Урок. Методи ідентифікації та встановлення структури органічних сполук

Урок вивчення нового матеріалу з практичним застосуванням знань · 45 хв

Проблемне питання уроку: Чому листок кропиви здається одноколірним, хоча його зелений екстракт можна розділити на кілька речовин різних кольорів?

Мета

Знаннєві	Діяльнісні	Ціннісні
• Учень або учениця називає послідовність дослідження очищеної органічної сполуки від визначення фізичних властивостей до встановлення структури. • Учень або учениця записує найпростішу й молекулярну формули етану та пояснює відмінність між ними. • Учень або учениця називає, яку інформацію дають хроматографія, ІЧ-спектр і спектр ЯМР.	• Учень або учениця складає в парі таблицю методів дослідження та зіставляє кожен метод з отриманою інформацією. • Учень або учениця пояснює за підготовленою колонкою або віртуальним показом появу кольорових зон. • Учень або учениця визначає молекулярну формулу етану за найпростішою формулою та відносною молекулярною масою і відрізняє відомості про склад речовини від відомостей про її структуру. • Учень або учениця коротко письмово описує шлях променів у спектрометрі від джерела випромінювання до запису ІЧ-спектра.	• Учень або учениця називає правила безпечного спостереження за демонстрацією з етиловим спиртом і правильну дію в разі потрапляння речовини на шкіру. • Учень або учениця наводить один приклад користі методів ідентифікації для контролю домішок у продуктах або медичної діагностики.

Базові поняття і терміни

якісний елементний аналіз, найпростіша формула, молекулярна формула, хроматографія, адсорбент, ІЧ-спектр, спектр ЯМР.

Форми роботи

- Фронтальна бесіда
- Індивідуальний письмовий мозковий штурм
- Робота з підготовленими витягами з підручника
- Робота в парах
- Спостереження за демонстрацією або її віртуальним показом

Обладнання та реактиви

- Підручник Величко, 10 клас, § 8, с. 32–36; заздалегідь підготовлені витяги та порожня таблиця методів
- Зошити й дошка
- Проєктор для показу фрагментів малюнків 18–19 та віртуальної схеми колонки
- Свіже листя кропиви в закритому прозорому контейнері
- Упаковка сушеного листя кропиви для домашнього чаю
- Для демонстрації за належних умов: підготовлений учителем екстракт листя кропиви, скляна колонка з кальцій карбонатом $CaCO_3$, заздалегідь підготовлена колонка з розділеними зонами та етиловий спирт як органічний розчинник. Учитель працює з ним за інструкцією з безпеки до конкретного засобу

Демонстрації

- Виставка листя кропиви та сушеної кропиви для чаю. Учні бачать побутові об’єкти, але не проводять із ними досліду й не визначають склад пігментів лише за зовнішнім виглядом.
- За належних умов учитель показує початок розділення підготовленого екстракту листя кропиви в колонці з $CaCO_3$, а повністю розділені зони показує на іншій, заздалегідь підготовленій колонці. Підготовку екстракту й роботу з етиловим спиртом учням не доручають.
- Віртуальний показ дає змогу всім роздивитися порядок зон. За відсутності належних умов він повністю замінює живу демонстрацію.
- ІЧ-спектр і спектр ЯМР етилетаноату на малюнках 18 і 19. Учні розглядають потрібні фрагменти смуг поглинання ІЧ-спектра та сигналів атомів Гідрогену в спектрі ЯМР.

Міжпредметні зв'язки

- Біологія, пігменти зеленого листя кропиви
- Фізика, поглинання інфрачервоного випромінювання та радіохвиль
- Основи здоров’я, застосування магнітно-резонансної томографії для діагностики

Місце уроку в темі

Попередній урок: Попередній урок присвячено фізичним властивостям алканів; учні вже пояснювали, навіщо вимірювати властивості речовини.

Наступний урок: Наступний урок присвячено хімічним властивостям алканів, зокрема їхньому горінню.

Безпека

- Свіжого листя кропиви не торкаються: воно залишається в закритому контейнері. Якщо шкіра випадково контактувала з листям, учень або учениця повідомляє вчителя й промиває місце контакту водою.
- Екстракт із листя кропиви заздалегідь готує вчитель за допомогою органічного розчинника, етилового спирту. Тільки вчитель працює з екстрактом, спиртом і колонками за інструкцією з безпеки до конкретного спирту. Учні спостерігають на відстані, не торкаються посуду, не переливають і не нюхають речовини.
- Учитель використовує невелику кількість етилового спирту лише за належних умов для роботи з ним, у провітрюваному приміщенні й без відкритого полум’я поблизу. Після показу посуд зі спиртом закривають. Якщо належних умов немає, живу демонстрацію не проводять і повністю замінюють віртуальним показом.
- Якщо речовина випадково потрапила на шкіру або в очі, слід негайно повідомити вчителя та промивати місце контакту великою кількістю води.
- Фенол, бром, натрій і концентровані луги на цьому уроці не використовують.

Структура уроку

1. Організаційний момент, 1 хв
2. Актуалізація, 5 хв
3. Мотивація, 3 хв
4. Вивчення нового, 21 хв. Послідовність дослідження речовини, робота з підготовленими витягами й порожньою таблицею, короткий письмовий опис шляху променів у спектрометрі, показ початку розділення та готових зон або віртуальна заміна
5. Закріплення, 9 хв. Чотири завдання, до третього за потреби картка для самостійного заповнення порівняльної схеми
6. Рефлексія, 4 хв
7. Домашнє завдання, 2 хв

Хід уроку

Організаційний момент 1 хв

Учитель: Перевіряє готовність класу, просить відкрити зошити.

Учні: Готують підручник і зошит.

Учитель запитує, чи готові підручник на сторінці 32 і зошит. Учні підтверджують готовність.

Актуалізація 5 хв

Учитель: Проводить мозковий штурм за попередньою темою. Показує запитання одне за одним, після кожного коротко звіряє відповіді.

Учні: Кожен записує п’ять коротких відповідей у зошиті, по одному рядку на запитання. Після запису звіряє їх із відповідями вчителя.

Запитання 1. Навіщо визначають фізичні властивості речовини? Щоб описати речовину й допомогти її розпізнати. Запитання 2. Чи можна виявити метан за запахом? Ні, метан не має запаху. Запитання 3. Чи розчиняються алкани у воді? Практично ні. Запитання 4. Як змінюється агрегатний стан алканів зі збільшенням відносної молекулярної маси? Серед алканів є гази, рідини й тверді речовини; зі зростанням маси переходимо від газоподібних до рідких і твердих. Запитання 5. Чи достатньо одного кольору, щоб безпомилково визначити склад речовини? Ні, потрібні додаткові дослідження.

Мотивація 3 хв

Учитель: Показує готову виставку свіжого листя кропиви в закритому контейнері та упаковки сушеної кропиви для чаю. Не проводить досліду. Ставить проблемне питання й приймає кілька припущень без оцінювання.

Учні: Розглядають предмети, усно висловлюють припущення.

Учитель запитує, чому листок кропиви здається одноколірним, хоча його зелений екстракт можна розділити на кілька речовин різних кольорів. Учні припускають, що в листку є кілька речовин, яких не розрізнити на око. До остаточної відповіді клас повернеться наприкінці уроку.

Вивчення нового 21 хв

Учитель: Перші 7 хвилин працює з класом над послідовністю дослідження речовини за с. 32–33. Наступні 8 хвилин дає парам заздалегідь підготовлені витяги із с. 33–36 та порожню таблицю, показує потрібні фрагменти малюнків 18–19 і допомагає записати короткий шлях променів в ІЧ-спектрометрі. Повне читання цих сторінок залишає на домашнє завдання. Останні 6 хвилин за належних умов показує внесення підготовленого екстракту в колонку та початок промивання, після чого показує іншу, заздалегідь підготовлену колонку з розділеними зонами. Доповнює показ віртуальною схемою; за відсутності належних умов проводить лише віртуальний показ. Нагадує про дослід М. С. Цвета 1903 р.

Учні: Записують послідовність дослідження речовини. У парах заповнюють готову порожню таблицю й одним-двома реченнями описують шлях променів у спектрометрі. Спостерігають на відстані за показом або його віртуальною заміною, фіксують порядок зон і роблять висновок.

Активність 1, с. 32–33. Учитель запитує, які дії передують установленню структури нової сполуки та чим різняться CH_3 і C_2H_6 для етану. Спочатку речовину очищують і визначають фізичні властивості. Потім проводять якісний елементний аналіз, з’ясовують співвідношення елементів і записують найпростішу формулу. Далі визначають відносну молекулярну масу й молекулярну формулу. Щоб установити структуру, вивчають також хімічні реакції сполуки й застосовують фізичні методи, зокрема спектральні. CH_3 показує найпростіше співвідношення атомів, а C_2H_6 показує їхню кількість у молекулі етану. Активність 2, с. 33–36. Пари за короткими витягами заповнюють два стовпці підготовленої таблиці, метод та інформацію, яку він дає. Хроматографія допомагає розділити суміш та ідентифікувати компоненти. Поглинання ІЧ-випромінювання пов’язане з коливаннями атомів і груп атомів, тому смуги ІЧ-спектра дають відомості про групи атомів. На малюнку 18 смуги 1742 $см^{-1}$ і 1240 $см^{-1}$ відповідають коливанням групи >C=O та зв’язку –O–CH_2–. У сильному магнітному полі під дією радіохвиль

виникають сигнали ЯМР. Їхнє положення допомагає дослідити оточення атомів Гідрогену, а площа сигналу допомагає оцінити кількість атомів Гідрогену в однаковому оточенні. На малюнку 19 учні знаходять сигнали груп CH_3 і CH_2. Разом спектри допомагають установити структуру етилетаноату. Магнітно-резонансну томографію застосовують для діагностики; на с. 36 її названо неруйнівною для тканин і органів. Учитель коротко пояснює шлях променів в ІЧ-спектрометрі. Електричний струм розжарює керамічний стержень; теплові промені проходять крізь речовину в кюветі, частково поглинаються, а пристрої записують результат як графік. Учні стисло записують цей шлях. Активність 3, с. 33. Екстракт із листя кропиви за допомогою органічного розчинника, етилового спирту, заздалегідь добуває вчитель. За належних умов учитель вносить підготовлений екстракт у колонку з $CaCO_3$ і починає промивання чистим розчинником, дібраним за інструкцією до демонстрації. Це лише початок процесу, а не показ повного розділення за кілька хвилин. У вже підготовленій колонці та на віртуальній схемі учні зіставляють зони знизу вгору: інтенсивно-жовта відповідає каротину, жовта ксантофілу, зелена хлорофілу-а, жовто-зелена хлорофілу-б. Якщо належних умов для роботи з розчинниками немає, учитель показує весь процес віртуально. Пігменти по-різному адсорбуються наповнювачем, тому екстракт розділяється. Учитель нагадує, що М. С. Цвет застосував хроматографію для розділення хлорофілу на компоненти у 1903 р.

Закріплення 9 хв

Учитель: Дає чотири короткі завдання з наростанням складності. Організовує коротку перевірку після кожного; до третього завдання роздає картку з порожньою порівняльною схемою тим, кому вона потрібна.

Учні: Самостійно виконують завдання, звіряють відповіді. Ті, хто впорався раніше, виконують додаткове завдання.

Рефлексія 4 хв

Учитель: Повертає клас до проблемного питання. Дає час на одну письмову відповідь, після чого просить кількох учнів усно назвати метод, який допоміг дійти висновку.

Учні: Письмово відповідають лише на проблемне питання. Назву методу та його користь обговорюють усно.

Домашнє завдання 2 хв

Учитель: Називає обов’язкову й вибіркову частини, нагадує, що дослід із мідною дротиною вдома не проводять.

Учні: Записують завдання, за потреби уточнюють номери.

Завдання для закріплення

1. 1. Упізнайте метод за описом. Компоненти суміші рухаються крізь колонку з різною швидкістю, бо по-різному адсорбуються її наповнювачем.

Відповідь: Хроматографія. Наповнювач колонки є адсорбентом.

2. 2. Для етану найпростіша формула CH_3, а відносна молекулярна маса дорівнює 30. Запишіть молекулярну формулу й поясніть, чому самої формули CH_3 недостатньо.

Відповідь: Молекулярна формула C_2H_6. Відносна маса CH_3 дорівнює 15, а 30 : 15 = 2, тому індекси найпростішої формули потрібно помножити на 2. CH_3 показує лише співвідношення атомів, а не їхню кількість у молекулі.

3. 3. Порівняйте дані ІЧ-спектра та спектра ЯМР етилетаноату. Який допомагає виявити групи атомів, а який показує різне оточення атомів Гідрогену?
Відповідь: ІЧ-спектр дає відомості про групи атомів за смугами поглинання. Спектр ЯМР показує сигнали атомів Гідрогену в різному оточенні; разом ці відомості допомагають установити структуру.

4. 4. Під час показу розділення екстракт листя кропиви утворив у колонці чотири кольорові зони. Який висновок можна зробити про склад екстракту і чому виникли окремі зони?
Відповідь: Екстракт містить суміш пігментів, а не одну речовину. Пігменти по-різному адсорбуються наповнювачем колонки, тому під час хроматографії розділяються на окремі зони.

Диференціація

Сильним: Після четвертого завдання поясніть, чому для етилетаноату на с. 34–35 зіставляють обидва спектри, а не роблять висновок лише за одним. Очікувана відповідь полягає в тому, що ІЧ-спектр і спектр ЯМР дають різні відомості про молекулу, які доповнюють одна одну.

Підтримка: До завдання № 3 дайте картку з порожньою порівняльною схемою. Учні заповнюють три пропуски: «ІЧ-спектр дає відомості про ___»; «спектр ЯМР дає відомості про ___»; «разом вони допомагають ___». Готових висновків на картці немає.

Домашнє завдання

Базове: Опрацювати § 8, с. 32–36; виконати завдання для самоконтролю № 5 і № 6 на с. 36 письмово. Для № 5 скласти коротке повідомлення про застосування ЯМР у медицині за текстом с. 36. Для № 6 записати порядок дій за наведеними в завданні описами; дослід із мідною дротиною вдома не проводити.

За вибором: Письмово виконати завдання для самоконтролю № 2 на с. 36. Пояснити, що таке спектр речовини.

Рефлексія

Прийом «Повернення до запитання». Письмово дайте відповідь одним-двома реченнями на запитання «Чому листок кропиви здається одноколірним, хоча його зелений екстракт можна розділити на кілька речовин різних кольорів?» Очікувана відповідь полягає в тому, що на око ми бачимо загальний колір листка, а не кольори кожного пігменту окремо. Екстракт листя містить суміш пігментів, а хроматографія розділяє їх, бо вони по-різному адсорбуються наповнювачем колонки. Потім усно назвіть один метод уроку та одну користь від його застосування. Можна згадати хроматографію для контролю домішок у продуктах або ЯМР для медичної діагностики.

Історична довідка

У 1903 р. М. С. Цвет застосував хроматографію для розділення хлорофілу на компоненти, с. 33. Явище ЯМР у конденсованих речовинах досліджували Ф. Блох і Е. Пьорсел у 1946 р.; у 1952 р. вони отримали Нобелівську премію з фізики, с. 36.

Джерела:

- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 32
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 32, 33
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 33
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 33, 34
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 34, 35
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 35, 36
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 36
- Хімія (Величко) 10 клас (проф), с. 36, 37