# Урок. Ковалентні карбон-карбонові зв’язки

Урок засвоєння нових знань із практичним застосуванням · 45 хв

**Проблемне питання уроку:** Чому етен, у якому зв’язок між атомами Карбону коротший, вступає в реакції приєднання, а для етану з одинарним зв’язком такі реакції не характерні?

## Мета

| Знаннєві | Діяльнісні | Ціннісні |
|---|---|---|
| • Учень або учениця називає три види карбон-карбонових зв’язків і кількість спільних електронних пар у кожному.<br>• Записує структурні формули етану, етену й етину та називає зв’язок між атомами Карбону в кожній молекулі. | • Порівнює довжини зв’язків C–C, C=C і C≡C за даними підручників.<br>• Розподіляє наведені формули між вуглеводнями, оксигеновмісними й нітрогеновмісними сполуками.<br>• Складає рівняння приєднання брому до етену за структурними формулами. | • Пояснює, чому за виглядом побутового предмета не можна визначити будову його речовини.<br>• Пояснює, чому реакцію з бромом переглядають лише віртуально, і називає правило дій у разі контакту з невідомою речовиною. |

## Базові поняття і терміни

ковалентний зв’язок, одинарний зв’язок, подвійний зв’язок, потрійний зв’язок, реакція приєднання, вуглеводні, оксигеновмісні сполуки.

## Форми роботи

- Фронтальна бесіда
- Індивідуальний письмовий мозковий штурм
- Робота з текстом підручника
- Робота в парах
- Демонстрація вчителя
- Віртуальна демонстрація

## Обладнання та реактиви

- Підручник Ярошенко, § 2, с. 19–23

- Роздрукований уривок підручника Савчин, с. 19–21, із даними про довжини зв’язків, кути й форму молекул; потрібні місця заздалегідь позначено
- Зошити й ручки
- Роздруковані шаблони таблиці для пар
- Готові моделі молекул етану, етену й етину
- Відео або віртуальна модель приєднання брому до етену
- Готові зразки графітового олівця й цукру для показу на мотивації
- Прозора склянка, вода й ложка для демонстрації вчителя

## Демонстрації

- Під час вивчення нового вчитель додає воду до цукру в прозорій склянці й перемішує. Коли кристали перестають бути помітними, запитує, чому розчинення не дає відомостей про зв’язок C–C і які дані для цього потрібні.
- Віртуальна модель приєднання брому до етену показує, що під час приєднання запис зв’язку між атомами Карбону змінюється з C=C на C–C.

## Міжпредметні зв'язки

- Фізика, порівняння довжин зв’язків і просторових моделей молекул
- Біологія, віднесення білків і нуклеїнових кислот до нітрогеновмісних органічних сполук

## Місце уроку в темі

**Попередній урок:** На попередньому уроці вивчали положення теорії будови органічних сполук, чотиривалентність Карбону та ізомерію.

**Наступний урок:** На наступному уроці виводитимуть молекулярні формули речовин за масовими частками елементів.

## Безпека

- Бром у кабінеті не відкривати й не використовувати. Реакцію з ним переглядати лише на відео або у віртуальній моделі.
- Склянку з водою й цукром тримає вчитель. Зразки під час показу не куштувати й не передавати учням для дослідження.
- Невідомої речовини не торкатися і не нюхати. Якщо вона потрапила на шкіру, повідомити вчителя та промивати місце контакту проточною водою; якщо потрапила в очі, негайно повідомити вчителя й промивати очі водою.

## Структура уроку

1. Організаційний момент, 1 хв
2. Актуалізація, 5 хв
3. Мотивація, 3 хв
4. Вивчення нового, 21 хв. Робота за підготовленою схемою, ознаки трьох груп, чотири характеристичні групи й шість класів на мал. 2, 8 хв; вибіркове читання позначених уривків підручника Ярошенко й роздруківки Савчин, 2 хв; парна таблиця за готовим шаблоном, 4 хв; демонстрація з водою і цукром та обговорення потрібних даних про будову, 2 хв; історична довідка й запитання учням, 2 хв; віртуальна демонстрація, 3 хв
5. Закріплення, 9 хв. Завдання 1–4 відповідно 1, 2, 2 і 3 хв; взаємоперевірка, 1 хв
6. Рефлексія, 4 хв
7. Домашнє завдання, 2 хв

## Хід уроку

**Організаційний момент** 1 хв

**Учитель:** Перевіряє готовність зошитів і підручників, показує план роботи.

**Учні:** Готують підручник і зошит.

Учитель просить відкрити § 2 на с. 19. Учні знаходять початок параграфа.

**Актуалізація** 5 хв

**Учитель:** Проводить мозковий штурм. Дає одну хвилину на короткі письмові відповіді, потім швидко звіряє їх з усім класом.

**Учні:** Кожен записує відповіді в зошиті одним рядком, після звіряння виправляє неточності.

Запитання з попереднього уроку. 1. Яку валентність виявляє Карбон в органічних сполуках? Очікувана відповідь IV. 2. Що, згідно з теорією будови, впливає на властивості речовини, крім її складу? Очікувана відповідь, її хімічна будова. 3. Як називають речовини з однаковим складом, але різною будовою? Очікувана відповідь, ізомери. 4. Чим може відрізнятися карбоновий ланцюг двох ізомерів? Очікувана відповідь, він може бути нерозгалуженим або розгалуженим. 5. Скільки зв’язків загалом утворює кожен атом Карбону в структурній формулі етану? Очікувана відповідь, чотири.

**Мотивація** 3 хв

**Учитель:** Показує готові графітовий олівець і цукор, а також моделі молекул етану й етену. Ставить проблемне питання без проведення досліду.

**Учні:** Розглядають предмети й моделі, висловлюють попередні припущення.

Чи можна за виглядом побутового предмета визначити будову його речовини? Очікувана відповідь, ні; для цього потрібні відомості про склад і розміщення атомів. Модель молекули допомагає розглянути її будову, на відміну від вигляду предмета. Учитель запитує, чому етен із коротшим зв’язком між атомами Карбону вступає в реакції приєднання, а для етану такі реакції не характерні. Учні припускають, що важливий вид зв’язку, і повертаються до питання наприкінці уроку.

**Вивчення нового** 21 хв

**Учитель:** Протягом перших 8 хв за заздалегідь підготовленою схемою учні називають ознаку кожної з трьох груп речовин, співвідносять чотири характеристичні групи з

прикладами та знаходять шість класів вуглеводнів на мал. 2. Наступні 2 хв організовує вибіркове читання. Потрібні місця на роздруківках уривків підручника Ярошенко, с. 19–21, і підручника Савчин, с. 19–21, учитель позначає заздалегідь. За 4 хв допомагає парам заповнити готовий шаблон таблиці та обговорити кути між зв'язками. За 2 хв демонструє додавання води до цукру й обговорює, яких даних про будову не дає спостереження. Протягом 2 хв стисло розповідає про дослідження Інституту органічної хімії НАН України й просить учнів пов'язати напрями цих досліджень із різноманітністю будови сполук. Останні 3 хв показує віртуальну модель приєднання брому до етену.

**Учні:** За готовою схемою називають ознаки трьох груп речовин, співвідносять характеристичні групи з прикладами й знаходять шість класів на мал. 2. Читають заздалегідь позначені уривки, у парах заповнюють таблицю за готовим шаблоном і порівнюють кути між зв'язками. Спостерігають демонстрацію вчителя. Після історичної довідки називають зв'язок між різноманітністю будови й напрямами досліджень. За віртуальною моделлю описують зміну зв'язку.

За підготовленою схемою учні називають ознаки трьох груп. Етан як вуглеводень містить C і H, етанол як оксигеновмісна сполука містить також O, етанамін як нітрогеновмісна сполука містить N. Білки й нуклеїнові кислоти також належать до нітрогеновмісних сполук. Учні співвідносять чотири характеристичні групи з прикладами за с. 22–23: –OH зі спиртом етанолом $C_2H_5OH$, –COOH із карбоновою кислотою $CH_3COOH$, $–NH_2$ з аміном етанаміном $C_2H_5NH_2$, $–NO_2$ з нітробензеном $C_6H_5NO_2$. На мал. 2, с. 21, знаходять шість класів вуглеводнів. Серед ациклічних це алкани з одинарними зв'язками, алкени з подвійним, алкіни з потрійним та алкадієни з двома подвійними зв'язками. Серед циклічних це циклоалкани на прикладі циклогексану й арени на прикладі бензену. Під час читання позначених уривків учитель запитує, скільки спільних електронних пар відповідає одинарному, подвійному і потрійному зв'язкам. Очікувана відповідь, одна, дві й три. Чим відрізняються лінійний і розгалужений ланцюги та карбоцикл і гетероцикл? У розгалуженого ланцюга є відгалуження; карбоцикл містить у циклі лише атоми Карбону, а гетероцикл також атоми інших елементів. Для етану, етену й етину учні називають відповідно C–C, C=C і C≡C. У парах заповнюють готовий шаблон таблиці зі стовпцями «структурна формула», «вид зв'язку», «довжина зв'язку», «форма молекули за моделлю». Очікуваний продукт охоплює три записи: $CH_3–CH_3$, одинарний, 0,154 нм, зв'язки біля кожного атома Карбону спрямовані в просторі під кутом 109,5°; $CH_2=CH_2$, подвійний, 0,134 нм, плоска молекула, кут 120°; CH≡CH, потрійний, 0,120 нм, лінійна молекула, кут 180°. Числові дані й відомості про форму молекул учні беруть із роздрукованого уривка підручника Савчин, с. 19–21. Учитель додає воду до цукру й перемішує. Чому розчинення не дає відомостей про зв'язок C–C і які дані для цього потрібні? Очікувана відповідь, зникнення видимих кристалів не показує розміщення атомів і зв'язки між ними; потрібні відомості про будову речовини, зокрема структурна формула. Після стислої історичної довідки учні відповідають, як різноманітність будови органічних сполук пов'язана з напрямами згаданих досліджень. Очікувана відповідь, різна будова дає змогу досліджувати різні групи органічних сполук. Під час віртуальної демонстрації вчитель запитує, як змінюється запис зв'язку після приєднання брому. Очікувана відповідь, C=C змінюється на C–C, оскільки під час приєднання руйнується слабша складова подвійного зв'язку.

### Закріплення

9 хв

**Учитель:** Пропонує чотири короткі завдання від упізнавання зв'язку до рівняння реакції. Відводить на завдання 1–4 відповідно 1, 2, 2 і 3 хв, останню хвилину на взаємоперевірку за наведеними відповідями.

**Учні:** Самостійно виконують завдання, в останню хвилину звіряють відповіді в парах.

**Рефлексія** 4 хв

**Учитель:** Просить письмово відповісти на проблемне питання. Решту рефлексії проводить усно, зокрема перевіряє відповідь на запитання про безпеку.
**Учні:** Записують одну відповідь, за бажанням озвучують її обґрунтування та відповідають на коротке запитання про безпеку.

**Домашнє завдання** 2 хв

**Учитель:** Називає базове завдання і завдання за вибором, перевіряє, чи всі занотували їх.
**Учні:** Записують завдання й уточнюють незрозуміле.

## Завдання для закріплення

**1.** 1. Упізнай вид карбон-карбонового зв'язку у формулах $CH_3–CH_3$, $CH_2=CH_2$, $CH≡CH$.
**Відповідь:** Відповідно одинарний, подвійний і потрійний.

**2.** 2. Розташуй зв'язки C–C в етані, C=C в етені й C≡C в етині від найдовшого до найкоротшого та наведи їхні довжини.
**Відповідь:** Від найдовшого до найкоротшого йдуть C–C, 0,154 нм; C=C, 0,134 нм; C≡C, 0,120 нм. Менша довжина C=C не заперечує можливості приєднання, бо слабша складова подвійного зв'язку може руйнуватися під час реакції.

**3.** 3. Розподіли $C_3H_8$, $CH_3COOH$ і $CH_3NH_2$ за якісним складом між вуглеводнями, оксигеновмісними та нітрогеновмісними сполуками.
**Відповідь:** $C_3H_8$ є вуглеводнем, бо містить лише C і H; $CH_3COOH$ є оксигеновмісною сполукою, бо містить O; $CH_3NH_2$ є нітрогеновмісною сполукою, бо містить N.

**4.** 4. Запиши рівняння приєднання однієї молекули брому до етену структурними формулами.
**Відповідь:** $CH_2=CH_2 + Br–Br \rightarrow Br–CH_2–CH_2–Br$. У продукті між атомами Карбону одинарний зв'язок.

## Диференціація

**Сильним:** Після основних завдань порівняй молекули етену й етину. Поясни, чому обидві можуть вступати в реакції приєднання, хоча зв'язок C≡C коротший. Очікувана відповідь, у подвійному й потрійному зв'язках є слабші складові, що можуть руйнуватися під час приєднання.

**Підтримка:** Для домашнього завдання дати картку-опору. Нагадати, що гомологи належать до одного класу й відрізняються за складом на групу $CH_2$. Запропонувати спершу визначити клас кожної заданої речовини, а потім скласти формулу її гомолога. Готових формул гомологів на картці немає.

## Домашнє завдання

**Базове:** Опрацювати § 2, с. 19–22 підручника Ярошенко. Виконати завдання 2 у рубриці «Попрацюйте групами» на с. 22, записати по одному гомологу пропану, метану й етину. Можливі відповіді для самоперевірки: бутан $C_4H_{10}$, етан $C_2H_6$, пропін $C_3H_4$ відповідно.

**За вибором:** За вибором скласти структурні формули двох ізомерів $C_4H_{10}$, підкреслити всі карбон-карбонові зв'язки й підписати їхній вид.

## Рефлексія

Прийом «Одна письмова відповідь». Протягом двох хвилин кожен письмово відповідає на проблемне питання. Очікувана відповідь, менша довжина зв'язку C=C не означає, що етен не вступає в реакції приєднання. Слабша складова подвійного зв'язку може руйнуватися під час приєднання, тоді як етан має лише одинарний зв'язок C–C, і для нього такі реакції не характерні. Протягом решти двох хвилин кілька учнів усно називають терміни, якими обґрунтували відповідь, і пояснюють, чому вигляд побутового предмета не доводить будови його речовини. Учитель також запитує, чому реакцію з бромом переглядають лише віртуально і що слід зробити в разі контакту з невідомою речовиною. Очікувана відповідь, бром у кабінеті не використовують; про контакт одразу повідомляють учителя, а місце потрапляння речовини на шкіру або в очі промивають водою.

## Історична довідка

В Інституті органічної хімії НАН України досліджують, зокрема, гетероциклічні та фосфоро-, флуоро- й сульфуроорганічні сполуки. Праці науковців інституту мають теоретичне й практичне значення. У 2014 році колектив авторів відзначили Державною премією України за дослідження нових елементоорганічних сполук і матеріалів на їхній основі.

**Джерела:**

- Хімія (Ярошенко) 10 клас 2018, 2010, с. 19
- Хімія (Ярошенко) 10 клас 2018, 2010, с. 19, 20, 21
- Хімія (Ярошенко) 10 клас 2018, 2010, с. 21, 22
- Хімія (Ярошенко) 10 клас 2018, 2010, с. 22, 23
- Хімія (Ярошенко) 10 клас 2018, 2010, с. 23