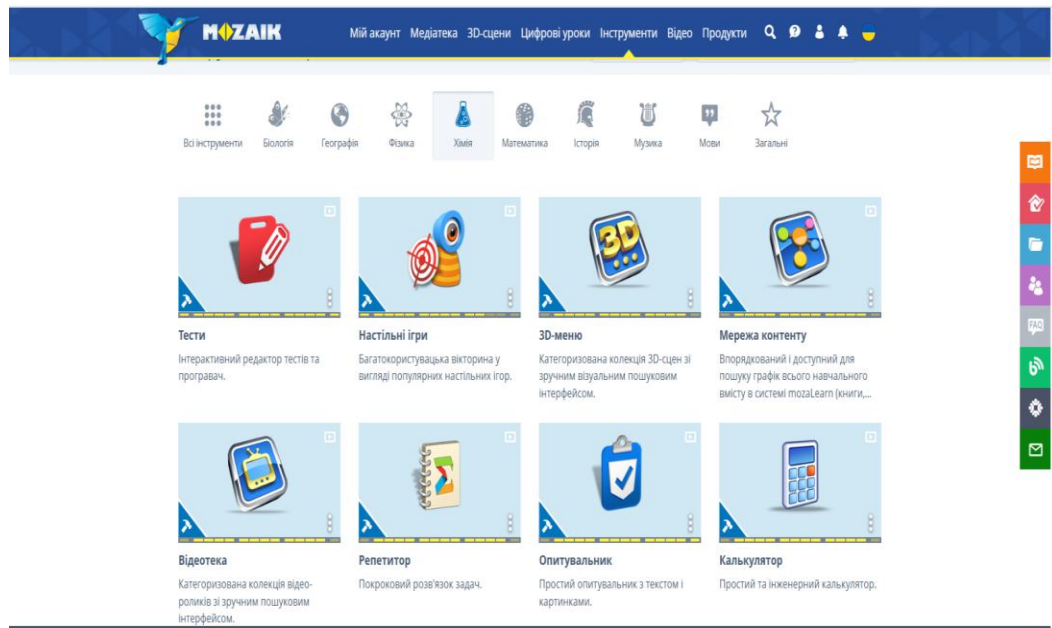


Рис. 1.4. Інструменти в Mozaik

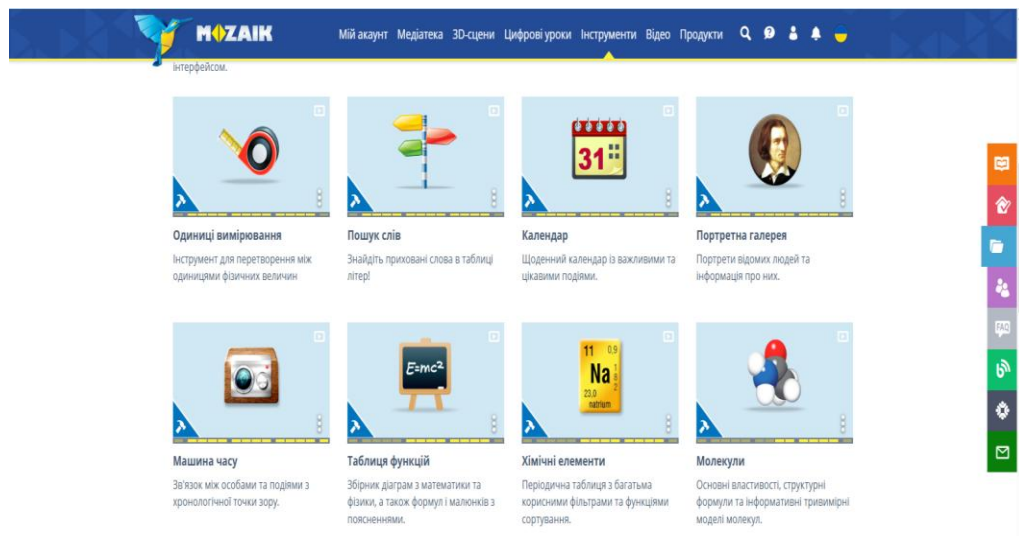


Рис. 1.5. Інструменти в Mozaik

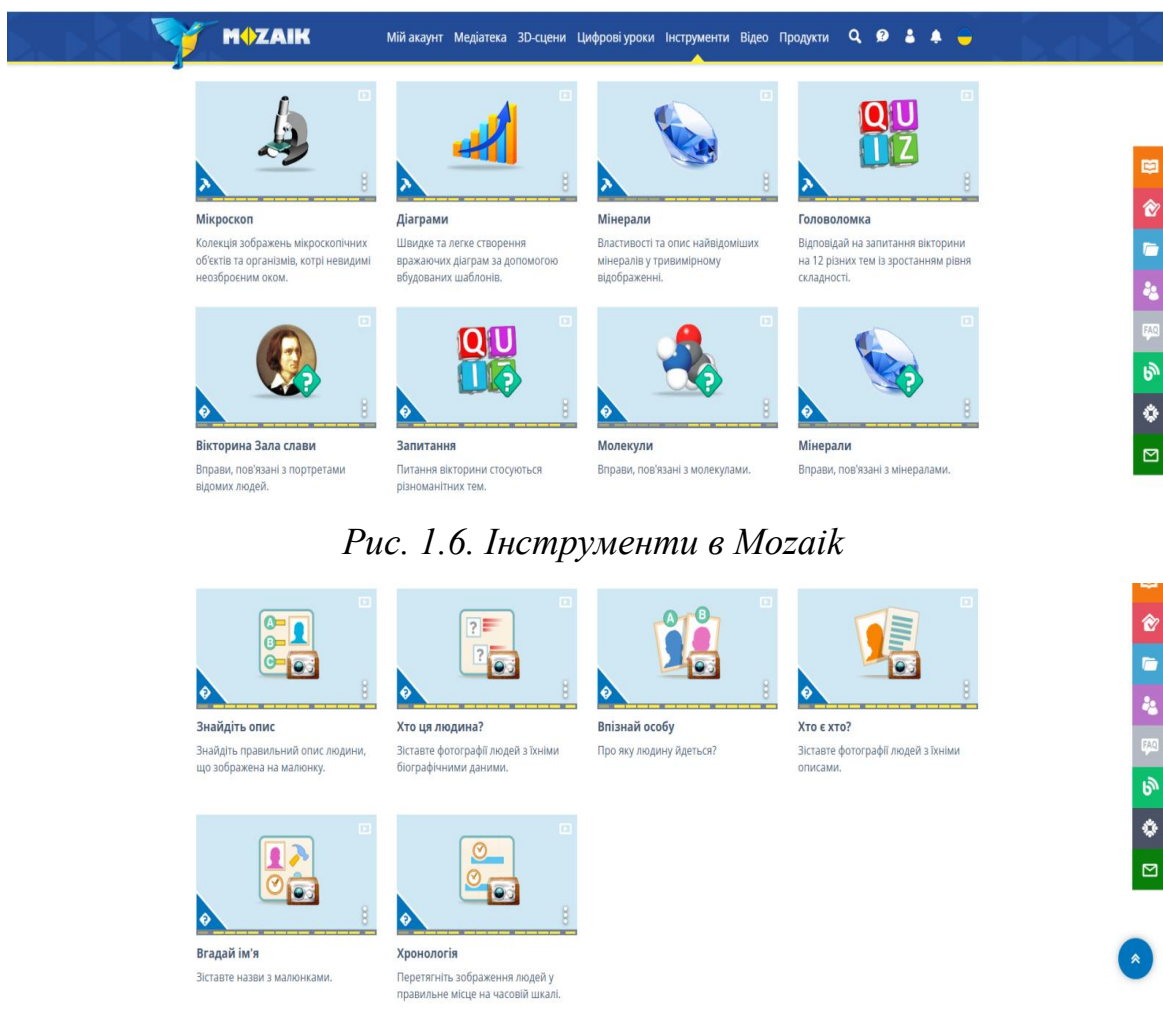


Рис. 1.6. Інструменти в Mozaik

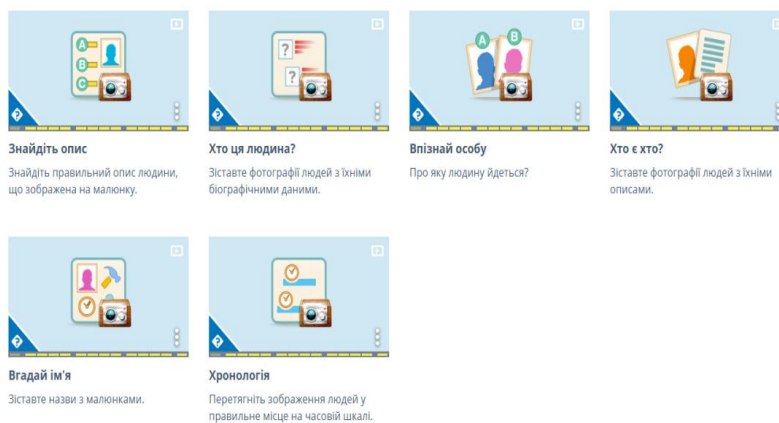


Рис. 1.7. Інструменти в Mozaik

2.3 Власний дидактичний комплекс з теми: “Ароматичні сполуки”

Урок 1.

Тема уроку: Бензен – родоначальник ароматичних вуглеводнів

Мета уроку:

- сформувані уявлення про будову молекули бензену;
- розкрити поняття ароматичності;
- пояснити делокалізацію π -електронів.

Обладнання: Комп'ютер, проєктор, програма Mozaik 3D, моделі молекул

Хід уроку:

1. Організаційний момент (2 хв)

Привітання, перевірка готовності до уроку, оголошення теми та мети.

2. Актуалізація опорних знань (8 хв)

Бесіда з учнями:

Що таке вуглеводні?

Які типи гібридизації атома Карбону ви знаєте?

Що таке π -зв'язок?

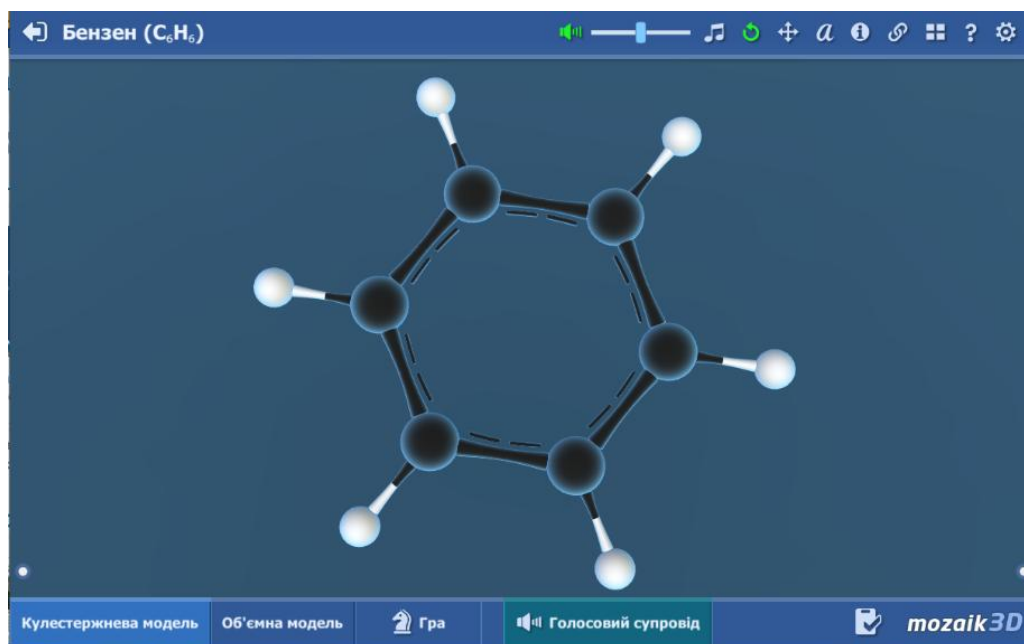
Сьогодні ми познайомимося з особливою групою вуглеводнів – ароматичними сполуками, які мають унікальну будову та властивості.

3. Вивчення нового матеріалу (25 хв)

3.1. Молекулярна та структурна формула бензену (5 хв)

Історична довідка: Бензен вперше виділено у 1825 році Майклом Фарадеем. Його будову встановив Август Кекуле у 1865 році.

Демонстрація 1 – Використання Mozaik 3D: модель "Benzene molecule - C_6H_6 "



Записуємо:

- Молекулярна формула: C_6H_6

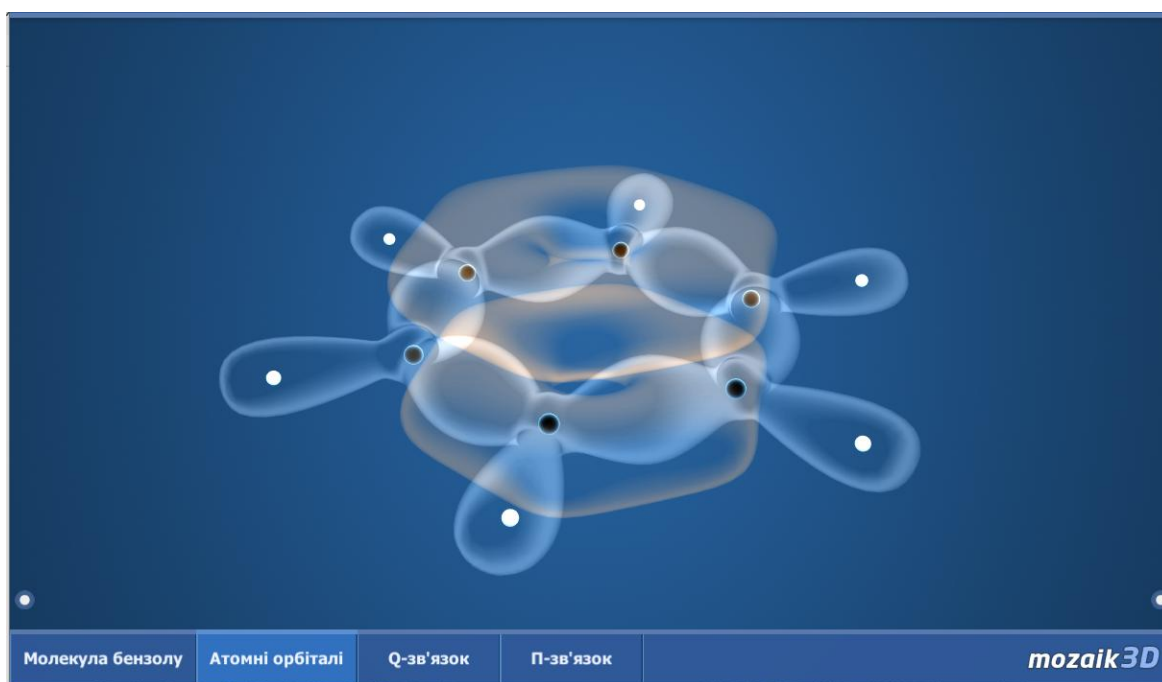
- Структурна формула Кекуле: шестичленний цикл з чергуванням подвійних та одинарних зв'язків

Повертаємо молекулу на 360° для огляду з усіх боків та звертаємо увагу учнів:

- Всі 6 атомів Карбону розташовані в одній площині
- Всі атоми Гідрогену також лежать у цій же площині
- Молекула має правильну шестикутну форму

3.2. Будова молекули бензену (7 хв)

Показуємо зв'язки



Характеристика будови:

- Кожен атом Карбону знаходиться в стані sp^2 -гібридизації
- Валентний кут між зв'язками: 120°
- Довжина всіх С–С зв'язків однакова: 0,140 нм (проміжне значення між одинарним та подвійним зв'язком)

Учням: Чому всі зв'язки рівноцінні, якщо за формулою Кекуле є подвійні та одинарні?

3.3. Електронна будова та ароматичність (8 хв)

Демонстрація – Візуалізація π -електронної хмари



Поняття ароматичності:

- Ароматичність – особливий тип циклічної делокалізації π -електронів, що надає молекулі підвищену стабільність
- π -Електрони не локалізовані між двома атомами, а рухаються по всьому кільцю
- Це пояснює рівноцінність усіх С–С зв'язків

Правило Хюккеля (критерій ароматичності):

Ароматичними є плоскі циклічні сполуки з делокалізованою системою π -електронів, кількість яких відповідає формулі:

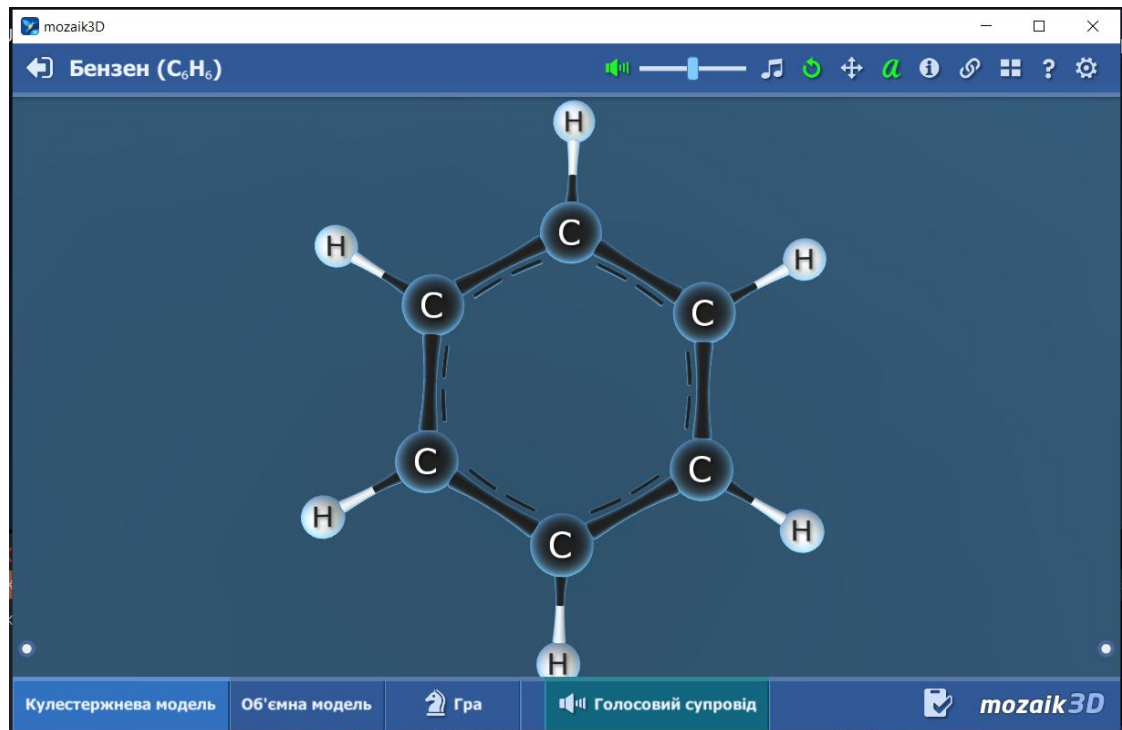
$$4n + 2 = \text{кількість } \pi\text{-електронів, де } n = 0, 1, 2, 3\dots$$

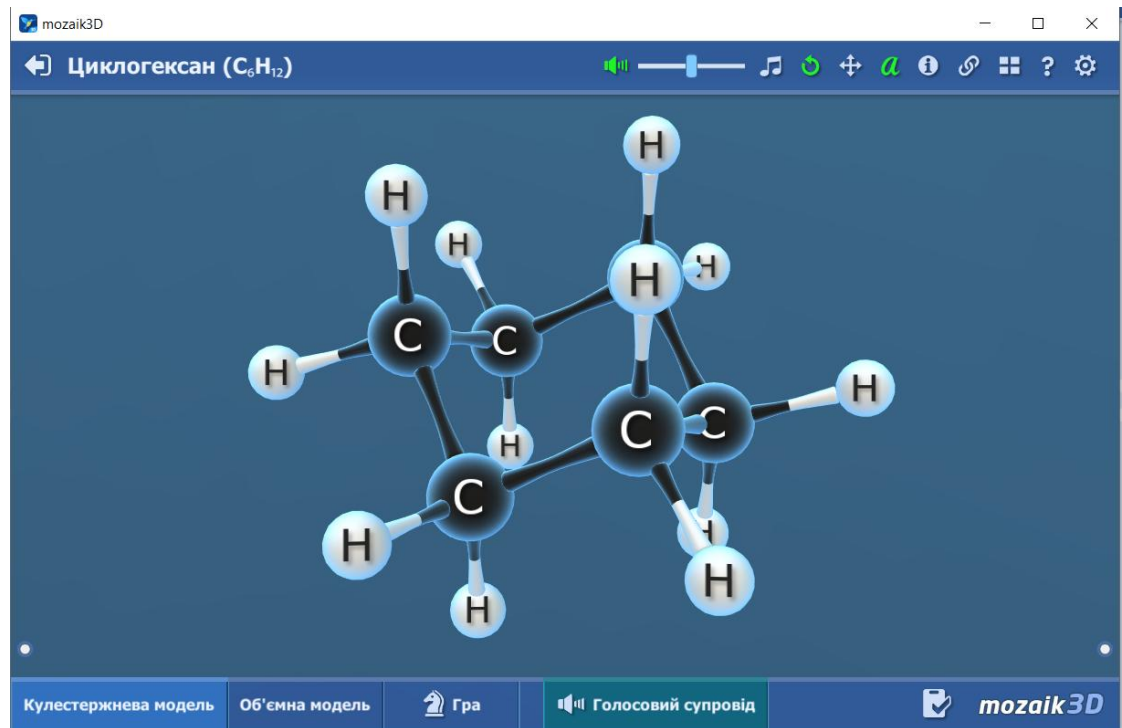
Для бензену: $n = 1$, отже $4 \times 1 + 2 = 6$ π -електронів

Сучасне зображення бензену: Шестикутник з колом всередині, що символізує делокалізовану π -систему.

3.4. Порівняння бензену з циклогексаном (5 хв)

Демонстрація – Інструмент "Compare molecules": бензен та циклогексан





Порівняльна таблиця (записуємо разом з учнями):

Таблиця 1.

Порівняння бензину та циклогексану

Ознака	Бензен C_6H_6	Циклогексан C_6H_{12}
Форма молекули	Плоска	Неплоска (крісло)
Гібридизація С	sp^2	sp^3
Тип зв'язків С–С	Рівноцінні (ароматичні)	Одинарні
π -Електронна система	Делокалізована ($6 e^-$)	Відсутня
Стабільність	Висока (ароматична)	Звичайна

4. Закріплення матеріалу (8 хв)

Інтерактивна робота з Mozaik 3D:

Запрошуємо учнів до комп'ютера (по черзі) для виконання завдань:

1. Повернути молекулу бензену та показати її плоску будову

2. Увімкнути/вимкнути відображення π -електронної хмари
3. Порахувати кількість атомів Карбону та Гідрогену
4. Показати напрямок p-орбіталей

Питання для обговорення:

1. Чому формула Кекуле не відображає реальну будову бензену?
2. Що таке делокалізація π -електронів?
3. Чим пояснюється висока стабільність бензену?
4. Чому бензен не вступає в реакції приєднання, характерні для алкенів?

5. Підсумки уроку (2 хв)

Давайте разом зробимо висновки:

- Бензен C_6H_6 – родоначальник ароматичних вуглеводнів
- Має плоску циклічну будову з sp^2 -гібридизацією атомів Карбону
- 6 π -електронів делокалізовані по всьому кільцю, утворюючи єдину π -систему
- Ароматичність надає молекулі особливу стабільність
- Відповідає правилу Хюккеля: $4n + 2 = 6$ ($n = 1$)

6. Домашнє завдання (1 хв)

1. Опрацювати параграф підручника про будову та властивості бензену
2. У зошиті накреслити:
 - Молекулярну формулу бензену
 - Структурну формулу Кекуле
 - Сучасне зображення (коло в шестикутнику)
 - Схему утворення делокалізованої π -системи
3. Творче завдання (на вибір):

- Підготувати коротку презентацію "Історія відкриття будови бензену"
- Знайти інформацію про застосування бензену в промисловості

Дякую за плідну співпрацю, ви великі молодці!

Урок 2. Гомологічний ряд бензену. Номенклатура

Тема уроку: Гомологи бензену та їх номенклатура

Мета уроку:

- Ознайомити з гомологічним рядом бензену
- Навчити номенклатурі ароматичних вуглеводнів
- Показати вплив замісників на властивості
- Обладнання: Mozaik 3D, роздатковий матеріал з формулами

Хід уроку:

1. Організаційний момент та перевірка домашнього завдання (7 хв)

Фронтальне опитування:

- Що таке ароматичність? Яким критеріям має відповідати ароматична сполука?
- Яка будова молекули бензену? (плоска, sp^2 -гібридизація, делокалізація π -електронів)
- Чому бензен стабільніший за циклогексатрієн?
- Що показує правило Хюккеля?

Перегляд учнівських презентацій (2-3 учні коротко, по 1-2 хв): "Історія відкриття будови бензену"

Перехід до нової теми: Сьогодні ми дізнаємось, що бензен має багато гомологів, і навчимося їх правильно називати.

2. Вивчення нового матеріалу (28 хв)

2.1. Поняття гомологічного ряду бензену (3 хв)

Гомологи бензену – це ароматичні вуглеводні, в яких один або кілька атомів Гідрогену в бензеновому кільці заміщені на вуглеводневі радикали (алкільні групи).

Загальна формула: $C_6H_5-R_n$, де R – алкільний замісник

Записуємо ряд:

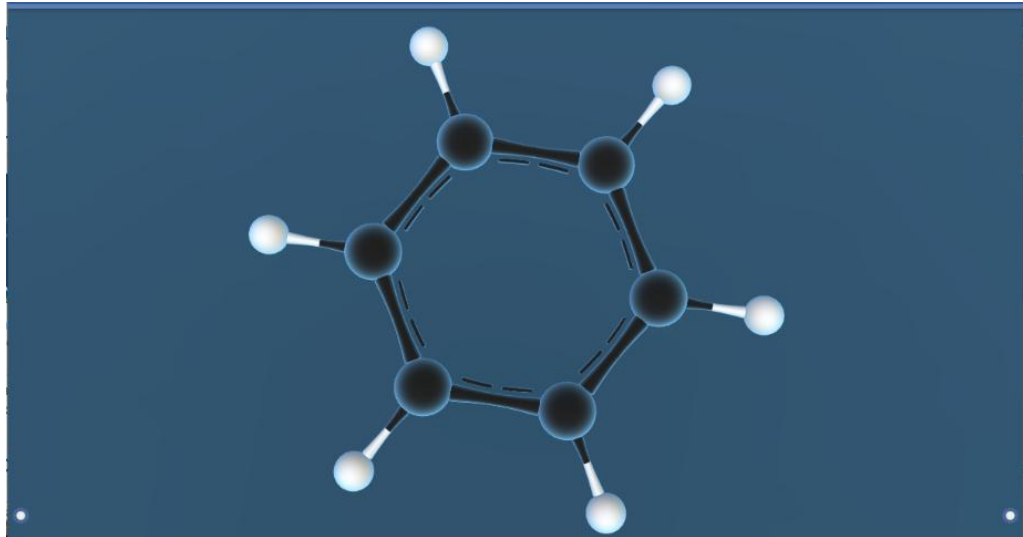
- C_6H_6 – бензен (базова структура)
- C_7H_8 – метилбензен (толуол)
- C_8H_{10} – етилбензен, диметилбензени (ксилоли)
- C_9H_{12} – пропілбензен, триметилбензени
- і т.д.

Ключова особливість: При заміщенні атомів Гідрогену на алкільні групи ароматичність зберігається!

2.2. Монозаміщені похідні бензену (10 хв)

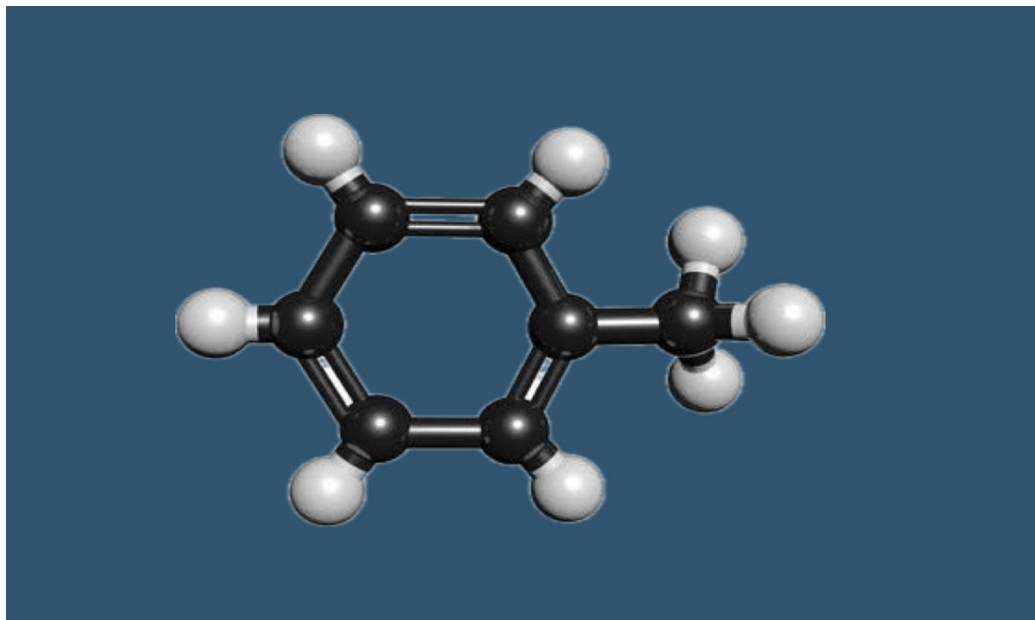
Демонстрація 1 – Mozaik 3D: послідовний показ моделей

A) Бензен C_6H_6 – базова структура



Звертаємо увагу: всі 6 атомів Гідрогену рівноцінні

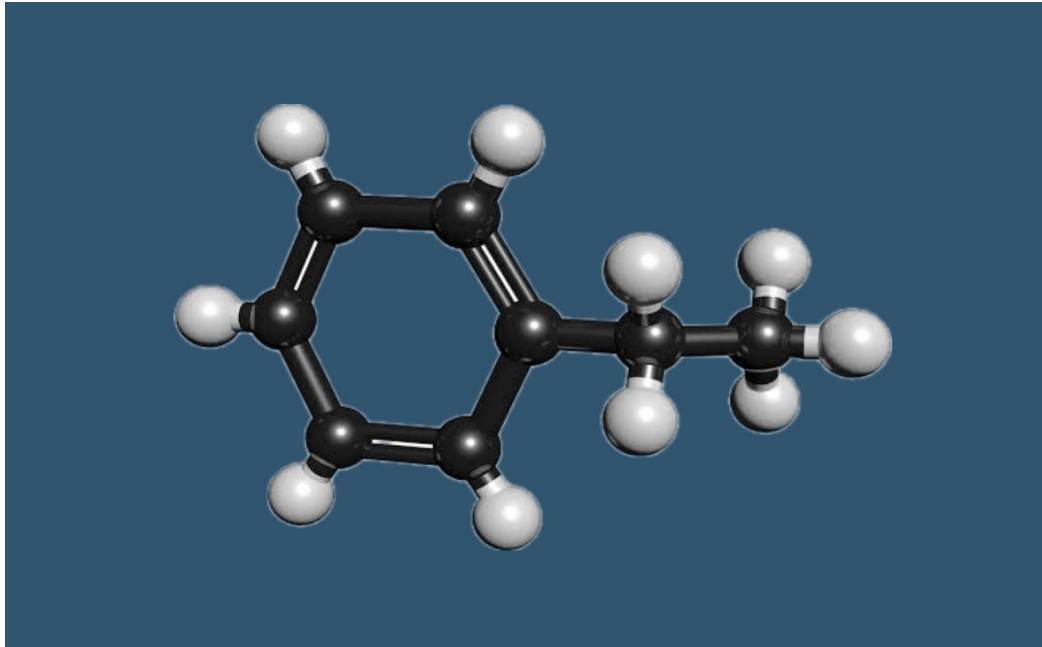
Б) Толуол (метилбензен)



Записуємо:

- Структурна формула: $C_6H_5-CH_3$
- Назви:
 - Систематична: метилбензен
 - Тривіальна: толуол (допускається)

В) Етилбензен C_8H_{10}



Записуємо:

- Структурна формула: $C_6H_5-CH_2-CH_3$
- Систематична назва: етилбензен

Правило номенклатури монозаміщених:

Назва = [назва замісника] + бензен

Приклади:

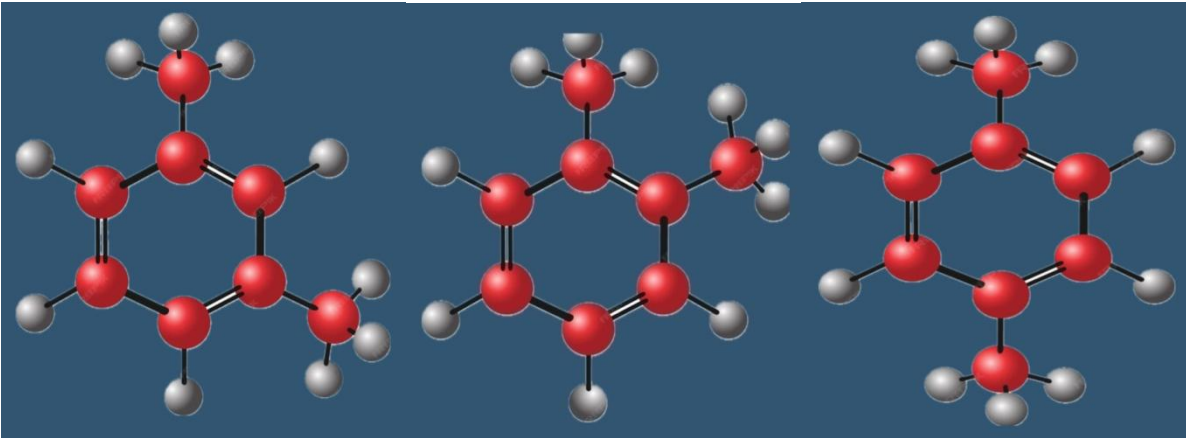
- CH_3- → метилбензен
- C_2H_5- → етилбензен
- C_3H_7- → пропілбензен

2.3. Дизаміщені похідні бензену. Ізомерія (10 хв)

Демонстрація – Mozaik 3D: три ізомери ксилолу

Ксилоли (диметилбензени) C_8H_{10}

Коли в бензеновому кільці два замісники, виникає ізомерія положення.



Показуємо три моделі одночасно:

1) орто-Ксилол (1,2-диметилбензен)

- Дві метильні групи на сусідніх атомах Карбону
- Виділяємо червоним обидві CH_3 -групи
- Позначаємо: положення 1,2-

2) мета-Ксилол (1,3-диметилбензен)

- Метильні групи через один атом Карбону
- Позначаємо: положення 1,3-

3) пара-Ксилол (1,4-диметилбензен)

- Метильні групи в протилежних положеннях
- Позначаємо: положення 1,4-
- Найбільш симетричний ізомер

Записуємо таблицю на дошці:

Таблиця 2.

Позначення замісників у ароматичних сполуках

Префікс	Положення замісників	Приклад
орто- (o-)	1,2-	орто-ксилол (1,2-диметилбензен)
мета- (m-)	1,3-	мета-ксилол (1,3-диметилбензен)
пара- (p-)	1,4-	пара-ксилол (1,4-диметилбензен)

Важливо! Префікси орто-, мета-, пара- використовуються лише для двох замісників.

2.4. Правила номенклатури IUPAC для ароматичних вуглеводнів (5 хв)

Правила номенклатури IUPAC:

1. Нумерація атомів Карбону в кільці: 1, 2, 3, 4, 5, 6
2. Правило найменших номерів: нумерація повинна давати замісникам найменші можливі номери
3. Алфавітний порядок замісників (якщо вони різні)
4. Базова назва: бензен

Схема назви:

[номери положення]-[назви замісників в алфавітному порядку]-бензен

Приклади (записуємо разом з учнями):

- 1,2-диметилбензен (або орто-ксилол)
- 1,3-диметилбензен (або мета-ксилол)
- 1,4-диметилбензен (або пара-ксилол)
- 1-етил-4-метилбензен (не 1-метил-4-етилбензен!)

Особливі випадки – тривіальні назви, які зберігаються:

- Метилбензен = толуол
- Гідроксибензен = фенол
- Амінобензен = анілін

3. Закріплення матеріалу (8 хв)

Інтерактивна робота з Mozaik 3D (4 хв)

Учні по черзі виходять до комп'ютера та виконують завдання:

Завдання для учнів:

1. Обрати одну з моделей ароматичної сполуки
2. Назвати її за систематичною номенклатурою
3. Показати та підрахувати всі замісники

4. Вказати положення замісників (орто-, мета-, пара- або цифрами)

5. Визначити молекулярну формулу

Робота з картками (4 хв)

Роздаємо картки з структурними формулами:

Учні працюють у парах, для кожної сполуки визначають:

- Тип замісників (метил, етил тощо)
- Кількість замісників
- Положення замісників
- Систематичну назву
- Тривіальну назву (якщо є)

Приклади завдань на картках:

1) $C_6H_5-CH_3 \rightarrow ?$

2) $C_6H_4(CH_3)_2$ (1,2-) $\rightarrow ?$

3) $C_6H_5-CH_2-CH_3 \rightarrow ?$

4) $C_6H_3(CH_3)_3$ (1,2,3-) $\rightarrow ?$

Відповіді перевіряємо разом

4. Підсумки уроку (2 хв)

Давайте пригадаємо та узагальнимо, що ми з вами вивчили:

- Гомологи бензену утворюються шляхом заміщення атомів Гідрогену на алкільні групи
- Монозаміщені бензени: [замісник] + бензен (наприклад, метилбензен)
- Дизаміщені бензени мають три типи ізомерів:
 - орто- (1,2-)
 - мета- (1,3-)
 - пара- (1,4-)
- Систематична назва: [номери]-[замісники]-бензен
- При нумерації використовуємо правило найменших номерів
- Ароматичність зберігається у всіх гомологах бензену

5. Домашнє завдання (1 хв)

Обов'язкове:

1. Вивчити параграф про гомологи бензену та номенклатуру
2. Виучити префікси орто-, мета-, пара- та їх відповідність положенням 1,2- / 1,3- / 1,4-

Письмово в зошиті:

3. Накреслити структурні формули п'яти гомологів бензену (різної будови)
4. Дати їм назви за міжнародною номенклатурою IUPAC
5. Для одного з дизаміщених бензенів накреслити всі можливі ізомери

Додаткове завдання :

- Знайти інформацію про практичне застосування толуолу або ксилолів у промисловості

Урок 3. Узагальнення знань

Тема уроку: Арени. Бензен та його похідні

Мета уроку:

- перевірити рівень засвоєння учнями теоретичного матеріалу з теми «Арени»: будова бензену, властивості ароматичного кільця, реакції заміщення, похідні бензену (анілін, бензойна кислота), конденсовані ароматичні системи.

- оцінити вміння учнів застосовувати знання на практиці, зокрема складати рівняння хімічних реакцій, аналізувати властивості ароматичних сполук, порівнювати реакційну здатність аренів з іншими класами органічних сполук

1. Організаційний момент (1–2 хв)

Учитель пояснює структуру контрольної роботи:

частина А — тестові завдання;

частина В — завдання середнього рівня;

частина С — завдання високого рівня, пов'язані з хімією та візуалізацією

(Mozaik).

2. Інструкція для учнів

Уважно читайте умови завдань.

В тестах відповідайте лише однією літерою.

Час виконання — 40–45 хв.

Частина А. Тестові завдання (12 балів)

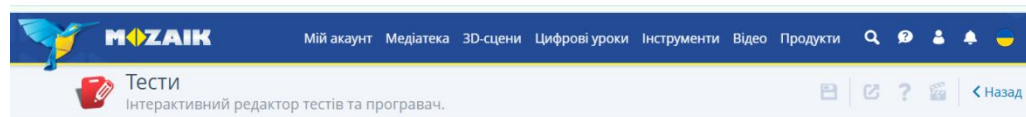
1. Яка формула бензену?

A) C_6H_{10}

B) C_6H_6

C) C_6H_{12}

D) C_6H_5OH



2. Який тип хімічного зв'язку характерний для бензенового кільця?

A) Неподілена електронна пара

B) σ -зв'язки та локалізована π -система

C) σ -зв'язки та делокалізована π -система

D) Іонний зв'язок

MOZAIK Мій акаунт Медіатека 3D-сцени Цифрові уроки Інструменти Відео Продукти

Тести Інтерактивний редактор тестів та програвач.

2. Який тип хімічного зв'язку характерний для бензенового кільця?

- A) Неподілена електронна пара
- B) σ -зв'язки та локалізована π -система
- C) σ -зв'язки та делокалізована π -система
- D) Іонний зв'язок

3. Яка реакція характерна для аренів?

A) Приєднання

B) Заміщення

C) Гідратація

D) Горіння без утворення CO_2

MOZAIK Мій акаунт Медіатека 3D-сцени Цифрові уроки Інструменти Відео Продукти

Тести Інтерактивний редактор тестів та програвач.

3. Яка реакція характерна для аренів?

- A) Приєднання
- B) Заміщення
- C) Гідратація
- D) Горіння без утворення CO_2

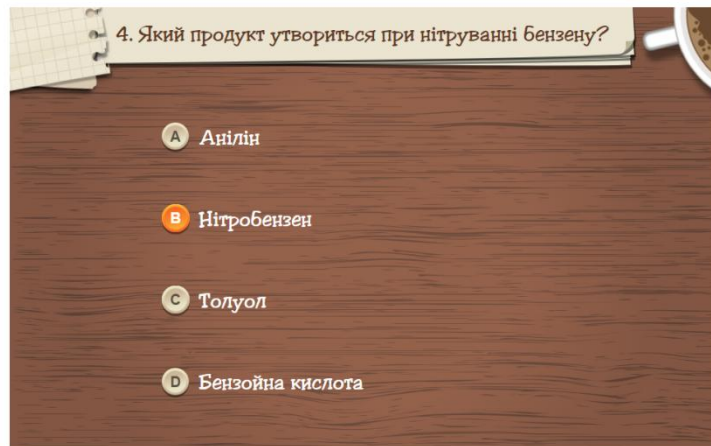
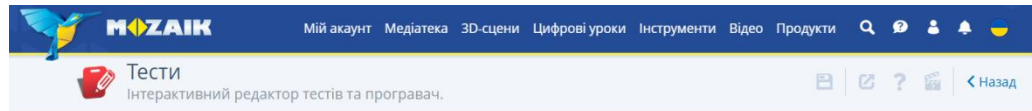
4. Який продукт утвориться при нітруванні бензену?

A) Анілін

B) Нітробензен

C) Толуол

D) Бензойна кислота



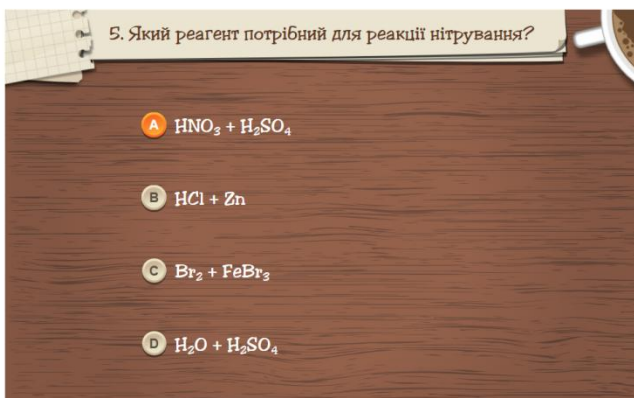
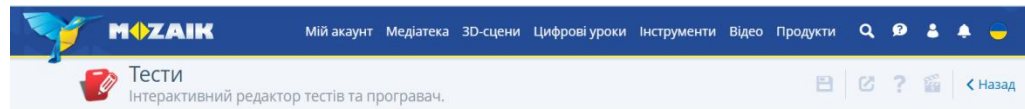
5. Який реагент потрібний для реакції нітрування?

A) $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$

B) $\text{HCl} + \text{Zn}$

C) $\text{Br}_2 + \text{FeBr}_3$

D) $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$



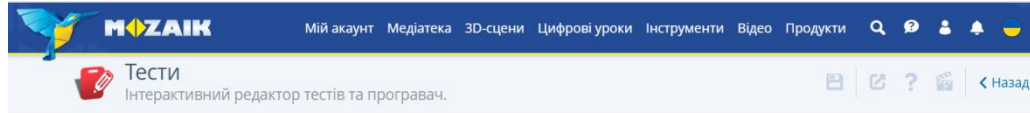
6. Анілін — це:

A) амін

B) спирт

C) альдегід

D) карбонова кислота



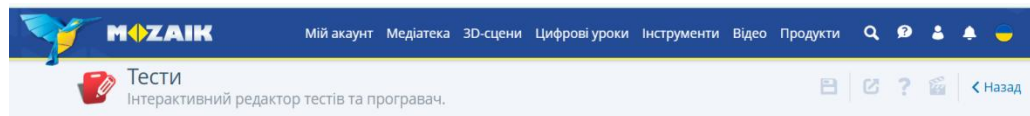
7. Укажіть речовину з конденсованою ароматичною системою:

A) Толуол

B) Ксилол

C) Нафталін

D) Нітробензен



8. Яка речовина є похідною бензойної кислоти?

A) $C_6H_5-NH_2$

B) $C_6H_5-CH_3$

C) C_6H_5-COOH

D) C_6H_6

The screenshot shows a test question in a MOZAIK interface. The question is: "8. Яка речовина є похідною бензойної кислоти?" (Which substance is a derivative of benzoic acid?). The options are: A) $C_6H_5-NH_2$, B) $C_6H_5-CH_3$, C) C_6H_5-COOH , and D) C_6H_6 . Option C is highlighted with an orange circle, indicating it is the correct answer.

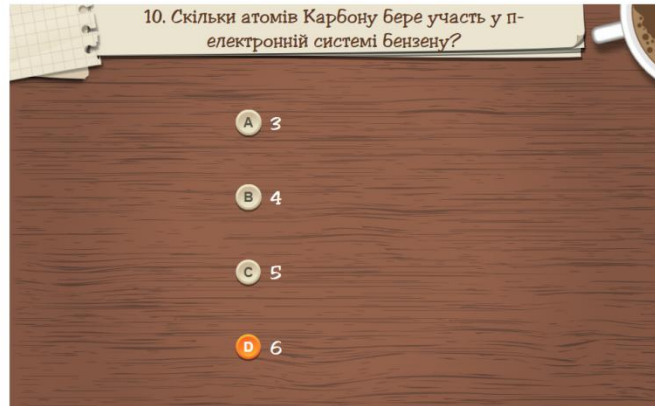
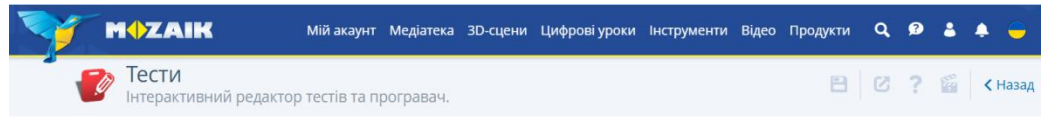
9. Реакція Фріделя-Крафтса — це:

- A) галогенування
- B) нітрування
- C) алкілювання/ацилювання бензену
- D) окиснення бензену

The screenshot shows a test question in a MOZAIK interface. The question is: "9. Реакція Фріделя-Крафтса — це:" (The Friedel-Crafts reaction is:). The options are: A) галогенування, B) нітрування, C) алкілювання/ацилювання бензену, and D) окиснення бензену. Option C is highlighted with an orange circle, indicating it is the correct answer.

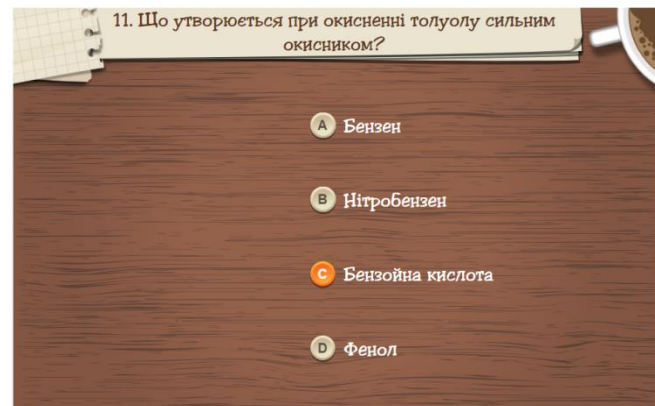
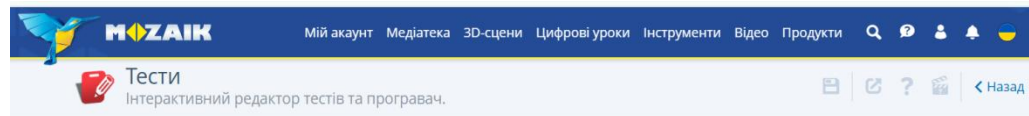
10. Скільки атомів Карбону бере участь у π -електронній системі бензену?

- A) 3
- B) 4
- C) 5
- D) 6



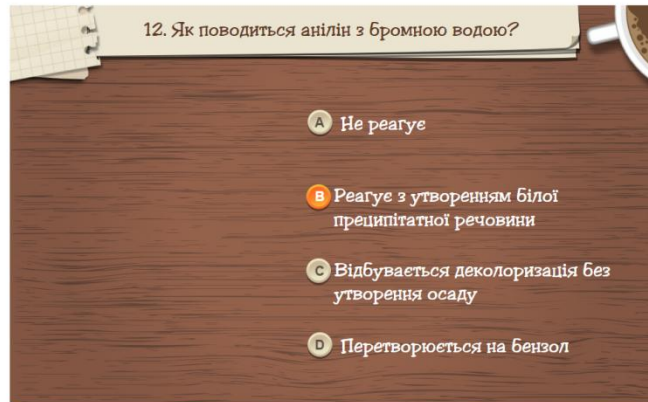
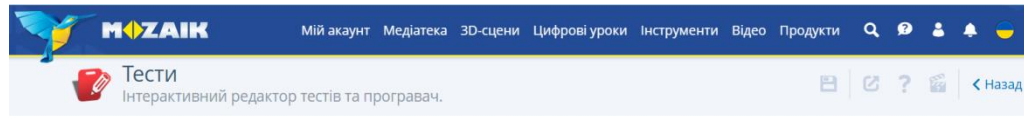
11. Що утворюється при окисненні толуолу сильним окисником?

- A) Бензен
- B) Нітробензен
- C) Бензойна кислота
- D) Фенол



12. Як поводить ся анілін з бромною водою?

- A) Не реагує
- B) Реагує з утворенням білої преципітатної речовини
- C) Відбувається деколоризація без утворення осаду
- D) Перетворюється на бензол



Частина В. Завдання середнього рівня (6 балів)

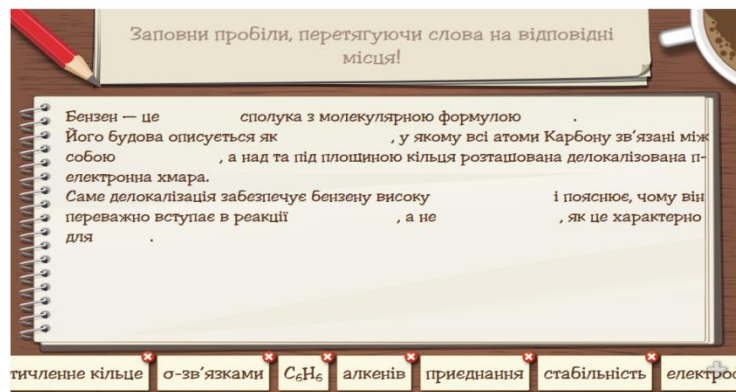
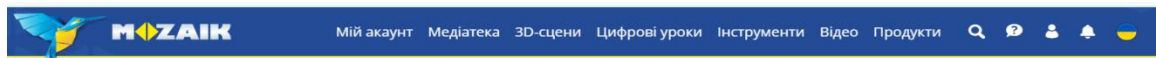
13. Вставте пропущені слова у текст:

«Будова та властивості бензену»

Бензен — це (ароматична) сполука з молекулярною формулою (C_6H_6).

Його будова описується як (плоске шестичленне кільце), у якому всі атоми Карбону зв'язані між собою (σ -зв'язками), а над та під площиною кільця розташована делокалізована π -електронна хмара.

Саме делокалізація забезпечує бензену високу (стабільність) і пояснює, чому він переважно вступає в реакції (електрофільного заміщення), а не (приєднання), як це характерно для (алкенів).



14. Скласти рівняння реакцій:

а) Нітрування толуолу.

b) Взаємодія бензойної кислоти з NaHCO_3 .

c) Алкілювання бензену хлористим метилом (CH_3Cl) у присутності каталізатора.

15. Напишіть структурні формули:

a) Аніліну

b) Бензойної кислоти

c) Нафталіну

Частина С. Завдання високого рівня (за потреби +12 балів)

16. Завдання з візуалізацією:

Намалюйте схематичне зображення бензенового кільця з позначенням: рівномірного розподілу π -електронів, шести σ -зв'язків, площинності структури.

(Учень малює схему в зошиті або на планшеті.)

Висновки до розділу 2.

Розроблена методика інтеграції Mozaik у викладання теми «Ароматичні сполуки» забезпечує логічну послідовність подачі матеріалу: від візуалізації будови молекули бензену до демонстрації складних механізмів реакцій похідних. Застосування 3D-сцен Mozaik на ключових етапах уроків сприяє формуванню цілісного, тривимірного уявлення про молекули, яке неможливо отримати за допомогою плоских зображень. Результати проведених уроків підтверджують високу ефективність та позитивне сприйняття учнями цього інноваційного підходу.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто поставленої мети та вирішено всі визначені завдання дослідження. Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

Програмний комплекс Mozaik Education є багатофункціональним цифровим інструментом, що об'єднує 3D-моделі молекул, інтерактивні презентації, віртуальні лабораторії, тестові завдання та ігрові елементи. Його функціонал дозволяє візуалізувати просторову будову молекул, демонструвати механізми хімічних реакцій на атомно-молекулярному рівні та створювати власні навчальні матеріали. Інструменти програми (3D-моделювання, порівняння молекул, показ орбіталей) забезпечують високий рівень наочності та інтерактивності, що особливо важливо для вивчення органічної хімії.

Основними перевагами Mozaik є: висока якість 3D-візуалізації молекул; можливість інтерактивної роботи учнів з моделями; мультиплатформність (комп'ютер, планшет, смартфон); наявність готових навчальних сцен та можливість створення власних матеріалів; інтеграція тестових завдань з автоматичною перевіркою.

Недоліками виявлено: необхідність придбання платної ліцензії; вимоги до технічного оснащення навчального закладу (проектор, інтерактивна дошка); обмежений набір матеріалів для окремих вузькоспеціалізованих тем; необхідність попередньої підготовки вчителя до роботи з програмою.

Тема «Ароматичні сполуки» є однією з найскладніших у курсі органічної хімії профільного рівня, оскільки потребує розуміння абстрактних понять: делокалізації π -електронів, явища резонансу, ароматичності за правилом Хюккеля, особливостей реакцій електрофільного заміщення. Традиційні методи викладання (статичні формули Кекуле, плоскі зображення у підручниках) не завжди забезпечують достатню наочність. Застосування 3D-моделей Mozaik

дозволяє учням побачити просторову будову молекул, зрозуміти механізми реакцій та усвідомити взаємозв'язок між будовою речовини та її властивостями.

У роботі розроблено три детальні конспекти уроків: «Бензен – родоначальник ароматичних вуглеводнів», «Гомологічний ряд бензену. Номенклатура» та «Узагальнення знань про арени». Кожен конспект містить чітку структуру, поетапний опис використання інструментів Mozaik (3D-моделі бензену, толуолу, етилбензену, ізомерів ксилолу; інструмент порівняння молекул; візуалізація орбіталей) та методичні рекомендації щодо інтеграції цифрових ресурсів на різних етапах уроку. Розроблені матеріали відповідають вимогам чинних освітніх програм профільного рівня та методичним принципам Нової української школи.

Систематичне використання програмного комплексу Mozaik у навчанні хімії є доцільним та ефективним. Інтеграція 3D-моделей у викладання теми «Ароматичні сполуки» забезпечує: підвищення рівня візуалізації абстрактних понять; формування просторового мислення учнів; розвиток цифрової компетентності; підвищення мотивації та пізнавальної активності учнів; створення інтерактивного освітнього середовища, що відповідає вимогам сучасної цифрової освіти.

Програмний комплекс Mozaik є високоефективним інструментом для викладання органічної хімії на профільному рівні, особливо для складних тем, що потребують просторової візуалізації молекулярних структур. Розроблені методичні матеріали можуть бути впроваджені у практику роботи вчителів хімії закладів загальної середньої освіти за умови наявності відповідного технічного забезпечення та організації підготовки педагогів до використання цифрових освітніх ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Березан О. І. Інтерактивні можливості цифрових лабораторій на уроках хімії. Хімія в школах України. 2022. № 7. С. 12–18.
2. Білоусова Л. І. Методика викладання хімії : навч. посіб. Київ : ВЦ «Академія», 2020. 256 с.
3. Величко Л., Григорович О., Шелестова Л. Хімія. 10 клас : підручник. Київ : Генеза, 2020. 240 с.
4. Гончаренко С. У. Педагогіка : навч. посіб. Київ : Либідь, 2012. 376 с.
5. Гриньова М. В. Теорія і практика використання ІКТ у навчанні природничих дисциплін. Полтава : ПНПУ, 2018. 188 с.
6. Козяр М. М. Використання мультимедійних технологій у хімічній освіті. Наукові записки. 2020. № 4. С. 45–52.
7. Литвин Л. Г. Педагогічні технології профільного навчання природничих дисциплін. Київ : Літера ЛТД, 2018. 256 с.
8. Литвиненко О. М. Сучасні цифрові інструменти в освіті : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2022. 301 с.
9. Мельник С. В. Викладання хімії з використанням ІКТ : навч. посіб. Київ : Ліра, 2021. 178 с.
10. Методика навчання хімії : навчально-методичний комплект. Чернігів : Десна Поліграф, 2020. 320 с.
11. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок : інтерактивні технології навчання. Київ : АСК, 2019. 192 с.
12. Саранчук О. М. Органічна хімія : навч. посіб. Львів : ЛНУ, 2020. 309 с.
13. Сисоєва С. О. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті. Київ : Міленіум, 2020. 288 с.
14. Тагліна О. В. Хімія. 10 клас (профільний рівень) : підручник. Харків : Ранок, 2018. 256 с.

15. Швець В. М. Методика викладання хімії : навч. посіб. Київ : Каравела, 2015. 320 с.
16. Шульга І. М. Анілін і його похідні в шкільному курсі хімії. Хімія. 2021. № 9. С. 33–39.
17. Ярошенко О. Г. Хімія. 10 клас : рівень стандарту. Київ : Генеза, 2018. 240 с.
18. EdPro. Mozaik. URL: <https://edpro.ua/mozaik> (дата звернення: 24.09.2025).
19. Методичні рекомендації щодо викладання хімії у 2022–2023 навчальному році. URL: <http://surl.li/dgaib> (дата звернення: 11.08.2025).
20. MozaBook перші кроки. URL: <http://surl.li/mvllm> (дата звернення: 24.11.2025).
21. MozaLearn. Інноваційні освітні рішення. URL: <http://surl.li/mvlmo> (дата звернення: 02.09.2025).
22. Mozaik Education. Chemistry 3D models collection. URL: <https://www.mozaweb.com> (дата звернення: 11.08.2025).
23. Mozaik Education. MozaBook – 3D education software. URL: <https://ua.mozaweb.com/uk/mozaBook> (дата звернення: 11.08.2025).
24. NIST Chemistry WebBook. URL: <https://webbook.nist.gov> (дата звернення: 02.09.2025).
25. OECD. Digital Education Outlook 2023. OECD Publishing, 2023. 180 p.