# Урок. Естери, їх утворення, властивості та гідроліз

Урок засвоєння нових знань із елементами віртуального досліду · 45 хв

*«Широко простягає хімія руки свої в справи людські» (Михайло Ломоносов)*

**Проблемне питання уроку:** Чому реакція, якою добувають естер, водночас його й руйнує, і як змусити її йти в потрібний бік?

## Мета

| Знаннєві | Діяльнісні | Ціннісні |
|---|---|---|
| • Учень/учениця записує загальну формулу естерів і називає естерну групу –COO–R'<br>• Формулює алгоритм складання назви естеру. Алкіл + алкан + оат<br>• Називає фізичні властивості естерів і приклади їх застосування<br>• Пояснює, чому реакції естерифікації й гідролізу оборотні та як зміщують рівновагу | • Складає рівняння естерифікації та гідролізу естеру й називає продукти<br>• Складає назву естеру за структурною формулою<br>• Порівнює олії та сала за складом залишків кислот і записує рівняння гідрування й омилення жиру | • Оцінює значення жирів для організму та небезпеку їхньої нестачі чи надлишку<br>• Дотримується правил безпеки під час роботи з легкозаймистими речовинами та побутовими засобами |

## Базові поняття і терміни

естери, естерна група, естерифікація, гідроліз, жири, гідрування, омилення, мила.

## Форми роботи

- Фронтальна бесіда й мозковий штурм
- Робота з текстом підручника (с. 91–94)
- Робота в парах із заповнення порівняльної таблиці
- Відео або віртуальний дослід (гідрування та омилення жирів)
- Індивідуальна письмова робота

## Обладнання та реактиви

- Підручник Савчина, 10 клас, § 19 (с. 91–98)
- Проєктор або комп'ютер для відео чи віртуального досліду з гідрування та омилення жирів
- Виставка: газований напій із грушевим смаком, харчова фруктова есенція, маргарин, соняшникова олія, свиняче сало, господарське мило, анестезин (в упаковці)
- Харчова грушева есенція та ватні диски для демонстрації запаху
- Прозора склянка з водою та соняшникова олія
- Картки з порівняльною таблицею для роботи в парах, картка-опора з алгоритмом

## Демонстрації

- Запах харчової грушевої есенції учні відчувають з відстані. Це приємний фруктовий запах естерів, і відповідний естер ізопентилетаноат надає запаху грушам
- Соняшникова олія у склянці з водою не змішується з водою й збирається зверху. Естери малорозчинні у воді та легші за неї

## Міжпредметні зв'язки

- Біологія. Жири як життєво необхідні речовини, за нестачі жирів не засвоюються жиророзчинні вітаміни A, E, D
- Основи здоров'я. Раціон, нестача й надлишок жирів небезпечні, зберігання олії від тепла й світла
- Історія науки. Досліди Шевреля (1817) та Бертло (1854), якими було встановлено склад жирів

## Місце уроку в темі

**Попередній урок:** На попередньому уроці розглядали розв'язування задач на домішки (с. 91) та карбонові кислоти й реакцію естерифікації (§ 17, с. 84), яка є основою нової теми.

**Наступний урок:** На наступному уроці розглядатимуть розв'язування розрахункових задач за рівняннями реакцій естерів і жирів та повторення підтеми «Естери. Жири як представники естерів» (с. 95–98).

## Безпека

- У кабінеті не використовують концентровані кислоти й луги, бром, натрій та фенол. Реакції естерифікації, гідрування й омилення показують лише у відео чи віртуальному досліді
- Естери леткі й легкозаймисті. Запах есенції визначають, помахом долоні направляючи пару до носа, а склянку тримають далі від відкритого полум'я та

нагрівальних приладів
- Перед демонстрацією запитати, чи немає в класі учнів з алергією на харчові ароматизатори; таким учням запах не пропонувати, а склянку з есенцією тримати закритою між демонстраціями
- Есенції та олію не куштують і не приймають усередину; якщо есенція потрапила на шкіру чи в очі, одразу промити великою кількістю проточної води й повідомити вчителя
- Ліки (анестезин) показують лише в закритій упаковці, брати їх без призначення лікаря заборонено
- Пролиту олію негайно витирають, бо підлога стає слизькою

## Структура уроку

1. Організаційний момент, 1 хв
2. Актуалізація, 5 хв
3. Мотивація, 3 хв
4. Вивчення нового, 21 хв
5. Закріплення, 9 хв
6. Рефлексія, 4 хв
7. Домашнє завдання, 2 хв

## Хід уроку

**Організаційний момент** 1 хв

**Учитель:** Вітається з класом, перевіряє готовність до уроку, оголошує тему й каже, що урок має відповісти на проблемне питання.

**Учні:** Вітаються, перевіряють наявність підручника й зошита, записують тему.

Привітання, перевірка готовності. Тема уроку «Естери, їх утворення, властивості та гідроліз».

**Актуалізація** 5 хв

**Учитель:** Проводить мозковий штурм. Називає запитання по черзі, дає 40 секунд на письмову відповідь одним рядком у зошиті, потім вибірково перевіряє відповіді фронтально.

**Учні:** Усі письмово відповідають одним рядком у зошиті, звіряють із відповіддю вчителя й виправляють помилки.

1) Яку функціональну групу містять карбонові кислоти? Відповідь. Карбоксильну –COOH. 2) Як називають реакцію між карбоновою кислотою та спиртом? Відповідь. Естерифікація (§ 17). 3) Запишіть рівняння реакції пропанової кислоти з етанолом. Відповідь. $CH_3CH_2COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3CH_2COOC_2H_5 + H_2O$. 4) Які реакції називають оборотними? Відповідь. Ті, що одночасно відбуваються в прямому й зворотному напрямах. 5) Назвіть триатомний спирт і вищу карбонову кислоту. Відповідь. Гліцерол; стеаринова кислота $C_{17}H_{35}COOH$.

**Мотивація** 3 хв

**Учитель:** Демонструє заздалегідь підготовлену виставку побутових предметів і ліків; не проводить жодних дослідів. Запитує, що об'єднує предмети, читає епіграф і ставить проблемне питання.

**Учні:** Розглядають виставку, висловлюють припущення, що спільного між предметами, записують проблемне питання в зошит.

На виставці: напій із грушевим смаком, харчова фруктова есенція, маргарин, соняшникова олія, сало, господарське мило, анестезин. Запитання: «Що спільного між цими предметами?» Очікувана відповідь: у них є естери, жири або продукти їх перетворення (мило добувають із жирів). Епіграф: «Широко простягає хімія руки свої в справи людські» (М. Ломоносов). Проблемне питання: «Чому реакція, якою добувають естер, водночас його й руйнує, і як змусити її йти в потрібний бік?»

## Вивчення нового

21 хв

**Учитель:** Організовує три активності: роботу з текстом (7 хв, із двома демонстраціями), роботу в парах із таблицею (6 хв) і віртуальний дослід (8 хв). Ставить запитання, показує демонстрації, підводить до відповіді на проблемне питання.

**Учні:** Читають текст підручника й заповнюють опорну схему; в парах заповнюють порівняльну таблицю; дивляться відео чи віртуальний дослід і відповідають на питання для спостереження.

Активність 1 (7 хв) передбачає роботу з текстом підручника, с. 91–92. Продуктом є опорна схема в зошиті. Запитання й відповіді. 1) Якою реакцією добувають естери? Відповідь. Естерифікацією, між карбоновою кислотою та спиртом, наприклад пропанова кислота й етанол дають етилпропаноат і воду. 2) Яка група визначає клас естерів? Відповідь. Естерна група –COO–R'. 3) Складіть назву естеру $CH_3$–CO–O–$CH_2$–$CH_3$ за алгоритмом «алкіл + алкан + оат». Відповідь. Етилетаноат (залишок спирту є етилом, кислота є етановою). Під час демонстрації 1 (1 хв) учні відчувають приємний запах грушевої есенції. Під час демонстрації 2 (1 хв) олія у склянці з водою не змішується й збирається зверху. Завдяки естерам квіти й фрукти мають різний запах, тому есенції застосовують у парфумерії, харчовій промисловості та для напоїв. Активність 2 (6 хв) полягає в заповненні в парах таблиці «Прості естери та жири» за с. 92–94 і 97. Продуктом є заповнена таблиця. Очікувані записи. Склад простих естерів визначають кислота й спирт; склад жирів визначають гліцерол і вищі карбонові кислоти (стеаринова, пальмітинова, олеїнова). Фізичні властивості естерів такі. Вони є леткими безбарвними рідинами з приємним запахом, малорозчинні у воді, легші за воду, температури кипіння нижчі, ніж у кислот. Поділ жирів такий. Олії рослинні, рідкі, з ненасичених кислот; сала тваринні, тверді, з насичених. Добування естерів відбувається естерифікацією; жири синтезував Бертло із гліцеролу та стеаринової кислоти. Рівняння гідролізу $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + C_2H_5OH$; він оборотний. Особливі реакції жирів охоплюють гідрування (рідкий жир → твердий) та омилення лугом. Значення жирів полягає в тому, що вони життєво необхідні, за нестачі не засвоюються вітаміни A, E, D, надлишок небезпечний; естерами є ліки (анестезин, новокаїн). Активність 3 (8 хв) передбачає віртуальний дослід або відео «Гідрування жиру та омилення» (с. 94). Продуктом є відповіді на питання для спостереження. Питання й відповіді. 1) Чому олія рідка, а сало тверде, і що відбувається з рідким жиром під час гідрування? Відповідь. Олія містить залишки ненасичених кислот, а сало містить залишки насичених; під час гідрування рідкий жир приєднує водень за подвійними зв'язками й стає твердим, так виробляють маргарин. $C_3H_5(COOC_{17}H_{33})_3 + 3H_2 \rightarrow C_3H_5(COOC_{17}H_{35})_3$. 2) Що утворюється під час омилення жиру? Відповідь. Гліцерол і мило, наприклад $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow C_3H_5(OH)_3 + 3C_{17}H_{35}COONa$. 3) Яке мило тверде, а яке рідке? Відповідь. Натрієве мило тверде, калієве мило рідке. 4) Як змістити рівновагу реакції гідролізу чи естерифікації в потрібний бік? Відповідь. Збільшити концентрацію однієї з вихідних речовин або видалити один із продуктів. 5) Чому рослинні жири на повітрі гіркнуть? Відповідь. Ненасичені залишки кислот окиснюються під дією тепла й світла.

## Закріплення

9 хв

**Учитель:** Видає чотири завдання по черзі, перевіряє відповіді фронтально, коментує типові помилки та допомагає тим, хто зволікає з рівнянням.
**Учні:** Розв'язують завдання письмово в зошиті, звіряють відповіді, виправляють помилки.

**Рефлексія** 4 хв
**Учитель:** Повертається до проблемного питання, ставить завдання письмово й усно, збирає два-три висловлювання.
**Учні:** Письмово відповідають на проблемне питання, усно завершують речення.

**Домашнє завдання** 2 хв
**Учитель:** Оголошує й коментує домашнє завдання, нагадує, де взяти опору.
**Учні:** Записують завдання в щоденник, уточнюють незрозуміле.

## Завдання для закріплення

1. Упізнавання. Які з формул належать естерам: $C_2H_5COOCH_3$, $C_3H_7COOH$, $CH_3COOC_3H_7$, $C_2H_5OH$?
**Відповідь:** Естерам належать $C_2H_5COOCH_3$ (метилпропаноат) і $CH_3COOC_3H_7$ (пропілетаноат): у них є естерна група –COO–R'. $C_3H_7COOH$ — бутанова кислота, $C_2H_5OH$ — етанол.

2. Назва. Складіть назву естеру $CH_3–CH_2–CO–O–CH_3$ за алгоритмом «алкіл + алкан + оат».
**Відповідь:** Метилпропаноат: залишок спирту — метил, кислота пропанова (пропан + оат).

3. Рівняння реакції. Запишіть рівняння омилення тристеарату натрій гідроксидом і назвіть продукти.
**Відповідь:** $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5 + 3NaOH \rightarrow C_3H_5(OH)_3 + 3C_{17}H_{35}COONa$. Продукти: гліцерол і натрій стеарат — тверде мило.

4. Рівняння реакції. Запишіть рівняння гідролізу метилпропаноату й назвіть продукти.
**Відповідь:** $CH_3CH_2COOCH_3 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2COOH + CH_3OH$. Продукти: пропанова кислота й метанол; реакція оборотна.

## Диференціація

**Сильним:** Складіть рівняння реакції утворення бутилетаноату з відповідних кислоти й спирту, а також рівняння його гідролізу. Поясніть, як змістити рівновагу в бік естеру та як змістити її в бік кислоти й спирту (зміною концентрації реагентів або видаленням продукту).

**Підтримка:** Картка-опора містить алгоритм «алкіл (залишок спирту) + алкан (кислота) + оат». Зразок на іншій речовині. $CH_3–CO–O–CH_2–CH_3$ має залишок спирту етил, кислота етанова, назва етилетаноат; гідроліз за зразком відбувається за рівнянням $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + C_2H_5OH$, тобто естер плюс вода дають кислоту й спирт. Зразок з іншою кислотою. $CH_3CH_2–CO–O–CH_2–CH_3$ має залишок спирту етил, кислота пропанова, назва етилпропаноат. За цими зразками складіть назву й рівняння для завдань 2 і 4.

## Домашнє завдання

**Базове:** Опрацювати § 19 (с. 91–94), «Підсумовуємо вивчене» (с. 95). Виконати завдання 2 (а, б) і 3 (а, б) на с. 95.

**За вибором:** Завдання 6 на с. 95 (маса етанової кислоти з пропілетаноату масою 20,4 г) або коротке повідомлення про М. Е. Шевреля й П. Е. М. Бертло.

## Рефлексія

Прийом «Одна фраза». Письмово (1,5 хв) кожен відповідає на проблемне питання уроку одним-двома реченнями. Очікувана відповідь полягає в тому, що реакція естерифікації оборотна, тому одночасно відбувається гідроліз; рівновагу зміщують збільшенням концентрації вихідних речовин або видаленням продукту, а за наявності лугу гідроліз жиру (омилення) іде до утворення мила. Усно (2,5 хв) двоє-троє учнів завершують речення «Сьогодні я дізнався/дізналася, що естери…» та «Найважливіше для мене…».

## Історична довідка

Французький хімік М. Е. Шеврель у 1817 р. здійснив реакцію розкладу жирів на гліцерол і вищі карбонові кислоти: пальмітинову, стеаринову, олеїнову. Його співвітчизник П. Е. М. Бертло в 1854 р. здійснив зворотну реакцію — із гліцеролу та стеаринової кислоти синтезував тристеарат. Отже, методами аналізу та синтезу було встановлено хімічний склад жирів.

**Джерела:**

- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 175
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 175, 176
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 176
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 176, 177, 178
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 178, 179
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 179, 180
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 180
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 180, 181
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 181
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 181, 182
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 182, 183
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 183, 184