

Державна служба України з надзвичайних ситуацій

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Михалічко Б. М., Щербина О. М., Лавренюк О. І.

ЗБІРНИК ЗАДАЧ І ВПРАВ З ХІМІЇ

III. Органічна хімія

Навчальний посібник

Львів 2021

УДК 547
Мих 69

Рецензенти: **Кочубей В. В.**, кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної, аналітичної та загальної хімії Національного університету «Львівська політехніка»;

Сиса Л. В., кандидат хімічних наук, доцент, завідувач науково-дослідної лабораторії екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

**Рекомендовано до друку рішенням вченї ради
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності
(Протокол № 9 від 17 квітня 2019 р.)**

Михалічко, Борис Миколайович.

Збірник задач і вправ з хімії. III. Органічна хімія: навчальний посібник / Михалічко Б.М., Щербина О.М., Лавренюк О.І. – Львів : вид-во ЛДУ БЖД, 2021. – 84 с.

У навчальному посібнику містяться короткі теоретичні відомості про властивості різних класів органічних речовин, а також задачі й вправи. Навчальний матеріал, який подавали на лекціях, курсанти, студенти й слухачі вивчають з конспекту та рекомендованої літератури. Опрацьовуючи теоретичний матеріал з відповідної теми, курсанти, студенти й слухачі повинні вміти розв'язувати задачі, основні типи яких розраховано для самостійної роботи.

© Михалічко Б.М., 2021
© Щербина О.М., 2021
© Лавренюк О.І., 2021
© ЛДУ БЖД, 2021

ЗАДАЧІ ТА ВПРАВИ

ВУГЛЕВОДНІ

Вуглеводні – це найпростіші органічні сполуки, їхні молекули складаються лише з атомів Карбону та Гідрогену.

В залежності від характеру карбон-карбонівих зв'язків вуглеводні поділяються на насичені й ненасичені. За будовою карбонівих ланцюгів вуглеводні поділяються на сполуки з відкритим (незамкнутим) і замкнутим ланцюгом (циклічні сполуки). Серед циклічних вуглеводнів особливу групу складають ароматичні вуглеводи.

Алкани і циклоалкани

До насичених вуглеводнів – парафінів (за номенклатурою IUPAC – *алканів*) – належать сполуки з відкритим ланцюгом, в молекулах яких атоми карбону зв'язані між собою простим σ -зв'язком, а решта валентностей насичені атомами гідрогену.

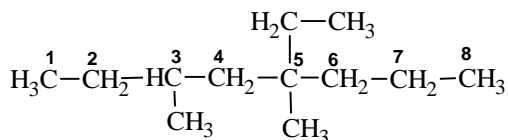
Якщо ж карбонівий ланцюг замикається в цикл, то такі вуглеводні називаються циклопарафінами (*циклоалканами*)

Номенклатура алканів. Члени гомологічного ряду насичених вуглеводнів описуються загальною формулою C_nH_{2n+2} . Найпростішим представником алканів є метан (CH_4). Назви алканів мають суфікс *-ан*. Назви перших чотирьох гомологів є тривіальними, а починаючи з п'ятого представника цього ряду, назви походять від грецьких числівників (пента – п'ять, гекса – шість тощо), наприклад:

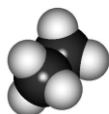
Вуглеводень (алкан)	Радикал (алкіл)
CH_4 (метан)	$-CH_3$ (метил)
C_2H_6 (етан)	$-C_2H_5$ (етил)
C_3H_8 (пропан)	$-C_3H_7$ (пропіл)
C_4H_{10} (бутан)	$-C_4H_9$ (бутил)
C_5H_{12} (пентан)	$-C_5H_{11}$ (аміл)
C_6H_{14} (гексан)	$-C_6H_{13}$ (гексил)
C_7H_{16} (гептан)	$-C_7H_{15}$ (гептил)
C_8H_{18} (октан)	$-C_8H_{17}$ (октил)
C_9H_{20} (нонан)	$-C_9H_{19}$ (нонил)
$C_{10}H_{22}$ (декан)	$-C_{10}H_{21}$ (децил)

Алкани нерозгалуженої будови називаються *нормальними*. Якщо відокремити від молекули алкану один атом Н, то виникне залишок $-R$, який називається *вуглеводневим радикалом*, або *алкільною групою*, при цьому в назві алкану закінчення *-ан* змінюється на *-ил (-іл)*. Заміщуючи в ланцюзі нормального алкану будь-які атоми Н на відповідні радикали, одержують розгалужені ланцюги (*ізомерія ланцюга*).

В ізомерах алканів атоми С, сполучені тільки з одним сусіднім атомом С називаються *первинними*, з двома – *вторинними*, з трьома – *третинними*, з чотирма – *четвертинними*. Наприклад, в молекулі 3,5-диметил-5-етилоктану 1-й і 8-й атоми С – *первинні*, 2-, 4-, 6- і 7-й – *вторинні*, 3-й – *третинний* і 5-й – *четвертинний*



Будова алканів. В молекулах насичених вуглеводнів всі атоми С перебувають в sp^3 -гібридизованому стані і тому всі чотири зв'язки орієнтовані до вершин тетраедра. Між атомами карбону виникають тільки σ -зв'язки. Ланцюг алканових молекул не є жорсткий. Атомні групи простого σ -зв'язку можуть вільно обертатись навколо зв'язку С–С. Внаслідок теплового руху молекули алканів щоразу змінюють форму. Окремі стани, яких набирає молекула у разі вільного обертання навколо σ -зв'язку, називаються *конформаціями*. Для деяких молекул поворот вздовж осі С–С може бути утруднений, що зумовлює появу поворотної ізомерії. Наприклад, для етану можливі дві крайні конформації – *затулена* і *загальмована*:



Затулена форма етану



Загальмована форма етану

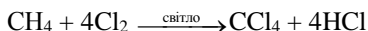


Фізичні властивості алканів. Температура топлення й кипіння вуглеводнів зі збільшенням кількості атомів С в ланцюзі поступово зростає, в цьому ж напрямі збільшується й густина. Перші чотири вуглеводні *гази*, наступні – до пентадекану $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ включно – *рідини*, а вуглеводні, які містять 16 і більше атомів С – тверді речовини. Всі парафіни легші за воду і нерозчинні в ній.

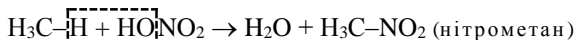
Хімічні властивості алканів. Алканам властиві реакції заміщення, розщеплення та окиснення.

Реакції заміщення

- *Заміщення галогеном.* На сонячному світлі або при спеціальному освітленні алкани вступають в реакції заміщення з галогенами (*радикальний процес*) – порівняно легко з хлором і бромом, дуже важко з йодом, а з фтором реакція відбувається з вибухом.

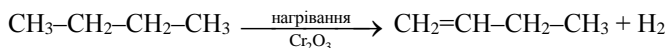


- *Заміщення нітрогрупою* (реакція нітрування). Під дією розведеної нітратної кислоти в запаяній ампулі при 140°C, водень алкану заміщується на нітрогрупу

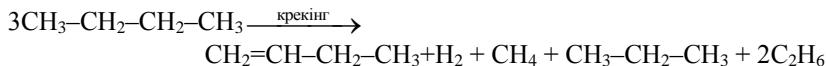


Реакції розщеплення

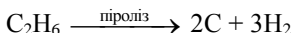
- *Дегідрування вуглеводнів* (відщеплення водню). При нагріванні алканів в присутності каталізатора може відбутись відщеплення водню з утворенням ненасичених вуглеводнів



- *Крекінг.* При нагріванні насичених вуглеводнів вище 400°C відбувається розривання С-С зв'язків в високомолекулярних алканах з утворенням більш простих вуглеводнів. Такий процес в техніці називають *крекінгом*. У разі крекінгу бутану при 600°C і 1 атм утворюється суміш метану, етану, етилену, пропілену, бутілену й водню.



- *Піроліз.* Якщо проводити розкладання алканів при 700-800°C без каталізатора, то цей процес має назву *піролізу*. При піролізі етану утворюється сажа і водень

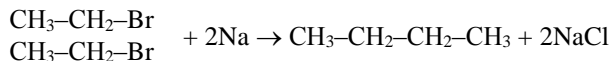


Реакції окиснення

- *Згоряння алканів.* На повітрі алкани згоряють з утворенням карбон(IV) оксиду, води і вивільняється величезна кількість тепла

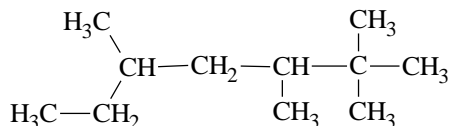


Способи отримання алканів Насичені вуглеводні поширені в природі. Головним їхнім джерелом є нафта, озокерит (гірський віск), природні та попутні гази. Вуглеводні можуть бути одержані синтетично, один із способів яких – *реакція В'юрца* – взаємодія металічного натрію з галогенопохідними алканів:

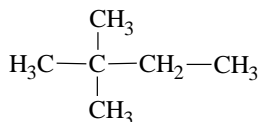


З а д а ч і

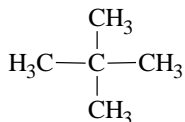
1. Дайте назву алкану, використовуючи номенклатуру IUPAC:



2. Дайте назву алкану, використовуючи номенклатуру IUPAC:



3. Дайте назву алкану, використовуючи номенклатуру IUPAC:



4. Складіть графічну формулу 3-етил-2-метилпентану.
5. Складіть графічну формулу 2-метилгексану.
6. Виведіть найпростішу формулу алкану, якщо відомо, що масова частка Карбону в сполуці становить 82,76%, а Гідрогену – 17,24%. Встановіть можливу молекулярну та графічну формулу речовини й назвіть її за номенклатурою IUPAC.
7. У разі спалювання 7,2 г насиченого вуглеводню, відносна густина пари за воднем якого становить 36, утворилось 22 г карбон(IV) оксиду і 10,8 мл води. Назвіть цей вуглеводень, якщо відомо, що у

- разі його радикального хлорування утворюється тільки одне монохлорпохідне.
- Запропонуйте спосіб виявлення атомів Гідрогену і Карбону у складі парафіну.
 - Насичений вуглеводень масою 18,0 г містить 3,0 г Гідрогену. Встановіть молекулярну формулу цього алкану.
 - Молекула алкану містить 7 первинних і 3 третинних атоми Карбону. Вирахуйте кількість четвертинних атомів С.
 - Скільки хімічних зв'язків міститься в молекулі гептану?
 - Скільки може існувати алканів складу C_7H_{16} , в молекулах яких присутній тільки один третинний атом Карбону? Напишіть графічні формули усіх цих вуглеводнів.
 - Котрий із ізомерів пентану у разі хлорування дає тільки одне монохлорпохідне? Напишіть рівняння реакції хлорування.
 - Обчисліть, скільки молів пропану відповідає 11,2 л, виміряного за нормальних умов.
 - На спалювання суміші метану з пропаном пішло 50 л чистого кисню. Визначте об'ємні частки (у %) метану і пропану, якщо об'єм суміші становив 22 л.
 - У разі спалювання газоподібного вуглеводню у надлишку кисню утворилось 3,3 г карбон(IV) оксиду і 2,02 г води. Відносна густина цього вуглеводню за повітрям становить 1,03. Встановіть молекулярну формулу речовини, що згоріла.
 - Напишіть хімічні формули продуктів реакції та розставте коефіцієнти в рівнянні реакції процесу окиснення октану кристалічним калій перманганатом при нагріванні. Зважте, що окиснення йде не до кінця. Можливими продуктами реакції окиснення октану можуть бути: карбон(IV) оксид, калій оксалат і калій пентанат.
 - Для спалювання зразка метану об'ємом 7 л (н. у.), що містить негорючі газоподібні домішки, використано 60 л повітря (н. у.), об'ємна частка кисню в якому 21%. Визначте якою була об'ємна частка метану у зразку.
 - Спалили 4 л газової суміші, яка містила пропан. Продукти горіння перепустили крізь розчин кальцій гідроксиду, внаслідок чого утво-

- рилось 16 г кальцій карбонату і 25,9 г кальцій гідрокарбонату. Визначте об'ємну частку пропану у газовій суміші.
20. Продукти цілковитого згоряння 6,72 л (н. у.) суміші етану і пропану (у надлишку кисню) перепустили крізь надлишкову кількість вапняної води. При цьому утворилось 80 г осаду. Визначте об'єми газів у суміші.
 21. Суміш пропану, метану і карбон(IV) оксиду займає об'єм 6,165 л. Після спалювання суміші у надлишку кисню отримали 11,565 л карбон(IV) оксиду. Визначте об'ємну частку (у %) пропану у суміші. Об'єми усіх газів виміряні за н. у.
 22. Відносна густина газової суміші алканів за азотом дорівнює 1,808. При бромованні цієї суміші виділено тільки дві пари ізомерних монобромалканів. Сумарна маса найлегших ізомерів в продуктах реакції дорівнює сумарній масі важчих ізомерів. Обчисліть масові частки алканів у вихідній суміші.
 23. У разі нітрування алкану утворилось мононітропохідне алкану, масова частка Нітрогену в якому дорівнює 15,73%. Встановіть хімічну формулу алкану.
 24. При спалюванні 25 л вуглеводню утворилось 75 л карбон(IV) оксиду і 100 л водяної пари. Встановіть хімічну формулу вуглеводню.
 25. В закритій посудині змішали невідомий вуглеводень зі строго необхідним для реакції об'ємом кисню при 150°C й підпалили. По закінченню реакції та приведення до початкової температури тиск в посудині не змінився. Скільки атомів Гідрогену містить молекула вуглеводню?
 26. При спалюванні деякої маси невідомого вуглеводню утворилось 7,7 г карбон(IV) оксиду і 3,6 г води. Встановіть молекулярну формулу вуглеводню і його масу.
 27. Дегідруванням 10 л бутану виділилось 15 л водню і утворилось 7,5 л ненасиченого вуглеводню. Яка молекулярна формула другого продукту реакції і який вихід? Об'єми газів виміряні за однакових умов.
 28. Для нейтралізації гідрогенхлориду, що утворився при радикальному хлоруванні 1,12 л (н. у.) насиченого вуглеводню, витратили 72,6 мл 10% розчину натрій гідроксиду ($\rho_{\text{розчину}} = 1,1 \text{ г/мл}$). Визначте, скільки атомів Гідрогену замістились хлором.

29. Газ, що утворився при повному згорянні 0,1 моля насиченого вуглеводню, перепустили крізь надлишкову кількість вапняної води, при цьому утворилось 60 г осаду. Встановіть молекулярну та графічну формулу насиченого вуглеводню, якщо відомо, що він містить один четвертинний атом Карбону.
30. Суміш 5 мл газоподібного вуглеводню з 12 мл кисню помістили в евдіометр і підірвали. Після приведення умов до початкових об'єм газової суміші склав 7 мл, а після її пропускання крізь розчин лугу зменшився до 2 мл, причому газ, що залишився, підтримував горіння. Який вуглеводень був у суміші?
31. Який найменший об'єм 10% розчину калій гідроксиду ($\rho_{\text{розчину}} = 1,09 \text{ г/мл}$) слід взяти для поглинання продуктів повного згорання 100 л пропану (взятого при температурі 20°C і тиску 95 кПа)?
32. У разі спалювання 2,48 г суміші пропану, пропіну й пропену утворилось 4,03 л карбон(IV) оксиду (н. у.). Скільки грамів води при цьому утвориться?
33. Який теоретично обчислений об'єм 11% нітратної кислоти ($\rho_{\text{кислоти}} = 1,06 \text{ г/мл}$) слід взяти для нітрування 100 г пентану?
34. Для спалювання певного об'єму циклоалкану потрібний шестикратний об'єм кисню. Обчисліть максимальну масу барій гідроксиду, що може вступити в реакцію з продуктом згорання 1 л (н. у.) цього вуглеводню.
35. Який об'єм озонованого кисню з масовою часткою озону 5% слід взяти для спалювання 1,68 л бутану (н. у.)?
36. Який об'єм повітря, об'ємна частка кисню в якому 21%, слід взяти для повного спалювання 10 л етану? Який при цьому об'єм карбон(IV) оксиду утвориться? Об'єми газів взято за однакових умов.
37. При пропусканні 11,2 л суміші метану, карбон(IV) оксиду і карбон(II) оксиду крізь розчин натрій гідроксиду, взятого в надлишку, об'єм вихідної суміші зменшився на 4,48 л (н. у.). Для повного спалювання суміші, що залишилась, пішло 6,72 л (н. у.) кисню. Визначте склад вихідної суміші (у об'ємних %).
38. Суміш алкану і кисню мала відносну густину за воднем 16,7. Після повного згорання алкану і охолодження продуктів реакції, відносна густина нової суміші газів за воднем склала 19. Встановіть хімічну формулу алкану.

39. Який об'єм метану вивільниться при нагріванні 0,4 моля натрій ацетату з надлишком натрій гідроксиду?
40. У разі прожарювання 49 г суміші калій ацетату і надлишку калій гідроксиду, вивільнився газ, який на світлі прореагував з паром бромом. В результаті цієї реакції утворилось 25,3 г трибромметану. Вихід трибромметану становив 50% від теоретичного. Які масові частки речовин входять до складу вихідної суміші.
41. Внаслідок взаємодії певної органічної речовини з натрієм утворилось 11,6 г бутану і 60,0 г натрій галогеніду. Яка речовина прореагувала з натрієм?

Алкени і алкадієни

До ненасичених відносяться вуглеводні (за номенклатурою IUPAC – *алкени, алкадієни, алкіни*), в молекулах яких присутні атоми карбону, зв'язані між собою окрім простого σ -зв'язку, ще й одним або двома π -зв'язками, тобто валентності атома карбону не повністю насичені атомами водню.

Алкени – це сполуки, в яких хоча б один карбон-карбоновий зв'язок нерозгалуженого вуглеводного ланцюга є подвійний ($C=C$). В *алкадієновому* вуглеводному ланцюгу присутніми є два кратних $C=C$ зв'язки.

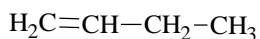
Номенклатура алкенів та алкадієнів. Члени гомологічного ряду алкенів описуються загальною формулою C_nH_{2n} . Родоначальником всіх алкенів є етен (C_2H_4). Назви алкенів мають суфікс *-ен*. Назви перших трьох гомологів є тривіальними, а починаючи з четвертого представника цього ряду, назви походять від грецьких числівників (пент – п'ять, гекс – шість тощо), наприклад:

Вуглеводень (алкен)	Радикал (алкеніл)
C_2H_4 (етен)	$-C_2H_3$ (етеніл або вініл)
C_3H_6 (пропен)	$-C_3H_5$ (пропеніл або аліл)
C_4H_8 (1-бутен, 2-бутен)	$-C_4H_7$ (1-бутеніл, 2-бутеніл або кротил)
C_5H_{10} (1-пентен)	$-C_5H_9$ (1-пентеніл)
C_6H_{12} (1-гексен)	$-C_6H_{11}$ (1-гексеніл)
C_7H_{14} (1-гептен)	$-C_7H_{13}$ (1-гептеніл)
C_8H_{16} (1-октен)	$-C_8H_{15}$ (1-октеніл)
C_9H_{18} (1-нонен)	$-C_9H_{17}$ (1-ноненіл)
$C_{10}H_{20}$ (1-децен)	$-C_{10}H_{19}$ (1-деценіл)

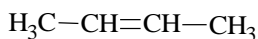
Члени гомологічного ряду алкадієнів описуються загальною формулою C_nH_{2n-2} . Родоначалником всіх алкадієнів є бутадієн (C_4H_6). Назви алкадієнів мають суфікс *-дієн*. Назви першого гомолога є тривіальною, а починаючи з наступного представника цього ряду, назви походять від грецьких числівників (пент – п'ять, гекс – шість тощо), наприклад: пентадієн, гексадієн тощо.

Будова алкенів та алкадієнів. В молекулах алкенових вуглеводнів два атоми С перебувають в sp^2 -гібридизованому стані і тому три зв'язки кожного атома С орієнтовані до вершин плоского тригона. Між цими двома атомами карбону виникають як σ -, так і π -зв'язок. В алкадієнах, на відміну від алкенів, утворюється два $C=C$ -зв'язки за тим самим принципом, що й у алкенах. Ланцюг алкенових та алкадієнових молекул не є жорстким. $C=C$ -зв'язані атомні групи не можуть вільно обертатись навколо зв'язку $C=C$. Тому, окрім структурної ізомерії, алкенам і алкадієнам властиві ще два види ізомерії: ізомерія розміщення кратного $C=C$ зв'язку (*позиційна*) і *цис*-, *транс*-ізомерія (*геометрична*).

Прикладом позиційної ізомерії можуть бути два бутени і два пентадієни:



Бутен-1



Бутен-2

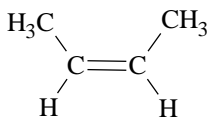


Пентадієн-1,3

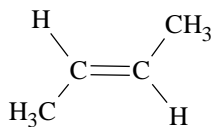


Пентадієн-1,4

Геометричну ізомерію видно на прикладі бутену-2:



Цис-ізомер



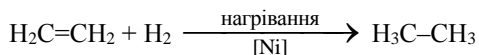
Транс-ізомер

Фізичні та хімічні властивості алкенів та дієнів. В алкенових та алкадієнових вуглеводнів фізичні властивості так само закономірно змінюються в гомологічному ряді, як і в насичених: перші три представники в алкенів (в алкадієнів – тільки перший представник C_4H_6) – *гази*, починаючи з C_5 всі вуглеводні нормальної будови до C_{16} – *рідини*, вищі ж – *тверді речовини*. Етилен та пропілен – речовини без запаху, решта гомологів мають різкий неприємний запах.

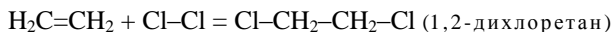
Алкени та алкадієни більш реакційноздатні ніж алкани, бо π -зв'язок слабкіший за σ -зв'язок. При розриванні π -зв'язку вивільнюються валентності карбонових атомів, які здатні приєднувати атоми різних реагентів – водень, галогени, гідрогенгалогеніди, воду, спирти й інші реагенти. При цьому атоми карбону подвійного зв'язку переходять із sp^2 - в sp^3 -гібридний стан.

Реакції приєднання:

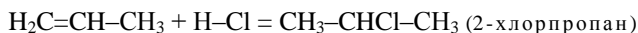
- *Гідрування* (приєднання молекул водню). Водень в присутності каталізатора приєднується до алкенів за місцем подвійного зв'язку з утворенням алканів



- *Галогенування* (приєднання молекул галогенів). Алкени легко приєднують галогени за місцем подвійного зв'язку з утворенням дигалогеналканів



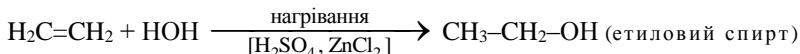
- *Приєднання гідрогенгалогенідів*. Алкени легко приєднують гідрогенгалогеніди за місцем $\text{C}=\text{C}$ -зв'язку, причому гідроген приєднується до одного з атомів C подвійного зв'язку, галоген – до другого



Приєднання гідрогенгалогенідів відбувається за *правилом Марковнікова*: Гідроген молекули гідрогенгалогеніду приєднується до того атома карбону $\text{C}=\text{C}$ -зв'язку, який сполучений з найбільшою кількістю атомів гідрогену (найбільш гідрогенізований)

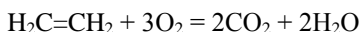
Приєднання супроти правила Марковнікова може відбуватися в присутності пероксидів – переоксидний ефект Караша. Проти правила Марковнікова може приєднуватись тільки НВг.

- *Гідратація* (приєднання молекули води). Приєднання води зумовлює появу спиртів

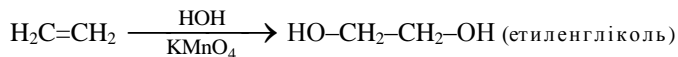


Реакції окиснення:

- *Горіння алкенів* на повітрі – це процес повного енергійного окиснення



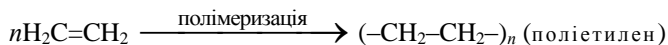
- Окиснення алкенів при звичайній температурі. При дії розведеного розчину KMnO_4 утворюються двоатомні спирти – гліколі (*реакція Вагнера*)



Реакції полімеризації:

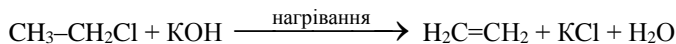
- *Полімеризація* – процес приєднання багатьох однакових молекул (мономерів) одна до одної з утворенням нової, значно складнішої речовини.

Так, при полімеризації етилену в його молекулах $\text{C}=\text{C}$ зв'язки рвуться і молекули сполучаються між собою, утворюючи довгі ланцюги

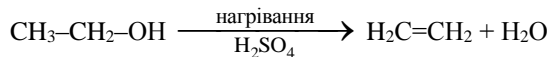


Способи отримання алкенів. алкени отримують в промисловості кількома методами:

- *Відщеплення галогеноводню*



- *Дегідратація спирту* (відщеплення води) при нагріванні з надлишком кислоти

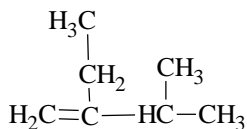


З а д а ч і

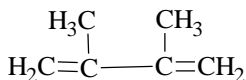
42. Дайте назву алкену, використовуючи номенклатуру IUPAC:



43. Дайте назву алкену, використовуючи номенклатуру IUPAC:



44. Дайте назву дієну, використовуючи номенклатуру IUPAC:



45. Складіть графічну формулу 2,3-диметилпентену-2
46. Обчисліть мольну масу ненасиченого вуглеводню, якщо його відносна густина за воднем становить 21.
47. Обчисліть мольну масу газоподібного алкену, якщо його 56,25 г займають об'єм (н. у.) 30 л. Встановіть молекулярну формулу та назвіть цю речовину за ІUPAC.
48. У разі спалювання газоподібного вуглеводню в надлишку кисню утворилось 3,3 г карбон(IV) оксиду та 2,02 г води. Відносна густина цього вуглеводню за повітрям становить 1,03. Встановіть молекулярну формулу речовини, що згоріла.
49. Визначте молекулярну формулу флуорпохідного бутену, якщо відомо, що ця сполука містить 4,545% за масою гідрогену. Напишіть структурні формули чотирьох ізомерів цієї речовини, що мають *цис*-будову.
50. Напишіть структурну формулу будь-якого ненасиченого вуглеводню, який є ізомером циклогексану і може існувати в формі *цис-транс*-ізомерів.
51. Скільки ізомерів гексену-1 відрізняються від нього лише положенням С=C зв'язку?
52. Визначте будову вуглеводню з відкритим ланцюгом з атомів карбону, якщо відомо, що при повному спалюванні 0,1 моля цієї сполуки утворюється 5,4 мл води, і вивільняється 8,96 л (н. у.) карбон(IV) оксиду. У разі взаємодії цього вуглеводню з еквімолярною кількістю хлору утворюється здебільшого дихлоралкен симетричної будови, у якого атоми хлору розташовані на кінцях ланцюга.
53. Масова і мольна частки карбон(IV) оксиду в суміші з невідомим газом однакові. Яка це речовина?
54. У разі згорання 2 молів етилену в кисні вивільнилось 2882 кДж теплоти. Визначте ентальпію утворення етилену, якщо стандартні ентальпії утворення CO₂ і H₂O становлять –393 і –286 кДж/моль, відповідно. Ентальпія утворення O₂ дорівнює нулю.

55. Етиленовий вуглеводень (35 г) під час окиснення водним розчином калій перманганату на холоді (масова частка виходу 80%), перетворюється в сполуку, яка в присутності надлишку лугу може без залишку прореагувати з купрум(II) гідроксидом, що отримали із 32 г купрум(II) сульфату. Якою є будова вуглеводню, якщо відомо, що він може існувати в формі *цис*- і *транс*-ізомерів?
56. Якою є масова частка гексену-1 в суміші, якщо 5 г суміші гексену-1 і гексану реагують без освітлення при кімнатній температурі з 8 г бромю?
57. Якою буде маса поліетилену внаслідок полімеризації 50 кг етилену, якщо вихід продукту становитиме 100%?
58. Внаслідок дії 10,5 г пропілену водним розчином калій перманганату отримали 0,2 моля двохатомного спирту. Розставте коефіцієнти у рівнянні окисно-відновної реакції. Встановіть структурну формулу двохатомного спирту і його вихід (у %) виходячи з вуглеводню.
59. Скільки літрів етилену потрібно взяти для отримання 150 г етилового спирту за реакцією гідратації, якщо етилен має 10% домішок?
60. Суміш етилену і пропану (10 л) і 10 л водню пропустили над каталізатором, внаслідок чого загальний об'єм суміші зменшився до 16 л. Який був об'ємний вміст етилену у вихідній суміші?
61. Два нециклічних вуглеводні мають по одному C=C зв'язку. Мольні маси цих вуглеводнів співвідносяться між собою як 1 : 2. Після повного гідрування цих вуглеводнів відношення мольних мас отриманих сполук становило 0,5172. Що це за вуглеводні?
62. Для цілковитого згоряння суміші гексену-1 і циклогексану потрібно було 80,64 л кисню (н. у.). Така ж кількість суміші може знебарвити 500 г 3,2% розчину бромю у воді. Якими є масові частки речовин у вихідній суміші?
63. У разі гідратації 15,4 г суміші етилену з пропенем утворилась суміш спиртів масою 22,6 г. Якими були об'ємні частки газів у вихідній суміші?
64. У разі окиснення 0,1 моля невідомої органічної речовини кислим розчином калій перманганату утворилось 4,48 л (н. у.) вуглекислого газу, 36,24 г $MnSO_4$, 20,88 г K_2SO_4 і вода. Яку речовину було окиснено? Напишіть рівняння окиснення найближчого гомолога цієї речовини водним розчином калій перманганату.

65. У разі пропускання алкену крізь надлишок розчину калій перманганату маса осаду виявилась у 2,07 рази більшою ніж маса алкену. Якою є формула алкену?
66. Етиленовий вуглеводень масою 7,0 г приєднує 2,24 л (н. у.) гідрогенброміду. Якою є мольна маса та будова цього вуглеводню, якщо відомо, що він є *цис*-ізомером?
67. Який об'єм кисню витрачено на спалювання суміші алкену і циклоалкану (які не є ізомерами), якщо при цьому утвориться 40 л вуглекислого газу?
68. При взаємодії бутадієну з бромом утворилась суміш, що містить 42,8 г 1,4-дибромбутену-2, 10,7 г 3,4-дибромбутену-1 і 37,4 г 1,2,3,4-тетрабромбутану. Обчисліть маси бутадієну і бромоводню, що вступили в реакцію.
69. У разі дії на ненасичений вуглеводень надлишку розчину хлору в чотирьохлористому вуглеці утворилось 22,95 г дихлоридалкану. Подіявши на таку саму кількість вуглеводню надлишком бромної води утворилось 36,3 г дибромідалкану. Яка є молекулярна формула вуглеводню? Напишіть структурні формули його чотирьох ізомерів.
70. У разі пропускання пентадієну-1,3 крізь 89,6 г 2,5% водного розчину бромоводню була отримана суміш бромпохідних вуглеводнів у мольному співвідношенні 2 : 3 (важчого похідного містилось менше). Який об'єм кисню (н. у.) потрібний для цілковитого окиснення такої самої кількості пентадієну?
71. Скільки грамів розчину етанолу з масовою часткою 95% потрібно для отримання 401 л (н. у.) бутадієну-1,3? Вихід дивінілу становить 20% від теоретичного.
72. Який об'єм етилену можна отримати у разі дегідратації етанолу масою 50 г, якщо об'ємна частка втрат етилену становить 11%?
73. Яка маса бутанолу-2 вступить в реакцію дегідратації, якщо в результаті реакції утворилась суміш, що містить 26,88 л бутену-2 і 4,48 л бутену-1 (н. у.)?

Алкіни

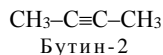
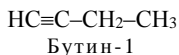
Алкіни – це сполуки, в яких хоча б один карбон-карбоний зв'язок нерозгалуженого вуглеводневого ланцюга є потрійним ($C\equiv C$).

Номенклатура алкінів. Члени гомологічного ряду алкінів описуються загальною формулою C_nH_{2n-2} . Родоначалником всіх алкінів є етин (ацетилен, C_2H_2). Назви алкенів мають суфікс *-ін* (*-ин*). Назви перших трьох гомологів є тривіальними, а починаючи з четвертого представника цього ряду, назви походять від грецьких числівників (пент – п'ять, гекс – шість тощо), наприклад:

Вуглеводень (алкін)	Радикал (алкініл)
C_2H_2 (етин)	$-C_2H_1$ (етиніл або ацетиніл)
C_3H_4 (пропін)	$-C_3H_3$ (пропиніл)
C_4H_6 (1-бутин, 2-бутин)	$-C_4H_5$ (1-бутиніл, 2-бутиніл)
C_5H_8 (1-пентин)	$-C_5H_7$ (1-пентиніл)
C_6H_{10} (1-гексин)	$-C_6H_9$ (1-гексиніл)
C_7H_{12} (1-гептин)	$-C_7H_{11}$ (1-гептиніл)
C_8H_{14} (1-октин)	$-C_8H_{13}$ (1-октиніл)
C_9H_{16} (1-нонин)	$-C_9H_{15}$ (1-нониніл)
$C_{10}H_{18}$ (1-децин)	$-C_{10}H_{17}$ (1-дециніл)

Будова алкінів. В молекулах алкінових вуглеводнів два атоми С перебувають в *sp*-гібридизованому стані і тому два зв'язки кожного атома С мають лінійну орієнтацію. Між цими двома атомами карбону виникають як σ -, так і два π -зв'язки. Ланцюг алкінових молекул не є лінійним. валентний кут $C \equiv C$ -зв'язаних атомних груп становить 180° . Алкенам притаманна ізомерія ланцюга та ізомерія положення $C \equiv C$ зв'язку (*позиційна*).

Прикладом ізомерії положення можуть бути два бутини:

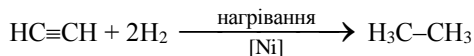


Фізичні та хімічні властивості алкінів. В алкінових вуглеводнів фізичні властивості так само закономірно змінюються в гомологічному ряді, як і в алкенових: перші три представники в алкінів – *гази*, починаючи з C_5 всі вуглеводні нормальної будови до C_{16} – *рідини*, вищі – *тверді речовини*.

Хімічні властивості алкінів зумовлені наявністю групи $C \equiv C$, яка складається з одного σ - і двох π -зв'язків. При розриванні π -зв'язку вивільняються валентності карбонових атомів, які (як і алкени) здатні приєднувати атоми різних реагентів – водень, галогени, гідрогенгалогеніди, воду, спирти й інші реагенти. При цьому атоми карбону подвійного зв'язку переходять із *sp*- в *sp*²- і *sp*³-гібридні стани.

Реакції приєднання:

- *Гідрювання* (приєднання водню)



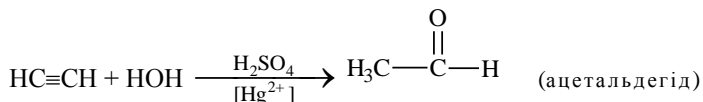
- *Галогенування* (приєднання галогенів)



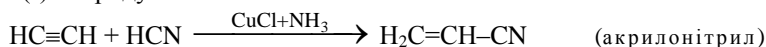
- *Приєднання гідрогенгалогенідів*



- *Гідратація* (приєднання води) – Реакція Кучерова

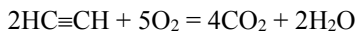


- *Приєднання ціанідної кислоти*. Реакція відбувається за участі купрум(I) хлориду

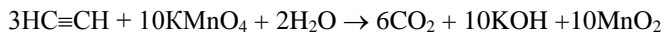


Реакції окиснення:

- *Горіння алкінів* на повітрі – це процес повного енергійного окиснення

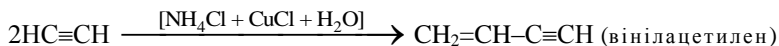


- *Окиснення алкінів при звичайній температурі*. Алкіни окиснюються повільніше від алкенів і на відміну від алкенів в алкінах відбувається розривання зв'язку $\text{C}\equiv\text{C}$



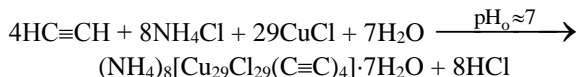
Реакції полімеризації:

- *Олігомеризація ацетилену*. Реакція Ньюленда



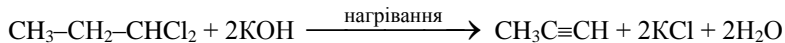
Реакції заміщення кислого атома гідрогену металами:

- Для ацетиленових вуглеводнів характерні реакції заміщення деякими металами атомів гідрогену, який розташований біля $\text{C}\equiv\text{C}$ зв'язку, з утворенням жовто-оранжевих кристалів купрум(I) ацетиленідів.

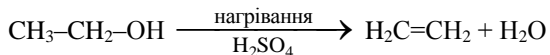


Способи отримання алкінів. Одержання алкінів здійснюють в промисловості кількома методами

- Відщеплення галогеноводню



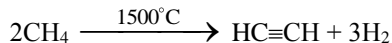
- Дегідратація спирту (відщеплення води) при нагріванні з надлишком кислоти



- Гідроліз кальцій карбїду (синтез Веллера)

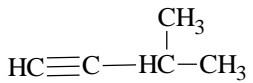


- Крекінг алканів

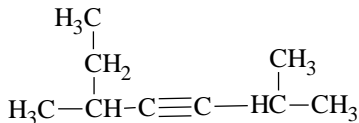


З а д а ч і

74. Дайте назву алкіну, використовуючи номенклатуру IUPAC:



75. Дайте назву алкіну, використовуючи номенклатуру IUPAC:



76. Відносна густина невідомого газу, який відноситься до класу алкінів, за воднем дорівнює 20. Яка мольна маса цього вуглеводню? Дайте йому назву.

77. Ацетиленовий вуглеводень, що містить п'ять атомів карбону в основному ланцюгу, може максимально приєднати 80 г бромів з утворенням продукту реакції масою 104 г. Яка будова цього ацетиленового вуглеводню, якщо відомо, що він не вступає в реакцію з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду?
78. Яка відносна густина пропіну за воднем?
79. Скільки молів бензену можна теоретично отримати у разі тримеризації 6 молів ацетилену?
80. Скільки літрів ацетилену пропустили крізь амоніачний розчин аргентум(I) оксиду, якщо при цьому утворилось 12 г сірого осаду? Реакція кількісна.
81. Скільки грамів органічної речовини можна отримати у разі гідратації 201,6 л ацетилену в присутності солі меркурію? Вихід кінцевого продукту – 80%. Об'єм ацетилену взято за н. у.
82. Скільки грамів органічної речовини можна отримати у разі взаємодії 33,6 л пропіну з надлишком бромів? Вихід кінцевого продукту – 60%. Об'єм пропіну взято за н. у.
83. Який об'єм газу, що містить 80% пропіну за об'ємом, пропустили крізь амоніачний розчин аргентум(I) оксиду, якщо при цьому утворилось 0,2 моля осаду?
84. Яка сполука утвориться, якщо подіяти на 1 моль $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ 1 молем водню?
85. Суміш пропену і ацетилену загальною масою 41,28 г пропустили крізь амоніачний розчин аргентум(I) оксиду, при цьому об'єм суміші зменшився на 26,88 л (н. у.). У скільки разів одного з газів буде більше (за кількістю молекул) у вихідній суміші?
86. Суміш алкану, алкіну і алкену (2,8 л (н. у.)), що містить однакову кількість атомів карбону, може прореагувати з 17,4 г аргентум(I) оксиду (в амоніачному розчині) чи приєднати 28 г бромів. Яким є якісний і кількісний (в % за об'ємом) склад вихідної суміші вуглеводнів?
87. У разі пропускання суміші пропану і ацетилену крізь склянку з бромною водою маса склянки зросла на 1,3 г. За цілкового згоряння такої самої кількості вихідної суміші вуглеводнів вивільни-

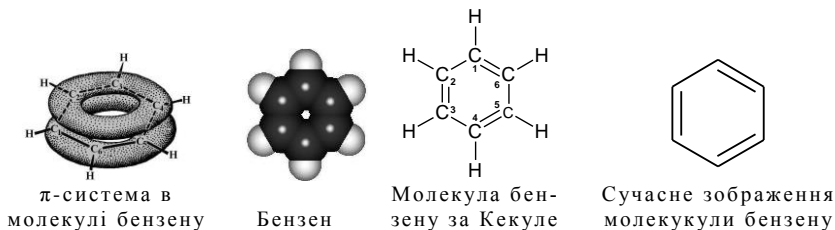
- лось 14 л (н. у.) карбон(IV) оксиду. Якою є масова частка пропану у вихідній суміші.
88. Суміш еквімолярного співвідношення ацетилену і формальдегіду без залишку прореагувала з 69,6 г аргентум(I) оксиду (в амоніачному розчині). Який склад суміші (у % за масою)?
89. Суміш газоподібних вуглеводнів етиленового і ацетиленового ряду (7,84 л (н. у.)), що містить однакову кількість атомів карбону, може приєднати 80 г бромю. Суміш продуктів приєднання бромю важить 94,4 г. Яка будова і склад (у % за масою) вихідної суміші вуглеводнів?
90. У разі окиснення 0,05 моля невідомої органічної речовини водним розчином калій перманганату утворилось 4,9 г калій ацетату, 5,0 г калій гідрокарбонату, 11,6 г MnO_2 і 1,87 г КОН. Яка речовина піддавалась окисненню? Напишіть рівняння реакції окиснення найближчого гомолога цієї речовини кислим розчином калій перманганату.
91. До 10 мл невідомого газоподібного вуглеводню додали 70 мл кисню, суміш підпалили за допомогою електричної дуги. По закінченню реакції і конденсації утвореної водяної пари об'єм газу становив 65 мл. Після струшування цієї суміші з розчином луку об'єм зменшився до 25 мл. Об'єми газів взято за однакових умов. Якою є формула вуглеводню?
92. Ацетилен масою 15,6 г приєднав гідрогенхлорид масою 43,8 г. Яка формула продукту реакції?
93. Який об'єм пропіну (н. у.) слід пропустити крізь 50 г 3,2% розчину бромю у воді, щоб утворились дві різні бромпохідні сполуки в однакових кількостях?
94. Із 0,7 кг технічного кальцій карбїду за повного його розкладу водою отримали 201,6 л (н. у.) ацетилену. Якою є маса домішок у вихідному зразку карбїду?

Ароматичні вуглеводні

Ароматичні вуглеводні (арени) – карбоциклїчні сполуки, в молекулах яких присутнє особливе плоске циклічне угруповання із шести атомів карбону, назване бензеновим чи ароматичним ядром. Термін арома-

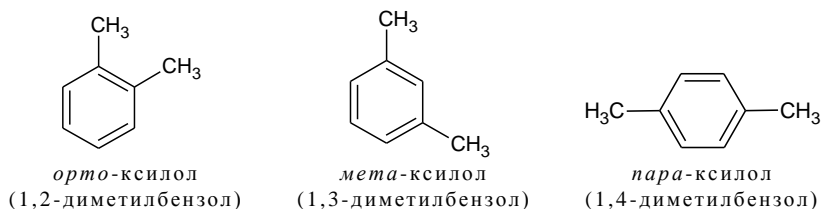
тичні вуглеводні склалися історично. Колись всі органічні речовини поділялися на аліфатичні (жирні) і ароматичні (ті, що мають запах).

Будова аренів. Основний представник ароматичних вуглеводнів – бензен. Він був виділений ще в 1825 році Майклом Фарадеем, який і встановив співвідношення С : Н як 1 : 1. Кекуле в 1865 році запропонував структурну формулу бензену.



Сучасні відомості не підтверджують наявності в молекулі бензену С=C зв'язків, що чергуються з С–С зв'язками. Правильніше зображувати молекулу бензену у вигляді шестикутника з вписаною в нього π-орбіталлю, яка позначається пунктирною лінією. Втім, формулою Кекуле зручно користуватися й зараз.

Номенклатура аренів. Теорія будови припускає існування лише однієї сполуки з формулою С₆Н₆, а також лише одного найближчого гомолога – толуєдену (С₇Н₈). Втім наступні гомологи можуть вже існувати в вигляді кількох ізомерів. Ізомерія зумовлена ізомерією карбонового кістяка наявних радикалів і їх взаємним розміщенням в бензеновому циклі. Положення двох замісників вказують за допомогою приставок: *орто-* (*o-*), якщо замісники розташовані біля сусідніх атомів карбону в циклі (положення 1,2-), *мета-* (*m-*) – для розділених одним атомом карбону (положення 1,3-) и *пара-* (*p-*) – для атомів карбону, що на протилежних кінцях бензенового циклу (положення 1,4-). Наприклад, для диметилбензену (ксилолу):

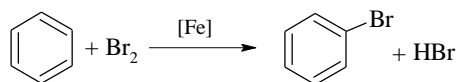


Фізичні та хімічні властивості аренів. Арени – це переважно рідини, вони легші за воду, вельми вогненебезпечні, мають характерний запах, нерозчинні у воді, але добре розчинні у органічних розчинниках.

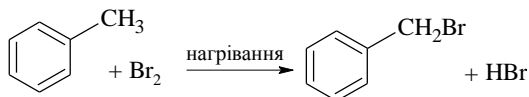
Хімічні властивості бензену і толуєдену дещо відрізняються між собою. Це зумовлено взаємним впливом π -електронів бензенового ядра і бічного ланцюга в молекулах гомологів.

Реакції заміщення:

- *Галогенування.* Бензен знебарвлює бромну воду тільки в присутності каталізатора



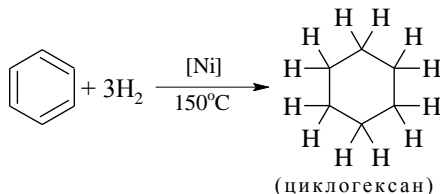
В толуєдені при нагріванні без каталізатора на світлі заміщення атома гідрогену на галоген відбувається в бічному ланцюзі



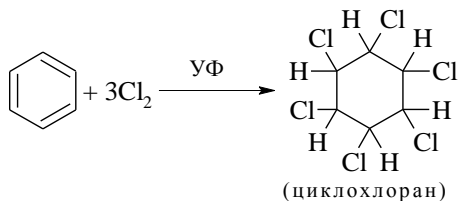
Реакції приєднання:

Арени, незважаючи на їхню ненасиченість, вступають в реакції приєднання зі значними труднощами.

- *Гідрювання* бензену відбувається тільки за наявності каталізатора при температурі



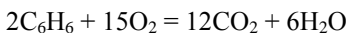
- *Галогенування.* Якщо подіяти на бензен галогенами при ультрафіолетовому освітленні, утворюються гексагалогенпохідні



Бензен не приєднує галагеноводні і воду!

Реакції окиснення:

• Горіння бензену:



Способи отримання аренив. Бензен здебільшого отримують пропусканням ацетилену над активованим вугіллям при 600°C :



З а д а ч і

95. Нафталін належить до конденсованої системи, що містить два бензенові кільця. Скільки може бути ізомерних дихлорнафталінів? Напишіть структурні формули усіх ізомерів.
96. Яка будова ароматичного вуглеводню складу C_9H_{12} , якщо відомо, що при його окисненні калій перманганатом утворюється бензентрикарбонова кислота, а при бромованні в присутності FeBr_3 – лише монобромпохідний вуглеводень?
97. Вуглеводень X, який є гомологом бензену, містить 89,19% карбону за масою. При окисненні 2,22 г цього вуглеводню підкисленим розчином калій перманганатом вивільняється 1,008 л газу (н. у.). Яка формула та можлива будова вуглеводню X?
98. Скільки атомів карбону міститься в 5 л бензену (густина 0,8 г/мл)?
99. Скільки може бути ізомерних триметилбензенів? Навести їх структурні формули.
100. Скільки може бути ізомерних тетраметилбензенів? Навести їх структурні формули.
101. Скільки може бути ізомерних пентаметилбензенів? Навести їх структурні формули.

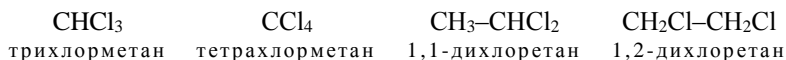
102. У разі дегідрування 132,5 г гомолога бензену утворився ненасичений вуглеводень (з одним $C=C$ зв'язком), який може приєднати 120 г бромю. Яка структурна формула вихідного вуглеводню, якщо вихід продукту за першою реакцією становить 60%, а другою – 100%?
103. Обчисліть, яка маса неочищеного бензену, що містить 20% домішок, потрібна для отримання 314 г бромбензену.
104. У разі хлорування 39 г бензену за присутності заліза було отримано 0,25 моля хлорбензену. Обчисліть масову частку виходу хлорбензену у відсотках.
105. У разі нітрування 0,2 моля бензену нітрувальною сумішшю отримано мононітропохідне, вихід якого становить 90%. Яка маса отриманого продукту?
106. Ароматичний вуглеводень складу C_8H_{10} у разі окиснення розчином калій перманганату при нагріванні з подальшим підкисленням реакційною сумішшю перетворився у сполуку складу $C_7H_6O_2$. Яка будова вихідного вуглеводню і продукту реакції.
107. У разі окиснення суміші бензену і толуєдену підкисленим розчином калій перманганату при нагріванні отримано 8,54 г одноосновної органічної кислоти. При взаємодії цієї кислоти з надлишком водного розчину натрій гідрокарбонату вивільнився газ, об'єм якого у 19 разів менший, ніж об'єм того самого газу, отриманого при цілковитому згорянні вихідної суміші вуглеводнів. Яка маса речовин у вихідній суміші.
108. Ароматичний вуглеводень, що містить 8 атомів карбону в молекулі, при взаємодії з бромною водою утворює дибромпохідне, відносна густина пари якого за воднем становить 132. Яка будова ароматичного вуглеводню.
109. У разі бромовання бензену в присутності $FeBr_3$ утворився газ, який пропустили крізь надлишок розчину аргентум(I) нітрату. При цьому утворився осад масою 4,70 г. Яка маса бензену вступила в реакцію з бромом, і скільки бромбензену утворилось?
110. Маємо суміш пари бензену і водню, яка на 10% легша ніж неон. Після пропускання суміші над нагрітим до $300^\circ C$ каталізатором утворився циклогексан, в результаті чого густина суміші стала більшою за густину неону за однакових умов. Обчисліть область допустимих значень для виходу реакції.

111. Скільки молів бензену можна теоретично отримати у разі тримеризації 6 молів ацетилену?
112. У разі нагрівання деякого вуглеводню з каталізатором утворилось 100 г толуєдну і 6,5 г водню. Якою є структура вихідного вуглеводню?
113. У разі нагрівання 500 г деякого насиченого вуглеводню з каталізатором утворилось 340 г ароматичного вуглеводню, що містить 8,7% водню за масою, і 29,6 г водню. Якою є структура вихідного вуглеводню? Обчисліть вихід реакції.

Галогенові похідні вуглеводнів

Галогенові похідні – це найпростіші похідні вуглеводнів, в яких атоми гідрогену заміщені галогенами.

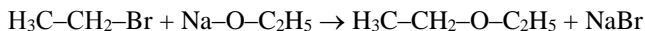
Номенклатура галогенових похідних вуглеводнів. Щоб назвати галогеновий похідний алкану перед назвою вуглеводню вводиться префікс флуор-, хлор-, бром- чи йод- з префіксами ди-, три-, тетра-, пента- тощо, залежно від кількості атомів галогену в молекулі. Місце галогену позначається як і зазвичай номером атома карбону в ланцюгу, з яким зв'язаний атом галогену. Основні представники:



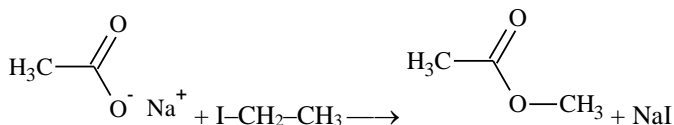
Хімічні властивості галогенових похідних вуглеводнів. Характерними реакціями для цього класу сполук є реакції з участю галогену. Зв'язок між атомом карбону і атомом галогену ковалентний полярний. Найхарактернішими для галогенових похідних вуглеводнів є реакції заміщення галогену і реакції відщеплення гідрогенгалогенідів. Характерна взаємодія з алкоголями, карбонатами й металами

Реакції заміщення:

- *Утворення етерів*

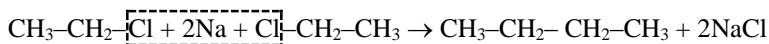


- *Утворення естерів*



Реакції відщеплення:

- *Взаємодія з лужними металами*

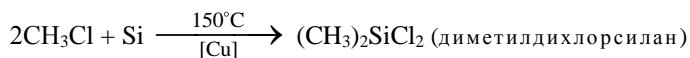


Хладони і фреони, їхнє застосування у пожежній справі. Деякі галогенові похідні вуглеводнів є ефективними інгібіторами горіння. За наявності в повітрі кількох відсотків *хладонів* (холодоагентів в холодильних установках) припиняється процес горіння речовин в газовій фазі. Втім такі речовини у своїй більшості руйнують озоновий шар атмосфери і тому заборонені до використання.

До галогенових похідних вуглеводнів, які не руйнують озонового шару відносяться різні флуоровуглеводні: CH_3F_3 – трифлуорометан, $\text{C}_3\text{H}_2\text{F}_6$ – гексафлуоропропан, C_4F_{10} – декафлуоробутан, C_6F_{14} – тетрадекафлуорогексан, C_3HF_7 – гептафлуоропропан. Ці флуорові похідні вуглеводнів забезпечують надійне гасіння пожеж, але за своєю ефективністю значно поступаються фреонам, які використовувалися раніше.

Способи отримання вогнегасних галогенових похідних вуглеводнів.

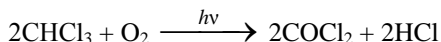
- *Одержання диметилдихлорсилану.* Алкілуванням силіцію метилхлоридом у присутності міді отримують силіконову рідину, яка створює повітряну плівку над осередком горіння.



- *Одержання фреонів.* Карбон(IV) хлорид CCl_4 застосовують для гасіння пожеж, оскільки ця речовина практично не горить та для отримання флуорохлоралканів



Екологічна небезпечність хладонів. Хлороформ CHCl_3 – речовина небезпечна для використання в пожежогазінні, тому що в присутності кисню та світла (умови пожежі) вона легко перетворюється у надзвичайно отруйну речовину фосген COCl_2



З а д а ч і

- 114.** На дихлоралкан, в якому атоми хлору розташовані біля сусідніх атомів карбону, подіяли надлишком спиртового розчину лугу. Маса газу, що вивільнилась виявилась у 2,825 разів меншою за масу вихідного дихлоралкану. Якою буде будова вихідної сполуки та продукту реакції?
- 115.** Масові частки елементів, що входять до складу хлорпохідного насиченого вуглеводню, відповідно становлять: карбону – 10,04%, гідрогену – 0,84%, хлору – 89,12%. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 4,12. Яка молекулярна формула речовини і як її слід назвати?
- 116.** Якою є молекулярна формула хлорпохідного пропану, в 32,0 г якого міститься 20,1 г хлору? Скільки є ізомерів у цієї сполуки?
- 117.** Наведіть два приклади органічних сполук, які не містять водню.
- 118.** Скільки може бути різних дифлуоретиленив, $C_2H_2F_2$? Напишіть їх структурні формули. Які типи ізомерії реалізуються у цих молекулах?
- 119.** Наведіть приклад органічної сполуки, яка може вступати в реакції заміщення і відщеплення. Напишіть рівняння цих реакцій.
- 120.** Обчисліть, скільки молів хлорметану утвориться у разі монохлорування 10 л метану хлором.
- 121.** Етиламін вступає в реакцію Гофмана з хлоретаном. Маса етиламіну у вихідній суміші становить 450 г, а маса хлоретану 322,5 г, втрати кінцевого продукту – 10%. Який амін утворюється в результаті реакції? Яка його маса?
- 122.** Ацетилен масою 15,6 г приєднав гідрогенхлорид масою 43,8 г. Яка формула продукту реакції?

ОКСИГЕНУМІСНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ

Оксигенвмісними органічними сполуками називають похідні вуглеводнів, в молекулах яких один або кілька атомів гідрогену заміщені функціональними групами, до складу яких входить один або кілька атомів кисену.

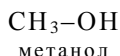
До оксигенвмісних органічних сполук належать: *спирти, феноли, альдегіди та кетони, карбонові кислоти, етери та естери.*

Одноатомні та багатоатомні спирти

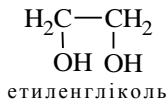
Спирти – це похідні вуглеводнів, у молекулах яких один або кілька атомів гідрогену заміщені гідроксильною групою (–ОН)

Будова спиртів. Кількість гідроксильних груп визначає атомність спиртів. Одноатомні спирти містять у молекулі одну гідроксильну групу, двоатомні – дві, триатомні – три. Наприклад:

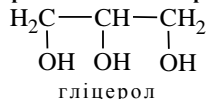
Одноатомний спирт



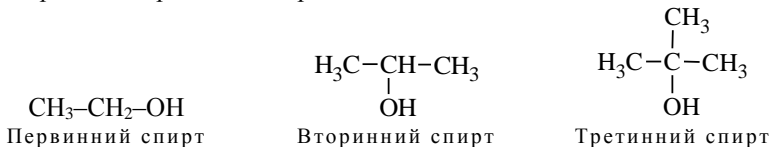
Двоатомний спирт



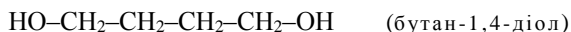
Триатомний спирт



Залежно від будови гідрогенкарбонowego залишку, або природи карбонowego атома, з яким сполучена гідроксильна група, розрізняють *первинні, вторинні та третинні* спирти:



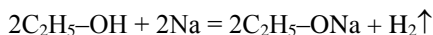
Номенклатура спиртів. Одноатомні насичені спирти позначаються загальною формулою $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$, двоатомні – $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{OH})_2$, триатомні – $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}(\text{OH})_3$. За систематичною номенклатурою назви спиртів утворюють додаванням до назви відповідного вуглеводню суфікс *-ол*. Якщо молекула містить кілька гідроксильних груп, то до назви додають суфікс *-діол, -тріол* тощо. Нумерацію починають з атома карбону, до якого найближче розміщена гідроксильна група, а місце розміщення гідроксилу позначають локантом, наприклад:



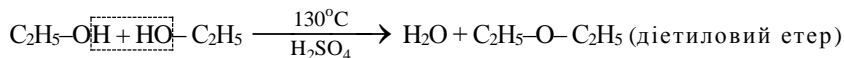
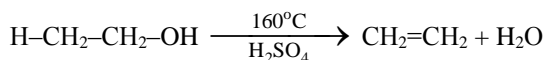
Фізичні та хімічні властивості спиртів. Нижчі спирти (до C₁₂) – рідини, температури кипіння спиртів значно вищі ніж у вуглеводнів чи їхніх галогенових похідних, з такою ж кількістю атомів карбону. Так етан кипить при (-88,3°C), етил бромід – (+38°C), етиловий спирт – (+78,5°C). Це пояснюється здатністю молекул спирту утворювати водневі зв'язки типу R–OH...O(R)H. Здатність спиртів відщеплювати протон від гідроксильної групи є тою характерною особливістю, яка визначає хімічні властивості спиртів.

Одноатомні спирти

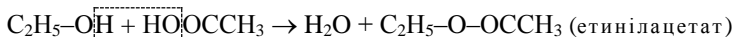
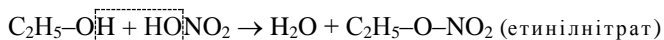
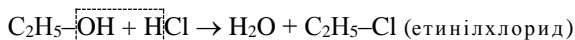
- *Взаємодія спиртів з лужними металами* з утворенням алкоголятів:



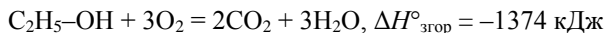
- *Дегідратація спиртів* (відщеплення води). Залежно від умов дегідратації утворюються олефіни або етери.



- *Взаємодія спиртів з кислотами.* Спирти реагують з мінеральними та органічними кислотами



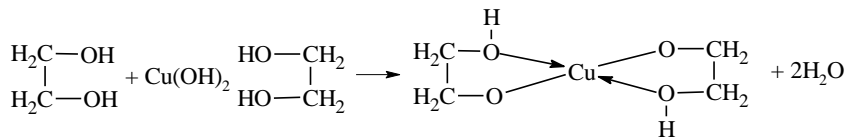
- *Окиснення спиртів.* Горіння спиртів можна розглядати як їх цілковите окиснення



Двоатомні спирти (гліколи або алкандіоли):

- *Гліколи* за хімічними властивостями подібні до одноатомних спиртів, з однією різницею, що гліколи можуть вступати в реакції за допомогою однієї або двох гідроксильних груп. Тому для гліколіз відомі два ряди похідних – повні і неповні. Втім, на відміну від одноатомних спиртів гліколіз реагують з оксидами чи гідроксидами важких металів. Харак-

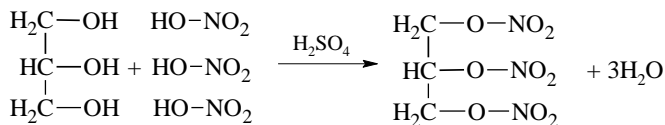
терна реакція з купрум(II) гідроксидом, яка відбувається з утворенням комплексної сполуки купрум(II) гліколяту:



Триатомні спирти (гліцериoli або алкантріоли):

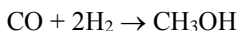
- *Гліцерол* (гліцерин) вступає в реакції, характерні для спиртів. В цих реакціях може брати участь одна, дві або три гідроксильні групи. Взаємний вплив трьох гідроксильних груп в молекулі гліцеролу посилює його кислотні властивості. Багатоатомні спирти, в тому числі й гліцерол, взаємодіють з $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (одноатомні не взаємодіють). Ця реакція є якісною на багатоатомні спирти, з'являється яскраво-синій колір купрум(II) гліколяту або купрум(II) гліцерату.

При взаємодії гліцерину з сумішшю нітратної і сульфатної кислот утворюється вибухова речовина – *тринітрогліцерин*



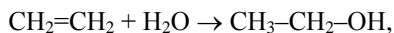
Тринітрогліцерин – важка, масляниста рідина, яка вибухає навіть при легкому струшуванні та при нагріванні, тому перевезення його вкрай небезпечно. Щоб уникнути цього до нітрогліцерину додають пористий порошок, наприклад інфузорну землю.

Способи отримання спиртів В промисловості метанол синтезують із синтез-газу на каталізаторі (ZnO , Cu) при 250°C і тиску 5–10 МПа:

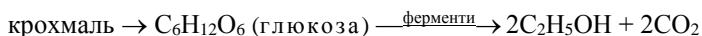


Раніше метанол отримували сухою перегонкою деревини без доступу повітря.

Етанол отримують гідратацією етилену (H_3PO_4 ; 280°C ; 8 МПа):



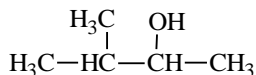
або бродінням крохмалю (чи целюлози):



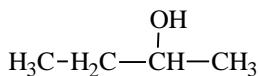
Джерелом крохмалю є зерно (картопля).

З а д а ч і

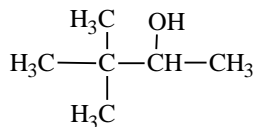
123. Дайте назву сполуці, використовуючи номенклатуру IUPAC:



124. Дайте назву сполуці, використовуючи номенклатуру IUPAC:



125. Дайте назву сполуці, використовуючи номенклатуру IUPAC:



126. Яка масова частка кисню в бутиловому спирті у відсотках?

127. Скільки найближчих гомологів є у етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$? Напишіть їх структурні формули.

128. Скільки ізомерів має сполука $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$? Для кожного з них вкажіть тип ізомерії.

129. Загальна кількість атомів у зразку насиченого одноатомного спирту масою 120 г дорівнює 22,5 моля. Яка молекулярна формула спирту?

130. Які маси гліцерину і води треба взяти для приготування 20% розчину гліцерину масою 200 г.

131. Обчисліть масові частки речовин у суміші етилового спирту й води, в якій би кількість атомів кисню була у 2,5 рази більшою, ніж кількість атомів карбону.

132. Етиленовий вуглеводень (35 г) при окисненні водним розчином калій перманганату на холоді (масова частка виходу 80%) перетворюється в сполуку, яка в присутності надлишку лугу може прореагувати без залишку з купрум(II) гідроксидом, отриманим з 32 г купрум(II) сульфату. Встановіть будову вуглеводню, якщо відомо, що він може існувати в формі *цис*- і *транс*-ізомерів.

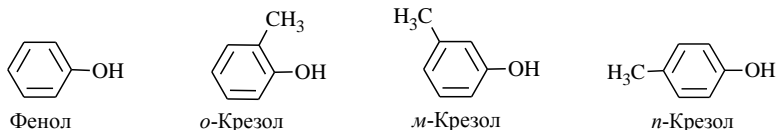
133. У разі обробки 10,5 г етиленового вуглеводню водним розчином калій перманганату отримали 15,2 г двоатомного спирту. В реакції цього спирту з надлишком натрію вивільнилось 4,48 л газу (н. у.). Встановіть будову двоатомного спирту і його вихід (у %) від теоретичного, перераховуючи на вихідний етиленовий вуглеводень.
134. Яка маса органічної речовини утвориться при взаємодії 50 г ацетатної кислоти з 40 г етилового спирту при нагріванні в присутності сульфатної кислоти?
135. Скільки літрів водню (н. у.) може утворитися при взаємодії етиленгліколю масою 4 г з металічним натрієм масою 2,3 г?
136. У разі обробки 10,5 г пропілену водним розчином калій перманганату отримали 0,2 моля двоатомного спирту. Розставте коефіцієнти в рівнянні окисно-відновної реакції. Встановіть структурну формулу двоатомного спирту і його вихід (у %) від теоретичного, перераховуючи на вихідний вуглеводень.
137. Скільки грамів розчину етанолу з масовою часткою 95% потрібно для отримання 401 л бутадієну-1,3 (н. у.). Вихід дивінілу становить 20% від теоретично можливого.
138. Скільки грамів формаліну з масовою часткою формальдегіду 40%, можна отримати із 16 г метилового спирту?
139. Яка маса розчину пропанолу-2 з масовою часткою розчиненої речовини 85%, була витрачена, якщо при його окисненні 40 г розчину калій біхромату, було отримано 29 г чистого ацетону?
140. Який об'єм етилену можна отримати при дегідратації етанолу масою 50 г, за умови, що об'ємна частка втрат етилену становить 11%?
141. До 16,6 г суміші етилового і пропілового спиртів додали надлишок натрію. Водень, що при цьому віділівся, змішали з 4,48 л аргону (н. у.) і отримали газову суміш, що має відносну густину за повітрям 0,818. Обчисліть масові частки спиртів у вихідній суміші.
142. У разі повного окиснення одноатомного спирту утворюється кислота, для нейтралізації 10 г якої пішло 27 мл 20% розчину калій гідроксиду ($\rho = 1,18$ г/мл). Встановіть формулу спирту, напишіть структурні формули всіх його ізомерів.

143. Як зміниться маса трубки з розпеченим купрум(II) оксидом після пропускання крізь неї водню, отриманого при взаємодії металічного калію з 15 г суміші гліцерину, фенолу і піролу у мольному співвідношенні речовин 1 : 2 : 3, відповідно?
144. При міжмолекулярній дегідратації 30 г одноатомного спирту невідомого складу утворилось 3,6 г води, причому вихід H_2O в реакції становив 80% від теоретичного. Яка будова вихідного спирту, якщо відомо, що в його молекулі присутні дві метилові групи?

Феноли

Феноли – органічні сполуки, які містять гідроксильну групу, безпосередньо сполучену з атомом карбону бензенового ядра

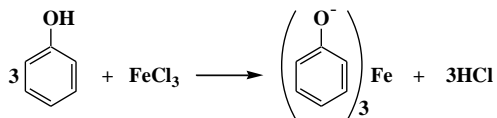
Будова та номенклатура фенолів. Феноли, як і спирти, можуть бути *одно-* та *багатоатомними*. Найпростішим представником одноатомних фенолів є похідне бензену $\text{C}_6\text{H}_5\text{—OH}$, яке називають *фенолом* або карболовою кислотою. Фенол ізомерів не має. Толуєден утворює три ізомери складу $\text{CH}_3\text{—C}_6\text{H}_5\text{—OH}$, які називають *крезолами*:



Фізичні та хімічні властивості фенолів. Фенол – кристалічна речовина, яка плавиться при 42°C . Використовується в промисловості для одержання пластмас (конденсацією з формальдегідом), капролактаму. Він використовується для одержання барвників (трифенілметанового ряду), лікарських препаратів (саліцилова кислота), вибухових речовин (пікринова кислота). Фенол є сильним антисептиком. Має дуже неприємний запах.

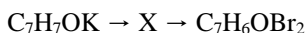
Крезоли – темні олієподібні рідини з характерним запахом, їхні антисептичні властивості виражені більше, ніж у фенолу.

Феноли мають більш виражені кислотні властивості (звідси назва карболова кислота!) ніж дво- та триатомні спирти і вода, втім як кислота вона слабкіша, ніж карбонатна і карбонові кислоти. Тому фенол реагує з розчином лугу з утворенням феноляту, однак він не в змозі витиснути вуглекислий газ з натрій карбонату. Фенол дає з розчином ферум(III) хлориду фіолетове забарвлення. Ця реакція є якісною на феноли:



З а д а ч і

145. Визначте, яка маса фенолу вступить в реакцію з натрій гідроксидом, якщо розчин натрій гідроксиду взято в надлишку, а маса отриманого натрій феноляту дорівнює 232 г.
146. Який об'єм 9,4% розчину фенолу в етанолі ($\rho = 0,9$ г/мл) має прореагувати з надлишком металічного натрію, щоб воднем, який виділиться, можна було повністю каталітично прогідрувати ацетилен об'ємом 2,56 л (н. у.)?
147. Для нейтралізації суміші фенолу й ацетатної кислоти потрібно 23,4 мл 20% розчину калій гідроксиду ($\rho = 1,2$ г/мл). При взаємодії вихідної суміші з бромною водою утворилось 16,55 г осаду. Який склад вихідної суміші (у г)?
148. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



Напишіть структурні формули вихідних речовин і продуктів реакції.

149. У разі взаємодії суміші фенолу і акрилової (пропенової) кислоти з розчином натрій гідрогенкарбонатом, об'ємом 86,6 мл з масовою часткою 15% і густиною 1,02 г/мл вивільнилось 2,44 л газу (25°C і 1 атм.). Суміш такого самого складу може прореагувати з бромною водою, яка містить 64 г бромю. Визначте склад вихідної суміші у масових частках.
150. У результаті дії надлишку натрію на суміш етилового спирту й фенолу вивільнилось 6,72 л водню (н. у.). Для повної нейтралізації цієї самої суміші потрібно було 25 мл 40% розчину калій гідроксиду ($\rho = 1,4$ г/мл). Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.
151. Суміш двох ізомерів, один з яких є ароматичний спирт, а інший – гомолог фенолу, під час обробки надлишком натрію увиділяє 560 мл (н. у.) газу. Така сама суміш тієї самої маси може вступити у

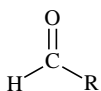
взаємодію з 2 мл розчину натрій гідроксиду з концентрацією 10 моль/л. Обчисліть масові частки речовин у вихідній суміші.

Альдегіди і кетони

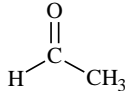
Альдегіди і кетони – це похідні вуглеводнів, молекули яких містять функціональну карбонільну групу (оксогрупу):



Будова альдегідів та кетонів. В альдегідах карбонільна група сполучена з атомом гідрогену і вуглеводневим радикалом, наприклад:

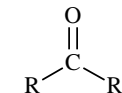


Альдегід

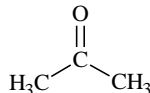


Ацеталь

В кетонах карбонільна група сполучена з двома радикалами, наприклад:



Кетон



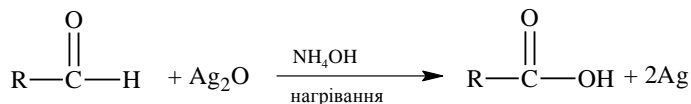
Ацетон

Альдегіди

Фізичні та хімічні властивості альдегідів. Формальдегід (метановий альдегід) – газ, решта гомологів – рідини, найвищі ж – тверді речовини. Нижчі альдегіди мають різкий, неприємний запах, деякі вищі – навпаки приємно пахнуть. Основні типи хімічних реакцій альдегідів це: окиснення; приєднання по карбонільній групі; заміщення по карбонільній групі; конденсація і полімеризація.

Реакції окиснення:

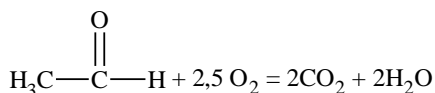
- *Окиснення альдегідів аргентум(I) оксидом в амоніачному розчині* (реакція срібного дзеркала). При нагріванні Ag_2O окиснює альдегід і сам відновлюється до металічного срібла, яке утворює дзеркало на стінках посудини



- Окиснення альдегідів купрум(II) гідроксидом в амоніачному розчині. При нагріванні $\text{Cu}(\text{OH})_2$ окиснює альдегід, відновлюючись до Cu_2O (цегляно-червоний)

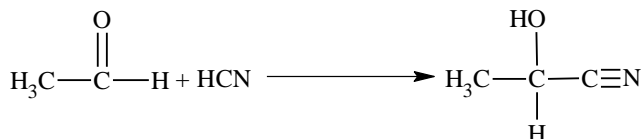


- Реакція горіння:



Реакції присднання:

- Присднання ціанідної кислоти з утворенням ціангідринів – сполук, в яких гідроксидна ($-\text{OH}$) та нітрильна ($-\text{C}\equiv\text{N}$) групи розміщені біля одного атома карбону



Формальдегід – отруйний газ, подразнює слизові оболонки очей і дихальних шляхів. 40% р-н формальдегіду у воді називається формаліном. При упарюванні формаліну з аміаком утворюється уротропін. Спресований уротропін використовують як тверде паливо під назвою “сухий спирт”.

Оцтовий альдегід – використовують для виробництва оцтової кислоти, етилового спирту, синтетичних смол і пластмас.

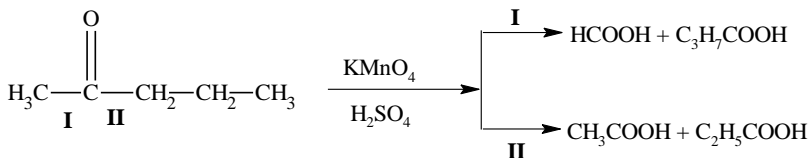
Кетони

Фізичні та хімічні властивості кетонів. Фізичні властивості кетонів в гомологічному ряду змінюються так само, як і альдегідів, але газоподібних кетонів не буває, бо найпростіший з них (ацетон) – рідина. Кетони мають приємний запах, добре змішуються з водою. Для кетонів, як

і для альдегідів, характерні реакції окиснення, приєднання, заміщення, полімеризації та конденсації.

Реакції окиснення

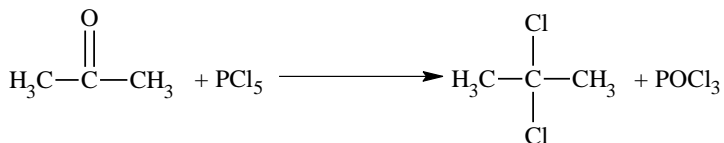
- Кетони не окиснюються слабкими окисниками, не утворюють „срібного дзеркала” не окиснюються купрум(II) гідроксидом. При окисненні сильними окисниками, відбувається розривання карбонового ланцюга поруч з карбонільною групою



Кетони, як і альдегіди, добре горять.

Реакції заміщення:

- *Заміщення карбонільної групи:*



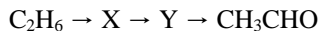
Ацетон – безбарвна, легкокипляча ($t_{\text{кип}} = 56,1^\circ\text{C}$) рідина зі специфічним запахом. Використовується в промисловості як розчинник, при виробництві лаків, фарб, бездимного пороху, кіноплівки, органічного скла, клеїв та в парфумерії.

З а д а ч і

152. Обчисліть масову частку Оксигену (у %) у складі молекули пропаналу.
153. Якою є будова розгалуженого альдегіду, якщо масовий вміст Оксигену в його молекулі становить 22,2%?
154. Обчисліть масу ацетону у водному розчині, об'ємом 650 мл, якщо густина цього розчину дорівнює 0,954 г/мл, а масова частка розчиненої речовини становить 30%.

155. Порівняйте реакційну здатність бензальдегіду, ацетатного альдегіду, хлоралю, ацетону і бензофенону.
156. Скільки грамів ацетатного альдегіду потрібно для отримання 180 г ацетатної кислоти? Реакція є кількісною.
157. У разі пропускання крізь прозорий водний розчин солі "А" вуглекислого газу розчин каламутніє, оскільки утворюється малорозчинна сполука "В". У разі додавання до сполуки "В" бромної води утворюється білий осад речовини "С". Напишіть формули речовин "А", "В" і "С". Напишіть рівняння реакцій.
160. Для каталітичного гідрування 17,8 г суміші форміатного і ацетатного альдегідів до відповідних спиртів пішло 11,2 л водню (н. у.). Визначте масові частки альдегідів у суміші.
161. У разі окиснення 17,6 г невідомої оксигенумісної органічної сполуки утворилось 24,0 г одноосновної карбонової кислоти, взаємодія якої з надлишком натрій гідрокарбонату вивільняє 8,96 л (н. у.) газу. Яка будова вихідної сполуки?
162. Окиснення 23,2 г насиченого альдегіду дало 29,6 г одноосновної карбонової кислоти. Яка будова альдегіду?
163. До 1,17 г суміші пропанолу-1 і невідомого альдегіду додали амоніачний розчин 5,80 г аргентум оксиду та трохи підігріли. Осад, що випав, відфільтрували, а аргентум оксид, що не прореагував, перетворили на аргентум хлорид, маса якого становила 2,87 г. Яка будова альдегіду, якщо мольне співвідношення альдегід : спирт становить 3 : 1?
164. Суміш формальдегіду з воднем, що має об'єм 56 л (н. у.) і масу 33 г, пропустили над нагрітим нікелевим каталізатором. Метанол, що при цьому утворився, вивільняє 6,72 л (н. у.) водню в реакції з натрієм. Обчисліть вихід реакції гідрування.
165. Яка кількість (у г) органічної речовини утвориться у разі гідратації 201,6 л ацетилену в присутності солі ртуті? Вихід кінцевого продукту становив 80% від теоретично можливого. Об'єм ацетилену вимірювали за нормальних умов.
166. Скільки грамів формаліну з масовою часткою формальдегіду 40%, можна отримати з 16 г метилового спирту?

167. Обчисліть, яку масу розчину пропанолу-2 з масовою часткою розчиненої речовини 85% було витрачено, якщо при окисненні його 40 г розчином біхромату калію отримали 29 г чистого ацетону.
168. Речовина, до складу молекули якої входять три атоми карбону, вісім атомів водню і один атом кисню, при окисненні купрум(II) оксидом перетворюється в сполуку, що при взаємодії з надлишком амоніачного розчину аргентум(I) оксиду виділяє 21,6 г осаду. Який з трьох ізомерів вихідної сполуки і яку масу було взято? Всі процеси відбуваються кількісно.
169. Після дегідратації насиченого одноатомного спирту і подальшої обробки утвореної сполуки надлишком водню бромідом отримано 65,4 г броміду з виходом 75% від теоретичного. При взаємодії цієї ж кількості спирту з натрієм вивільнилось 8,96 л газу (н. у.). Визначте, який спирт було взято.
170. Сполуку складу $C_4H_8Cl_2$ з нерозгалуженим карбоновим ланцюгом нагріли з водним розчином натрій гідроксиду і отримали органічну сполуку, яка при окисненні купрум(II) гідроксидом перетворилась у сполуку складу $C_4H_8O_2$. Встановіть будову вихідної сполуки.
171. Яка маса 1-бромпропану потрібна для отримання через низку претворень 29 г ацетону, якщо всі реакції відбуваються зі 100% виходом?
172. Яку масу метилетилкетону можна отримати тристадійним синтезом із 740 г бутанолу-1, якщо вихід продуктів на кожній стадії становить 50%?
173. Напишіть рівняння реакції, що відповідають такій схемі синтезу ацетальдегіду із етану:



Що це за невідомі речовини X і Y?

174. У разі окиснення насиченого одноатомного спирту А отримали 32,5 г суміші, що складається із вихідного спирту, альдегіду і монокарбонової кислоти (їхнє мольне співвідношення 1 : 2 : 3). До якої суміші речовин додали надлишок водного розчину натрій гідроксидату. При цьому вивільнилось 3,36 л газу (н. у.). Яким є якісний і кількісний склад суміші, отриманий внаслідок окиснення спирту А?

175. У разі взаємодії 12,5 г суміші сполук, що утворюється при каталітичному окисненні метилового спирту і не містить CO_2 , з надлишком амоніачного розчину аргентум(I) оксиду випало 43,2 г осаду, а при обробці такої самої кількості тієї ж суміші надлишком барій карбонату вивільнилось 1,12 л газу (н. у.). Який відсоток метилового спирту залишився у суміші, отриманій при його окисненні.

Вуглеводи

Вуглеводами (цукрами) називають сполуки із загальною формулою $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$, з чим і пов'язана їхня назва (вуглець + вода)

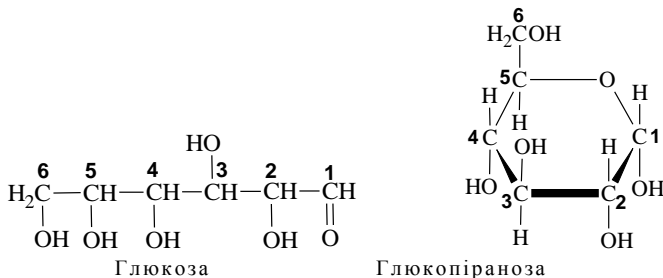
Класифікація вуглеводів. За хімічною класифікацією вуглеводи належать до гетерофункціональних сполук, мають змішані функції, бо містять альдегідну чи кетонну групи і кілька гідроксильних груп. Вуглеводи це *альдегідоспирти* або *кетоноспирти*.

Всі вуглеводи поділяються на дві основні групи: прості вуглеводи (*моноцукриди* або *монози*) і складні (*поліцукриди* або *полінози*). Назви моноцукридів мають родові закінчення *-оза*. Моноцукриди класифікують за двома ознаками:

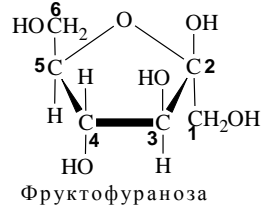
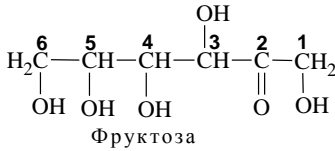
1. за кількістю атомів кисню в молекулі. Ця кількість (n) в назвах моноз вказується грецьким числівником (наприклад, *тетроза* $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_4$ $n = 4$, *пентоза* $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$ $n = 5$, *гексоза* $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $n = 6$);
2. залежно від функціональної групи розрізняють *альдоза* (містять альдегідну групу) та *кетоза* (містять кетонну групу).

Моноцукриди. Найпоширенішими в природі є гексози – *глюкоза* (альдогексоза) і *фруктоза* (кетогексоза).

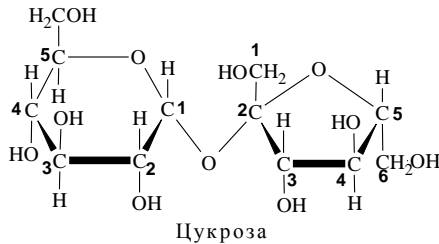
Молекула глюкози існує у двох формах – в ланцюговій і циклічній (шестичленне *піранове* кільце). Розчин глюкози у воді це сукупність двох форм, які щоразу взаємно перетворюються.



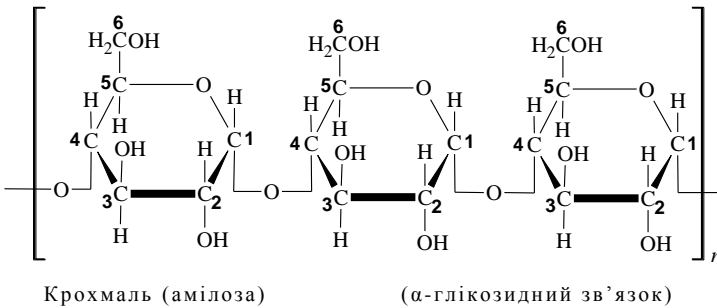
Молекули фруктози також існують у двох формах – ланцюговій і циклічній (п'ятичленне фуранове кільце)

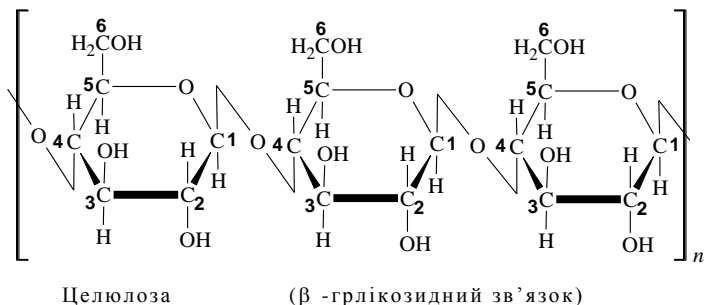


Дицукриди. Цукроза може бути прикладом дицукридів. В молекулі цукрози одна із ланок є шестичленним циклом глюкози, інша – п'ятичленним циклом фруктози. Ці дві ланки сполучені хімічним зв'язком, тому цукроза не є сумішшю двох речовин.



Поліцукриди. Крохмаль і целюлоза – це приклад поліцукридів (поліглюкоза). Відрізняють крохмаль від целюлози способом сполучення окремих ланок глюкози:





Найбільш поширеним вуглеводом є целюлоза. Вона є головною складовою частиною оболонки клітин рослин. Волокна бавовни (очищена вата) і фільтрувальний папір – це зразки майже чистої целюлози. Розчин целюлози в $ZnCl_2$ і амоніачному розчині купрум(II) гідроксиду використовують для одержання мідно-амоніачного шовку. З целюлози виготовляють віскозу, целофан, целулоїд, ацетатний шовк, негорючу рентгенівську і кіноплівку, лаки тощо.

Термічне розкладання і горіння целюлози та деревини:

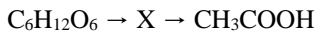
- Основною складовою частиною деревини є целюлоза. Деревина застосовується як будівельний матеріал і здатна до горіння. Під дією зовнішнього тепла деревина піддається піролізу. При $200-280^\circ C$ целюлоза перетворюється на вугілля; суміш газів, що не здатні до горіння ($CO + CO_2 + H_2O$). При $280-340^\circ C$ целюлоза перетворюється на смолу, яка виділяє велику кількість горючих газів ($CH_4 + CO$). Деревина займається в основному при $250-260^\circ C$. Верхній шар деревини при $500^\circ C$ перетворюється на деревне вугілля. Коли вся деревина перетворюється на деревне вугілля далі горить тільки саме вугілля. Ця фаза горіння називається тлінням.

Біологічне значення вуглеводів:

- Вуглеводи дуже поширені в живій природі: виноградний цукор (*глюкоза*), фруктовий цукор (*фруктоза*), буряковий і тростинний цукор (*цукроза*), крохмаль, целюлоза тощо. В результаті фотосинтезу рослини щорічно на нашій планеті синтезують величезну масу вуглеводів. Близько 80% сухої речовини рослин припадає на вуглеводи. В зерні, картоплі, овочах, плодах вуглеводи є резервною поживною речовиною. Вуглеводи є складовою частиною організмів людини і тварин, де вони виконують важливі біологічні функції.

З а д а ч і

176. Природна сполука складу $C_5H_{10}O_4$ дає реакцію срібного дзеркала, при дії метанолу в присутності каталітичної кількості гідроген хлориду утворює монометиловий ефір, а при нагріванні з гідроген йодидистою кислотою і фосфором перетворюється в 2-йодопентан. Запропонуйте можливу структурну формулу вихідної речовини і продуктів її перетворень. Складіть рівняння реакції утворення 2-йодопентану з цієї речовини.
177. Який об'єм розчину спирту (у мл), густиною 0,95 г/мл, отримаємо при бродінні 900 г розчину глюкози, з масовою часткою розчиненої речовини 10%? Масова частка спирту в отриманому внаслідок бродіння розчині становить 8%.
178. Обчисліть скільки літрів повітря, взятого за нормальних умов, потрібно буде для того, щоб в процесі фотосинтезу в зеленій рослині утворилось 0,9 г глюкози. Об'ємна частка вуглекислого газу в повітрі становить 0,03%.
179. Суміш ацетальдегіду і глюкози загальною масою 2,68 г розчинили у воді, і отриманий розчин додали до амоніачного розчину аргентум(I) оксиду, приготованого із 36 мл 34% розчину аргентум(I) нітрату ($\rho = 1,4$ г/мл). Осад, який випав при легенькому нагріванні відфільтрували і до фільтрату, нейтралізованого нітратною кислотою, додали надлишок розчину калій хлориду. При цьому випало 5,74 г осаду. Обчисліть масові частки речовин у вихідній суміші. Напишіть необхідні рівняння реакцій.
180. За цілковитого гідролізу 243 г поліцукриду утворилось 270 г моноцукриду. Встановіть молекулярну формулу моноцукриду.
181. Напишіть рівняння (чи схеми) реакцій, що відповідають наведеній нижче послідовності перетворень:



Що це за речовина X?

182. Скільки срібла можна отримати при взаємодії 18 г глюкози з надлишком амоніачного розчину аргентум(I) оксиду? Який об'єм (н. у.) газу вивільниться у разі спиртового бродіння такої самої кількості глюкози, якщо вихід продукту реакції становить 75%?

183. Певну кількість глюкози розділили на дві частини у співвідношенні 1 : 2. Меншу частину окиснили амоніачним розчином аргентум(I) оксиду і отримали 21,6 г осаду. Яку масу шестиатомного спирту можна отримати при відновленні другої частини глюкози, якщо вихід цієї реакції становить 75%?
184. Дерево при максимальній інтенсивності фотосинтезу спроможне перетворити за добу 50 г карбон(IV) оксиду у вуглеводи. Скільки літрів кисню (н. у.) при цьому вивільниться?
185. Яка кількість речовини відповідає масі мальтози, що дорівнює 784 г?
186. Яку масу матиме порція цукрози кількістю речовини в 0,35 моля?
187. Обчисліть масу карбону, гідрогену і кисню, що містяться в 1 кг цукрози $C_{12}H_{22}O_{11}$.
188. У разі цілковитого гідролізу цукрози утворилось 270 г суміші глюкози і фруктози. Які маси цукрози і води вступили в реакцію?
189. Рафіноза – трицукрид, який міститься в горосі і бобах. Молекула цієї речовини складається із залишків глюкози, фруктози і галактози (ізомер глюкози). Яка молекулярна формула рафінози?
190. Масова частка крохмалю в картоплі становить 20%. Яка маса глюкози може бути отримана із картоплі масою 8100 кг?
191. У зразку крохмалю масою 100 г міститься $7,5 \cdot 10^{18}$ молекул. Якою є середня молекулярна маса крохмалю?
192. Скільки грамів спирту можна отримати з 1 кг кукурудзяних зерен, що містять 70% крохмалю за масою?

Карбонові кислоти

Карбонові кислоти – це похідні вуглеводнів, які містять у молекулі одну або кілька функціональних карбоксильних груп ($R-COOH$)

Номенклатура карбонових кислот. Назви карбонових кислот утворюють від назви відповідного алкану з додаванням закінчення *-ова кислота* (метанова (*форміатна*), етанова (*ацетатна*) кислоти тощо) Втім, значна кількість карбонових кислот зберігає тривіальні назви: мурашина $HCOOH$, оцтова CH_3COOH , масляна $CH_3CH_2CH_2COOH$, лауринова $C_{12}H_{23}COOH$, пальмітинова $C_{15}H_{31}COOH$, стеаринова $C_{17}H_{35}COOH$, щавелева $HOOC-COOH$ кислоти тощо.

Класифікація карбонових кислот.

- Кількість карбонових груп визначає основність кислоти (R–COOH одноосновна або монокарбонова, HOOC–R–COOH – двоосновна або дикарбонова тощо).
- Залежно від природи радикала карбонові кислоти поділяються на *ациклічні* (CH₃COOH – ацетатна кислота) і *циклічні* (C₆H₅–COOH – бензойна кислота).
- Крім того карбонові кислоти поділяються на низькомолекулярні та високомолекулярні, тобто з більш ніж 15 атомами карбону в молекулі.

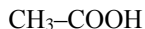
Будова карбонових кислот показана на прикладі найбільш поширених в природі кислот:



Форміатна (мурашина) кислота



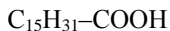
В природі трапляється у складі пекучої кропиви, в мурашках. Використовується у текстильній промисловості, для протравлювання при фарбуванні вовняних та бавовняних тканин, у виноробстві при дезінфікації діжок, в медицині.



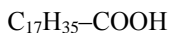
Ацетатна (оцтова) кислота



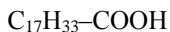
Безводна оцтова кислота замерзає при +16,6°C, таку кислоту називають льодяною. Оцтова есенція – це 70-80% розчин кислоти, а столовий оцет – 6% розчин. Оцтова кислота дуже поширена в природі.



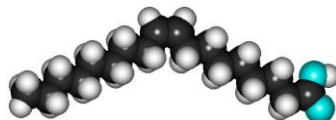
Пальмітинова кислота



Стеаринова кислота



Олеїнова кислота



Фізичні властивості карбонових кислот. Перші три кислоти гомологічного ряду (мурашина, оцтова, пропіонова) – рідини, добре розчинні у воді. Наступні представники – олійсті рідини, погано розчинні у воді. Починаючи з капринової кислоти C₉H₁₉COOH – тверді речовини, нероз-

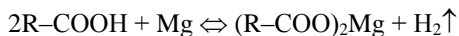
чинні у воді, розчинні в спирті й етері. Всі рідкі кислоти мають своєрідний запах, тверді кислоти не пахнуть.

Хімічні властивості алканових кислот. Карбонові кислоти дуже активні речовини.

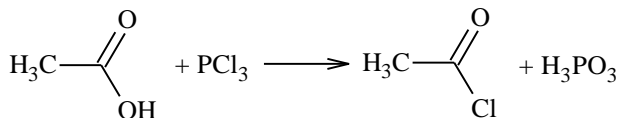
Дисоціація кислот. Органічні кислоти у воді є слабкими електролітами і дисоціюють як



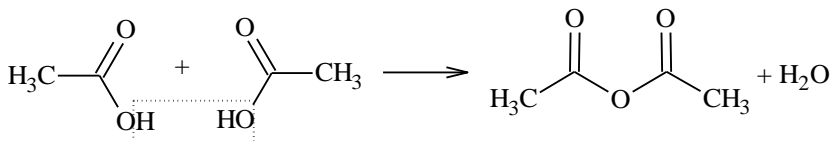
Утворення солей. При взаємодії з активними металами, оксидами металів, основами органічні кислоти дають солі, наприклад



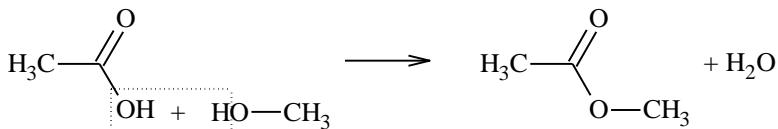
Утворення галогенангідридів. При заміщенні гідроксилу карбоксильної групи кислот галогенами утворюються похідні кислот – галогенангідриди



Утворення ангідридів кислот. Якщо віднімати воду від двох молекул кислоти в присутності каталізатора утворюються ангідриди кислот



Утворення естерів. (реакція етерифікації) Безпосередньою взаємодією кислоти та спирту в присутності сульфатної кислоти утворюються естери



З а д а ч і

193. Загальна кількість атомів у зразку насиченої одноатомної карбонової кислоти масою 97,5 г відповідає кількості речовини 13,0 моль. Яка молекулярна формула кислоти.
194. Встановіть формулу карбонової кислоти, яка містить 40,0% карбону і 53,3% кисню за масою.
195. Органічна кислота в кількості 1 моль може приєднати 1 моль бромму. У разі цілковитого згоряння певної кількості цієї кислоти утворилось 15,84 г карбон(IV) оксиду і 6,12 г води. Встановіть можливу формулу вихідної кислоти.
196. Скільки грамів оксалатної кислоти і води необхідно взяти для приготування 400 грамів розчину з масовою часткою розчиненої речовини у 8%?
197. Обчисліть молярну концентрацію розчину, отриманого при розчиненні 30 г ацетатної кислоти в мірній колбі об'ємом 500 мл.
198. Ацетатну кислоту масою 9,60 г помістили в посудину об'ємом 8,70 л і нагріли до температури 230°C. Тиск насиченої пари при цьому становив 40,8 кПа. Визначте кількість молекул димера ацетатної кислоти в газовій фазі.
199. Ацетатну кислоту масою 5,40 г помістили в посудину об'ємом 4,50 л і нагріли до температури 200°C. Тиск насиченої пари при цьому становив 43,7 кПа. Визначте кількість молекул димера ацетатної кислоти в газовій фазі.
200. Для отримання чистого карбон(II) оксиду використовують реакцію розкладання форміатної кислоти. Скільки грамів розчину форміатної кислоти, з масовою часткою кислоти 85%, треба взяти для отримання 20 л чадного газу, виміряного за нормальних умов?
201. Сполука "А" $C_7H_6O_3$ з надлишком натрій гідроксиду чи гідрокарбонату утворює продукти складу $C_7H_4Na_2O_3$ чи $C_7H_5NaO_3$, відповідно. В реакції з метанолом в присутності сульфатної кислоти "А" перетворюється у сполуку складу $C_8H_8O_3$. Наведіть можливі структури "А" і запишіть рівняння реакцій.
202. Речовина "А" $C_3H_4O_2$, що легко полімеризується, в реакції з гідроксидом барію утворює сполуку складу $C_6H_6BaO_4$, з гідрогенбромідом

– $C_3H_5BrO_2$, з етанолом в кислому середовищі – $C_5H_8O_2$. Запишіть структурну формулу речовини "А" і рівняння реакцій.

- 203.** Наведіть одну із можливих структур сполуки А складу $C_4H_4O_4$, яка взаємодіє з етанолом в присутності сульфатної кислоти з утворенням сполуки складу $C_8H_{12}O_4$. При взаємодії А з бромом в тетрахлорметані утворюється речовина $C_4H_4Br_2O_4$. При окисненні водним розчином калій перманганату речовина А перетворюється у сполуку складу $C_4H_6O_6$. Запишіть рівняння всіх зазначених реакцій.
- 204.** Подіявши натрієм на 13,8 г суміші етилового спирту і одноосновної органічної кислоти отримуємо 3,36 л газу (н. у.), а подіявши насиченим розчином натрій гідрокарбонату на цю саму суміш отримуємо 1,12 л газу (н. у.). Яка будова органічної кислоти і який склад вихідної суміші (у % за масою)?
- 205.** Зразок насиченої одноосновної органічної кислоти масою 3,7 г нейтралізували водним розчином натрій гідрокарбонату. У разі пропускання газу, що вивільнився через вапняну воду отримали 5,0 г осаду. Яка це кислота і який об'єм вивільненого газу (н. у.)?
- 206.** У разі окиснення 400 г водного розчину форміатної кислоти амоніачним розчином аргентум оксиду утворилось 8,64 г осаду. Яка масова частка кислоти у вихідному розчині?
- 207.** Для отримання хлорацетатної кислоти було взято 75 г ацетатної кислоти. Яка маса насиченого розчину кальцій гідроксиду потрібна для нейтралізації продуктів реакції, якщо процес проходить на 100%? Розчинність кальцій гідроксиду становить 0,165 г на 100 г води.
- 208.** Розчин суміші форміатної і ацетатної кислот провзаємодіяв з 0,77 г магнію. Продукти згорання цієї ж кількості суміші пропустили крізь трубку з безводним купрум(II) сульфатом. Маса трубки зросла на 1,8 г. Обчисліть мольне співвідношення кислот у вихідному розчині.
- 209.** Який об'єм 10% розчину калій гідроксиду ($\rho = 1,09$ г/мл) буде потрібний для нейтралізації суміші, що складається із 1 г ацетатної кислоти і 1 г форміатної кислоти?
- 210.** Маємо 148 г суміші двох органічних сполук однакового складу $C_3H_6O_2$. Встановіть будову цих сполук і їх масові частки в суміші, якщо відомо, що одна з них при взаємодії з надлишком натрій

гідрокарбонату вивільняє 22,4 л (н. у.) карбон (IV) оксиду, а інша не реагує з натрій карбонатом і амоніачним розчином аргентум оксиду, але при нагріванні з водним розчином натрій гідроксиду утворює спирт і сіль кислоти.

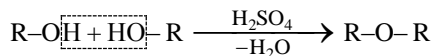
211. У разі спікання натрієвої солі одноосновної органічної кислоти з натрій гідроксидом вивільнилось 11,2 л (н. у.) газоподібної органічної сполуки, що за нормальних умов має $\rho = 1,965$ г/л. Скільки грамів солі вступило в реакцію і який газ вивільнився?
212. У разі взаємодії ацетальдегиду з сульфатнокислим розчином калій біхромату утворився розчин, в якому масова частка ацетатної кислоти становила 6,0%. Обчисліть масові частки решти продуктів реакції в отриманому розчині.
213. При окисненні (без розриву С–С зв'язку) насиченого одноатомного спирту утворилась кислота з 80% виходом. Подіявши на цю кислоту надлишком цинку отримуємо 4,48 л водню (н. у.). Яка кислота і в якій кількості була отримана? Скільки грамів і якого спирту було потрібно, якщо відомо, що при дегідратації спирту утворюється 2-метилпропен?
214. Маємо речовини складу C_2H_6 , $C_2H_4O_2$, C_2H_6O , C_2H_4O і CO_2 . Розмістіть їх в ряд, де кожна наступну речовину можна було б отримати окисненням попередньої.
215. Обчисліть масу 15% розчину натрій гідроксиду, необхідну для нейтралізації реакційної суміші, що утворилась при окисненні 11,5 мл етанолу ($\rho = 0,8$ г/мл) сумішшю 39,2 г калій біхромату і 140 г 50% сульфатної кислоти.

Етери та естери

Етери (прості ефіри) – це органічні сполуки, у яких два вуглеводневих радикали сполучені між собою за допомогою атома кисню $R-O-R$.

Естери (складні ефіри) – це органічні сполуки, у яких два вуглеводневих радикали сполучені між собою за допомогою групи $R-COO-R$.

Способи отримання етерів та естерів. Отримують етери дегідратацією спиртів



Естери отримують реакцією естерифікації, про що вже йшлося раніше. Естери входять до складу ефірних олій рослин, жирів, восків. Приємні запахи багатьох квітів, фруктів та овочів зумовлені наявністю в них сумішей різних естерів.

З а д а ч і

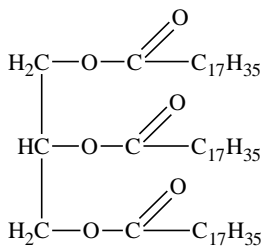
- 216.** Один моль насиченого одноатомного спирту **A** окиснили у відповідну кислоту **B**. Таку саму кількість спирту піддали дегідратації, а тоді гідратації, внаслідок чого отримали ізомерний спирт **C**. З кислоти **B** і спирту **C** синтезували естер, при цілковитому згорянні якого, утворюється 67,2 л вуглекислого газу. Яку будову має вихідний спирт **A**, якщо відомо, що вихід складного ефіру в перерахунку на вихідний спирт становить 50%?
- 217.** Яку масу органічної речовини отримаємо від взаємодії 50 г ацетатної кислоти з 40 г етилового спирту при нагріванні і в присутності сульфатної кислоти.
- 218.** У разі гідролізу естеру, мольна маса якого становить 130 г/моль, утворюється кислота **A** і спирт **B**. Визначте будову естеру, якщо відомо, що сіль аргентуму і кислоти **A** містить 59,66% Ag. Спирт **B** не окиснюється натрій біхроматом і легко реагує з хлоридною кислотою, утворюючи алкілхлорид.
- 219.** Відносна густина пари естеру за воднем дорівнює 44. У разі гідролізу цього естеру утворюються дві сполуки, при згорянні однакових кількостей яких утворюються однакові об'єми вуглекислого газу (за однакових умов). Наведіть структурну формулу цього естеру.
- 220.** При гідролізі 31,2 г естеру етиленгліколю отримано 18 г насиченої одноосновної кислоти, на нейтралізацію якої пішло 120 г 10% водного розчину натрій гідроксиду. Яка формула цього естеру?
- 221.** Скільки мілілітрів 3M розчину калій гідроксиду буде потрібно для гідролізу 15 г суміші двох найближчих гомологів естерів насичених одноосновних карбонових кислот, якщо в молекулі нижчого гомолога співвідношення атомів водню і кисню є 4 : 1, а масові частки естерів в суміші є однаковими?
- 222.** При нагріванні форміатної кислоти масою 23 г з надлишком спирту отримано сполуку "A" з виходом 80%, в перерахунку на вихідну кислоту. При спалюванні речовини "A" в надлишку кисню утво-

рився вуглекислий газ об'ємом 17,92 л (н. у.). Встановіть структуру речовини "А" і обчисліть її кількість.

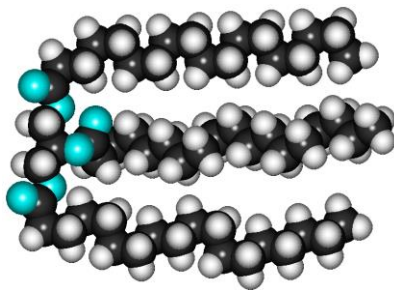
223. До суміші метилового естеру формиатної кислоти і етилового естеру ацетатної кислоти загальною масою 9,84 г додали 100 г 10% розчину натрій гідроксиду. Для цілковитої нейтралізації залишку лугу потрібно 25 мл сульфатної кислоти з концентрацією 2 моль/л. У скільки разів одного із естерів є більше у вихідній суміші, ніж іншого (за числом молекул)?
224. Суміш 40 г фенолу і етилового естеру одноосновної кислоти вступає в реакцію з 65,6 мл 20% розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,22$ г/мл). Обробивши таку саму кількість суміші надлишком бромної води отримали 33,1 г осаду. Яка структурна формула естеру?

Жири

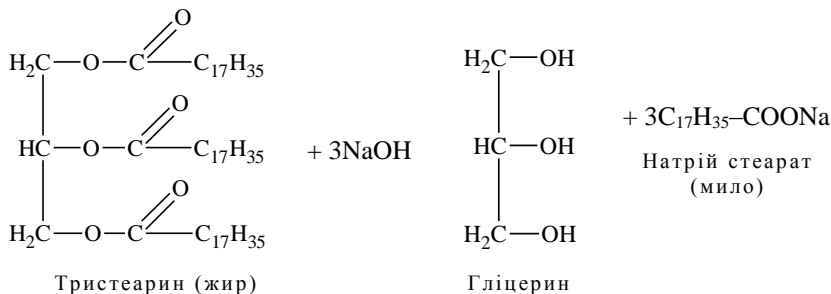
Жири (гліцериди) – це естери триатомного спирту гліцеролу і високомолекулярних жирних кислот (стеаринової, олеїнової тощо)



Тристеарин



Хімічні властивості жирів. При омиленні жирів утворюється гліцерин і солі вищих жирних кислот – *мила*:



Гліцериди ненасичених (*олій*) високомолекулярних кислот (олеїнової) при певних умовах здатні до samozаймання! Згідно з пероксидною теорією А. Н. Баха, такі речовини окиснюються киснем повітря з утворенням пероксидів. Пероксиди здатні до реакцій полімеризації з вивільненням тепла. Легкість samozаймання олій зумовлена: 1) вмістом подвійних зв'язків в залишках карбонових кислот; 2) великою поверхнею окиснення; 3) малою поверхнею тепловіддачі; 4) доступом повітря.

З а д а ч і

- 225.** Обчисліть, яка маса йоду приєднається до 100 г зразка жиру, з масовою часткою триолеїноату становить 6%. Решта жирів у зразку насичені.
- 226.** Скільки кілограмів триатомного спирту можна отримати при гідролізі тристеарату масою 17,8 кг? Втрати продукту в реакції гідролізу становлять 3% від теоретично можливого.

НІТРОГЕНУМІСНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ

Нітрогенумісними органічними речовинами називають сполуки, що містять атоми Нітрогену, які безпосередньо зв'язані з атомом Карбону, тобто є зв'язок C–N

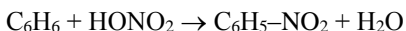
До нітрогенумісних сполук належать: *нітросполуки, аміни, амінокислоти* тощо

Нітросполуки

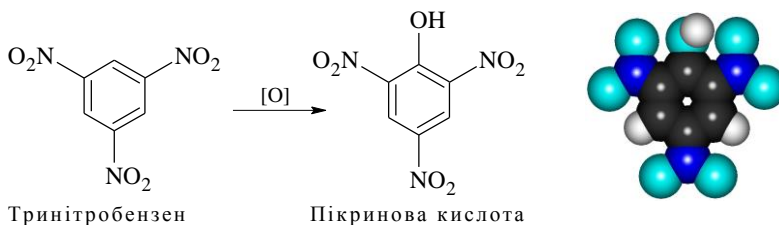
Нітросполуками називають похідні вуглеводнів, в яких один або кілька атомів гідрогену заміщені на одну або кілька нітрогруп –NO₂

Номенклатура нітросполук. Нітросполуки бувають аліфатичні, де нітрогрупа приєднана до аліфатичного ланцюга, та ароматичні – нітрогрупа приєднана до ароматичного циклу. Назва аліфатичних нітросполук формується з назви вуглеводню з префіксом нітро-. Наприклад, *нітрометан* CH₃–NO₂, *нітрохлороформ* CCl₃–NO₂, або ж *нітробензен* C₆H₅–NO₂

Фізичні й хімічні властивості нітросполук, способи їх отримання. Отримують нітросполуки дією нітратної та сульфатної кислоти на вуглеводень, зокрема на бензен:



Нітрогрупа посилює здатність атомів Гідрогену бензенового ядра окиснюватись:



Нітросполуки (особливо ароматичні) легко відновлюються атомарним гідрогеном, при цьому утворюються первинні аміни, про що йтиметься в наступному розділі.

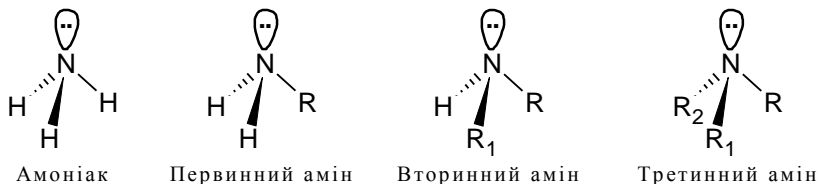
З а д а ч і

227. У разі нітрування 0,2 молів бензену нітруючою сумішшю отримано мононітропохідну сполуку, вихід якої становить 90% від теоретично можливого. Визначте масу отриманого продукту.
228. Анілін, отриманий відновленням 17 г нітробензолу, був повністю прогідрований. Газоподібні продукти горіння отриманої сполуки після приведення до нормальних умов зайняли об'єм 7 л. Який вихід в реакції відновлення нітробензолу, якщо вихід в решті реакцій умовно взято за 100%.
229. Нітробензол масою 24,6 г відновили до аніліну, який після цього повністю прогідрували. Після пропускання продуктів згоряння отриманого продукту крізь трубку з фосфор(V) оксидом маса продукту збільшилась на 17,82 г. Визначте вихід продукту на першій стадії, вважаючи, що наступні реакції відбувались зі 100% виходом.

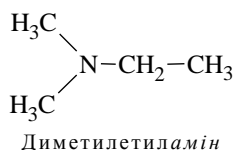
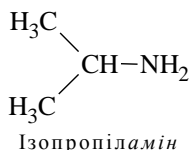
Аміни

Аміни – це похідні амоніаку, в якому атоми Гідрогену заміщені на вуглеводневі радикали

Будова амінів. Залежно від кількості заміщених атомів Н радикалами в амоніаку розрізняють:

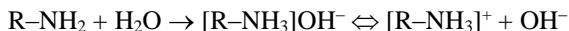


Номенклатура амінів. При складанні назв амінів перераховують радикали з додаванням закінчення *-амін*:

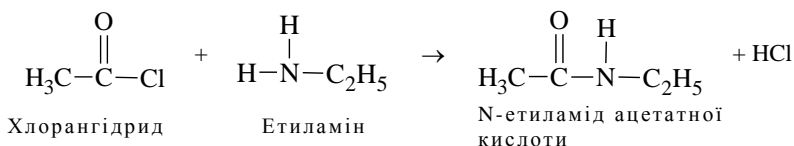


Фізичні та хімічні властивості амінів. Метиламін, диметиламін і триметиламін – гази; середні члени аліфатичного ряду – рідини; вищі – тверді речовини.

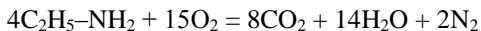
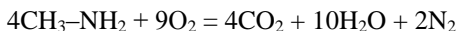
Атом Нітрогену в амінах легко приєднує протон до своєї неподільної пари електронів, утворюючи катіон амонієвого типу, тому з кислотами аміни дають солі.



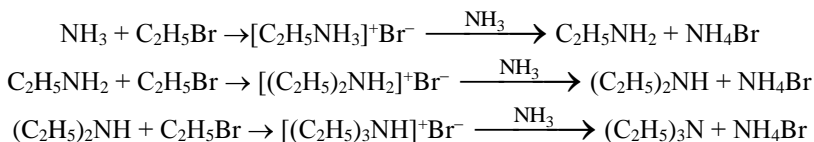
Ацилюванням амінів похідними карбонових кислот (галогенангідрідами, ангідридами) утворюються N-заміщені аміді:



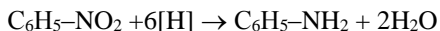
Горіння. Аміни згоряють в кисні, утворюючи азот, вуглекислий газ і воду:



Способи отримання амінів При нагріванні амоніаку з алкілгалогенідами (*реакція Гофмана*) утворюються суміш солей первинних, вторинних і третинних амінів, які дегідрогалогенізуються під дією амоніаку або основ



Відновленням нітросполук атомарним Гідрогеном (*реакція Зініна*) одержують первинні аміни ароматичного ряду.

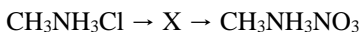


З а д а ч і

- 230.** Яку кількість речовини буде мати метиламін, об'ємом 8,96 л за нормальних умов?
- 231.** Який об'єм буде мати етиламін, кількістю речовини 0,9 моля за нормальних умов?

232. Яку структуру має вторинний амін, якщо відомо, що його хлоридно-кислотна сіль 43,55% Хлору за масою?
233. Який об'єм буде мати метиламін, кількістю речовини 0,5 моля за нормальних умов?
234. У разі згоряння суміші метиламіну і пари етанолу утворилось 18 г води і 2,24 л газу (н. у.), нерозчинного у розчині лугу. Визначте масову частку метиламіну у вихідній суміші.
235. Якщо пропустити суміш метиламіну і бутану крізь склянку з розчином хлоридної кислоти, то маса склянки збільшиться на 7,75 г. Масова частка бутану у вихідній суміші становить 25%. Визначте об'єм вихідної суміші газів, взятих за нормальних умов.
236. Етиламін вступає в реакцію Гофмана з хлоретаном. Маса етиламіну у вихідній суміші становить 450 г, а маса хлоретану – 322,5 г, втрачені кінцевого продукту становлять 10%. Який амін утворюється у цій реакції? Яка його мольна маса?
237. До 40 л суміші, що складається з вуглекислого газу, метиламіну і диметиламіну, додали 30 л гідрогенброміду, після чого відносна густина газової суміші за повітрям становила 1,836. Тверду фазу, що утворилась, нагріли і отримали газову суміш з відносною густиною за повітрям 2,028. Обчисліть об'ємні частки газів у вихідній суміші.
238. Сіль "А", водний розчин якого утворює з аргентум нітратом білий сироподібний осад, при дії лугу вивільняє газ "В"; у разі згоряння цього газу утворюються два інші гази, що не підтримують горіння, один з яких – "С" – зумовлює покаламутніння вапнякової води. Які можливі формули речовин "А", "В" і "С" і які рівняння перебігу реакцій.
239. В 100 г суміші аніліну, бензену і фенолу пропустили сухий гідроген хлорид. При цьому утворилось 51,8 г осаду, який відфільтрували. Фільтрат обробили бромною водою, при цьому отримали 19,9 г осаду. Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.
240. На нейтралізацію суміші масою 30 г, яка складається із бензену, фенолу і аніліну, пішло 49,7 мл 17% хлоридної кислоти (питома густина 1,08 г/мл). У разі взаємодії цієї ж кількості суміші із надлишком бромної води утворюється осад, масою 99,05 г. Обчисліть масові частки речовин у вихідній суміші.

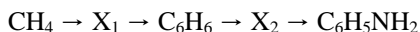
241. Крізь 10 г суміші бензену, фенолу і аніліну пропустили струмінь сухого гідроген хлориду, при цьому випало 2,59 г осаду. Його відфільтрували, а фільтрат обробили водним розчином натрій гідроксиду. Верхній органічний шар відділили, його маса зменшилась на 4,7 г.
242. У результаті пропускання суміші метиламіну і бутану крізь склянку з хлоридною кислотою маса суміші збільшилась на 7,75 г. Масова частка бутану у вихідній суміші становила 25%. Визначте об'єм вихідної газової суміші (н. у.).
243. Бензеновий розчин суміші фенолу і аніліну об'ємом 18 мл (питома густина 1,0 г/мл) обробили водним розчином лугу. Маса бензенового розчину зменшилась на 3,6 г. Після того, як відділили бензеновий розчин, його обробили хлоридною кислотою, маса його при цьому зменшилась на 5,4 г. Обчисліть масові частки речовин у вихідному розчині.
244. Який об'єм гідрогенхлориду (н. у.) прореагує з 20,0 г суміші, що складається із диметиламіну і етиламіну?
245. Газоподібні продукти горіння етиламіну мають об'єм 5,6 л (н. у.). Обчисліть масу етиламіну, що згорів.
246. Напишіть рівняння реакцій, що відповідають такій схемі перетворень:



Назвіть невідому речовину X.

247. Який об'єм повітря (н. у.), що містить 21% кисню за об'ємом, потрібно взяти щоб спалити 10 г суміші бутиламіну і диетиламіну?
248. Суміш газів, яка утворилась при спалюванні зразка органічної речовини X масою 2,7 г, була пропущена послідовно крізь склянки з H_2SO_4 (конц.) і з вапняною водою. При цьому маса першої склянки збільшилась на 3,78 г, у другій склянці утворилось 12 г осаду, а об'єм газу Y, що не поглинувся вимірний при 25°C і нормальному тиску, становив 733 мл. При одночасному додаванні до того ж самого зразка речовини X надлишку розчину натрій нітриту і хлоридної кислоти вивільнився удвічі більший об'єм газу Y. Визначте невідому речовину X.

249. Органічну сіль, до складу якої входять атоми чотирьох елементів, масою 1,89 г обробили надлишком розчину лугу, при цьому вивільнився газ об'ємом 0,3606 л (20°C, 1 атм). Після пропускання газу крізь трубку з надлишком купрум(II) оксиду при 250°C і відділення 0,945 г води, що утворилась, відносна густина продуктів окиснення за воднем становить 20,4. При додаванні надлишку аргентум(I) нітрату до розчину вихідної солі з такою ж масою, випав осад. Визначте можливу структурну формулу органічної сполуки і масу осадую.
250. Зі 100 г етану у дві стадії отримали 60 г етиламіну. Визначте вихід продукту у першій реакції, якщо у другій реакції вихід становить 80%.
251. Запропонуйте спосіб отримання аніліну із метану з використанням неорганічних реагентів за схемою:



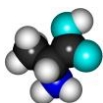
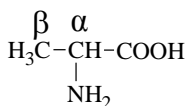
Якими є речовини X_1 і X_2 .

252. Внаслідок нітрування ароматичного вуглеводню масою 36,8 г, утворене мононітропохідне відновили залізом у кислому середовищі і виділили з виходом 60% речовину, яку цілковито поглинає газ, що вивільняється при дії надлишку концентрованої сульфатної кислоти на натрій хлорид масою 14,04 г. Встановіть структуру вихідного вуглеводню.

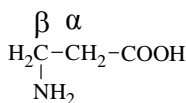
Амінокислоти

Амінокислотами називають карбонові кислоти, у вуглеводневому радикалі яких один чи кілька атомів гідрогену замінені аміногрупами.

Будова амінокислот. Залежно від взаємного розміщення карбоксильної групи і аміногрупи розрізняють α -, β -, γ - тощо амінокислоти. Наприклад

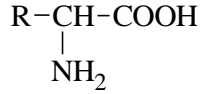


α -амінопропіонова кислота (аланін)



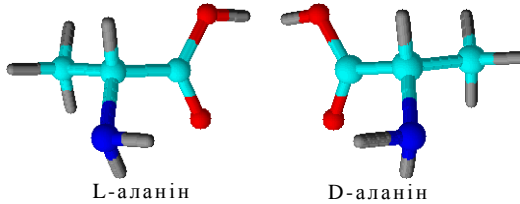
β -амінопропіонова кислота

Втім, термін «амінокислота» стосується в основному α -амінокислот. Загальна формула α -амінокислот така:



Залежно від природи радикала R– амінокислоти поділяються на *аліфатичні*, *ароматичні* і *гетероциклічні*.

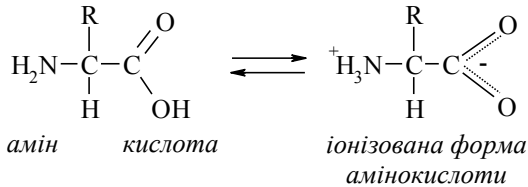
Ізомерія амінокислот. Поряд з ізомерією карбонгідрогенового кістяка та положення функціональних груп, для α -амінокислот характерна *оптична* (дзеркальна) ізомерія. Всі α -амінокислоти, окрім *гліцину*, оптично активні. Наприклад, *аланін* існує у формі оптично активних енантиомерів – D (правий) і L (лівий)



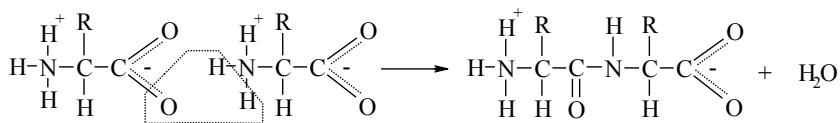
Всі природні α -амінокислоти належать до L-ряду.

Фізичні та хімічні властивості амінокислот. Амінокислоти – це кристалічні речовини з високими (понад 250°C) температурами плавлення. Плавлення супроводжується розкладанням речовини. Амінокислоти добре розчинні у воді. Більшість з них солодкі на смак.

Ряд властивостей амінокислот, зокрема висока температура плавлення, пояснюється їхньою будовою. Кислотна ($-\text{COOH}$) і основна ($-\text{NH}_2$) групи в молекулі амінокислоти взаємодіють між собою, утворюючи внутрішні солі (біполярні іони або *цвіттеріони*). Наприклад,



Способи отримання амінокислот. α -Амінокислоти вступають між собою в реакцію поліконденсації, утворюючи амідний зв'язок. Продукти такої конденсації називаються *пептидами*. У разі взаємодії двох амінокислот утворюється дипептид, трьох амінокислот – трипептид і так далі:



З а д а ч і

- 253.** Встановіть будову естеру α -амінокислоти, якщо відомо, що він містить 15,73% азоту за масою.
- 254.** До водного розчину, що містить 0,1 моля тирозину і 0,2 моля аланіну, додали 0,5 моля NaOH. Розчин випарували. Якої речовини у отриманому залишку буде більше за масою, а якої – за кількістю речовини?
- 255.** В умовах лужного гідролізу 48 г дипептиду утворилась сіль натрію однієї з природних амінокислот масою 66,6 г, яка містить у своєму складі один натрій-іон. Встановіть будову вихідного дипептиду і дайте йому назву.
- 256.** Обчисліть, яка маса гліцину утвориться у разі перетворення 27,8 г бромацетатної кислоти в гліцин, якщо втрати становить 5%.

ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ

Полімерами або високомолекулярними (ВМС), називають такі речовини, які містять у своїй структурі значну кількість елементарних ланок (структурних одиниць) вихідних мономерів.

Полімерні матеріали настільки важливі і так увійшли у наш побут, що уявити собі сучасне життя без полімерів просто неможливо. Варто лише зробити невеликий перелік полімерних матеріалів, щоб стало зрозумілим наскільки незвичним буде наше існування, якщо забрати ці матеріали із нашого щоденного життя. Це, передовсім, пластмаси (предмети побуту), текстильні матеріали (предмети одягу), матеріали для покриття (лаки, фарби), гуми тощо.

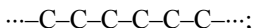
Відомі декілька підходів до класифікації ВМС залежно від хімічного складу, структури, методу одержання, походження, використання тощо.

За походженням ВМС поділяються на три групи:

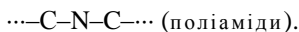
- 1) *природні* полімери – білки, целюлоза, натуральний кавчук тощо;
- 2) *штучні* полімери, одержані шляхом хімічної обробки природних високомолекулярних сполук, – нітроцелюлоза (колоксилін, піроксилін), ацетатний шовк, хлоркавчук тощо;
- 3) *синтетичні* полімери, одержані в результаті полімеризації або поліконденсації низькомолекулярних речовин, – поліетилен, капрон, фенолформальдегідні смоли тощо.

За будовою основного ланцюга ВМС поділяють на три групи:

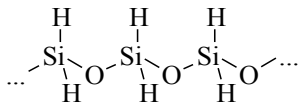
- 1) *карболанцюгові*, у яких кістяк основного ланцюга збудований із атомів карбону (поліетилен, полістирол, кавчук тощо):



- 2) *гетероланцюгові*, у яких в головному ланцюгу окрім атомів карбону містяться атоми інших елементів (О, N тощо.):



- 3) Якщо головний ланцюг взагалі не містить атомів карбону, то такі полімери (зазвичай теж гетероланцюгові) називаються *неорганічними* ВМС. Прикладом неорганічного полімеру може бути силіконовий (силоксановий) кавчук:



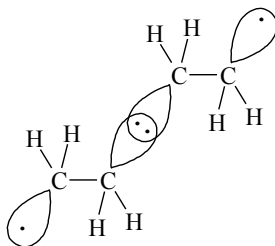
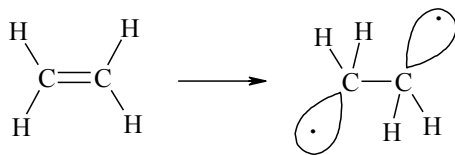
За величиною молекулярної когезії (притягання між макромолекулами в тілі полімеру) полімери поділяють на три основні групи:

- 1) *качुकоподібні*, або *еластомери*, – низька когезія з енергією до 8 кДж на моль ланок (каччук);
- 2) *пластики* або *пластомери* – середня когезія – від 8 до 20 кДж/моль (полістирол);
- 3) *волокнисті* – висока когезія – вище 20 кДж/моль; такі полімери у разі їхнього витягування здатні утворювати довгі міцні нитки (капрон, нейлон).

Методи одержання полімерів. Синтетичні ВМС одержують із низькомолекулярних двома шляхами: реакцією *полімеризації* та реакцією *поліконденсації*.

Полімеризація – це реакція сполучення багатьох молекул (мономерів), яка відбувається завдяки розриву у них відповідних хімічних зв'язків і яка не супроводжується утворенням будь-яких побічних продуктів.

Отриманий полімеризацією полімер має той самий склад, що і мономер.



Поліконденсація – це процес сполучення багатьох молекул, який відбувається завдяки відщепленню від них молекул низькомолекулярної речовини: H_2O , HCl , NH_3 , CO_2 тощо.

Тому молекули вихідних речовин повинні містити не менше двох функціональних груп, схильних до реакцій обміну.

Поліконденсації можуть піддаватися:

дикарбонові кислоти – $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_x-\text{COOH}$,

діаміни – $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_x-\text{NH}_2$,

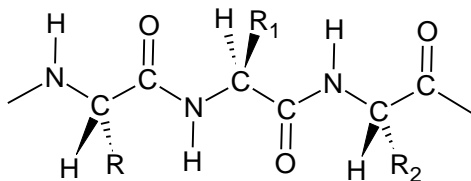
амінокислоти – $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_x-\text{COOH}$,

багатоатомні спирти: $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ (етиленгліколь),

$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{HC}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$ (гліцерин) тощо.

Біополімери: білки й пептиди

Пептиди і білки – це високомолекулярні органічні сполуки, які побудовані із залишків α -амінокислот, сполучених між собою пептидними зв'язками



Пептиди і білки розрізняють за величиною молекулярної маси. Вважається, що пептиди містять в молекулі до 100, а білки – понад 100 амінокислотних залишків. Жоден з відомих нам живих організмів не обходиться без білків.

Функція білків в природі є універсальною. Амінокислотна послідовність білків дуже точно задається генетичною інформацією організму. Заміна у амінокислотній послідовності хоча б однієї амінокислоти на іншу (так звана *генетична мутація*) матиме серйозні наслідки. Так, генетична (спадкова) хвороба, яку називають *серповидною анемією* викликана єдиною помилкою у побудові білкового ланцюга – гемоглобіну, в якому є 146 амінокислот. Перші сім амінокислот в нормальному ланцюзі мають таку послідовність:

...–Вал–Гіс–Лей–Тре–Про–Глу–Глу–...

У хворої людини шоста амінокислота (глутамінова кислота **Глу**) замінена на валін (**Вал**):

...–Вал–Гіс–Лей–Тре–Про–**Вал**–Глу–...

З а д а ч і

- 257.** У разі гідролізу 37,8 г трипептиду, добутого із натурального білка, утворилась тільки одна амінокислота, масою 45 г. Встановіть будову цієї амінокислоти і назвіть її.
- 258.** Від дії на дипептид нітратною кислотою з'являється жовте забарвлення. У разі гідролізу 3,12 г цього дипептиду утворилась лише одна амінокислота, масою 3,3 г. Встановіть будову дипептида.
- 269.** У разі взаємодії 70 г розчину фенілаланіну, масова частка розчиненої речовини в якому становить 65%, з надлишком розчину аспарагінової кислоти, утворився дипептид. Яка кількість речовини отриманого дипептида?

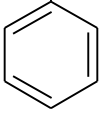
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Телегус В. С., Бодак О. І., Заречнюк О. С., Кінжибало В. В. Основи загальної хімії. Львів: Світ, 2000.
2. Михалічко Б.М. Курс загальної хімії. Теоретичні основи. Київ: Знання, 2009
3. Григор'єва В. В., Самійленко В. М., Сич А. М. Загальна хімія. К.: Вища шк., 1991.
4. Каличак Я. М., Кінжибало В. В., Котур Б. Я., Миськів М. Г., Сколоздра Р. В. Хімія. Задачі, вправи, тести. 2-е вид. перероблене і доп. Львів: Світ, 2001.
5. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л.: Химия, 1986.
6. Михалічко Б. М., Щербина О. М., Ощиповський В. В. Збірник задач і вправ з хімії. I. Загальна хімія. Львів: В-во ЛДУБЖД, 2007.
7. Михалічко Б. М., Щербина О. М., Баланюк В. М. Збірник задач і вправ з хімії. II. Неорганічна хімія. Львів: В-во ЛДУБЖД, 2009.

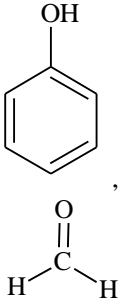
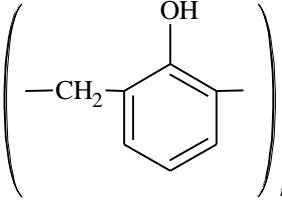
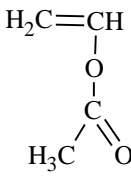
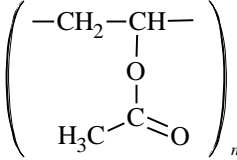
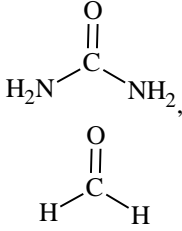
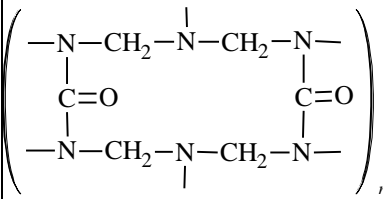
Додатки

Додаток 1

ПЛАСТМАСИ

Назва	Мономер	Полімер
1	2	3
Поліетилен	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$
Поліпропілен	$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}$	$\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}- \right)_n$
Полівінілхлорид	$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}$	$\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}- \right)_n$
Полістирол	$\text{HC}=\text{CH}_2$ 	$\left(-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_2- \right)_n$
Полікапролактам (капрон)	$(\text{H}_2\text{C})_5-\underset{\text{NH}}{\text{C}}=\text{O}$	$\left(-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_5-\text{NH}- \right)_n$
Поліметилметакрилат (плексиглаз, органічне скло)	$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_3$	$\left(-\text{CH}_2-\underset{\text{C}(\text{OCH}_3)}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}- \right)_n$

Продовження табл. Д. 1

Назва	Мономер	Полімер
1	2	3
Фенол-формальдегідні смоли (фенопласти)	 <p>OH C₆H₅ , O H-C-H</p>	 <p>$\left(-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH} \right)_n$</p>
Політетрафторетилен (фторпласт-4)	$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	$(-\text{CF}_2-\text{CF}_2-)_n$
Полівінілацетат	 <p>H₂C=CH O C H₃C</p>	 <p>$\left(-\text{CH}_2-\text{CH}- \right)_n$ O C H₃C</p>
Сечовино-формальдегідні смоли (амінопласти)	 <p>O H₂N-C-NH₂, O H-C-H</p>	 <p>$\left(\begin{array}{c} -\text{N}-\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2-\text{N}- \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{C}=\text{O} \quad \quad \quad \text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \\ -\text{N}-\text{CH}_2-\text{N}-\text{CH}_2-\text{N}- \\ \quad \quad \quad \quad \end{array} \right)_n$</p>

Додаток 2

КЛАСИФІКАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Функціональна група		Клас сполук	Загальна формула
Галогени	-Hal	Галогенпохідні	R-Hal
Гідроксильна	-OH	Спирти, феноли	R-OH
Карбонільна		Альдегіди, кетони	$\begin{matrix} R \\ \diagdown \\ C=O \\ \diagup \\ H \end{matrix}$, $\begin{matrix} R \\ \diagdown \\ C=O \\ \diagup \\ R \end{matrix}$
Карбоксильна	-COOH	Карбонові кислоти	R-COOH
Етерова	-O-	Етери	R-O-R
Естерова	-COO-	Естери	R-COO-R
Сульфогрупа	-SO ₃ H	Сульфонові кислоти	R-SO ₃ H
Меркаптогрупа	-SH	Тіоспирти (меркаптани)	R-SH
Нітрогрупа	-NO ₂	Нітропохідні	R-NO ₂
Аміногрупа	-NH ₂	Аміни	R-NH ₂
Азогрупа	-N=N-	Азосполуки	R-N=N-R
Азидогрупа	-N ⁻ -N ⁺ ≡N	Азиди	R-N ⁻ -N ⁺ ≡N

Додаток 3

НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Клас сполук	Закінчення	Приклад	
Насичені вуглеводні	-ан	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	пропан
Етиленові вуглеводні	-ен	$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_3$	пропен
Ацетиленові вуглеводні	-ін (-ин)	$\text{CH}\equiv\text{C-CH}_3$	пропін
Спирти	-ол	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	пропанол
Альдегіди	-аль	$\text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	пропаналь
Кетони	-он	$\text{H}_3\text{C-C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \text{ } \end{array}\text{-CH}_3$	пропанон
Кислоти	-ова	$\text{H}_3\text{C-CH}_2\text{-C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$	пропанова

Додаток 4

**ЕЛЕКТРОНЕГАТИВНОСТІ ДЕЯКИХ ЕЛЕМЕНТІВ
ЗА Л. ПОЛІНГОМ**

H – 2,1	Si – 1,8	Fe – 1,8
Li – 1,0	P – 2,1	Co – 1,8
Be – 1,5	S – 2,5	Ni – 1,8
B – 2,0	Cl – 3,0	Cu – 1,9
C – 2,5	K – 0,8	Zn – 1,6
N – 3,0	Ca – 1,0	Ga – 1,6
O – 3,5	Sc – 1,3	Ge – 1,8
F – 4,0	Ti – 1,5	As – 2,0
Na – 0,9	V – 1,6	Se – 2,4
Mg – 1,2	Cr – 1,6	Br – 2,8
Al – 1,5	Mn – 1,5	I – 2,5

Додаток 5

КОНСТАНТИ ДИСОЦІАЦІЇ ДЕЯКИХ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ ТА ОСНОВ

Таблиця містить термодинамічні константи дисоціації кислот (K_a) і основ (K_b) у воді (25°C)

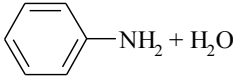
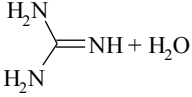
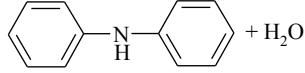
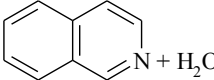

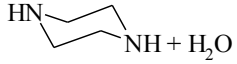
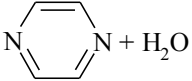
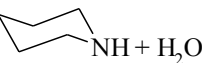
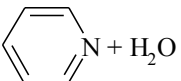
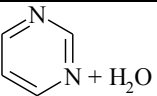
$$K_a = \frac{[H^+][An^-]}{[HAn]} \quad ; \quad K_b = \frac{[Kt^+][OH^-]}{[KtOH]}$$

Кислоти

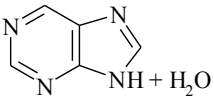
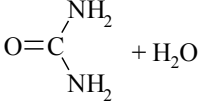
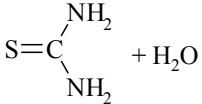
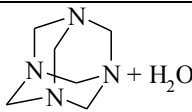
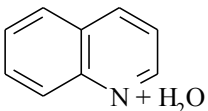
Назва	Формула	K_a	pK_a
Адипінова K_1 K_2	HOOC(CH ₂) ₄ COOH	3,9·10 ⁻⁵ 5,1·10 ⁻⁶	4,26 5,30
Акрилова	CH ₂ =CHCOOH	5,5·10 ⁻⁵	4,26
Аміноацетатна (гліцин)	H ₂ NCH ₂ COOH	1,7·10 ⁻¹⁰	9,78
Ацетатна	CH ₃ COOH	1,74·10 ⁻⁵	4,76
Бензойна	C ₆ H ₅ COOH	6,2·10 ⁻⁵	4,21
Бурштинова K_1 K_2	HOOCCH ₂ CH ₂ COOH	1,6·10 ⁻⁵ 2,3·10 ⁻⁶	4,21 5,63
Гліколева	CH ₂ (OH)COOH	1,5·10 ⁻⁴	3,83
Дихлорацетатна	Cl ₂ CHCOOH	5,0·10 ⁻²	1,30
Карбонатна K_1 K_2	H ₂ CO ₃	4,5·10 ⁻⁷ 4,8·10 ⁻¹¹	6,35 10,32
Кротонова (β-метилакрилова)	CH ₃ CH=CHCOOH	2,0·10 ⁻⁵	4,69
Малеїнова K_1 K_2	HOOCCH=CHCOOH	1,2·10 ⁻² 6,0·10 ⁻⁷	1,92 6,22
Оксалатна K_1 K_2	HOOC ₂ COOH	5,6·10 ⁻² 5,4·10 ⁻⁵	1,25 4,27
Трихлорацетатна	Cl ₃ CCOOH	2,0·10 ⁻¹	0,70
Форміатна	HCOOH	1,8·10 ⁻⁴	3,75
Фумарова K_1 K_2	HOOCCH=CHCOOH	9,3·10 ⁻⁴ 4,2·10 ⁻⁵	3,03 4,38
Ціанатна	HOCN	2,7·10 ⁻⁴	3,57
Ціанідна	HCN	5,0·10 ⁻¹⁰	9,30

Продовження табл. Д. 5

Основи

Назва	Формула	K_b	pK_b
Амоніак розчин	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	4,75
Анілін	 + H_2O	$4,3 \cdot 10^{-10}$	9,37
Гідразин	$\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$9,3 \cdot 10^{-7}$	6,03
Гідроксиамін	$\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	$8,9 \cdot 10^{-9}$	8,05
Гуанідин	 + H_2O	$3,55 \cdot 10^{-1}$	0,55
Дифеніламін	 + H_2O	$6,2 \cdot 10^{-14}$	13,21
Етаноламін	$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	4,75
Етилендіамін K_1 K_2	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$ $9,8 \cdot 10^{-8}$	3,92 7,01
Ізохінолін	 + H_2O	$2,4 \cdot 10^{-9}$	8,62
Морфолін	 + H_2O	$2,1 \cdot 10^{-6}$	5,67
Піперазин K_1 K_2	 + H_2O	$6,8 \cdot 10^{-5}$ $3,6 \cdot 10^{-9}$	4,17 8,44
Піперидин	 + H_2O	$1,3 \cdot 10^{-3}$	2,88
Піразин	 + H_2O	$4,5 \cdot 10^{-14}$	13,35
Піридин	 + H_2O	$1,5 \cdot 10^{-9}$	8,82
Піримідин	 + H_2O	$4,5 \cdot 10^{-14}$	13,35

Закінчення табл. Д. 5

Назва	Формула	K_b	pK_b
Пурин		$2,45 \cdot 10^{-12}$	11,61
Сечовина		$1,5 \cdot 10^{-14}$	13,82
Тіосечовина		$1,1 \cdot 10^{-12}$	11,97
Уротропін (гексаметилентетра- рамін)		$1,4 \cdot 10^{-9}$	8,87
Хінолін		$7,4 \cdot 10^{-10}$	9,13

Додаток 6

ТЕРМОДИНАМІЧНІ КОНСТАНТИ ДЕЯКИХ РЕЧОВИН

Таблиця містить дані про стандартні ентальпії (ΔH°_{298}) і вільні енергії (ΔG°_{298}) утворення речовин з простих речовин за стандартних умов (кДж/моль), а також абсолютні ентропії (S°) речовин (Дж/К·моль).

Речовина	ΔH°	ΔG°	S°
C (алмаз)	+1,828	+2,834	2,37
C (графіт)	0	0	5,74
C ₂ H ₂ (г)	+226,7	+116,8	200,8
COCl ₂ (г)	-219,5	-205,3	2283,6
CO	-110,6	-137,2	197,7
CO ₂	-393,8	-394,6	213,8
CS ₂ (р)	+88,7	+64,4	151,0
HCN (г)	133,89	201,67	73,0
CH ₃ OH (р)	-239,74	-277,5	126,8
C ₂ H ₂ (г)	226,73	166,9	200,8
C ₂ H ₄ (г)	52,30	-13,1	219,5
C ₂ H ₆ (г)	-84,68	-153,1	229,5
C ₂ H ₅ OH (р)	-277,61	-325,6	161,1
CH ₃ COOH (р)	-484,09	-531,7	159,8
C ₃ H ₈ (г)	-103,85	-184,3	269,9
CaC ₂	-59,9	-64,9	70,0
H ₂ O ₂ (г)	-135,14	-202,7	226,8
H ₂ O ₂ (р)	-187,02	-218,6	105,8
H ₂ O (г)	-286,35	-299,5	44,1
H ₂ O (р)	-285,77	-306,6	70,1
H ₂ O (л)	-241,83	-298,1	188,8
P (білий)	0	0	41,1
PCl ₃ (г)	-280	-260,6	311,9
PCl ₅ (г)	-367	-297,3	364,7
P ₂ O ₅ (к)	-1492	-1350	113,7
H ₃ PO ₄ (к)	-1279	-1120	110,5
N ₂	0	0	199,9
NH ₃	-46,2	-16,7	192,6
NO	+90,3	+80,6	210,7
NO ₂	+33,0	+51,5	240,2
O ₂	0	0	205,0
O ₃	142,3	162,7	238,8

ЕНЕРГІЇ ХІМІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

Зв'язок	E , кДж/моль
В органічних молекулах	
C–N	396
N–H	375
O–H	342
C–C	359
C=C	716
C≡C	1072
C…C (в бензені)	536
C–N	338
C≡N	1008
C…N (в піридині)	504
C–O	304
C=O	604
В неорганічних молекулах	
N≡N (в N ₂)	945
O=O (в O ₂)	498
H–H (в H ₂)	436
C=O (в CO ₂)	606
O–H (в H ₂ O)	342
C _(графіт) → C _(г)	718

ЗМІСТ

ЗАДАЧІ ТА ВПРАВИ	3
ВУГЛЕВОДНІ	3
Алкани і циклоалкани	3
Задачі	6
Алкени і алкадієни	10
Задачі	13
Алкіни	16
Задачі	19
Ароматичні вуглеводні	21
Задачі	24
Галогенові похідні вуглеводнів	26
Задачі	28
ОКСИГЕНУМІСНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ	29
Одноатомні та багатоатомні спирти	29
Задачі	32
Феноли	34
Задачі	35
Альдегіди та кетони	36
Задачі	38
Вуглеводи	41
Задачі	44
Карбонові кислоти	45
Задачі	47
Етери та естери	50
Задачі	51

Жири	52
Задачі	53
НІТРОГЕНУМІСНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ	54
Нітросполуки	54
Задачі	55
Аміни	55
Задачі	56
Амінокислоти	59
Задачі	61
ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ	62
Біополімери: білки й пептиди	64
Задачі	65
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	66
Додатки	67

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

Періоди	Групи елементів											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	He	VII			
1	H 1,008							He 4,003	Mg Символ елемента 24,305 Відносна атомна маса			12 Протонне число
2	Li 6,941	Be 9,012	B 10,811	C 12,011	N 14,007	O 15,999	F 18,998	Ne 20,179				
3	Na 22,990	Mg 24,305	Al 26,982	Si 28,086	P 30,974	S 32,066	Cl 35,453	Ar 39,948				
4	K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,880	V 50,942	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,847	Co 58,933	Ni 58,690		
5	Rb 85,468	Sr 87,620	Zr 91,224	Y 88,906	Ge 72,590	As 74,922	Se 78,960	Br 79,904	Kr 83,800			
	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	I 126,90	Xe 131,29				
6	Cs 132,91	Ba 137,33	La* 138,91	Hf 178,49	Ta 180,95	W 183,85	Re 186,21	Os 190,20	Ir 192,22	Pt 195,08		
	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	Pb 207,20	Bi 208,98	Po 209,99	At 222,02	Rn 222,02				
7	Fr 223,02	Ra 226,03	Ac** 227,03	Rf 261,11	Db 262,11	Sg 263,12	Bh 262,15	Hs [265]	Mt [266]	Ds [271]		
	111 Rg [272]											

*Лантаноїди

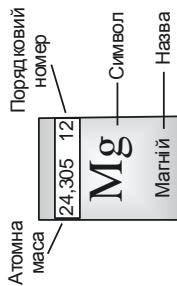
Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
140,12	140,91	140,12	144,92	150,36	151,96	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,04	174,97

**Актиноїди

Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103
232,04	232,04	238,03	237,05	244,06	243,06	247,07	247,07	251,08	252,08	257,10	258,10	259,10	260,11

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ

IA	1	H	Гідроген	1.008
	3	Li	Літій	6.941
IIA	4	Be	Берилій	9.012
	12	Mg	Магній	24.305
IIIB	13	B	Бор	10.811
	15	N	Нітроген	14.007
IVB	14	C	Вуглець	12.011
	16	O	Кисень	15.999
VB	17	F	Фтор	18.998
	18	Ne	Неон	20.179
VIB	19	K	Калій	39.098
	20	Ca	Кальцій	40.078
VIIB	21	Sc	Скандій	44.956
	22	Ti	Титан	47.88
VIII	23	V	Ванадій	50.942
	24	Cr	Хром	51.996
IX	25	Mn	Манган	54.938
	26	Fe	Залізо	55.847
X	27	Co	Кобальт	58.933
	28	Ni	Нікель	58.69
XI	29	Cu	Мідь	63.546
	30	Zn	Цинк	65.39
XII	31	Ga	Галій	69.723
	32	Ge	Германій	72.59
XIII	33	As	Арсен	74.922
	34	Se	Селен	78.959
XIV	35	Br	Бром	79.904
	36	Kr	Криpton	83.80
XV	37	Rb	Рубідій	85.468
	38	Sr	Стронцій	87.62
XVI	39	Y	Йттрій	88.906
	40	Zr	Цирконій	91.224
XVII	41	Nb	Ніобій	92.906
	42	Mo	Молибден	95.94
XVIII	43	Tc	Технецій	97.907
	44	Ru	Рутеній	101.07
XIX	45	Rh	Родій	102.91
	46	Pd	Паладій	106.42
XX	47	Ag	Срібло	107.87
	48	Cd	Кадмій	112.41
XXI	49	In	Індій	114.82
	50	Sn	Станум	118.71
XXII	51	Sb	Смуглий	121.75
	52	Te	Телур	127.6
XXIII	53	I	Йод	126.90
	54	Xe	Ксенон	131.29
XXIV	55	Ba	Барій	137.33
	56	La	Лантан	138.91
XXV	57	Ce	Церій	140.12
	58	Pr	Прометій	140.91
XXVI	59	Nd	Неодим	144.24
	60	Pm	Прометій	144.91
XXVII	61	Sm	Самарій	150.36
	62	Eu	Європій	151.96
XXVIII	63	Gd	Гадоліній	157.25
	64	Tb	Тербій	158.93
XXIX	65	Dy	Диспродій	162.50
	66	Ho	Гольмій	164.93
XXX	67	Er	Ербій	167.26
	68	Tm	Тулій	168.93
XXXI	69	Yb	Йттрій	173.04
	70	Lu	Лютецій	174.97
XXXII	71	Hf	Гафній	178.49
	72	Ta	Тантал	180.95
XXXIII	73	Hf	Гафній	178.49
	74	Lu	Лютецій	174.97
XXXIV	75	Rf	Рейфеніум	261.10
	76	Db	Дубній	262.11
XXXV	77	Rg	Рейгеній	272.11
	78	Hs	Хасій	285.10
XXXVI	79	Mt	Міттенберґ	288.10
	80	Ds	Дамс	289.10
XXXVII	81	At	Астат	210
	82	Po	Полоній	209
XXXVIII	83	Bi	Висмут	208.98
	84	Po	Полоній	209
XXXIX	85	At	Астат	210
	86	Rn	Радон	222
XXXIX	87	Fr	Францій	223
	88	Ra	Радій	226
XXXIX	89	Ac	Актиній	227
	90	Th	Торій	232
XXXIX	91	Pa	Протактіній	231
	92	U	Уран	238
XXXIX	93	Np	Нептуній	237
	94	Pu	Плутоній	244
XXXIX	95	Am	Америцій	243
	96	Cm	Кюріум	247
XXXIX	97	Bk	Берклій	247
	98	Cf	Каліфорній	251
XXXIX	99	Es	Ейнштейній	252
	100	Fm	Фермій	257
XXXIX	101	Md	Менделєєв	288
	102	No	Нобелій	289
XXXIX	103	Lr	Лоренцій	260
	104	Uu	Унун	289
XXXIX	105	Uub	Унунб	288
	106	Uuq	Унунк	288
XXXIX	107	Uuh	Унунг	288
	108	Uuo	Унунг	288
XXXIX	109	Uuq	Унунк	288
	110	Uuh	Унунг	288
XXXIX	111	Uuo	Унунг	288
	112	Uuq	Унунк	288
XXXIX	113	Uuh	Унунг	288
	114	Uuo	Унунг	288
XXXIX	115	Uuq	Унунк	288
	116	Uuh	Унунг	288
XXXIX	117	Uuo	Унунг	288
	118	Uuq	Унунк	288
XXXIX	119	Uuh	Унунг	288
	120	Uuo	Унунг	288



Для нотаток

Для нотаток

Для нотаток

Навчально-методичне видання

**Михалічко Борис Миронович,
Щербина Ольга Миколаївна,
Лавренюк Олена Іванівна**

ЗБІРНИК ЗАДАЧ І ВПРАВ З ХІМІЇ

III. Органічна хімія

Навчальний посібник

Літературний редактор: **Галина Падик**

Технічний редактор, верстка
та відповідальний за випуск: **Микола Фльорко**

Підписано до друку 14.12.2020 р.
Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Папір офсетний.
Ум. друк. арк.5,25. Обл.вид.арк. 5,0.

Видавництво Львівського державного університету безпеки життєдіяльності
79007, Україна, м. Львів, вул. Клепарівська, 35.
Тел. /факс: (032) 233-00-88. E-mail: vydavnytstvo@ldubgd.edu.ua.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції:
Серія ДК, № 7249 від 09.02.2021 р.

Друк ЛДУ БЖД
м. Львів, вул. Клепарівська, 35. Тел. /факс: (032) 233-00-88.