ТЕМА: Теорія будови органічних сполук.

Становлення теорії будови органічних сполук

Органічну хімію почали вважати окремим розділом хімії близько 200 років тому. Усередині XIX століття, коли вона тільки починала розвиватися, уже було відомо досить багато органічних сполук, вивчено їхні хімічні й фізичні властивості, встановлено якісний та кількісний склад. У цей період найбільший внесок зробили такі відомі вчені, як Ф. Велер, Ш. А. Вюрц, Ф. А. Кекуле, Ж.-Б. Дюма, Ю. Лібіх, С. Канніццаро, А. В. Гофман тощо. Але багато експериментальних фактів та теоретичних тверджень вимагали пояснень та систематизації і згодом розвинулися в теорію будови органічних сполук.

Деякі передумови становлення теорії будови органічних сполук

Експериментальні	Теоретичні
1828 р. Ф. Велер добув сечовину з неорганічної речовини. 1831 р. Ю. Лібіх та Ж.-Б. Дюма розробили спосіб визначення вмісту Карбону та Гідрогену в органічних сполуках. 1839 р. Ж.-Б. Дюма та Е. Пельтьє довели склад жирів. 1842 р. М. М. Зінін розробив метод добування ароматичних амінів. 1853 р. М. Бертло синтезував природні жири. 1863 р. О. П. Бородін пояснив явище ізомерії спиртів, ґрунтуючись на теорії хімічної будови. 1864 р. О. М. Бутлеров синтезував ізомер бутанолу, 1866 р. — бутану.	1844 р. Ш. Жерар увів поняття про гомологічні ряди. 1857 р. Ф. А. Кекуле, довів чотиривалентність Карбону. 1858 р. А. Купер висловив ідею про наявність в органічних сполуках карбонових ланцюгів. 1860 р. у Карлсруе на міжнародному з'їзді хіміків розмежували поняття «атоми» й «молекули», затвердили постулат «атоми при взаємодії утворюють молекули». 1861 р. на 36-му з'їзді натуралістів Бутлеров виступив з доповіддю «Про хімічну будову речовин». 1865 р. В. В. Марковніков запропонував спосіб розрахунку числа ізомерів

Основні теоретичні положення та експериментальні результати узагальнив та сформулював у вигляді положень (постулатів) Олександр Михайлович Бутлеров. Ці постулати, що сьогодні називають теорією будови органічних сполук, ми розглянемо в цьому параграфі.



Олександр Михайлович Бутлеров (1828-1886)

Сформулював основні положення теорії хімічної будови органічних сполук.

Перший постулат. Хімічна будова

• Атоми в молекулі сполучені в певній послідовності відповідно до їхньої валентності. Цю послідовність називають хімічною будовою.

Згідно з цим постулатом, у молекулі існує чіткий порядок сполучення атомів. Кожній речовині відповідає певна хімічна будова, характерна для абсолютно всіх її молекул. Пригадайте, саме це ви засвоїли ще в 7 класі, коли опановували поняття «молекули».

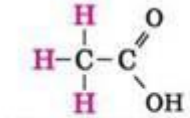
Хімічну будову речовини відображає структурна формула її молекули. Бутлеров був упевнений, що структурні формули не можуть бути просто умовним зображенням молекул, а мають відображати їхню реальну будову.

Другий постулат. Реакційна здатність сполук

• Атоми в молекулі взаємно впливають один на одного. Хімічна реакційна здатність певних груп атомів суттєво залежить від їх хімічного оточення, тобто з якими атомами чи групами атомів сполучені ці групи.

Цей постулат пояснює, що хімічні властивості речовини залежать не тільки від того, атоми яких елементів містяться у складі сполуки, але й від порядку їх сполучення. Дослідним шляхом було встановлено вплив наявності певних атомів чи груп атомів у молекулі на реакційну здатність речовин.

Ви вже вивчали етанову кислоту і знаєте її хімічні властивості: вона виявляє властивості слабких кислот. Якщо ж три атоми Гідрогену в молекулі етанової кислоти замінити на атоми Флуору, то сила кислоти зростає й вона стає кислотою середньої сили:



етанова кислота
(слабка кислота)



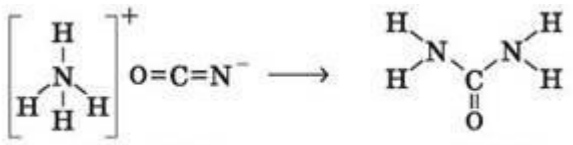
трифлуороетанова кислота
(кислота середньої сили)

Отже, хімічна будова визначає реакційну здатність та хімічні властивості речовин. Знаючи хімічну будову речовини, можна передбачити та пояснити її хімічні властивості.

Третій постулат. Ізомерія

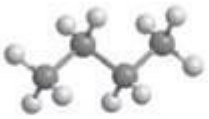
• Деякі речовини мають однакову молекулярну формулу (однаковий склад), але різну хімічну будову. Таке явище називають ізомерією, а речовини — ізомерами.

Пригадайте з курсу хімії 9 класу, із чого почався розвиток органічної хімії. Так, це був знаменитий дослід Ф. Велера, коли він з неорганічної речовини амоній ціанату NH_4NCO добув органічну сечовину $(NH_2)_2CO$. У цьому досліді Велер був першим, хто спостерігав явище ізомерії, оскільки амоній ціанат та сечовина мають однаковий елементний склад N_2H_4CO, але різну хімічну будову:



амоній ціанат
сечовина

Виявилося, що явище ізомерії є досить поширеним, це згодом було експериментально підтверджено. А 1831 року Й. Берцеліус запровадив термін «ізомери». Але ж чому Бутлеров відносить цей постулат до своєї теорії будови органічних сполук? Цінність будь-якого закону або теорії полягає в можливості передбачати певні факти. Саме Бутлеров першим висловив твердження, що за хімічною будовою речовини можна передбачити можливість існування в неї ізомерів. Наприклад, ви вже вмієте складати структурну формулу бутану C_4H_{10}. Але із чотирьох атомів Карбону можна скласти не тільки нерозгалужений карбоновий ланцюг, а й розгалужений. Кожному з них відповідає свій вуглеводень:

	нормальний бутан	ізобутан
Скорочена структурна формула:	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$	$CH_3–\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}–CH_3$
Модель молекули:		

Ці вуглеводні мають однаковий склад, але їхні властивості помітно відрізняються. Так, за однакової молекулярної маси в нормального бутану температура кипіння -0,5 °С, а в ізобутану — -11,7 °С. Також є відмінності в хімічних властивостях: у реакцію бромування ізобутан вступає набагато активніше за нормальний бутан.

Під час формування теорії будови органічних сполук Бутлеров передбачив існування ізомерів у бутану, пентану, бутилового спирту тощо. Учені бутлеровської школи хіміків синтезували ці ізомери, чим експериментально підтвердили істинність цієї теорії.

Залежно від характеру відмінностей у молекулах ізомерів розрізняють різні типи ізомерії.



На момент створення теорії будови органічних сполук хімікам було відомо лише про один ізомер бутилового спирту — ізобутанол, який добували з природної сировини, хоча, згідно з теорією, ізомерів має бути чотири. Декілька років Бутлеров відбивався від нападів критиків (Кольбе, Бертло і навіть Менделєєва). І тільки після синтезу всіх ізомерів ця теорія була переконливо підтверджена. Але після цього багато хіміків стверджували, що в цій теорії немає нічого нового і вона є цілком очевидною.

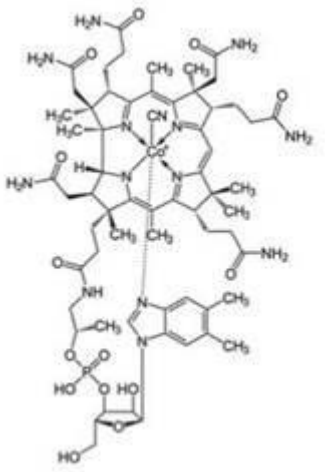
Четвертий постулат. Аналіз і синтез

• ***Хімічну будову речовини можливо пізнати. Можна синтезувати речовину із заданою будовою.***

Одним із перших методів дослідження хімічної будови речовин був аналіз. Аналіз (від грец. analysis — розкладання, розбирання) — у хімії це метод, за якого речовину піддають розкладу і встановлюють її хімічну будову шляхом дослідження продуктів хімічних перетворень. Аналізом, наприклад, було встановлено, що білки складаються із залишків молекул амінокислот, оскільки саме ці кислоти утворюються під час розкладу (гідролізу) білків.

Якщо під час аналізу було припущено певну будову речовини, то довести свої висновки можна зворотним методом — синтезом. Синтез (від грец. synthesis — з'єднання, зв'язування) — у хімії це метод сполучення молекул певних речовин шляхом хімічних реакцій у нову речовину з необхідною хімічною будовою.

Одним із найяскравіших прикладів доведення хімічної будови сполук є синтез ціанокобаламіну (вітаміну B_{12}), хімічна будова якого найскладніша серед усіх вітамінів (мал. 2.1). Роберт Вудворд разом із групою з близько 100 співробітників і студентів протягом 11 років розробляли план синтезу, що складався з майже 100 стадій послідовних хімічних реакцій.



Мал. 2.1. Хімічна будова ціанокобаламіну (вітаміну B_{12})

Сьогодні метод синтезу використовують також для одержання нових речовин. Спочатку визначають, які цінні властивості має виявляти нова речовина. Після цього припускають, якою може бути її будова, розробляють план синтезу і проводять власне експеримент. Після одержання нової речовини перевіряють її властивості відповідно до прогнозованих та роблять висновок щодо подальшого її використання. У хімічних лабораторіях по всьому світу щороку синтезують близько 100 тисяч нових органічних сполук, які використовують як нові лікарські засоби, барвники, флуоресцентні речовини, наноструктури та молекулярні машини тощо.

Отже, теорія будови органічних сполук є потужним інструментом, що відкриває нові можливості органічної хімії та суміжних наук.



Роберт Бернс Вудворд (1917-1979)

Зробив значний внесок у розробку методів аналізу і синтезу органічних сполук.

Лекції Роберта Вудворда у Гарвардському університеті стали легендами: вони часто тривали по три-чотири години, а семінари — аж до ночі. Він не користувався слайдами, а зображував хімічні структури кольоровою крейдою. Про Вудворда писали: «Часто на лекціях, узявши в кожну руку по крейді, він із легкістю ілюзіоніста починав з обох боків дошки малювати хімічну структуру, і не було випадку, коли б лінії всередині дошки не зійшлися».

Лінгвістична задача

Пригадайте значення термінів «ізотопи» та «полімери». Як ви вважаєте, чи є терміни «ізотопи», «полімери» та «ізомери» спорідненими з лінгвістичної точки зору?

Ключова ідея

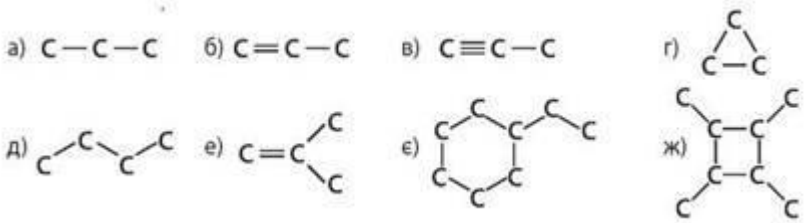
Теорія будови органічних сполук довела, що властивості органічних сполук зумовлені їхньою хімічною будовою, і виявила перспективи у визначенні будови сполук та добуванні нових речовин із заданими властивостями.

Контрольні запитання

- 13. Поясніть суть терміна «хімічна будова».
- 14. Перелічіть основні експериментальні й теоретичні передумови виникнення сучасної теорії будови органічних сполук.
- 15. Сформулюйте постулати теорії будови органічних сполук. Розкрийте їхнє значення для розуміння характеристик, властивостей та можливих закономірностей для органічних сполук.
- 16. Які вчені зробили внесок у становлення теорії хімічної будови?
- 17. Як за структурною формулою сполуки визначити валентність елементів у її складі?
- 18. Дайте визначення явища ізомерії. Які речовини називають ізомерами? Чи тільки в органічних сполук можуть бути ізомери?

Завдання для засвоєння матеріалу

- 19. Знаючи валентності Карбону, Оксигену й Гідрогену, складіть структурну формулу будь-якої органічної сполуки, що містить атоми цих елементів.
- 20. Для наведених карбонових ланцюгів складіть розгорнуту структурну формулу відповідного вуглеводню. Знайдіть серед них формули гомологів та ізомерів.



- 21. Порівняйте структурні формули двох молекул: а) CH_3-CH_3 та CH_3-CH_2-CH_3; б) CH_3-CH_3 та CH_3-CH_2-OH. Що в них спільного і в чому полягають відмінності?
- 22. Зобразіть структурні формули всіх можливих карбонових ланцюгів, що складаються: а) з п'яти атомів Карбону; б) із шести атомів Карбону.