

Міністерство аграрної політики України
ВНЗ “Кіровоградський технікум механізації сільського господарства”

Органічна хімія

конспект лекцій

Навчальний посібник

для студентів вищих навчальних закладів

2009 р.

Рецензенти:

Красноштан Л.М. – викладач вищої категорії, методист.

Мединський В.С. – викладач вищої категорії, методист.

Укладачі:

Павленко Л.А. – викладач вищої категорії, методист.

Шевчук В.П. – завідувач навчально-методичного кабінету хімії Кіровоградського інституту післядипломної педагогічної освіти імені Василя Сухомлинського.

Комп'ютерний набір — **Шкондіна О.Л.**

Технічний редактор — **Павленко Л.О.**

Рекомендовано цикловою комісією загальноосвітніх дисциплін,

Конспект містить основний матеріал курсу органічної хімії. Його укладено згідно з Програмою Міністерства Освіти і науки України для вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку молодших спеціалістів.

Зміст

Розділ IV. Органічна хімія.....	4
4.1. Вступ. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова.....	4
4.2. Насичені вуглеводні (алкани, парафіни).....	6
4.3. Ненасичені вуглеводні (алкени, олефіни).....	13
4.4. Визначення молекулярної формули органічної сполуки.....	16
4.5. Ароматичні вуглеводні.....	24
4.6. Вуглеводнева сировина.....	27
4.7. Спирти. Феноли.....	30
4.8. Альдегіди.....	46
4.9. Карбонові кислоти, естери.....	57
4.10. Вуглеводи.....	78
4.11 Нітрогенвмісні органічні сполуки. Амінокислоти. Білки.....	92
Розділ V. Хімія і стан навколишнього середовища.....	109
Список використаних джерел.....	120

Розділ IV. Органічна хімія

4.1. Вступ. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова.

Органічна хімія — це хімія сполук Карбону. Крім Карбону, до складу органічних сполук можуть входити елементи Гідроген, Оксиген, Галогени, Нітроген, Фосфор, Сульфур та інші.

Назва «органічна хімія» історично виникла на підставі уявлень про те, що органічні речовини утворюються в живих організмах і можуть бути добуті лише з них. Таку назву вніс відомий шведський хімік Й. Я. Берцеліус у 1807 р.

Подальший розвиток органічної хімії довів помилковість цих поглядів. У 1828 році німецький хімік Ф.Велер синтезував сечовину — продукт життєдіяльності тваринних організмів.

З часом було розроблено багато способів добування органічних речовин шляхом синтезу, але назва «органічні сполуки» збереглася.

Особливості сполук карбону:

1. Атоми Карбону здатні послідовно сполучатися між собою, утворюючи молекули різноманітної форми: лінійні і розгалужені, довгі і короткі, ланцюги і кільця.

2. Елементи органічних сполук виявляють значно менше валентних станів.

3. Якісний склад органічних сполук обмежений, проте кількісний — значно багатший від неорганічних речовин.

4. Органічні речовини утворюються переважно завдяки ковалентним зв'язкам, але серед них є і йонні сполуки.

5. Кристалічні ґратки в більшості органічних сполук молекулярні, через це вони легкоплавкі, часто мають запах.

6. Органічні речовини згоряють з утворенням води й вуглекислого газу і виділенням теплоти або розкладаються при нагріванні до 300°C - 400°C.

7. Органічні речовини здебільшого не розчиняються у воді.

8. Реагують між собою, як правило, повільно, до того ж, реакції можуть мати кілька напрямків, з утворенням різних продуктів.

4.2. Насичені вуглеводні (алкани, парафіни)

Насичені вуглеводні — найпростіші органічні сполуки з одинарними зв'язками.

1. Гомологічний ряд алканів:

Гомологічний ряд алканів	Радикали
CH ₄ — метан	CH ₃ - — метил
C ₂ H ₆ — етан	C ₂ H ₅ - — етил
C ₃ H ₈ — пропан	C ₃ H ₇ - — пропіл
C ₄ H ₁₀ — бутан	C ₄ H ₉ - — бутил
C ₅ H ₁₂ — пентан	C ₅ H ₁₁ - — пентил
C ₆ H ₁₄ — гексан	C ₆ H ₁₃ - — гексил
C ₇ H ₁₆ — гептан	C ₇ H ₁₅ - — гептил
C ₈ H ₁₈ — октан	C ₈ H ₁₇ - — октил
C ₉ H ₂₀ — нонан	C ₉ H ₁₉ - — нонил
C ₁₀ H ₂₂ — декан	C ₁₀ H ₂₁ - — децил

C_nH_{2n+2} — загальна формула алканів.

Назви алканів утворюються (починаючи з п'ятого) від грецьких числівників і суфікса «ан».

— CH₂ — гомологічна різниця.

2. Фізичні властивості.

CH₄ — газ, безбарвний, без запаху, нерозчинний у воді.

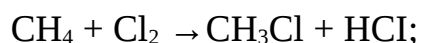
Алкани з кількістю атомів C₁, C₂, C₃, C₄ — газу; C₅ — C₁₅ — рідини, далі — тверді речовини.

3. Будова молекули:

У насичених вуглеводнів тетраедрична будова, sp³-гібридизація, σ-зв'язки, кут 109°28'.

4. Хімічні властивості алканів.

а) Характерна реакція для насичених вуглеводнів — це реакція заміщення (вільно радикальний механізм):



хлорметан

б) вуглеводні горять: CH₄ + 2O₂ → CO₂ + 2H₂O;

t°

в) розщеплення (крекінг) при нагріванні: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$;

t = 360°C

г) дегідрування: $\text{C}_4\text{H}_{10} \rightarrow \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2$;

Ni

5. Добування:

а) з природного газу;

б) за реакцією Вюрца (збільшення кількості атомів С у карбоновому ланцюзі):



t°

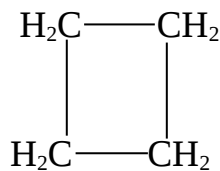
в) за реакцією синтезу з вуглецю і водню: $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$;

6. Застосування.

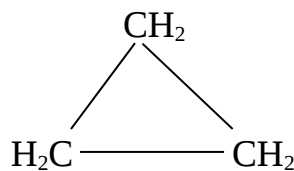
Метан використовують як паливо, для виробництва сажі, гуми, фарб, пластмас та ін.

Циклопарафіни (циклоалкани) — вуглеводні, в яких атоми С утворюють ланцюг циклічної будови.

(C_nH_{2n})



циклобутан



циклопропан

Ізомерія

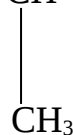
Ізомерами називають речовини, які мають однаковий кількісний і якісний склад молекул, але різну просторову будову і властивості.

Наприклад: C_4H_{10} відповідає 2 ізомери:

а) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

бутан ($t_{\text{кип}} = -0,5^\circ\text{C}$)

б) $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$



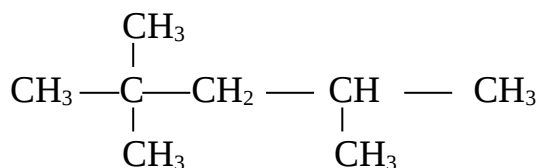
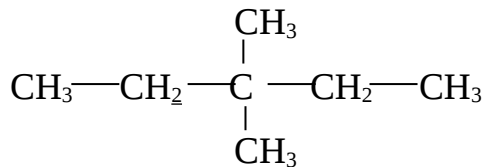
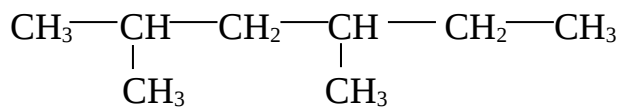
2-метилпропан ($t_{\text{кип}} = -11,7^\circ\text{C}$)

Питання для самоконтролю.

1. Назвіть передумови виникнення теорії хімічної будови.
2. Які успіхи в розвитку теоретичної хімії передували виникненню теорії хімічної будови?
3. Назвіть основні положення теорії хімічної будови.
4. Як слід розуміти послідовність сполучення атомів у молекулах?
5. Що показують структурні формули? Складіть структурні формули вуглеводнів: а) пентану C_5H_{12} ; б) гексану C_6H_{14} .
6. Наведіть приклади, які характеризують взаємний вплив атомів у молекулі.
7. Назвіть напрями розвитку теорії хімічної будови О.М.Бутлерова.
8. Складіть електронну формулу пропану C_3H_8 .
9. Які вуглеводні називають насиченими?
10. Як за допомогою досліду довести, що до складу вуглеводнів входять атоми Карбону і Гідрогену?
11. Що розуміють під гомологічним рядом алканів, гомологічною різницею?
12. Який з наведених вуглеводнів відносять до алканів: C_5H_{12} , C_7H_{14} , C_6H_6 , C_2H_2 , $C_{22}H_{44}$?
13. Складіть молекулярні формули вуглеводнів ряду метану, молекули яких містять: а) 10 атомів Карбону; б) 14 атомів Гідрогену.
14. Обчисліть відносну густину етану: а) за воднем; б) за повітрям.
15. Обчисліть масові частки Карбону та Гідрогену у метані.
16. Визначте молекулярну формулу насиченого вуглеводню, густина пари якого за воднем дорівнює 36. Наведіть структурні формули двох гомологів цього вуглеводню і назвіть їх.
17. Обчисліть масу 5л пропану.
18. 1 л газоподібного насиченого вуглеводню має масу 1,965г. Визначте молекулярну формулу вуглеводню, назвіть його.
19. Знайдіть молекулярну формулу вуглеводню, масові частки Карбону і Гідрогену у якого, відповідно, становлять 85,7% та 14,3%. Густина речовини за нормальних умов дорівнює 1,87 г/л.
20. Напишіть структурні формули ізомерів гептану C_7H_{16} і назвіть їх за

систематичною номенклатурою.

21. Назвіть за систематичною номенклатурою вуглеводні, що мають таку будову:



22. Складіть структурні формули таких сполук: а) 2-метил-4-етилгексану; б) 2,2,3-триметилбутану; в) 2-метил-4,4-диетилгектану.

23. Які продукти утворюються при хлоруванні метану? Назвіть їх.

24. Як експериментально відрізнити метан від водню?

25. Складіть рівняння реакцій послідовного бромовання метану. Бром діє на метан подібно до хлору.

26. 11,2 л пропану спалили у кисні. Обчисліть об'єм оксиду карбону (IV), що утворився.

27. Деякий об'єм метану має масу 5г. Обчисліть масу такого ж об'єму пропану.

28. Природний газ одного з родовищ містить 90% метану, 5% етану, 3% оксиду карбону (IV) і 2% азоту (за об'ємом). Який об'єм повітря буде використано для повного спалювання 1м³ цього газу? Вміст кисню у повітрі прийняти рівним 20%.

29. Хлорпохідне насиченого вуглеводню має відносну молекулярну масу 237.

Масова частка Хлору у цій сполуці становить 89,9%. Знайдіть молекулярну формулу цього хлорпохідного.

30. При спалюванні 11,4 г вуглеводню утворилося 35,2 г оксиду карбону (IV) та 16,2 г пари води. Відносна молекулярна маса речовини дорівнює 114. Яка молекулярна формула речовини?

31. При спалюванні 224 мл газу добуто 896 мл оксиду карбону (IV) і 0,9 г води.

- Густина газу за воднем 29 (н.у.) Визначте молекулярну формулу газу.
32. Який об'єм водню (н.у.) утвориться внаслідок повного термічного розкладу 3 моль метану?
33. Як за допомогою реакції Вюрца добути пропан і 2-метил-бутан?
34. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення: $C \rightarrow CH_4 \rightarrow CH_3Cl \rightarrow C_2H_6 \rightarrow C_2H_6Cl$
35. Складіть таблицю, яка б узагальнювала відомості про насичені вуглеводні за схемою: а) властивості вуглеводнів; б) приклади хімічних рівнянь; в) застосування.

Контрольна робота

Повторення (Вуглеводні)

I варіант

Рівень А

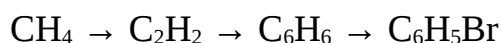
- Виберіть формулу, що відповідає алканам:
а) C_nH_{2n} ; б) C_nH_{2n+1} ; в) C_nH_{2n+2} ; г) C_nH_{2n-2} ; д) C_nH_{2n-6} .
- Закінчіть визначення поняття:
Реакції приєднання водню в органічному синтезі називають...
- Виберіть, які речовини вступають у реакції приєднання: а) алкани; в) алкіни; б) циклоалкани.

Рівень В

- Дайте визначення алкенам, наведіть два приклади, охарактеризуйте хімічні властивості.
- Які властивості має речовина C_3H_8 ? Як її можна одержати? Відповідь підтвердіть рівняннями реакцій.
- Допишіть формули речовин і назвіть їх за міжнародною номенклатурою:
а) CH_3 CH CH CH_3 б) CH_3 CH CH CH_3
 CH_3 CH_3 CH_3 C_2H_5

Рівень С

7. Здійсніть перетворення, вкажіть умови хімічних реакцій, назвіть речовини і типи хімічних реакцій:



8. Виведіть структурну формулу вуглеводню, якщо масові частки елементів такі: С — 82,76% , Н — 17,24% . Відносна густина вуглеводню за повітрям дорівнює 3,45.

9. При горінні 7г речовини утворилось 0,5 моль оксиду вуглецю (IV) і 0,5 моль води. 2,8г цієї речовини займають об'єм 2,24 л (н.у.). Виведіть формулу речовини.

Рівень D

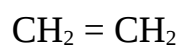
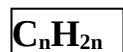
10. Запропонуйте схему одержання тринітротолуолу (тротилу) з неорганічної сировини.

11. При горінні 1 моль газу утворилося 22,4 л вуглекислого газу і 36 г води. Визначте молекулярну формулу речовини і розрахуйте, скільки літрів кисню необхідно для повного спалювання 1 л цього газу (н.у.).

12. Обчисліть, який об'єм кисню (н.у.) можна одержати з однієї таблетки гідропериту масою 1,5 г, у якому масова частка пероксиду гідрогену дорівнює 35%. Чи вистачить отриманого кисню для спалювання деревного вугілля масою 120 мг?

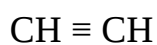
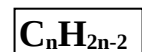
Опорна схема: "Ненасичені вуглеводні"

Алк[ен]и



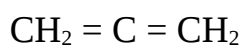
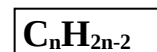
Ет[ен]

Алк[ін]и



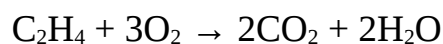
ет[ин]

Алка[дієн]и



пропа[дієн]

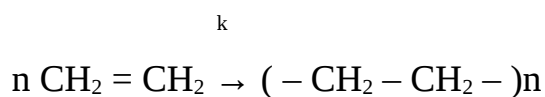
1. Горіння



2. Приєднання

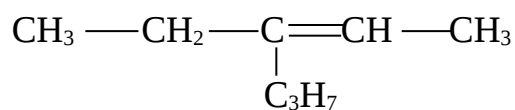


3. Полімеризація

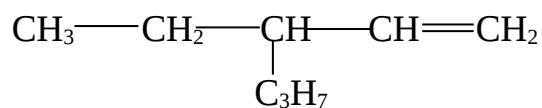


етилен

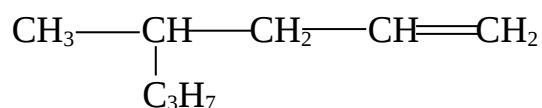
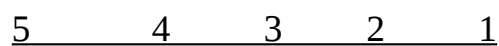
поліетилен



3-пропіл-2-пентен



3-пропіл-1-пентен



4-пропіл-1-пентен

4.3. Ненасичені вуглеводні (алкени, олефіни)

Ненасичені вуглеводні — органічні сполуки, в яких є кратні (подвійні і потрійні) зв'язки.

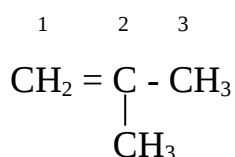
1. Гомологічний ряд етилену (алкенів).

Гомологічний ряд етилену (алкенів)		
C_2H_4	— етен	(етилен)
C_3H_6	— пропен	(пропілен)
C_4H_8	— бутен	(бутилен)
C_5H_{10}	— пентен	(амілен)
C_7H_{14}	— гептен	(гептилен)

C_nH_{2n} — загальна формула алкенів.

Назви алкенів походять від назв відповідних алканів із заміною суфікса -ан на -ен і зазначенням місця подвійного зв'язку.

Наприклад:

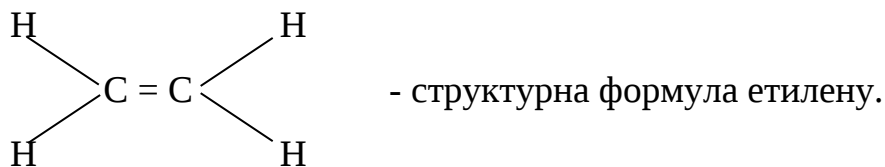


2-метилпропен-1

2. Фізичні властивості:

Нижчі алкени — гази, вищі — рідини і навіть тверді речовини. Етилен — безбарвний газ, має слабкий запах.

3. Будова молекули етилену C_2H_4 :



У молекулі етилену кожен атом карбону має три σ -зв'язки; вид гібридизації - sp^2 ; кут між гібридними хмарами — 120° .

Подвійний зв'язок в етилену складається з одного σ -зв'язку і одного π -зв'язку.

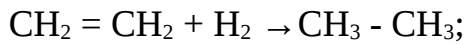
π -зв'язок на відміну від σ -зв'язку утворений за рахунок перекривання хмар р-електронів, він слабший, легко розривається.

4. Хімічні властивості алкенів:

1) горіння: $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$;

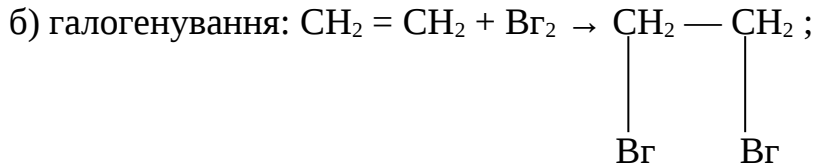
2) характерна реакція для ненасичених — приєднання:

а) приєднання водню (реакція гідрування, каталізатори — Pt, Ni):

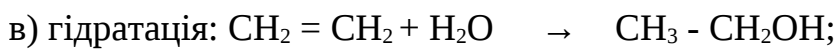


етен

етан

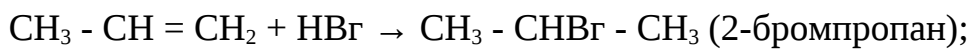


H_2SO_4



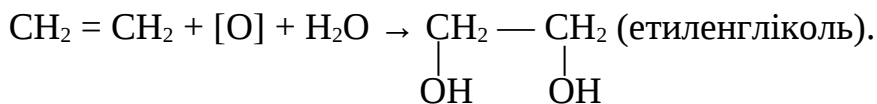
етанол

г) приєднання галогеноводнів (за правилом Марковнікова):



поліетилен

4) окиснення ($KMnO_4$):



5. Добування алкенів:

а) етилен добувають дегідратацією етилового спирту:

t°, H_2SO_4



етанол

t°



в) взаємодія галогенопохідних з лугами:

t°



6. Застосування.

Етилен використовують для виробництва поліетилену (пакувальний матеріал,

домашній посуд); етилового спирту; хлоретану (для місцевої анестезії в медицині); дихлоретану (як розчинник жирів, смол, в сільському господарстві для боротьби зі шкідниками).

Ненасичені вуглеводні (алкіни)

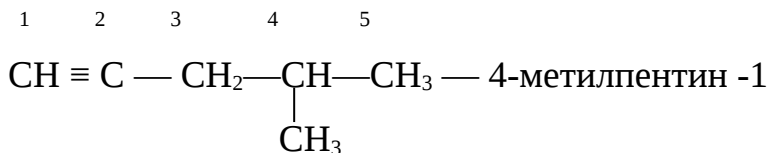
Ненасичені вуглеводні алкіни — органічні сполуки, в яких є кратні (потрійні) зв'язки.

1. Гомологічний ряд алкінів (ацетилену).

Гомологічний ряд ацетилену (алкінів)	
C_2H_2	— етин (ацетилен)
C_3H_4	— пропин
C_4H_6	— бутин
C_5H_8	— пентин
C_6H_{10}	— гексин
C_7H_{12}	— гептин

C_nH_{2n-2} — загальна формула алкінів.

Назви алкінів походять від назв відповідних алканів із заміною суфікса-ан на -ин (-ін) і зазначенням місця потрійного зв'язку:



2. Фізичні властивості.

Ацетилен (C_2H_2) — безбарвний газ без запаху, дуже реакційно здатний.

3. Будова молекули ацетилену. ;

$H - C \equiv C - H$ — структурна формула ацетилену.

У молекулі ацетилену потрійний зв'язок: один з них σ -зв'язок, а два інші — π -зв'язки; вид гібридизації -sp; кут між гібридними хмарами — 180° . Хмари двох інших р-електронів не беруть участі в гібридизації, вони, як і раніше, зберігають форму об'ємних вісімок і при бічному перекриванні з подібними хмарами другого карбонового атома утворюють два π -зв'язки, розміщені у взаємно перпендикулярних площинах.

4. Хімічні властивості ацетилену:

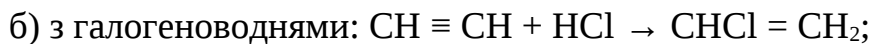
1) горіння: $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$;

2) характерні реакції для ненасичених — приєднання:

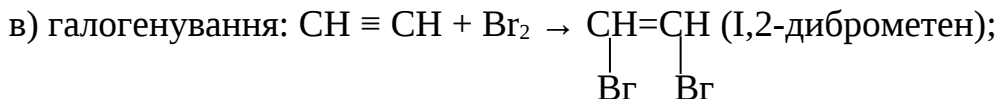
t°, Ni



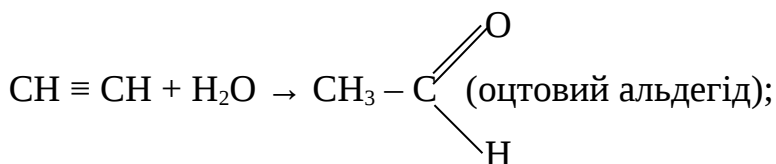
етилен



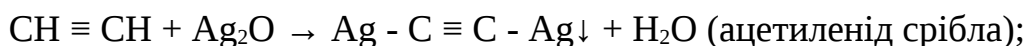
хлоретен



3) взаємодія з водою (реакція Кучерова):



4) взаємодія зі сполуками металів:

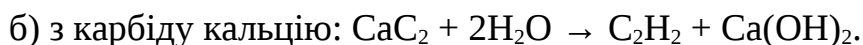
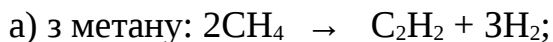


5) окиснення: при пропусканні крізь розчин перманганату калію ($KMnO_4$)

ацетилен легко окиснюється, а розчин перманганату знебарвлюється.

5. Добування ацетилену:

$1500^\circ C$



6. Застосування ацетилену.

З ацетилену добувають: оцтову кислоту; синтетичний каучук; смоли. Його використовують для зварювання і різання металів.

4.4. Визначення молекулярної формули органічної сполуки

Відношення між відносною атомною масою елемента та відносною молекулярною масою сполуки виражається формулою:

$$W(\text{елемента}) = \frac{A_r(\text{елемента}) \cdot n}{M_r(\text{речовини})},$$

де n — кількість атомів елемента, W — масова частка елемента.

Може ставитись обернена задача: обчислити кількість атомів кожного елемента в молекулі, тобто вивести молекулярну формулу речовини за відомим вмістом

елементів.

$$W(\text{елемента}) \cdot M(\text{речовини})$$

Тоді:

$$n = \frac{W(\text{елемента}) \cdot M_r(\text{речовини})}{A_r(\text{елемента})}.$$

Відносну молекулярну масу газуватої речовини можна обчислити за її відотною густиною за іншим газом, наприклад киснем, воднем чи повітрям. Відносна густина визначається як частка від ділення відносної молекулярної маси газу на відносну молекулярну масу відповідно кисню, водню чи повітря:

$$D_{O_2} = \frac{M_r(\text{речовини})}{32}; D_{H_2} = \frac{M_r(\text{речовини})}{2}; D_{\text{пов}} = \frac{M_r(\text{речовини})}{29}$$

Звідси можна визначити шукану відносну молекулярну масу газу:

$$M_r(\text{речовини}) = 2D_{H_2} = 32D_{O_2} = 29D_{\text{пов}}.$$

Задача. Визначити молекулярну формулу газуватого вуглеводню, який містить 80% Карбону. Відносна густина вуглеводню за воднем становить 15.

$$W(C) = 80\% = 0,8 \quad \text{Визначимо відносну молекулярну масу вуглеводню}$$

$$D_{H_2} = 15 \quad \text{за формулою } M_r(\text{речовини}) = 2D_{H_2} :$$

$$n(C) = ? \quad n(H) = ? \quad M_r = 2 \cdot 15 = 30.$$

Визначимо кількість атомів Карбону і Гідрогену. Оскільки сполука — вуглеводень, то частка Гідрогену становить 20%.

$$n(C) = \frac{0,8 \cdot 30}{12} = 2; \quad n(H) = \frac{0,2 \cdot 30}{1} = 6$$

Отже, у молекулі вуглеводню на два атоми Карбону припадає шість атомів Гідрогену. Формула вуглеводню C_2H_6 , відносна молекулярна маса 30.

Відповідь: формула вуглеводню C_2H_6 .

Питання для самоконтролю.

1. Скільки є ізомерних алканів складу C_4H_{10} ? Напишіть структурні формули цих ізомерів.
2. За наведеними формулами речовин визначте, які з них є етиленовими вуглеводнями: C_3H_8 , C_8H_{16} , $C_{14}H_{28}$, $C_{14}H_{30}$.
3. Напишіть молекулярні формули алкенів, які містять 6, 8 та 10 атомів вуглецю в молекулі.
4. Напишіть структурні формули таких сполук: а) 3,3-диметил-1-пентену; б) 3-метил-4-етил-2-гексену; в) 2,3-диметил-пентену.
5. Скільки є ізомерних алкенів складу C_5H_{10} ? Напишіть структурні формули цих ізомерів і назвіть їх за систематичною номенклатурою.
6. У яких з названих нижче сполук можлива цис-транс-ізомерія: а) 1-пентен; 2-пентен; б) 2-метил-2-бутен. Наведіть формули цих ізомерів.
7. Обчисліть, важчий чи легший за повітря: а) етилен; б) пропілен.
8. Визначте масу (в грамах) 6 л етилену.
9. Знайдіть молекулярну формулу етиленового вуглеводню, відносна молекулярна маса якого дорівнює: а) 98; б) 126.
10. Визначте молекулярну формулу етиленового вуглеводню, масова частка Карбону в якому дорівнює 85,7%, а густина його за воднем становить 21.
11. Напишіть рівняння реакцій хлорування етилену та бромовання пропілену. Назвіть речовини, що добули.
12. Напишіть рівняння реакції приєднання хлороводню до етилену. Назвіть речовину, що добули. Чи можна її добути, виходячи з насиченого вуглеводню. Запишіть рівняння відповідної реакції.
13. Обчисліть і порівняйте масову частку у відсотках Карбону у метані та етилені.
14. Порівняйте властивості пропану і пропілену. Що між ними спільного і що відмінного? Відповідь ілюструйте рівняннями реакцій.
15. Як дізнатися, в якій посудині міститься етилен, а в якій – етан?
16. Який об'єм водню можуть приєднати: а) 44,8 мл пропену; б) 3,5 г пентену?

17. Скільки грамів бромної води з масовою часткою броду 1,6% можуть знебарвити пропілен об'ємом 1,12 л (н. у.)
18. Визначте відносну молекулярну масу етиленового вуглеводню, знаючи, що 14 г його приєднують 32 г броду. Про який вуглеводень йдеться?
19. 4,48 л суміші насиченого і ненасиченого вуглеводнів, що містять однакову кількість карбону, реагують з 1,12 л бромоводню. Визначте склад суміші у відсотках за об'ємом і напишіть структурні формули вуглеводнів, якщо відомо, що продукт взаємодії етиленового вуглеводню з хлором в 56,5 разів важчий за водень.
20. Який об'єм вуглекислого газу виділяється під час згорання 5,6 л етилену? Який склад солі, що утворюється в результаті взаємодії цього об'єму вуглекислого газу з 15 мл 6%-го розчину гідроксиду натрію (густина 1,06 г/мл)?
21. Який об'єм повітря необхідний для спалювання: а) 448 л етилену; б) 2 моль пропілену.
22. У результаті спалювання 4,2 г речовини утворюється 13,2 г вуглекислого газу і 5,4 г води. Густина пари речовини за повітрям 2,9 (н. у.). Визначте молекулярну формулу речовини.
23. Складіть рівняння реакцій гідрування пропілену і дегідрування пропану. Запишіть ці процеси одним хімічним рівнянням.
24. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення: $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$
25. Який об'єм повітря потрібний для повного спалювання ацетилену:
а) 4 моль; б) 224 л?
26. За термохімічним рівнянням реакції горіння ацетилену визначте, яка кількість теплоти виділиться, якщо в реакцію вступить ацетилен:
а) 44,8 л; б) 0,1 моль?
27. Технічний карбід кальцію масою 20 г обробили надлишком води. Добули ацетилен, при пропусканні якого крізь надлишок бромної води утворився 1,1,2,2-тетраброметан масою 86,5 г. Визначте масову частку карбиду кальцію в технічному карбіді.

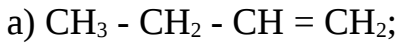
Контрольна робота

ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ (АЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ)

Варіант 1

I рівень

1. Вказати формулу етиленового вуглеводню:



2. Яку геометричну форму мають молекули насичених вуглеводнів:

а) тетраедричну;

б) лінійну;

в) об'ємну;

г) площинну.

3. Який тип хімічного зв'язку у молекулі пентану?

а) подвійний;

б) потрійний;

в) одинарний.

4. Як називається реакція приєднання водню до органічних сполук?

а) дегідрування;

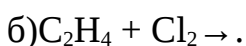
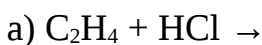
б) гідратація;

в) гідрування.

II рівень

1. Назвіть за систематичною номенклатурою та запишіть структурні формули трьох ізомерів 1-пентену.

2. Напишіть рівняння реакцій за наведеними схемами. Продуктом якої з них є дихлоретан?

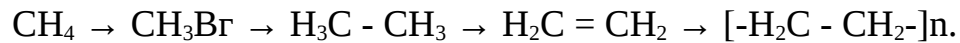


3. Який об'єм карбон (IV) оксиду (н. у.) виділиться при спалюванні 3 моль

пропану?

III рівень

1. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:

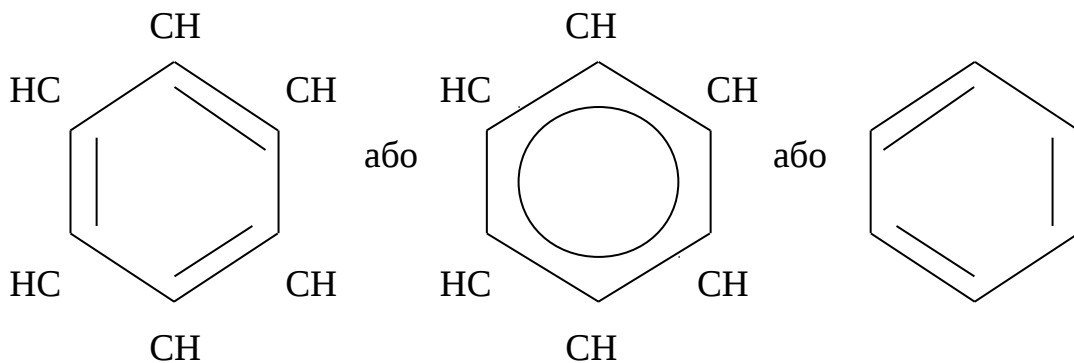


2. При спалюванні газоподібного вуглеводню, густина якого за воднем 21, добули 8,4 л карбон (IV) оксиду (н. у.) і 6,75 г води. Виведіть хімічну формулу вуглеводню.

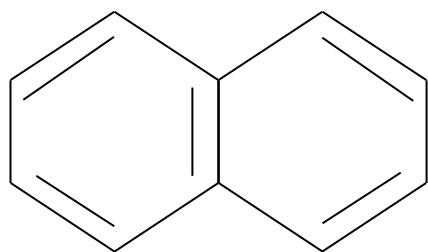
Опорна схема: "Ароматичні вуглеводні"

/Арени/

C_6H_6 - бензен

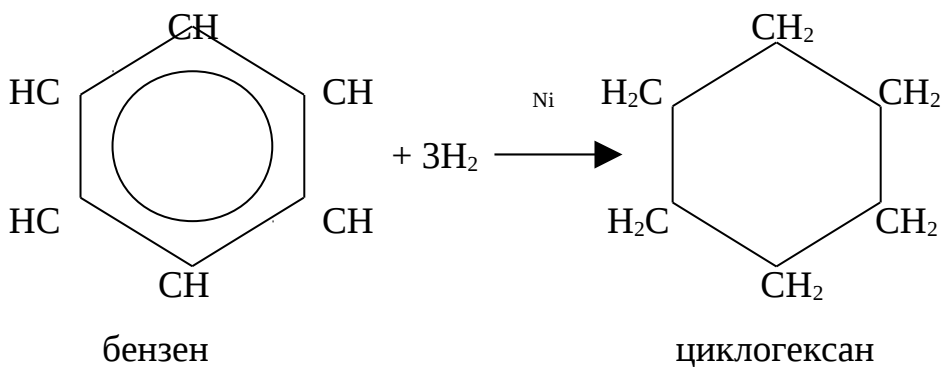


C_nH_{2n-6}

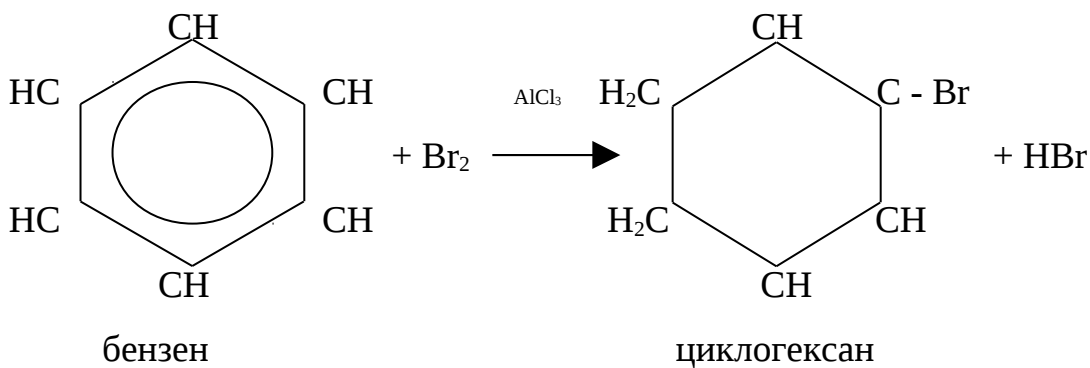


нафтаген

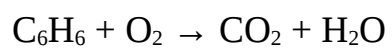
1. Приєднання



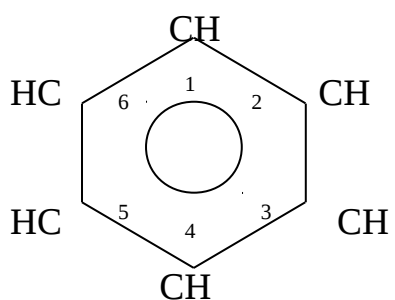
2. Заміщення



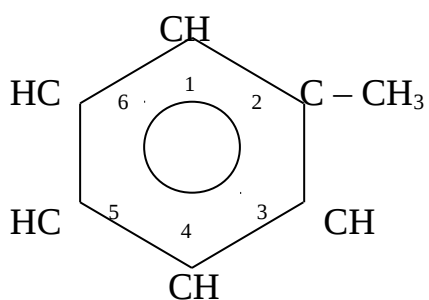
3. Горіння



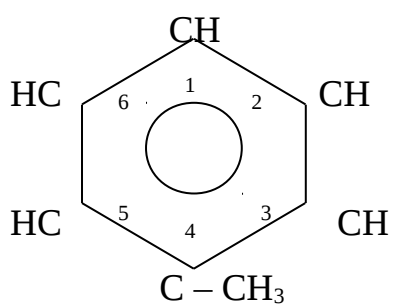
Ізомерія



бензен



2-метилбензен

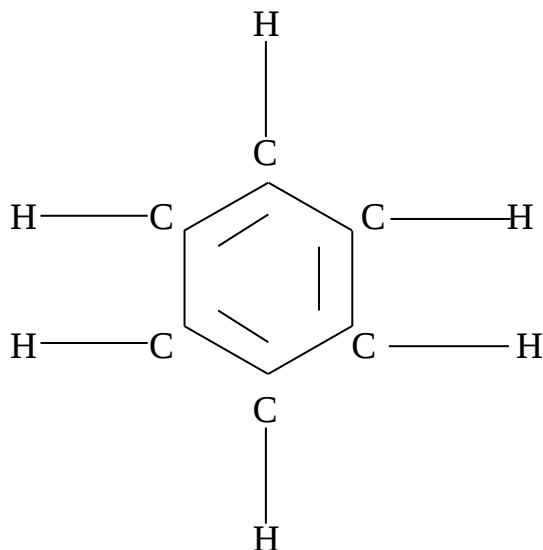


4-метилбензен

4.5. Ароматичні вуглеводні

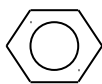
Ароматичні сполуки — це органічні сполуки, до складу яких входить один або кілька бензенових ядер.

Бензен відкритий англійським вченим М. Фарадеєм у 1825 р. Німецький хімік Ф. А. Кекуле запропонував у 1865 р. зображувати структурну формулу бензену у вигляді шестичленного циклу із трьома подвійними зв'язками, які чергуються з одинарними:



Будова: sp^2 -гібридація, кожний атом С — 3 σ -зв'язки, кут 120° , плоска молекула, 6 π -електронів утворюють спільну π -електронну систему, яка на 150 кДж/моль більш стійка, ніж 3 С = С зв'язки. Ароматична система стабільна: хімічні перетворення її звичайно не торкаються.

Усі зв'язки між атомами С рівноцінні. Це можна відобразити такою структурною формулою:



Фізичні властивості: безбарвна, летка, вогнебезпечна рідина з характерним запахом, $t_{\text{кип}} = 80^\circ\text{C}$, у воді нерозчинний, сам є розчинником. Отруйний.

Номенклатура: замісники за абеткою. Атом С бензенового ядра, де 1-ий замісник №1. У випадку 2-х замісників положення 1, 2 можна позначити орто(о-), 1,3- мета (м-), 1,4- пара(п-).

Гомологи можна розглядати як похідні бензену, в якому один або кілька атомів Гідрогену заміщені вуглеводневими радикалами.

Ізомерія: а). Кількості і будови замісників

б). Положення замісників.

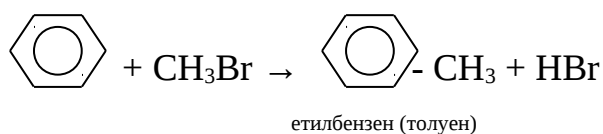
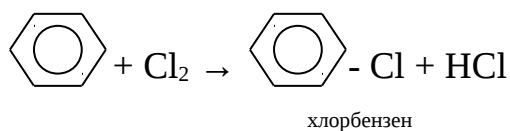
Група атомів C_6H_5 — називається фенільною.

Хімічні властивості бензену:

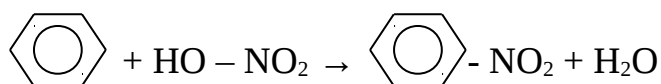
а) горіння: кіптявим полум'ям: $2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O$.

б) реакції заміщення:

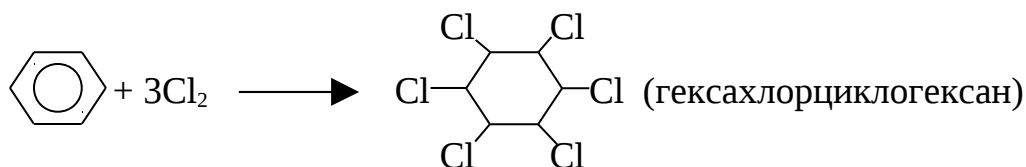
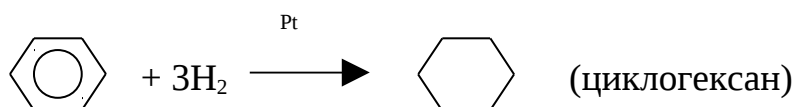
У присутності каталізаторів ($FeBr_3$, $AlCl_3$)



Нітрування: у присутності сульфатної кислоти



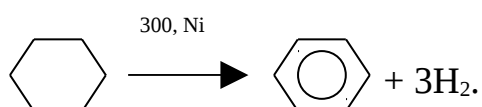
в) Реакція приєднання:



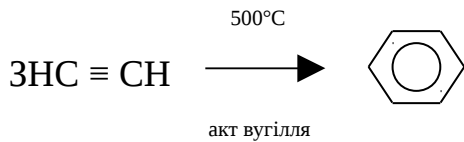
Добування:

а). З нафти,

б). Дегідруванням циклогексану:



в). Тримеризацією ацетилену:

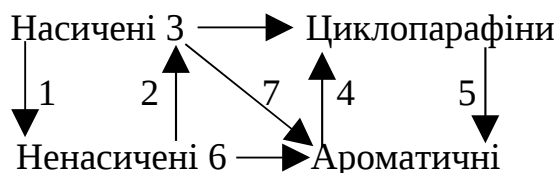


Застосування.

Бензен та його похідні застосовуються як сировина для виробництва ліків, барвників, пластмас, отрутохімікатів, вибухових речовин. Бензен і хлорбензен використовують як розчинники.

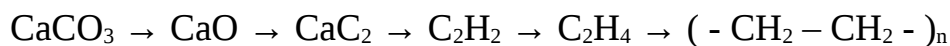
Питання для самоконтролю.

1. Знайдіть молекулярну формулу речовини, яка містить за масою 92,3% карбону і 7,7% гідрогену. Відносна густина пари речовини за воднем дорівнює 39.
2. Яку масу бромбензену можна добути із суміші 64 г бромоводню і 15,6 г бензену за наявності каталізатора FeBr_3 ?
3. Обчисліть, який об'єм хлору потрібний для добування 450 г хлорбензену із бензену. Зазначте умови перебігу реакції.
4. Яка маса бензену в грамах потрібна для добування 246 г нітробензену, якщо масова частка його виходу становить 92%?
5. Наведіть відомі вам приклади рівнянь перетворень 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.



6. Речовини яких гомологічних рядів при однаковій кількості атомів у молекулах ізомерні одна одній?
7. Які види структурної ізомерії для насичених, ненасичених і ароматичних вуглеводнів вам відомі? Наведіть приклади.
8. Які види просторової ізомерії вам відомі? Наведіть приклади.
9. Які хімічні властивості характерні для вуглеводнів, у молекулах яких є: а) прості; б) кратні; в) ароматичні зв'язки? Відповідь підтвердьте рівняннями реакцій.

10. Напишіть рівняння реакцій за схемою:



Який висновок про взаємозв'язок органічних і неорганічних речовин між собою можна зробити?

11. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



Назвіть речовину X. Зазначте умови перебігу реакцій.

12. Під час гідрування 7,8 г бензену до циклогексану при нагріванні за наявності каталізатора ввібралось 3,36 л водню. Визначте масову частку (в %) виходу циклогексану.

4.6. Вуглеводнева сировина

У природі вуглеводні трапляються переважно у вигляді природного газу, нафти, кам'яного вугілля.

Є два способи використання горючих копалин: один — у вигляді палива, тобто джерела енергії, інший — у вигляді сировини для подальшої переробки (органічний синтез).

Природний газ

Містить вуглеводні з низькою молекулярною масою. Має приблизно такий склад (за об'ємом): 80 - 98% метану, 2 - 3% найближчих гомологів — етану, пропану, бутану і невелика кількість домішок — сірководню, азоту, благородних газів, оксиду карбону (IV) і водяної пари.

Попутні гази звичайно розчинені у нафті і виділяються під час її добування. У них менше метану, але більше етану, пропану, бутану і вищих вуглеводнів.

Розроблено багато способів переробки природних газів. Головне завдання — перетворення насичених вуглеводнів у активніші — ненасичені, які далі перетворюють у синтетичні полімери (каучук, пластмаси). Крім того, окисненням добувають органічні кислоти, спирти та інші продукти.

Основний метод переробки кам'яного вугілля — коксування (суха перегонка). При коксуванні (нагріванні до 1000°C - 1200°C без доступу повітря) добувають: кокс, кам'яновугільну смолу, аміачну воду і коксовий газ. Коксовий газ

використовується для обігрівання коксових печей, з нього виділяють водень для синтезу аміаку.

Кам'яновугільна смола є джерелом ароматичних вуглеводнів, її піддають ректифікаційній перегонці і добувають бензен, толуол, ксилол, нафталін, а також феноли, азотовмісні сполуки. Пек — маса, що залишається після перегонки смоли, використовується для виготовлення електродів і покрівельного толю.

Нафта та її переробка

Нафта — масляниста рідина темно-бурого або майже чорного кольору з характерним запахом.

За складом нафта — складна суміш вуглеводнів різної молекулярної маси (парафіни, циклоалкани, ароматичні).

Первинна переробка нафти полягає в її перегонці, тобто розділенні на різні фракції.

Фракція	Розміри молекул	Інтервал температур кипіння компонентів, °С	Застосування
Бензин	$C_5 - C_{11}$	від 40 до 200,	Моторне, авіаційне і автомобільне пальне; розчинник масел
Лігроїн	$C_8 - C_{14}$	від 120 до 240	Дизельне пальне, розчинник у лакофарбовій промисловості
Гас	$C_{12} - C_{18}$	від 180 до 300	Пальне для реактивних і тракторних двигунів
Газойль	$C_{18} - C_{25}$	від 270 до 350	Пальне для дизелів
Мазут	Від C_{20} і вище	від 300 і вище	Мастила, парафін, вазелін, котельне рідке паливо.

Крекінг — це процес розкладу вуглеводнів нафти на більш леткі речовини.

Для підвищення виходу бензину і поліпшення його якості застосовують процес, який називається крекінгом.

Термічний крекінг проводять при високій температурі (450 — 600 °С) і підвищеному тиску (2 -7 МПа).

Термічним крекінгом добувають автомобільний бензин, технічний вуглець,

газоподібні вуглеводні.

Каталітичний крекінг проводять за наявності каталізаторів (алюмосилікатів) при 450 °С і атмосферному тиску. Цим способом добувають авіаційний бензин. Такому крекінгу піддаються переважно гасова і газойлева фракції нафти.

Каталітичний риформінг — нагрівання нафтопродуктів за наявності платинового каталізатора, під час якого парафінові і циклопарафінові вуглеводні перетворюються в ароматичні, внаслідок чого підвищується октанове число бензинів.

4.7. Спирти. Феноли

До оксигенвмісних органічних сполук, що складаються з атомів карбону, гідрогену та оксигену, належать спирти, феноли, альдегіди, кетони, карбонові кислоти, прості й складні ефіри (етери і естери), вуглеводи тощо, їх фізичні й хімічні властивості визначаються наявністю в молекулах різних функціональних груп, до складу яких входять один або більше сильно електронегативних атомів оксигену.

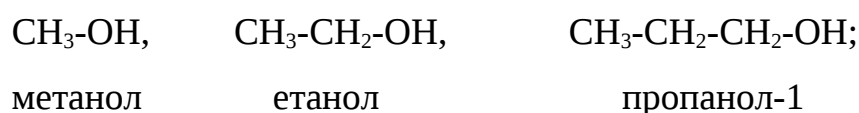
Спирти - це органічні сполуки, у молекулах яких містяться одна або декілька функціональних гідроксидних груп, сполучених з вуглеводневим радикалом.

Їх можна розглядати як похідні вуглеводнів, у молекулах яких один або кілька атомів Гідрогену заміщені гідроксидними групами. В залежності від характеру вуглеводневого радикалу, спирти діляться на аліфатичні, циклічні та ароматичні. У останніх гідроксидна група безпосередньо не зв'язана з атомом карбону ароматичного кільця (спирти, у яких гідроксидна група безпосередньо зв'язана з бензеновим кільцем, називаються фенолами).

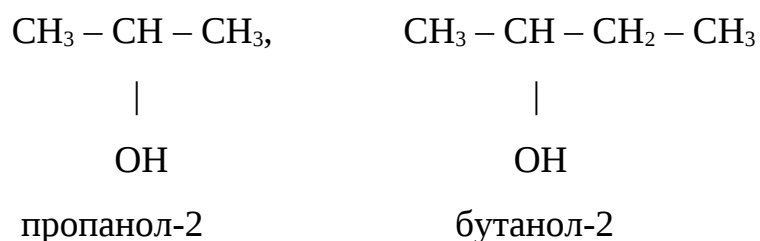
В залежності від числа гідроксидних груп, спирти поділяють на одно- і багатоатомні. Двоатомні спирти ще називають гліколями, триатомні - гліцерами.

Загальна формула гомологічного ряду одноатомних насичених (аліфатичних) спиртів - $C_nH_{2n+1}OH$. В залежності від того, при якому атомі карбону знаходиться гідроксидна група, розрізняють спирти первинні (RCH_2-OH), вторинні (R_2CH-OH) та третинні (R_3C-OH). Приклади:

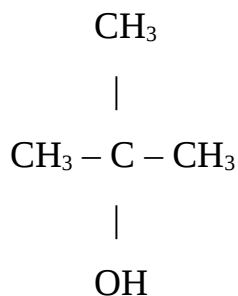
Первинні:



Вторинні:



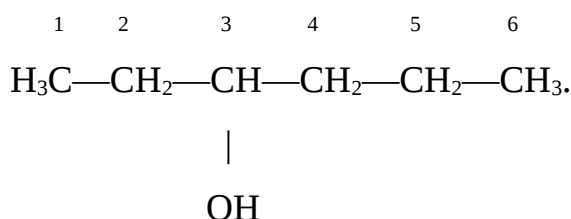
Третинний:



2-метилпропанол-2

Ізомерія одноатомних спиртів пов'язана як з будовою карбонового ланцюга (наприклад бутанол-2 та 2-метилпропанол-2), так і з положенням гідроксидної групи (пропанол-1 та пропанол-2). Тому у спиртів завжди більше ізомерів, ніж у відповідних насичених вуглеводнів.

Назви спиртів утворюються з назв відповідних насичених вуглеводнів, додаючи закінчення -ол до назви найдовшого карбонового ланцюга, що включає гідроксидну групу: CH_3OH - метанол; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - етанол; $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ - пропанол і т. д. Починаючи з третього представника гомологічного ряду - пропанолу, у спиртів з'являються ізомери (див. вище). Відповідно до міжнародної номенклатури цифрою після назви спирту позначають, з яким по черзі атомом карбону в радикалі сполучена гідроксидна група, причому нумерацію починають з того кінця, ближче до якого розміщена гідроксидна група, наприклад:



гексанол-3

Окрім того, широко розповсюджена замісна номенклатура, згідно з якою назва спирту походить від назви відповідного вуглеводневого радикалу з додаванням слова "спирт", наприклад: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - етиловий спирт.

Характерні властивості спиртів зумовлені гідроксидною функціональною групою, зв'язаною з вуглеводневим радикалом.

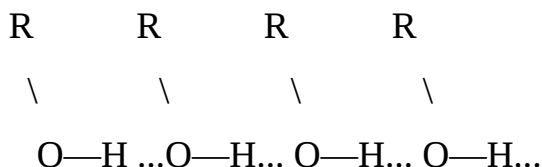
Введення сильно електронегативного атома кисню по місцю С-Н зв'язку в молекулі насиченого вуглеводню призводить до зміщення електронної густини з

вуглеводневого радикалу і з атома Гідрогену гідроксогрупи до атома Оксигену:

$R \rightarrow O \leftarrow H$, внаслідок чого молекула стає полярною.

Фізичні властивості.

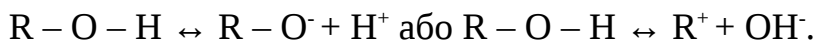
Нижчі спирти - рідини; вищі - з числом атомів карбону понад 12 - тверді речовини. Усі спирти легші від води. Розчинність їх у воді зменшується відповідно до зростання молекулярної маси. Молекули спиртів асоційовані внаслідок утворення між ними водневих зв'язків:



Цим пояснюється те, що уже перші члени гомологічного ряду спиртів на відміну від вуглеводнів, що їм відповідають, - рідини, які мають порівняно високі температури кипіння. Утворенням водневих зв'язків між молекулами спирту і води пояснюється їх легка розчинність у воді. Метанол та етанол змішуються з водою в будь-яких співвідношеннях. Зменшення ж розчинності у наступних членів гомологічного ряду спричинено зростанням числа атомів карбону у вуглеводневому радикалі. Водневі зв'язки досить слабкі (17-22 кДж/моль) і при випаровуванні спиртів легко розриваються.

Хімічні властивості спиртів зумовлені наявністю в їх молекулах полярних ковалентних зв'язків $C-O$ і $O-H$. Тому найчастіше спирти вступають у хімічні реакції з розривом одного з них.

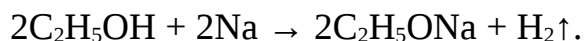
1. Оскільки обидва зв'язки полярні, їх розрив відбувається за йонним (гетеролітичним) механізмом з утворенням органічних аніонів або катіонів (амфотерність).



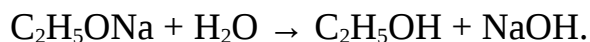
Проте така дисоціація відбувається в незначній мірі, тому спирти дають нейтральну реакцію: за їх наявності забарвлення індикаторів - лакмусу чи фенолфталеїну не змінюється.

Оскільки енергія зв'язків $C-O$ і $H-O$ неоднакова (останній -більш полярний і слабкіший), амфотерність спиртів проявляється з перевагою слабких кислотних властивостей. Тому в реакціях заміщення і обміну спирти виступають найчастіше

в ролі кислоти. Так, вони енергійно взаємодіють з активними металами (натрієм та калієм) з виділенням водню і утворенням так званих алкоголятів:

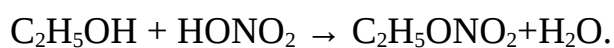
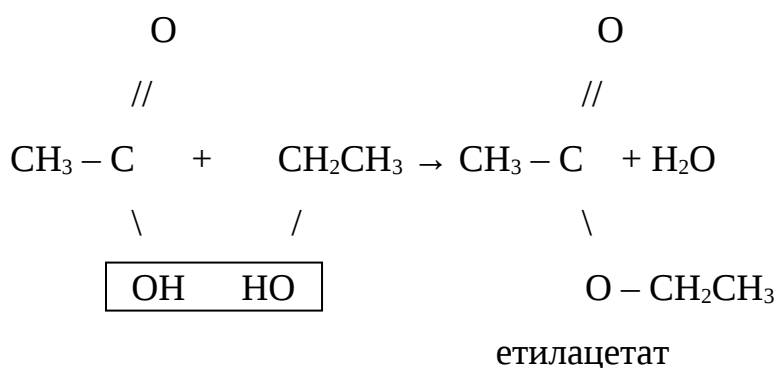


Алкоголяти у водних розчинах нестійкі і водою практично повністю розкладаються (гідролізуються) на відповідний спирт і луг:



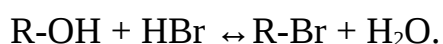
Реакція за звичайних умов необоротна, тому можна вважати, що одноатомні спирти з лугами не взаємодіють.

Реакції спиртів з органічними та мінеральними кислотами призводять до утворення естерів (складних ефірів). Якщо розглядати цю реакцію як кислотно-основну, то спирт виступає в ролі кислоти



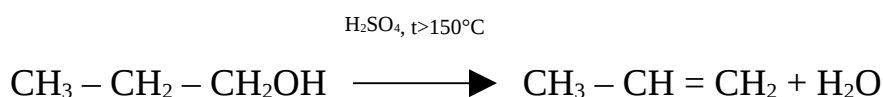
етилнітрат

Спирти взаємодіють з галогеноводнями:

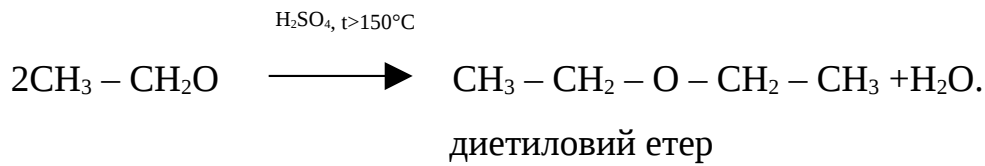


У цій реакції функціональна група заміщується бромом, тобто спирт виступає як основа. Реакція оборотна: за наявності луку рівновага зміщується в бік вихідних речовин, за надлишку кислоти - в бік продуктів реакції, причому третинні спирти реагують набагато швидше, ніж вторинні й первинні.

2. Важлива властивість спиртів - їх здатність до дегідратації (втрата води). Реакції відбуваються за умови нагрівання спирту з сильно гігроскопічними речовинами, наприклад з концентрованою сульфатною кислотою. При цьому відбувається внутрішньо-молекулярна дегідратація:



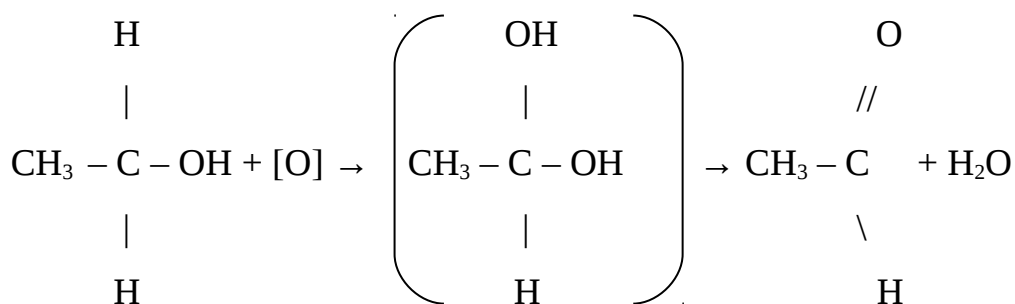
За більш низьких температур та надлишку спирту відбувається міжмолекулярна дегідратація з утворенням етерів (простих ефірів):



Етери (прості ефіри) - це органічні речовини, молекули яких складаються з двох вуглеводневих радикалів (однакових або різних), сполучених через атом кисню: R'—O—R".

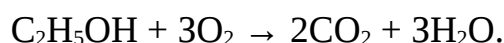
Диетиловий етер, або сірчаний ефір - добрий розчинник багатьох органічних речовин, застосовується для чищення тканин, в медицині як анестезуюча речовина тощо. Назва "сірчаний" збереглася від найпершого способу добування диетилового етеру взаємодією спирту з сульфатною (сірчаною) кислотою.

3. Спирти порівняно легко окиснюються ("м'яке" окиснення) такими окисниками, як KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, киснем повітря за наявності каталізаторів (платини, міді). При цьому виявляється вплив гідроксидної групи, а саме: кисень приєднується до атома Карбону, який зв'язаний з групою OH:



Проміжним продуктом є спирт з двома гідроксидними групами біля одного атома карбону. Такі спирти нестійкі і розкладаються на альдегід і воду.

Спирти, як і більшість інших органічних сполук, горять ("жорстке" окиснення атомів карбону до найвищого ступеня окиснення +4). Наприклад:

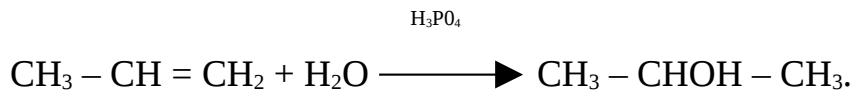
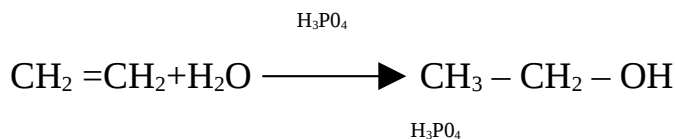


4. Найголовніші способи добування й застосування одноатомних спиртів

Добування.

1. Промисловий спосіб добування спиртів полягає в гідратації алкенів. Реакція відбувається під час пропускання парів алкену та води над фосфорнокислим

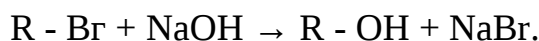
каталізатором:



Так з етену добувають етанол, а з пропену - пропанол-2 (ізопропанол).

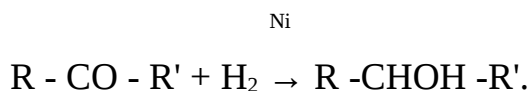
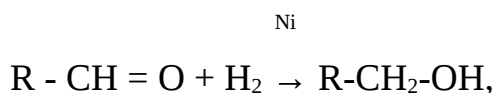
Приєднання води йде за правилом Марковникова, тому за цією реакцією з первинних спиртів можна добути лише етанол.

2. Гідроліз алкілгалогенідів під дією водних розчинів лугів:



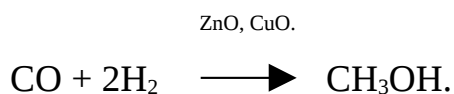
За цією реакцією можна добувати первинні, вторинні і третинні спирти.

3. Відновлення карбонільних сполук (відновленням альдегідів одержують первинні спирти, відновленням кетонів - вторинні):



Реакцію проводять, пропускаючи суміш парів альдегіду чи кетону з воднем над нікелевим каталізатором.

4. Метанол добувають каталітичним синтезом з оксиду карбону(II) та водню за температури 250°C, тиску 7 МПа та наявності каталізатора - суміші оксидів цинку та купруму(II):



Раніше метанол добували сухою перегонкою деревини (звідси його тривіальна назва - "деревний спирт").

5. Етанол добувають зброджуванням цукристих речовин за наявності каталізатора - зимази (дріжджі). Суть бродіння полягає в тому, що добута з крохмалю глюкоза (виноградний цукор) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, під впливом ферментів розкладається на спирт і оксид карбону(IV). Сумарний результат цього складного і багатостадійного процесу виражається простим рівнянням:



Вихідним матеріалом у виробництві чистого етанолу є природні продукти, багаті на крохмаль: картопля, хлібні злаки тощо. Етанол для технічних цілей добувають з відходів деревини, яку гідролізом перетворюють на глюкозу, а останню - на спирт.

Застосування.

Спирти, головним чином, використовують в процесах органічного синтезу. Найширше застосування мають метанол та етанол.

Метанол (інші назви: метиловий спирт, карбінол, деревний спирт) - найпростіший одноатомний спирт, безбарвна рідина з т. кип. 64°C. Сильна отрута (приймання всередину спричиняє сліпоту, при більших дозах - смерть). Він використовується як розчинник та для різних органічних синтезів - добування формальдегіду, деяких барвників, фотореактивів, фармацевтичних препаратів.

Етанол (етиловий спирт) - дуже важливий продукт для потреб народного господарства. У великих кількостях його використовують для добування синтетичного каучуку і виробництва пластмас. Як розчинник застосовують для приготування одеколонів, парфумів, лаків, ліків, а також для консервування анатомічних препаратів. Його використовують для добування багатьох органічних речовин: диетилового етеру, барвників, оцтової кислоти, бездимного порошу тощо. Етиловий спирт у суміші з бензином I - перспективне паливо для двигунів внутрішнього згорання. Дуже часто його денатурують, тобто до спирту додають інші речовини та барвники, щоб зробити непридатним для споживання.

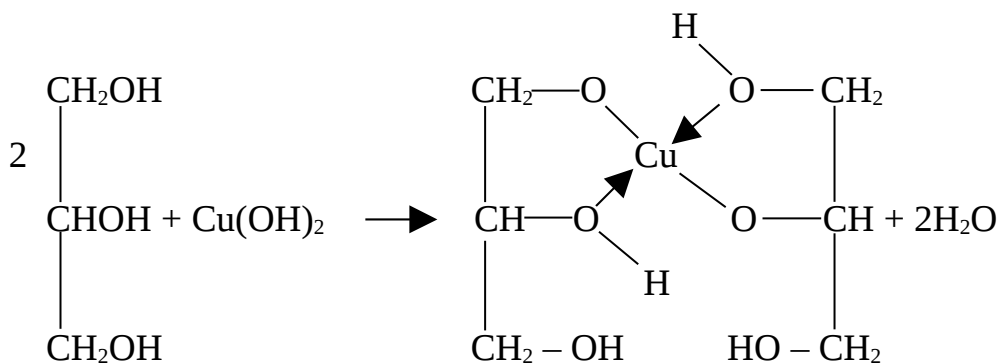
Найважливіші з багатоатомних спиртів - етиленгліколь та гліцерол:



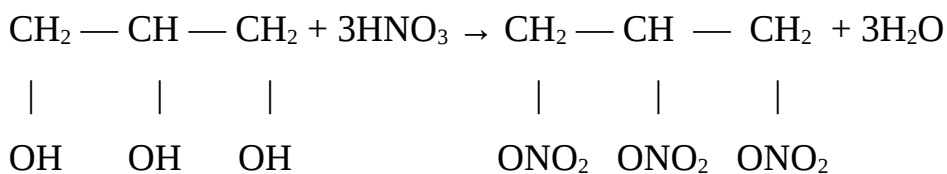
Загальна формула гомологічного ряду насичених двоатомних спиртів - гліколів $C_nH_{2n}(OH)_2$. Назва гліколі походить від грецького слова "глікос" - солодкий (багато представників цього ряду солодкі на смак). Етиленгліколь (за систематичною номенклатурою етандіол-1,2) - перший представник цього ряду.

Це - сиропоподібна рідина, солодка на смак, без запаху, отруйна. Він добре

З гідроксидом купрум(II) гліцерол утворює яскраво-синій гліцерат купрум:



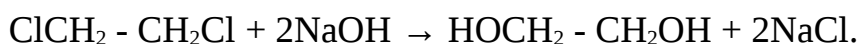
Для багатоатомних спиртів, як і для одноатомних, характерне утворення естерів (складних ефірів). Зокрема, в реакції гліцеролу з нітратною кислотою в присутності каталітичної кількості сульфатної кислоти утворюється тринітрат гліцеролу, відомий як нітрогліцерол (остання назва з хімічної точки зору невірна, оскільки в нітросполуках NO₂-група безпосередньо зв'язана з атомом карбону):



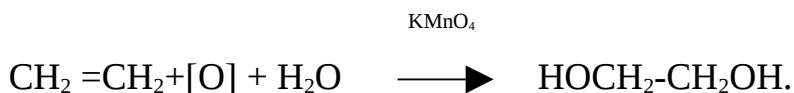
Нітрогліцерол - важка масляниста вибухова речовина (вибухає від легкого струсу і нагрівання). Проте спиртові розчини його не вибухають. З карбоновими кислотами гліцерол також утворює естери (складні ефіри) - жири та олії.

Добування.

1. Загальний спосіб (аналогічно одноатомним спиртам) - гідролізом відповідних алкілгалогенідів у лужному середовищі:



2. Етиленгліколь утворюється в результаті окиснення етилену водним розчином манганату(VII) калію:



3. Гліцерол добувають гідролізом жирів.

Застосування.

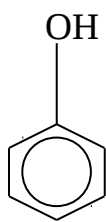
Водні і спиртові розчини етиленгліколю використовують як незамерзаючі за низьких температур розчини - антифризи, що замінюють воду в радіаторах автомобільних та авіаційних моторів у зимовий період. В багатьох випадках

етиленгліколь може бути заміником гліцеролу. Його застосовують також для виробництва лавсану - цінного синтетичного волокна.

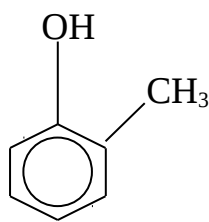
Гліцерол застосовується для виробництва вибухівки (нітрогліцеролу), приготування антифризів, у косметичі (пом'якшує шкіру), шкіряній промисловості. Однопроцентний спиртовий розчин нітрогліцеролу використовують як ліки при захворюваннях серця (розширює кровоносні судини).

Феноли - це органічні сполуки, у молекулах яких гідроксидні групи безпосередньо зв'язані з бензеновим кільцем.

Вони є похідними ароматичних вуглеводнів, наприклад:

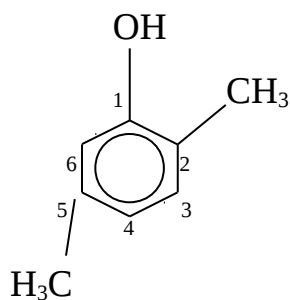


фенол



2-метилфенол, або орто-крезол

Феноли з однією гідроксидною групою називаються одноатомними, з двома - двоатомними, з трьома - триатомними. Номенклатура фенолів передбачає нумерацію С-атомів у бензеновому ядрі цифрами від 1 до 6, починаючи з атома Карбону, зв'язаного з гідроксидною групою, наприклад:

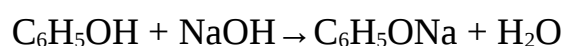
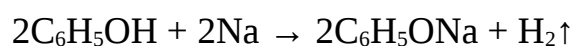


2,5-диметилфенол

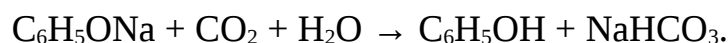
Найпростіший з них C_6H_5OH називається фенолом або карболовою кислотою. Фенол - безбарвна кристалічна речовина з різким характерним запахом. Під час зберігання він повільно окиснюється киснем повітря і набуває рожевого забарвлення. Фенол плавиться за $42,3^{\circ}C$, кипить за $182^{\circ}C$; частково розчиняється у воді (за звичайних умов - до 6г у 100г води); має сильні антисептичні властивості, отруйний. Потрапляючи на шкіру обпікає її, утворюючи пухирі й виразки.

Хімічні властивості фенолів відрізняються від властивостей спиртів. Ця відмінність спричинена взаємним впливом у молекулі фенолу гідроксидної групи і бензенового радикалу C_6H_5 —, який називається фенілом. Суть цього впливу зводиться до того, що π -електронна система бензенового ядра частково залучає до своєї сфери неподілені електронні пари атома кисню гідроксидної групи, внаслідок чого зменшується електронна густина біля атома кисню. Це, в свою чергу, викликає додаткове зміщення електронної густини зв'язку $O—H$ від атома Гідрогену, який стає більш рухливим і реакційноздатним.

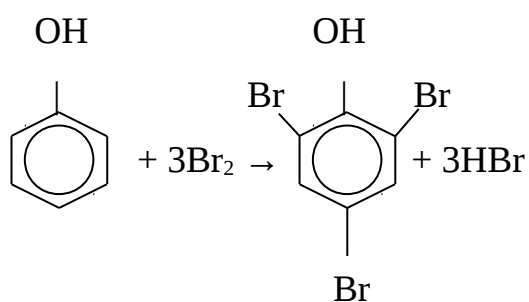
Отже, під впливом фенільного радикалу зв'язок атома гідрогену з киснем у гідроксидній групі слабшає, і фенол, на відміну від одноатомних спиртів, виявляє властивості слабкої кислоти. Тому він легко взаємодіє не лише з металічними натрієм і калієм, а й з лугами, утворюючи стійкі у водних розчинах солі - феноляти:



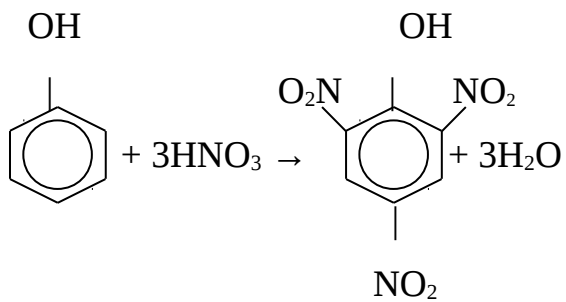
Оскільки кислотні властивості фенолу виражені досить слабо, то феноляти (солі фенолу) гідролізують у воді і легко розкладаються мінеральними кислотами, в тому числі й карбонатною:



Вплив атомів у молекулі фенолу взаємний. Гідроксидна група, в свою чергу, впливає на бенз кільце, внаслідок чого атоми гідрогену в ядрі бензену стають більш рухливими і легко заміщуються іншими атомами або радикалами. Так, фенол без нагрівання і без каталізаторів енергійно взаємодіє з бромом і нітратною кислотою, утворюючи відразу тризаміщені похідні (в положеннях 2,4 і 6, оскільки OH -група - замісник першого роду):



2,4,6-трибромфенол



2,4,6-тринітрофенол (пікринова кислота)

За рахунок додаткового впливу трьох нітрогруп тринітрофенол або пікринова кислота проявляє властивості кислоти середньої сили.

Бензен же з бромом та нітратною кислотою взаємодіє лише за нагрівання і наявності каталізаторів.

Застосування.

Фенол - сильний антисептик і застосовується як дезинфікуюча речовина, його використовують для виробництва лікарських препаратів, фотографічних проявників і фарб. Але найбільше витрачають фенолу у виробництві пластмас - фенопластів.

Контрольна робота
Спирти і феноли

I варіант

Рівень А

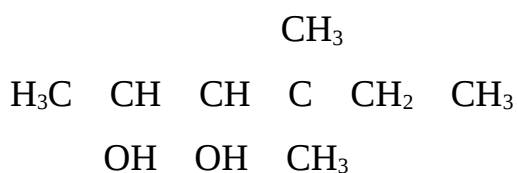
- З переліку речовин виберіть формули спиртів:
а) CH_3OH ; б) CH_3COH ; в) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$; г) C_6H_6 ; д) C_2H_6
- Виберіть формулу етилового спирту:
а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; б) $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$; в) $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$.
- Визначите, яку функціональну групу мають феноли:
а) $-\text{H}$; б) $-\text{OH}$; в) $-\text{COH}$; г) $-\text{COOH}$?

Рівень В

- Дайте визначення поняття “Одноатомні спирти”, наведіть два приклади.
- Охарактеризуйте хімічні властивості насичених багатоатомних спиртів.
- Порівняйте кислотні властивості метанолу та етанолу.

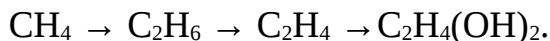
Рівень С

- а) Допишіть формулу і назвіть речовину за міжнародною номенклатурою:



- б) Напишіть графічні формули всіх ізомерів речовини з молекулярною формулою $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, назвіть ці речовини.

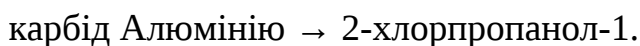
- Напишіть рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення, вкажіть умови, назвіть речовини і типи хімічних реакцій:



- Задача:** При дії надлишку луку на 62,8г бромбензену одержали 30,08 г фенолу. Знайдіть масову частку виходу продукту реакції.

Рівень D

- Здійсніть перетворення, складіть схему і запишіть рівняння необхідних реакцій, вкажіть умови їхнього перебігу:



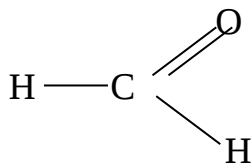
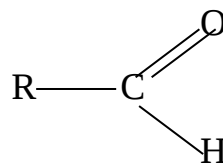
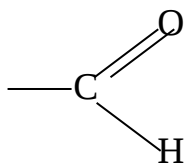
- Задача:** Відносна густина пари органічної сполуки за воднем дорівнює 51.

При спалюванні 30,6г цієї речовини утворилося 79,2г диоксиду Карбону та 37,8г води. Виведіть молекулярну формулу органічної сполуки.

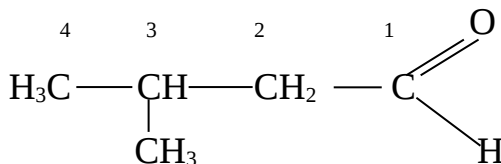
*12. *Задача:* Натрій масою 12г помістили в етанол об'ємом 23мл і густиною 0,8г/мл. Масова частка води в етанолі складає 5%. Який об'єм водню виділиться при цьому? Об'єм розрахуйте для нормальних умов.

Опорна схема: "Альдегіди"

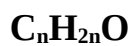
АЛЬ



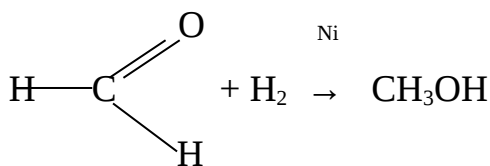
метаналь



3-метилбутаналь



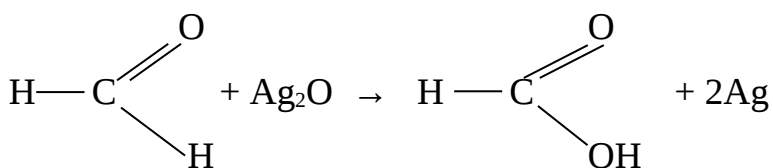
1. Приєднання



Метаналь

метанол

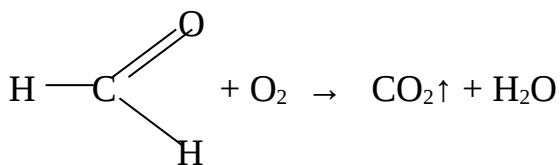
2. Окислення



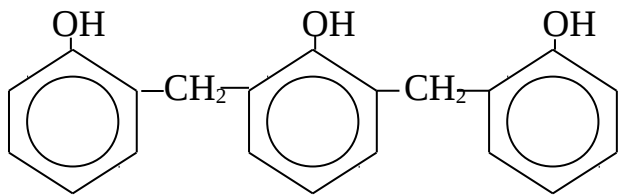
Метаналь

метанова кислота

3. Горіння

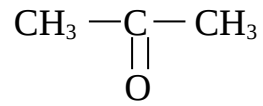
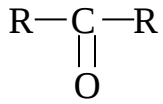


4. Поліконденсація



фенопласти

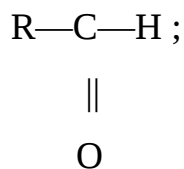
Кетони



Диметилкетон (Ацетон)

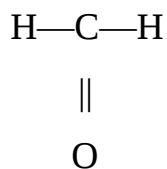
4.8. Альдегіди

Органічні сполуки, до молекул яких входить карбонільна функціональна група $>C=O$, називаються карбонільними. Вони діляться на дві споріднені підгрупи - альдегіди і кетони. У молекулах альдегідів карбонільна група зв'язана з атомом гідрогену та з одним вуглеводневим радикалом (в мурашиному альдегиді з двома атомами Гідрогену):



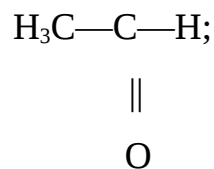
альдегіди

(загальна формула)



формальдегід

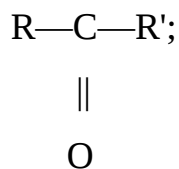
(мурашиний альдегід)



ацетальдегід

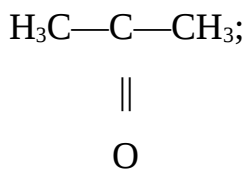
(оцтовий альдегід)

а в молекулах кетонів - з двома вуглеводневими радикалами:



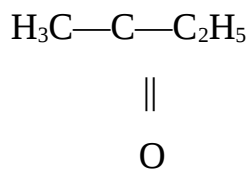
кетони

(загальна формула)



диметилкетон

(ацетон)



метилетилкетон

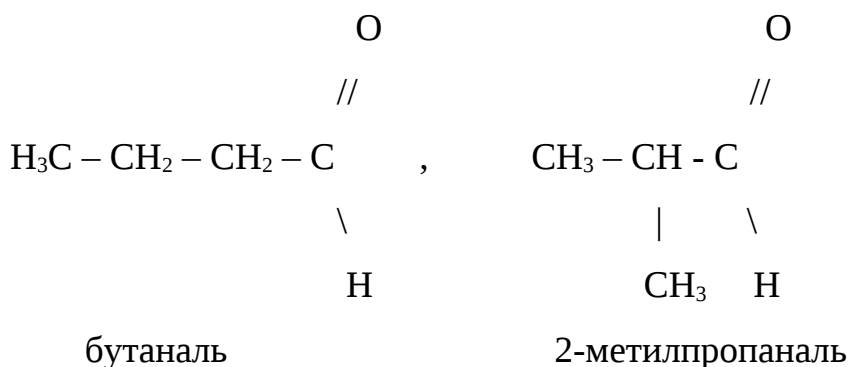
Вуглеводневі радикали можуть бути аліфатичними (насиченими або ненасиченими), аліциклічними та ароматичними.

Розглянемо лише аліфатичні альдегіди. Загальна формула насичених альдегідів $C_nH_{2n}O$.

Номенклатура.

За міжнародною номенклатурою назви альдегідів утворюють, додаючи закінчення -аль до назви вуглеводню із найдовшим карбоновим ланцюгом, що включає карбонільну групу, від якої і починають нумерацію ланцюга. Крім того, для альдегідів часто використовують тривіальні назви, наприклад мурашиний або формальдегід $H_2C=O$, оцтовий або ацетальдегід $CH_3CH=O$ тощо.

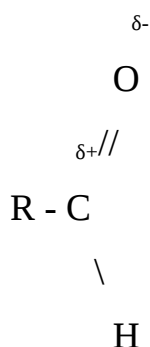
Ізомерія альдегідів пов'язана лише з будовою карбонового ланцюга, наприклад:



Крім того, альдегіди і кетони з однаковим числом атомів карбону ізомерні один одному, наприклад ацетон і пропаналь або глюкоза і фруктоза.

Будова.

У карбонільній групі зв'язок між атомами карбону і кисню - подвійний. Атом карбону знаходиться в стані sp^2 -гібридизації й утворює три σ -зв'язки (два зв'язки C-H і один - C=O), розташовані в одній площині під кутом 120° один до одного. π -зв'язок карбонільної групи C=O утворено внаслідок перекривання негібридних $2p$ -орбіталей атомів карбону та кисню. Таким чином, подвійний зв'язок C=O є комбінацією одного σ - і одного π -зв'язку. Електронна густина подвійного зв'язку зміщена до більш електронегативного атома Оксигену:



Полярність зв'язку C=O позначається на фізичних і хімічних властивостях карбонільних сполук.

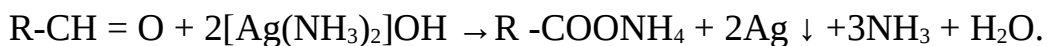
Фізичні властивості.

Альдегіди не утворюють водневих зв'язків, оскільки їх молекули не мають атомів Гідрогену, зв'язаних з сильно електронегативними атомами. З цієї причини температури кипіння альдегідів значно нижчі, ніж відповідних спиртів чи кислот. Нижчі альдегіди - низькокиплячі рідини (формальдегід-газ) із різким запахом, добре розчинні у воді.

Метаналь або формальдегід - безбарвний газ з різким задушливим запахом, отруйний, добре розчиняється у воді. Водний 40%-й розчин формальдегіду називається формаліном. Етаналь, або ацетальдегід - безбарвна рідина з різким запахом, добре розчинна у воді, т. кип. 21 °С.

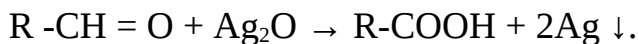
Хімічні властивості альдегідів визначаються присутністю у складі їх молекул карбонільної функціональної групи >C=O, в якій сильно електронегативний атом Оксигену зміщує до себе електронну густину з сусіднього атома Карбону, а це в свою чергу відбивається на міцності зв'язку C-H, який помітно послаблюється. Саме по цьому зв'язку проходять реакції окиснення альдегідів до відповідних карбонових кислот типовими "м'якими" окисниками, до яких належать і йони малоактивних металів Ag⁺, Cu²⁺ та ін.

Реакція «срібного дзеркала» - це окиснення альдегідів аміачним розчином оксиду аргентуму(I). У водному розчині аміаку оксид аргентуму утворює комплексну сполуку [Ag(NH₃)₂]OH, при дії якої на альдегід відбувається окисно-відновна реакція з утворенням металічного срібла та солі амонію:

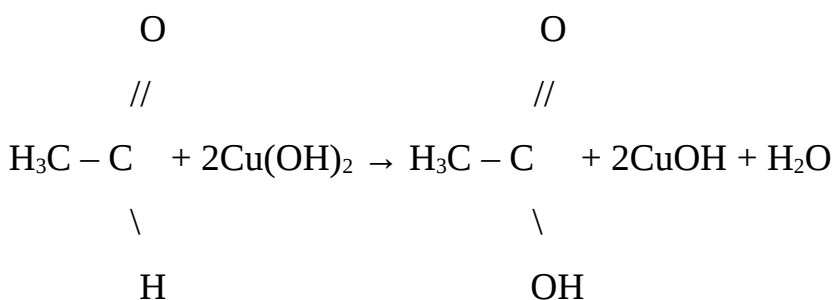


Іноді цю реакцію записують у спрощеному вигляді:

NH₃



В процесі окиснення альдегідів гідроксидом купруму(II) останній перетворюється на жовтий гідроксид купруму(I), який нестійкий і за слабкого нагрівання розкладається з утворенням оксиду купруму(I) червоного кольору:



Дана реакція та реакція "срібного дзеркала" є якісними на альдегіди.

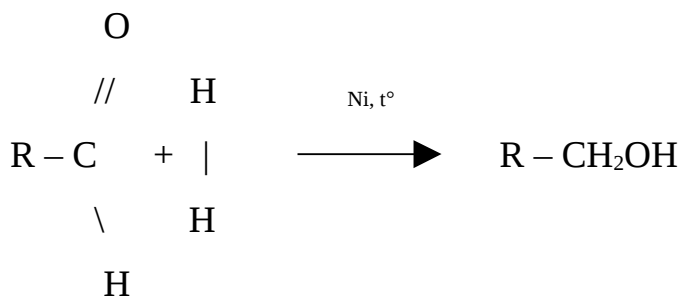
Альдегіди - хімічно активні сполуки, схильні до реакцій приєднання.

Схильність до таких реакцій визначається розміром позитивного заряду δ⁺ на

атомі карбону в карбонільній групі. Електронодонорні групи, зв'язані з групою C=O, зменшують розмір цього заряду. Вуглеводневий радикал якраз і є електронодонорним замісником, тому самим активним з аліфатичних альдегідів є метаналь.

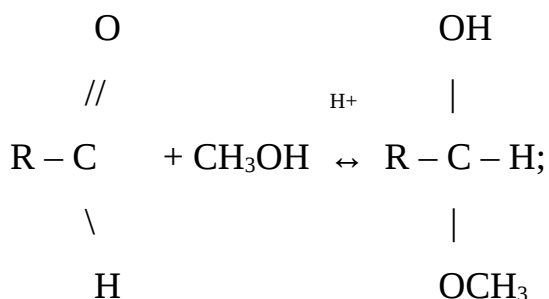
Реакції приєднання відбуваються внаслідок руйнування за певних умов подвійного зв'язку карбонільної групи альдегіду, точніше менш міцного π-зв'язку, по місцю розриву якого проходять реакції відновлення, полімеризації та поліконденсації.

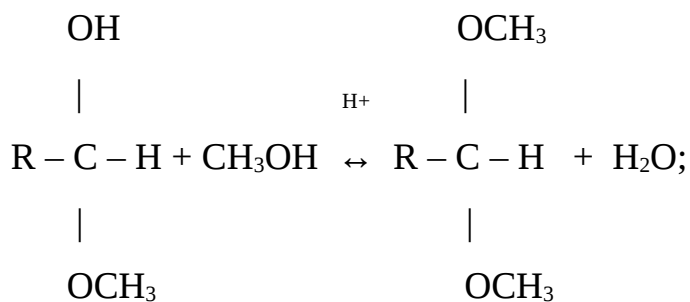
Приєднання гідрогену (реакція відновлення) відбувається під час пропускання суміші альдегіду з воднем над нагрітим нікелевим каталізатором (порошок нікелю), що призводить до відновлення альдегіду до спирту. При цьому метаналь відновлюється до метанолу, етаналь до етанолу і т.д.



Взаємодія зі спиртами. Альдегіди можуть взаємодіяти з одною або двома молекулами спирту, утворюючи відповідно напівацеталі та ацеталі.

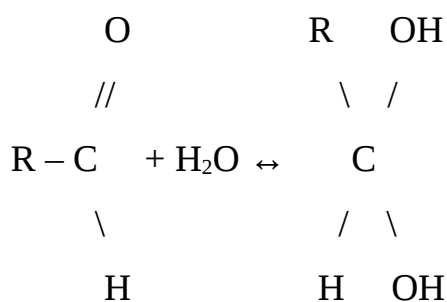
Напівацеталі називають сполуки, що містять при одному атомі карбону гідроксидну (OH) і алкоксильну (OR) групи. Ацеталі - це сполуки, що містять при одному атомі карбону дві алкоксильні групи:





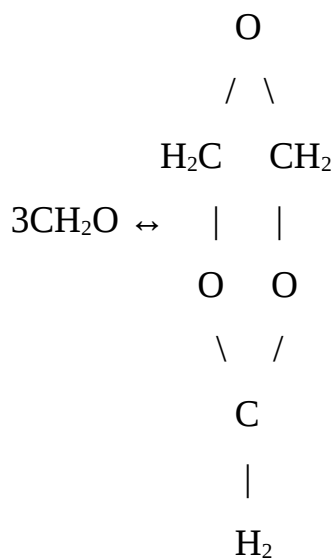
Реакцію добування ацетатів широко використовують в органічних синтезах для "захисту" активної альдегідної групи від небажаних реакцій. Особливо важливе значення подібні реакції мають у хімії вуглеводів.

Приєднання води. Альдегіди у водних розчинах існують у вигляді гідратних форм, що утворюються внаслідок приєднання води до карбонільної групи:



Реакція оборотна, положення рівноваги залежить від реакційної здатності карбонільної сполуки. Наприклад, метаналь гідратований на 100%, менш активний етаналь - лише на 51%.

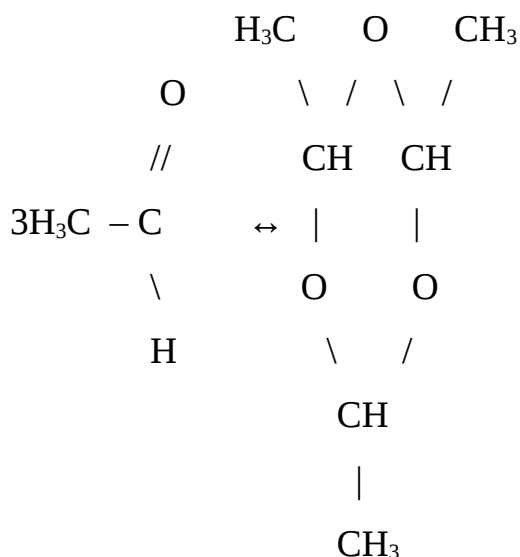
Полімеризація метаналю може відбуватись двома способами. Внаслідок тривалого зберігання або під впливом мінеральних кислот метаналь тримеризується з утворенням параформу:



Крім того, метаналь здатний утворювати й макромолекули лінійної структури:



Вироби з поліформальдегіду є заміниками металевих деталей. Етаналь також легко тримеризується, утворюючи паральдегід:



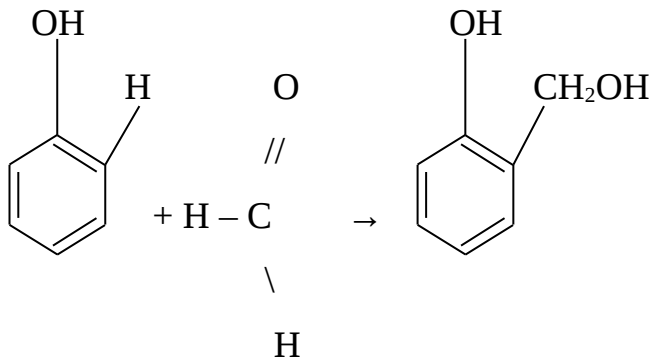
За звичайних умов - це рідина, що твердне при 12°C, утворюючи кристалічну масу, під час нагрівання у присутності розведених мінеральних кислот перетворюється на етаналь. Паральдегід має сильну снотворну дію.

Поліконденсація - це процес утворення високомолекулярних сполук з низькомолекулярних, що супроводжується виділенням більш простих побічних речовин (води, аміаку, хлороводню тощо).

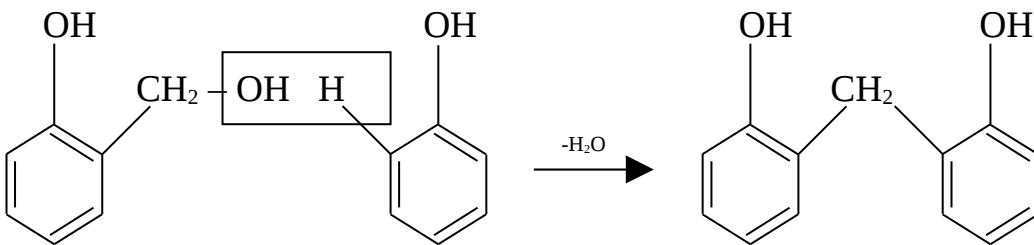
Продукти поліконденсації (виключаючи побічні речовини), так само, як і продукти полімеризації, називаються полімерами.

Під час реакцій поліконденсації ланцюг росте поступово: спочатку взаємодіють між собою вихідні мономерні, потім утворена сполука по черзі реагує з молекулами тих самих мономерів, утворюючи в результаті полімерну сполуку. Прикладом реакції поліконденсації може бути утворення фенолформальдегідних смол, що використовуються для виготовлення терморезистивних (тобто таких, що не підлягають вторинній переробці) пластичних мас. Реакція відбувається за нагрівання та наявності каталізатора (кислоти або лугу).

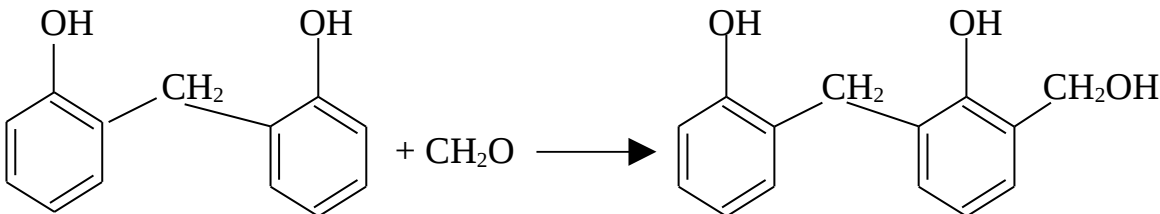
Оскільки в молекулі фенолу атоми гідрогену в положеннях 2,4, 6 є рухливими, а карбонільна група альдегіду $>C=O$ здатна до реакцій приєднання, фенол і формальдегід взаємодіють між собою:



Сполука, що утворилась, взаємодіє далі з фенолом з виділенням молекули води:



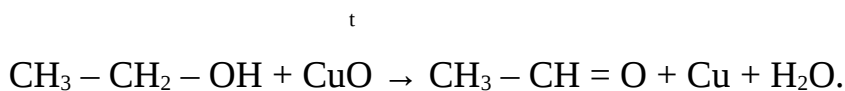
а цей продукт взаємодіє далі з формальдегідом:



Наступна сполука конденсується з фенолом, потім знову з формальдегідом і т. д. Внаслідок поліконденсації фенолу з формальдегідом за наявності каталізатора утворюються фенолформальдегідні смоли.

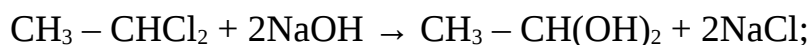
Добування

1. Досить поширений спосіб одержання карбонільних сполук - це окиснення спиртів. Як окисник можна використовувати не тільки дихромат або манганат(VII) калію, але й інші окисники, наприклад, оксид купруму(II) за нагрівання:

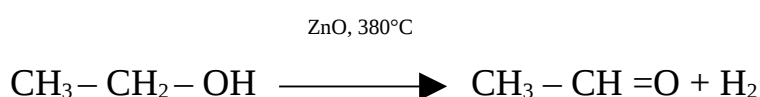


2. В процесі лужного гідролізу дигалогеналканів, що містять два атоми

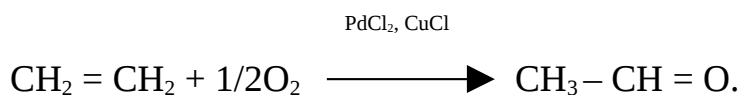
галогену при одному атомі карбону, мають утворюватись двоатомні спирти, у яких дві групи ОН сполучені з одним атомом карбону. Але такі речовини нестійкі (див. вище), відщеплюють воду і перетворюються на карбонільні сполуки:



3. Одним із промислових способів добування альдегідів є дегідрування спиртів у газовій фазі над металічними каталізаторами: міддю, сріблом, хромом, нікелем, оксидом цинку та ін., наприклад:

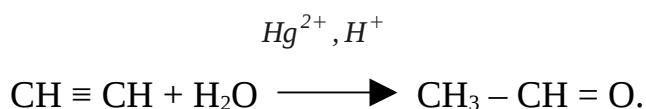


4. Альдегіди добувають також окисненням алкенів киснем повітря в присутності хлоридів паладію(II) та купрум(I), наприклад:



Цей досить економічний спосіб застосовують у промисловості для добування нижчих альдегідів і кетонів.

5. Гідратація ацетилену (реакція Кучерова). За цією реакцією з ацетилену добувають етаналь (ацетальдегід):

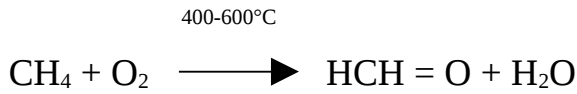


Через свою відносну дорожнечу, а також через те, що одержувані продукти забруднені токсичними сполуками меркурію, даний спосіб зараз знаходить обмежене застосування.

6. Метаналь або формальдегід у промисловості добувають з метанолу, пропускаючи пару спирту разом з повітрям над нагрітим до 300°C мідним каталізатором:



Важливим промисловим способом є також окиснення метану повітрям у присутності невеликої кількості оксидів нітрогену як каталізаторів за температури 400-600°C:



Застосування.

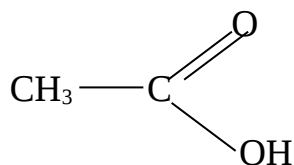
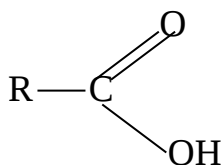
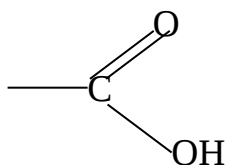
Формальдегід у великих кількостях застосовують у виробництві фенолформальдегідних смол, з яких виготовляють пластмаси - фенопласти (бакеліти). Фенопласти - найважливіші замітники кольорових і чорних металів у багатьох галузях промисловості. З них виготовляють велику кількість виробів широкого вжитку, електроізоляційні та будівельні матеріали. Формальдегід є вихідним продуктом для виробництва барвників, синтетичного каучуку, лікарських препаратів та вибухових речовин.

Формалін (40%-й водний розчин формальдегіду) використовують для вичинки шкір, а також для консервування анатомічних препаратів, оскільки при дії на білок робить його щільним і нерозчинним у воді, а головне, запобігає гниттю. Формалін застосовують у сільському господарстві для протруювання насіння з метою знищення личинок шкідників, для дезинфекції приміщень та хірургічних інструментів.

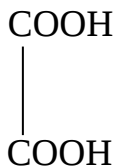
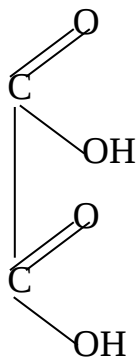
Оцтовий альдегід використовують, головним чином, для добування оцтової кислоти, оцтового ангідриду, етилацетату тощо.

Вищі альдегіди, що містять 7-16 атомів карбону в молекулі, широко застосовують у парфумерії, оскільки мають приємний запах.

Опорна схема: Карбонові кислоти

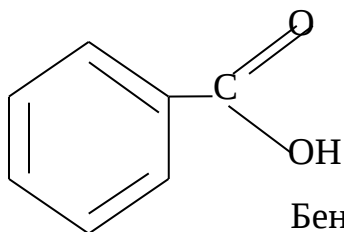


Етанова кислота



Щавелева кислота

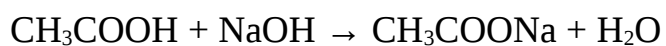
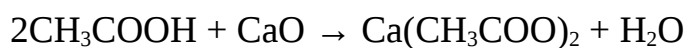
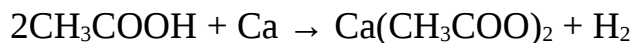
Етандіова кислота



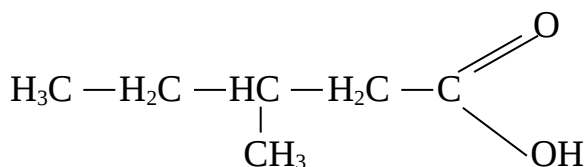
або C_6H_5COOH

Бензойна кислота

Хімічні властивості:



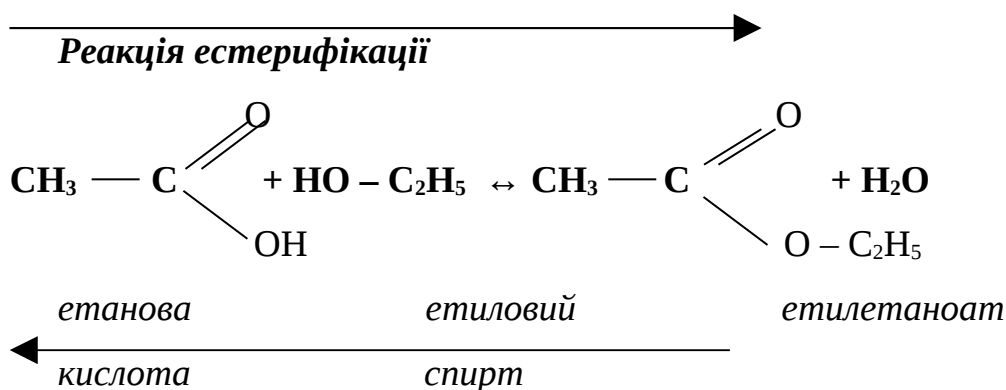
Ізомерія :



3- метилпентанова кислота

Опорна схема: Складні ефіри (естери)

КИСЛОТА + СПИРТ → ЕСТЕР

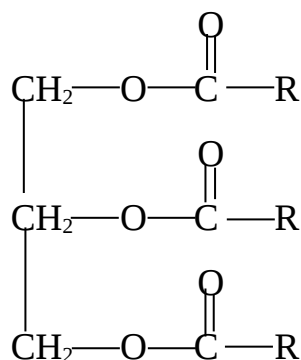


Реакція омилення

Етиловий ефір етанової кислоти

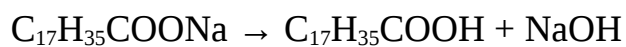
ЖИРНА КИСЛОТА + ГЛІЦЕРОЛ → ЖИР

{стеаринова, C₁₇H₃₅COOH; пальмітинова, C₁₅H₃₁COOH; олеїнова, C₁₇H₃₃COOH}



Загальна формула жиру

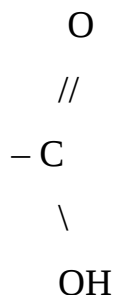
При омиленні жирів за допомогою лугів утворюються відповідні солі жирних кислот- мила.



(мило)

4.9. Карбонові кислоти, естери

Карбовими кислотами називаються органічні сполуки, в молекулах яких міститься карбоксильна функціональна група:



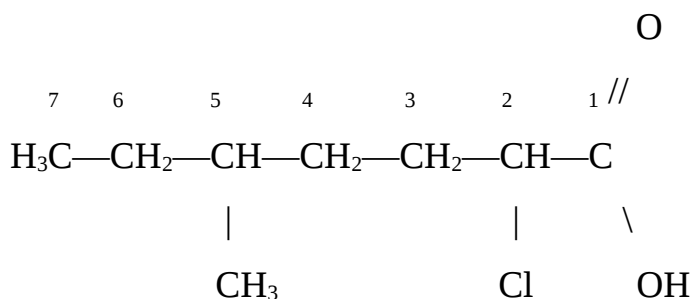
Класифікація.

За числом карбоксильних груп карбонові кислоти поділяють на монокарбові, або одноосновні (одна група -COOH), дикарбові, або двоосновні (дві групи -COOH) і т.д. У залежності від будови вуглеводневого радикала, з яким зв'язана карбоксильна група, карбові кислоти бувають: аліфатичні (наприклад оцтова, акрилова та ін.), аліциклічні (циклогексан-карбонова) та ароматичні (бензойна, фталева).

Номенклатура.

За сучасною номенклатурою назви карбових кислот походять від назв вуглеводнів з відповідним числом С-атомів, а наявність карбоксильної групи фіксується закінченням -ова кислота. Окрім того, для карбових кислот часто живають тривіальні назви (див. табл. 5).

За наявності замісників у радикалі вуглеводневий ланцюг нумерують починаючи з атома карбону карбоксильної групи, наприклад:



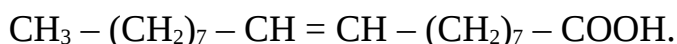
2-хлор-5-метилгептанова кислота

Формули і назви деяких представників класу карбонових кислот

Формула кислоти	Систематична назва	Тривіальна назва
Монокарбонові (одноосновні) кислоти		
HCOOH	Метанова	Мурашина
$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	Етанова	Оцтова
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	Пропанова	Пропіонова
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	Бутанова	Масляна
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	Пентанова	Валеріанова
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$	Гексадеканова	Пальмітинова
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$	Октадеканова	Стеаринова
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$	Пропенова	Акрилова
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH} = \text{CH}(\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	Октадецен-9-ова	Олеїнова
$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$	Бензойна	
Дикарбонові (двоосновні) кислоти		
$\text{HOOC} - \text{COOH}$	Етандіова	Щавлева
$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	Пропандіова	Малонова
$\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$	Гександіова	Адипінова
$\text{HOOC} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COOH}$	Бензен-1,4-дикарбонова	Терефталева

Іноді карбоксильну групу розглядають як замісник у молекулі вуглеводню. Тоді в назві вживають словосполучення "карбонова кислота" і в нумерацію С-атомів вуглеводневого ланцюга атом карбону карбоксильної групи не включають:

9 8



Гептадецен-8-карбонова кислота (в таблиці - октадецен-9-ова або олеїнова)

Назви дикарбонових кислот походять від назви відповідного вуглеводню із додаванням суфікса "діова" і слова "кислота". Наприклад, етандіова (щавлева) кислота ($\text{HOOC}-\text{COOH}$).

Якщо у вуглеводневому радикалі карбонових кислот атоми гідрогену заміщені на інші функціональні групи, то такі кислоти називаються гетерофункціональними. Серед таких розрізняють галогенкарбонові (наприклад, моноклороцтова $\text{CH}_2\text{Cl} - \text{COOH}$), нітрокислоти (наприклад, 4-нітробензойна $\text{NO}_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{COOH}$), амінокислоти, оксикислоти (наприклад, молочна $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$) та ін.

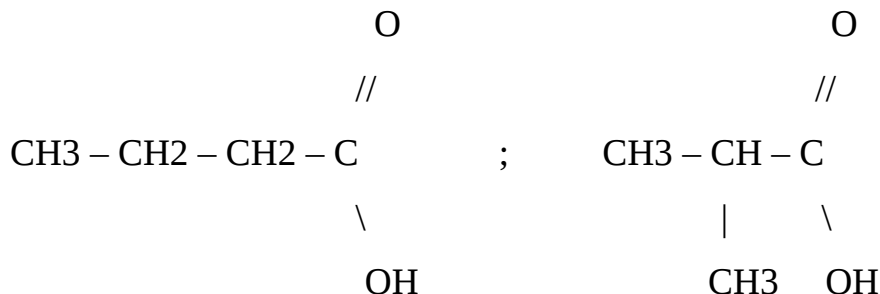
Кислоти з числом атомів карбону більше шести називають вищими або жирними. Назву "жирні" ці кислоти одержали тому, що більшість із них виділені з

жирів.

Ізомерія.

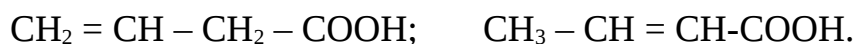
У карбонових кислот можливі наступні види ізомерії:

1. Ізомерія карбонового ланцюга. Вона починається з бутанової кислоти (C_3H_7COOH), що існує у вигляді двох ізомерів:



бутанова (масляна) 2-метилпропанова (ізомасляна)

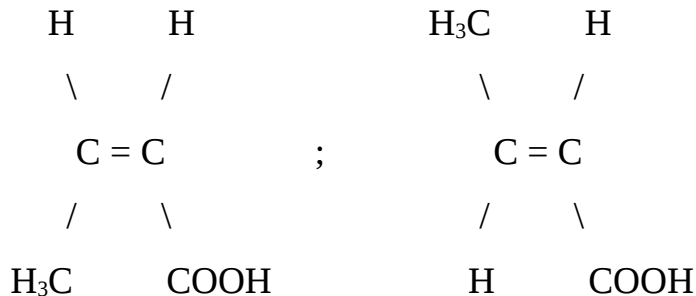
2. Ізомерія положення подвійного зв'язку, наприклад:



бутен-3-ова кислота бутен-2-ова кислота

(вінілоцтова кислота) (кротонова кислота)

3. Цис-транс-ізомерія, наприклад:

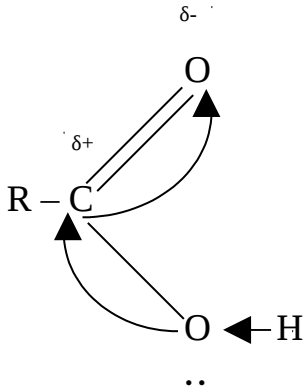


цис-бутен-2-ова кислота транс-бутен-2-ова кислота

4. Міжкласова ізомерія: наприклад, бутановій (масляній) кислоті ($CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$) ізомерні метиловий естер пропанової (пропіонової) кислоти ($CH_3 - CH_2 - CO - O - CH_3$) і етиловий естер етанової (оцтової) кислоти ($CH_3 - CO - O - CH_2 - CH_3$).

Карбонові кислоти - продукт окиснення альдегідів за місцем C-H зв'язку. Внаслідок цього утворюється карбоксильна функціональна група -COOH, яка складається з двох функціональних груп: карбонільної $>C=O$ і гідроксидної -OH. Ці групи взаємно впливають одна на одну і зумовлюють характерні для карбонових кислот властивості.

Так, кисисен карбонільної групи зміщує до себе електронну густиину атома карбону; на якому виникає частковий позитивний заряд. Останній притягає до себе неподілену електронну пару атома кисисену гідроксидної групи, внаслідок чого електронна густина на цьому атомі зменшується, зв'язок О-Н послабляється і поляризується, а при розчиненні у полярному розчиннику (воді) стає можливим відщеплення йонів Гідрогену, тобто вияв кислотних властивостей.



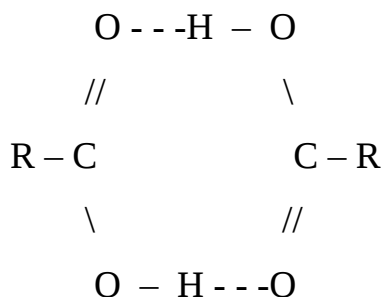
У свою чергу, група ОН "гасить" позитивний заряд на групі $C = O$, яка через це втрачає здатність до реакцій приєднання, характерних для альдегідів.

Фізичні властивості.

Насичені аліфатичні монокарбонові кисисоти утворюють гомологічний ряд, що характеризується загальною формулою $C_nH_{2n+1}COOH$. Нижчі члени цього ряду за звичайних умов - рідини з характерним гострим запахом. Наприклад, етанова (оцтова) кисисота має характерний "оцтовий" запах. Безводна оцтова кисисота при кімнатній температурі являє собою рідину; за $16,7^\circ C$ вона замерзає, перетворюючись у подібну до льоду речовину, що одержала назву "крижана" оцтова кисисота. Середні представники цього гомологічного ряду (до C_{10}) - густі, "олієподібні" рідини; починаючи з C_{10} - тверді речовини.

Кисисоти, що містять 1...3 атоми карбону, необмежено змішуються з водою. З подальшим ростом вуглеводневого радикалу розчинність монокарбонових кисисот зменшується, тверді вищі жирні кисисоти у воді нерозчинні.

У рідкому стані та в неводних розчинниках молекули монокарбонових кислот димеризуються внаслідок утворення між ними 2-х водневих зв'язків:



Це пояснює більш високі температури кипіння карбонових кислот у порівнянні зі спиртами та альдегідами з тим же числом атомів Карбону. Температури плавлення й кипіння з ростом молекулярної маси зростають.

Ненасичені карбонові кислоти за звичайних температур, як правило, рідини, а всі дикарбонові й ароматичні кислоти - кристалічні речовини.

Хімічні властивості.

Карбонові кислоти мають більш яскраво виражені кислотні властивості, ніж спирти, оскільки атом Гідрогену в гідроксидній групі має підвищену рухливість завдяки впливу групи $\text{C} = \text{O}$ (див. вище). У водному розчині карбонові кислоти дисоціюють:

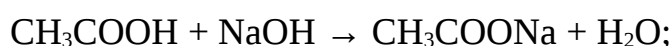
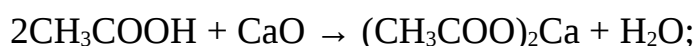
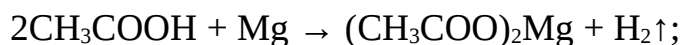


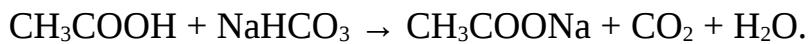
Проте, зазначена рівновага досить сильно зміщена вліво. Тобто, карбонові кислоти - це слабкі електроліти. Наприклад, етанова (оцтова) кислота характеризується константою дисоціації

$K_a = 1,7 \cdot 10^{-5}$. Зі збільшенням вуглеводневого радикала кислотні властивості слабшають, тобто найсильнішою серед монокарбонових кислот є метанова (мурашина).

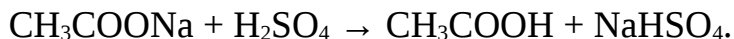
Взаємний вплив атомів у молекулах дикарбонових кислот призводить до того, що вони є більш сильними, ніж одноосновні.

В хімічному плані карбонові кислоти мають усі властивості звичайних кислот: реагують з активними металами, основними оксидами, основами та солями:

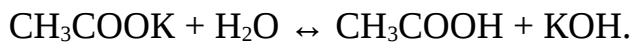




Сильні мінеральні кислоти витискають їх із відповідних солей:



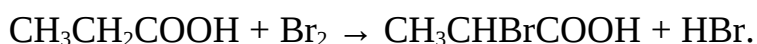
Розчинні солі карбонових кислот у водних розчинах гідролізовані:



У карбонових кислотах під впливом карбоксильної групи збільшується рухливість атомів гідрогену, що стоять біля атома карбону, сусіднього з карбоксильною групою. Вони можуть легко заміщуватись на атоми галогенів:

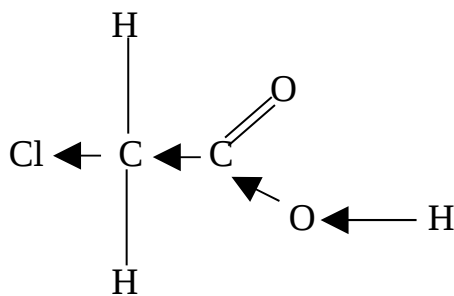


2-хлоретанова (хлороцтова) кислота

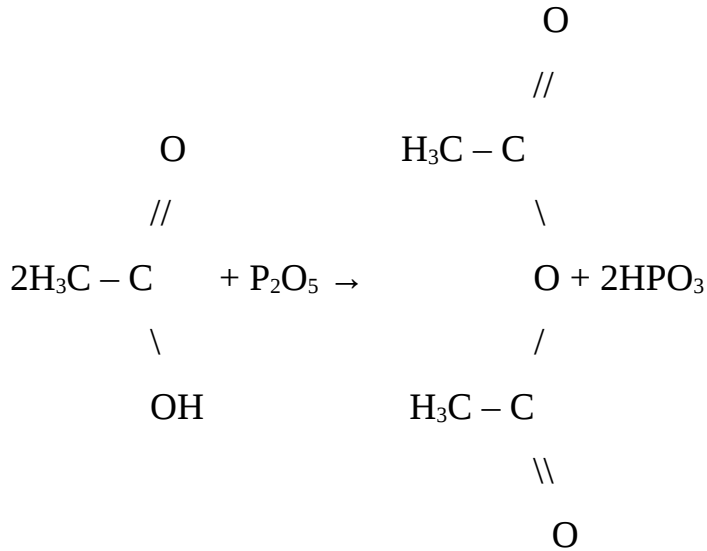


2-бромпропанова кислота

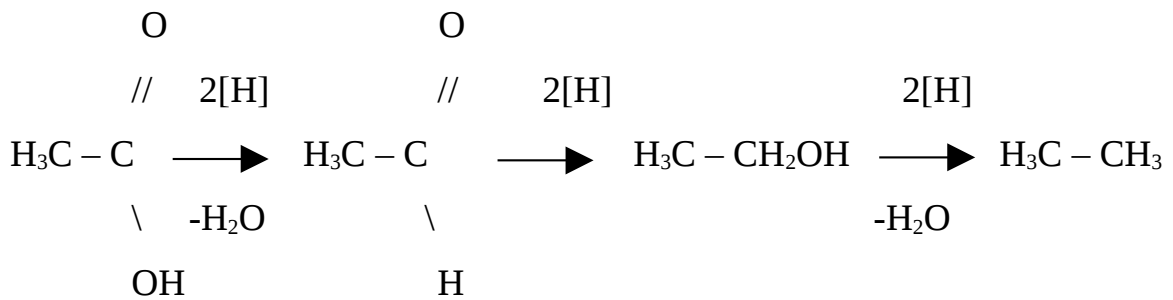
Радикали, які містять електронегативні атоми галогенів, у свою чергу, впливають на кислотність карбоксильної групи. Так, ступінь дисоціації хлороцтової кислоти на порядок більший, ніж оцтової, а трихлороцтова кислота за силою не поступається мінеральним хлоридній чи сульфатній. Послаблення зв'язку гідрогену в карбоксильній групі у даному випадку можна зобразити такою схемою:



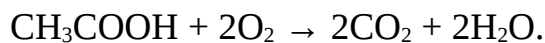
При взаємодії карбонових кислот із реагентами, що віднімають воду, утворюються ангідриди кислот:



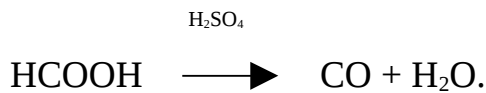
Із спиртами карбонові кислоти утворюють естери, а при дії відновників у присутності каталізаторів карбонові кислоти здатні перетворюватись на альдегіди, спирти і навіть вуглеводні:



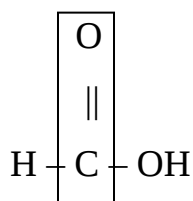
За нагрівання в атмосфері кисню карбонові кислоти окиснюються до оксиду карбону(IV) та води:



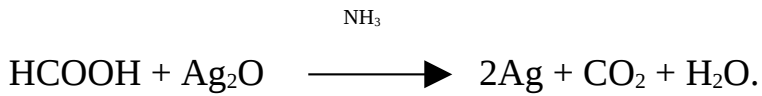
Насичені карбонові кислоти стійкі до дії концентрованих сульфатної й нітратної кислот. Виняток складає метанова (мурашина) кислота:



Маючи в своєму складі альдегідну групу:

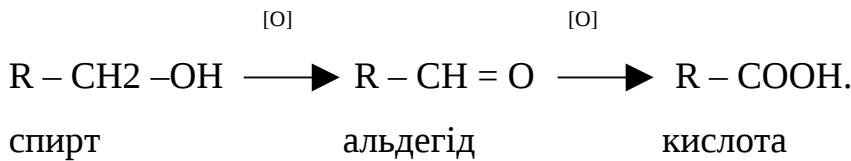


мурашина кислота має ряд особливостей, не характерних для карбонових кислот. Це - сильний відновник, дає реакцію "срібного дзеркала", легко окиснюючись до CO₂:



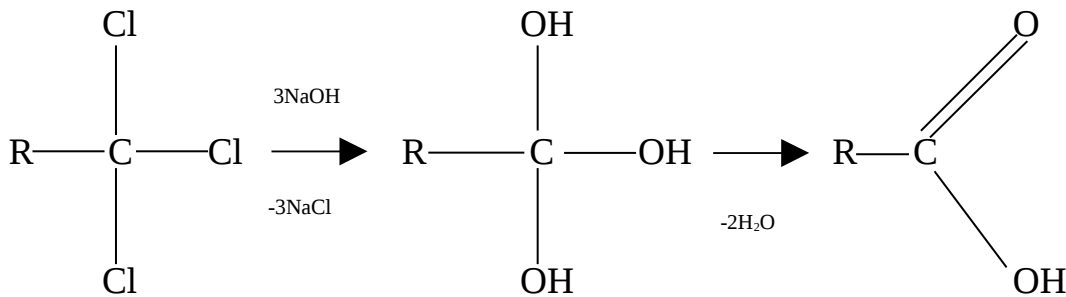
Добування.

1. Загальний спосіб добування карбонових кислот - це окиснення альдегідів і первинних спиртів. Окисниками слугують KMnO₄ та K₂Cr₂O₇:

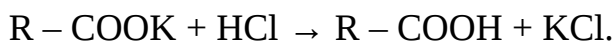
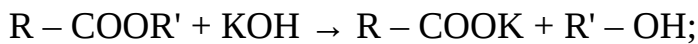


2. Інший загальний спосіб - гідроліз галогензаміщених вуглеводнів, що містять три атоми галогену біля одного атома Карбону. При цьому мали б утворюватись спирти, що містять три групи OH біля одного атома Карбону.

Але такі спирти нестійкі й відщеплюють воду з утворенням карбонової кислоти:



3. Гідроліз ("омилення") естерів (складних ефірів):



4. Специфічні способи добування окремих кислот:

а) Оцтову (етанову) кислоту одержують каталітичним окисненням бутану киснем повітря:



Можлива також багатостадійна схема добування оцтової кислоти з метану (метан → ацетилен → ацетальдегід → оцтова кислота), проте добування її каталітичним окисненням бутану скорочує число стадій, що дає великий

економічний ефект.

Для харчових цілей оцтову кислоту одержують ферментативним бродінням виноградного спирту:



б) Через те, що мурашина (метанова) кислота легко окиснюється, до неї, як правило, не застосовують традиційні методи добування кислот. Одержують її нагріванням оксиду карбону (II) із порошкоподібним гідроксидом натрію під тиском і наступною обробкою отриманого формиату натрію сильною кислотою:



Окремі представники карбонових кислот.

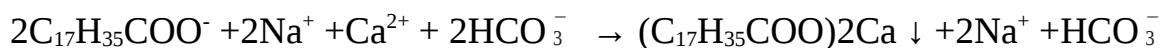
Оцтова (етанова) кислота CH_3COOH відома з глибокої давнини, її 5...9%-й розчини ("столовий оцет") використовують як смакову приправу і консервант. Консервуюча дія кислоти пов'язана з придушенням розвитку гнильних бактерій і цвілевих грибків. Основну частину виробленої оцтової кислоти використовують для виробництва штучних волокон на основі целюлози.

Пальмітинова (гексадеканова) $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ і стеаринова (октадеканова) $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ кислоти (тверді речовини) входять до складу тваринних жирів і рослинних масел. Натрієві і калієві солі цих кислот входять до складу мила (див. нижче).

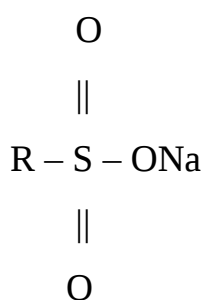
Однією з найбільш поширених у багатьох рослинах і організмах тварин є рідка олеїнова (цис-9-октадеценева) $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ кислота, що відноситься до ненасичених жирних кислот. Вона міститься в маслиновій олії (від котрої і здобула свою назву), а також у свинячому жиру.

Особливо слід підкреслити важливу роль поліненасичених лінолевої (9,12-октадекадієнної) $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ і ліноленової (9,12,15-октадекатрієнної) $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ кислот як сполук, незамінних для людини (організм їх не синтезує, тому вони повинні надходити з їжею в середньому до 5 г на день). З цієї причини ці кислоти відносять до так званих незамінних жирних кислот. Ці кислоти містяться в основному в рослинних оліях. Вони сприяють зниженню вмісту в

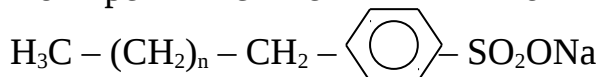
та Mg^{2+} . Миюча здатність мила у такій воді зменшується через те, що при взаємодії з йонами кальцію та магнію мило утворює нерозчинні кальцієві та магнієві солі, наприклад:



В результаті мило замість піни утворює плівку на поверхні води й марно витрачається. Цього недоліку практично позбавлені синтетичні миючі засоби (детергенти), які є натрієвими солями алкіл- або арилсульфокислот загальної формули:



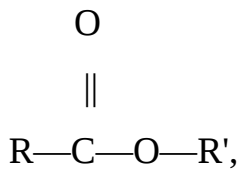
Поширеними синтетичними миючими засобами є алкілбензен-сульфонати:



Ці солі містять від 12 до 14 атомів карбону у вуглеводневому радикалі і мають чудові мийні властивості, їх кальцієві і магнієві солі розчинні у воді, а тому такі мила миють і в твердій воді. Синтетичні миючі засоби є основним компонентом синтетичних пральних порошків.

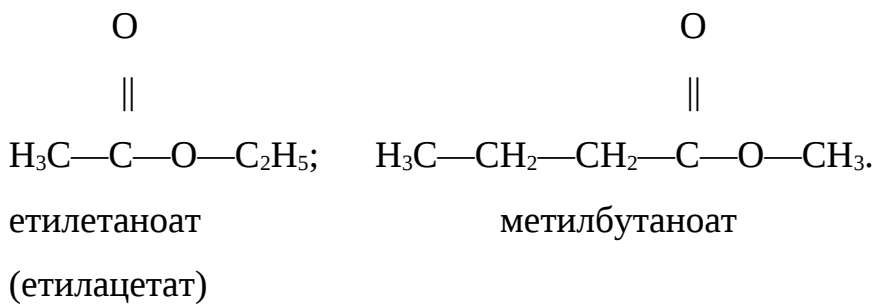
Однак, широке застосування синтетичних пральних порошків створює свої проблеми. Типовий пральний порошок містить до 70% синтетичного детергента та до 30% неорганічних фосфатів, які призначені для видалення з води розчинних солей кальцію. На жаль, ці фосфати, що є поживним середовищем для певного типу водоростей, разом із стічними водами попадають у природні водойми (річки, озера, моря). Це призводить до сильного розростання зелених водоростей, особливо у замкнутих водоймах (озерах). Зелені водорості поглинають розчинений у воді кисень, в результаті чого відбувається поступова загибель водяних рослин та їх розклад, водойма замулюється.

Естери (складні ефіри) - це похідні карбонових кислот, у яких атом гідрогену карбоксильної групи заміщено на вуглеводневий радикал. Загальна формула естерів:

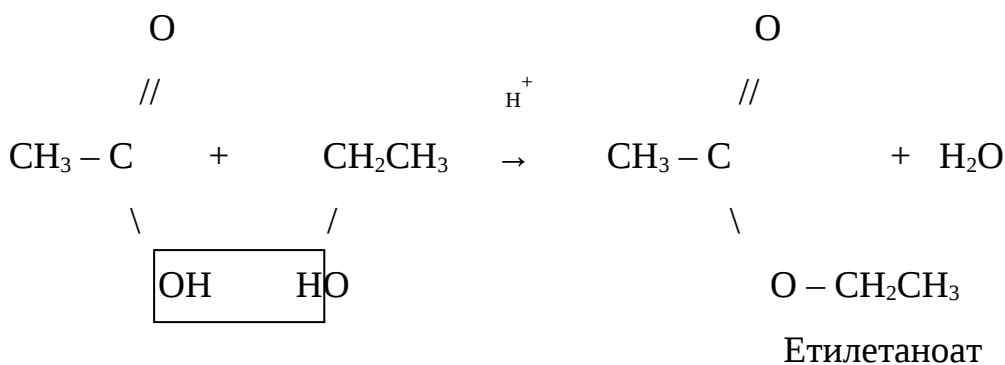


де R і R'- вуглеводневі радикали (в естерах метанової кислоти R - H-атом).

Назви естерів утворюють від вуглеводневого радикала, що замінив рухливий H-атом кислоти, та назви даної кислоти, в якій закінчення "-ова кислота" замінено на суфікс "-оат", наприклад:



Часто естери називають за тими залишками кислот і спиртів, з яких вони складаються. Так, розглянуті вище естери можуть бути названі як етановоетилловий естер та бутановометилловий естер. Естери (складні ефіри) добувають взаємодією карбонових кислот із спиртами у присутності каталітичних кількостей сильних мінеральних кислот, наприклад, сульфатної:

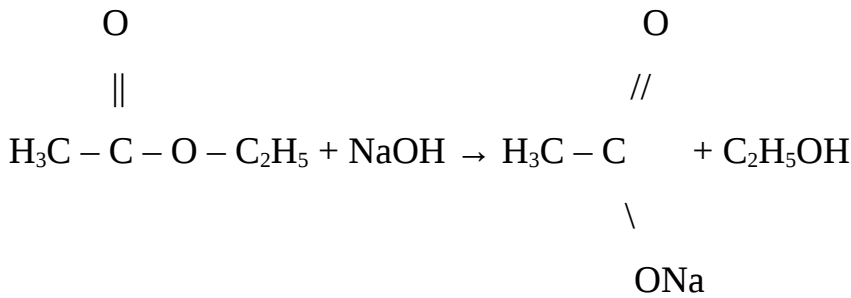


Реакція утворення естеру з карбонової кислоти та спирту називається реакцією естерифікації ("естер" - ефір). Реакції естерифікації характерні не тільки для органічних, а й для мінеральних кислот.

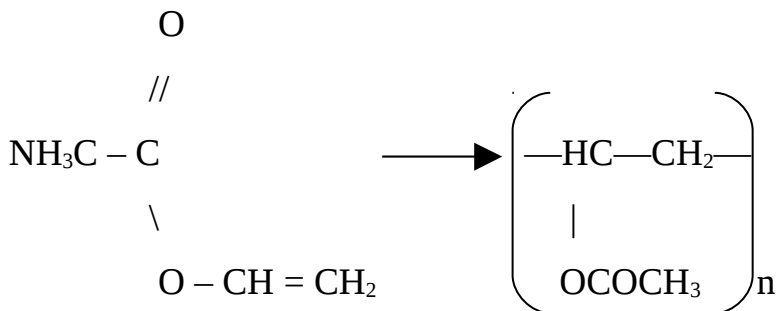
Фізичні й хімічні властивості.

Заміщення рухливого атома гідрогену карбонової кислоти (чи спирту) на

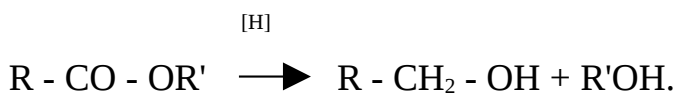
Йони OH^- посилюють гідроліз естерів: рівновага зміщується в бік кислоти та спирту і реакція стає практично необоротною, тому що карбонова кислота, яка утворюється, з лугом дає сіль:



Естери, що мають у своєму складі ненасичені кислоти або спирт, здатні до реакцій приєднання та полімеризації. Так, наприклад, вініловий естер оцтової кислоти (вінілетаноат) легко полімеризується, утворюючи полівінілетаноат (полівінілацетат):



Відновлення естерів воднем приводить до утворення двох спиртів:



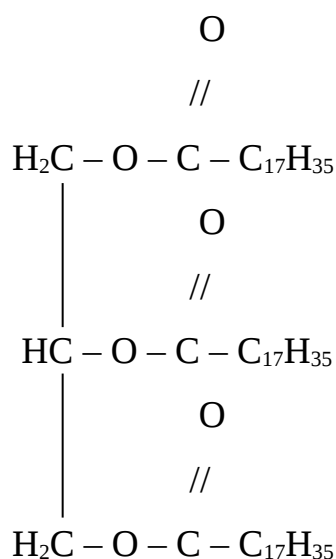
Низькомолекулярні естери леткі й легко займисті, на повітрі горять з утворенням вуглекислого газу і води.

Застосування.

Нижчі естери застосовуються як органічні розчинники, їх також широко використовують для виготовлення фруктових есенцій. Деякі естери застосовують в медицині: ізоамілітрит (ізопентилнітрит) послаблює приступи стенокардії, етилнітрит розширює периферійні кровоносні судини. Ненасичені естери використовують у виробництві пластмас (метилметакрилат) та клеїв (вінілацетат).

Жири - це природні естери, утворені триатомним спиртом гліцеролом і вищими жирними кислотами з нерозгалуженим карбоновим ланцюгом, що містить парну

кількість атомів карбону. Жири є складовою частиною рослинних і тваринних організмів і відіграють важливу біологічну роль. Вони є одним з джерел енергії живих організмів, що виділяється в процесі окиснення жирів. Загальна формула жирів:



де R', R'', R''' - вуглеводневі радикали.

Жири можуть бути "простими" і "змішаними". До складу простих жирів входять залишки однієї і тієї ж кислоти (тобто R' = R'' = R'''), до складу змішаних - різних кислот.

В жирах найчастіше зустрічаються такі жирні кислоти, як: бутанова (масляна), гексанова (капронова), октанова (каприлова), деканова (капринова), додеканова (лауринова), тетрадеканова (мірістинова), гексадеканова (пальмітинова), октадеканова (стеаринова) октадецен-9-ова (олеїнова), 9,12-октадекадієнова (лінолева) та 9,12,15-октадекатрієнова (ліноленова). Природні жири - це суміш простих та змішаних естерів.

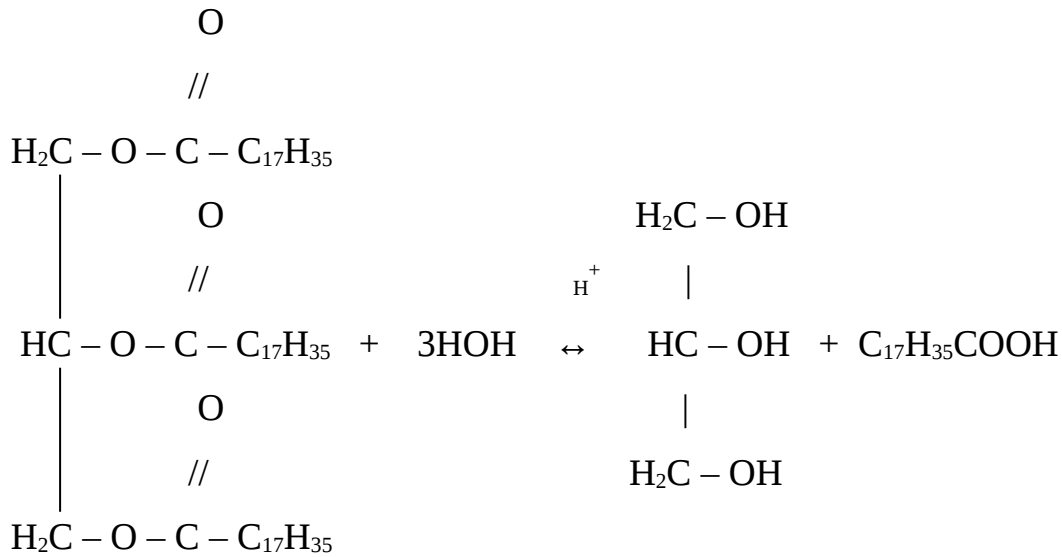
За агрегатним станом жири діляться на тверді й рідкі. Агрегатний стан визначається природою жирних кислот. Тверді жири, як правило, утворені насиченими кислотами, рідкі жири або олії - ненасиченими. Температура плавлення жиру тим вища, чим вищий вміст насичених кислот і чим довший карбоновий ланцюг вуглеводневого радикала. До складу тваринних жирів входять переважно насичені кислоти, рослинних - ненасичені, тому тваринні жири, як правило, тверді речовини, рослинні - рідкі (олії).

Жири не розчиняються у воді але добре розчиняються в неполярних та

малополярних органічних розчинниках (вуглеводні, їх галогенпохідні, нижчі етери та естери тощо).

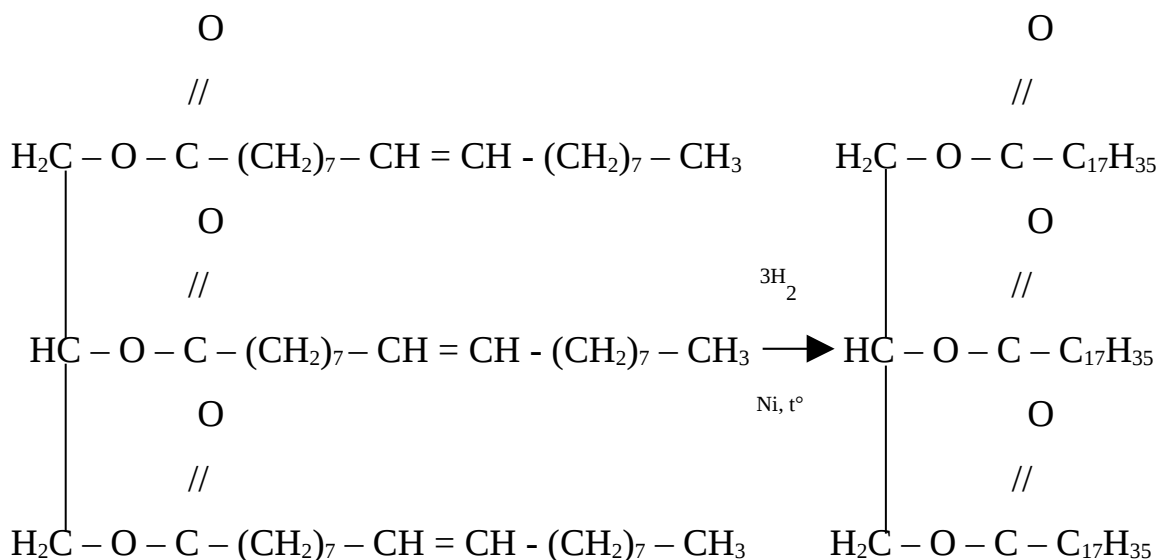
Як і всі естери, жири в хімічному плані - малоактивні речовини. Характерною для них є реакція гідролізу, а для рідких жирів - гідрогенізації.

Гідроліз або омилення жирів відбувається під дією води в присутності кислоти (оборотно) або лугів (необоротно):



В процесі лужного гідролізу утворюються солі вищих жирних кислот - мила.

Гідрогенізація жирів - процес переробки рідких жирів на тверді гідруванням подвійних зв'язків залишків ненасичених жирних кислот, що входять до складу жирів, у присутності каталізатора - тонкоподрібненого нікелю, під тиском, за температури 150-300°C:



Продукт гідрогенізації - твердий жир (штучне сало, що називається саломасом)

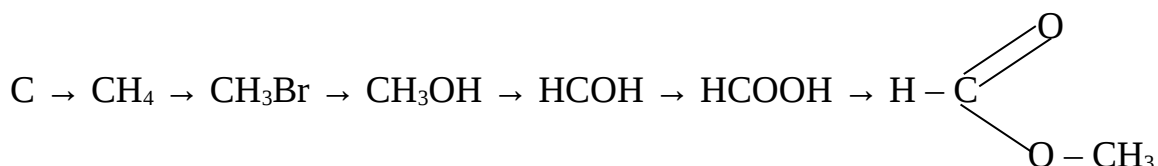
- йде на виробництво мила, стеарину і гліцеролу. Маргарин - харчовий жир, складається із суміші гідрогенізованих олій, тваринних жирів, молока, солі, цукру, вітамінів тощо.

Жири - необхідна складова частина їжі, одне з основних джерел енергії для живих організмів. Жири широко використовуються в харчовій промисловості для добування гліцеролу, вищих жирних кислот, мила.

Питання для самоконтролю

1. На основі електронних уявлень поясніть, яка будова функціональної групи альдегідів і чим вона відрізняється від функціональної групи спиртів.
2. Чому альдегідам властиві реакції приєднання?
3. У якого альдегіду більш поляризована карбонільна група: мурашиного чи оцтового? Відповідь поясніть.
4. Що таке формалін? Де він застосовується в промисловості?
5. Як за допомогою двох способів довести, що розчин містить альдегід? Наведіть рівняння відповідних реакцій.
6. Як за допомогою гідроксиду купруму (II) розпізнати гліцерол і оцтовий альдегід?
7. У чому відмінність реакцій полімеризації від реакцій поліконденсації?
8. Як здійснити такі перетворення: оцтовий альдегід → етанол → етилен → ацетилен → оцтовий альдегід?
9. Який об'єм формальдегіду необхідно розчинити у воді масою 300 г, щоб добути формалін з масовою часткою формальдегіду 40%? Об'єм обчислити за нормальних умов. Яка маса формаліну буде добута?
10. У результаті відновлення оксиду срібла оцтовим альдегідом утворилося 2,7 г срібла. Скільки грамів альдегіду було при цьому окислено?
11. Під час взаємодії етанолу масою 13,8 г з оксидом купруму (II) масою 28 г добули альдегід, маса якого становила 9,24 г. Визначте вихід продукту реакції.
12. У промисловості ацетальдегід добувають за способом Кучерова. Яку масу ацетальдегіду можна добути із технічного карбїду кальцію масою 500 кг, масова частка домішок у якому становить 10,4%? Вихід ацетальдегіду 75%.
13. Напишіть рівняння реакцій окиснення альдегідів до відповідних кислот: мурашиної, пропіонової.
14. Чому в оцтовій кислоті можна розчинити карбонат кальцію, а сульфат кальцію – ні?

15. Одноосновна карбонова кислота має такий склад: С – 26,10%, Н – 4,35%, О – 69,55%. Використавши ці дані, знайдіть молекулярну формулу кислоти.
16. Як можна пояснити великі витрати мила у твердій воді?
17. Для нейтралізації харчового оцту використано 18,24 мл водного розчину гідроксиду натрію, що містить у літрі 0,5 моль цієї основи. Яка масова частка оцтової кислоти у цьому зразку харчового оцту?
18. Який об'єм оцтової есенції густиною 1,070 г/мл потрібно взяти для виготовлення харчового оцту об'ємом 200 мл і густиною 1,007 г/мл? Масова частка оцтової кислоти в оцтовій есенції дорівнює 80%, в оцті – 6%.
19. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



20. За допомогою яких реакцій можна здійснити такі перетворення:
 - а) метанол \rightarrow X \rightarrow форміат натрію;
 - б) оцтовий альдегід – Y \rightarrow ацетат кальцію?
 Напишіть рівняння цих реакцій. Назвіть речовини X та Y.
21. Як би ви запропонували добути оцтову кислоту, використовуючи етилен? Наведіть рівняння реакцій.
22. Складіть рівняння реакцій утворення: а) мурашинометилового ефіру; б) масляноетилового ефіру.
23. Визначте і напишіть структурну формулу грушевої есенції, яку застосовують у харчовій промисловості, коли відомо, що при її гідролізі утворюються дві сполуки складу $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ й $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, які мають відповідно нормальний і розгалужений ланцюг вуглецевих атомів.
24. У чому відмінність між будовою твердих і рідких жирів?
25. Назвіть хімічні властивості жирів. Наведіть приклади використання жирів, пов'язаних з їх властивостями.

11. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення. Назвіть речовини X, Y, Z:

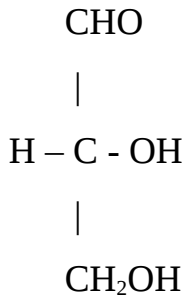
$\text{CH}_3\text{COOC}_3 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{Z} \rightarrow$ трихлороцтова кислота.

12. Оцтова кислота містить домішки оцтового альдегіду і етанолу. Під час обробки зразка кислоти масою 8 г надлишком аміачного розчину нітрату аргентуму (I) утворився металевий осад масою 5,4 г. На нейтралізацію такої ж самої кількості зразка кислоти знадобився розчин об'ємом 10,26 мл з масовою часткою гідроксиду натрію 30% і густиною 1,3 г/мл. Визначте масові частки домішок у кислоті.

4.10. Вуглеводи

Вуглеводи - це органічні сполуки, склад яких можна виразити загальною формулою $C_n(H_2O)_m$, де n і $m \geq 3$. За здатністю гідролізуватися вуглеводи поділяють на три великі групи: моносахариди, олігосахариди та полісахариди.

Моносахаридами називаються такі вуглеводи, які не можуть гідролізуватися з утворенням більш простих сахаридів. Найпростіший моносахарид - гліцероловий альдегід $C_3H_6O_3$:



Решта моносахаридів за кількістю атомів карбону діляться на тетрози ($C_4H_8O_4$), пентози ($C_5H_{10}O_5$) та гексози ($C_6H_{12}O_6$). Найважливіші гексози - глюкоза та фруктоза.

Олігосахариди - це продукти конденсації двох або кількох молекул моносахаридів, наприклад сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$), які під час гідролізу розпадаються на відповідне число моносахаридів.

Полісахариди (крохмаль, целюлоза) - природні полімери, утворені великою кількістю молекул моносахаридів, що виділяються під час гідролізу.

2. Найважливіші моносахариди - глюкоза і фруктоза. Яка їх будова і характерні хімічні властивості? Глікозидний гідроксил глюкози.

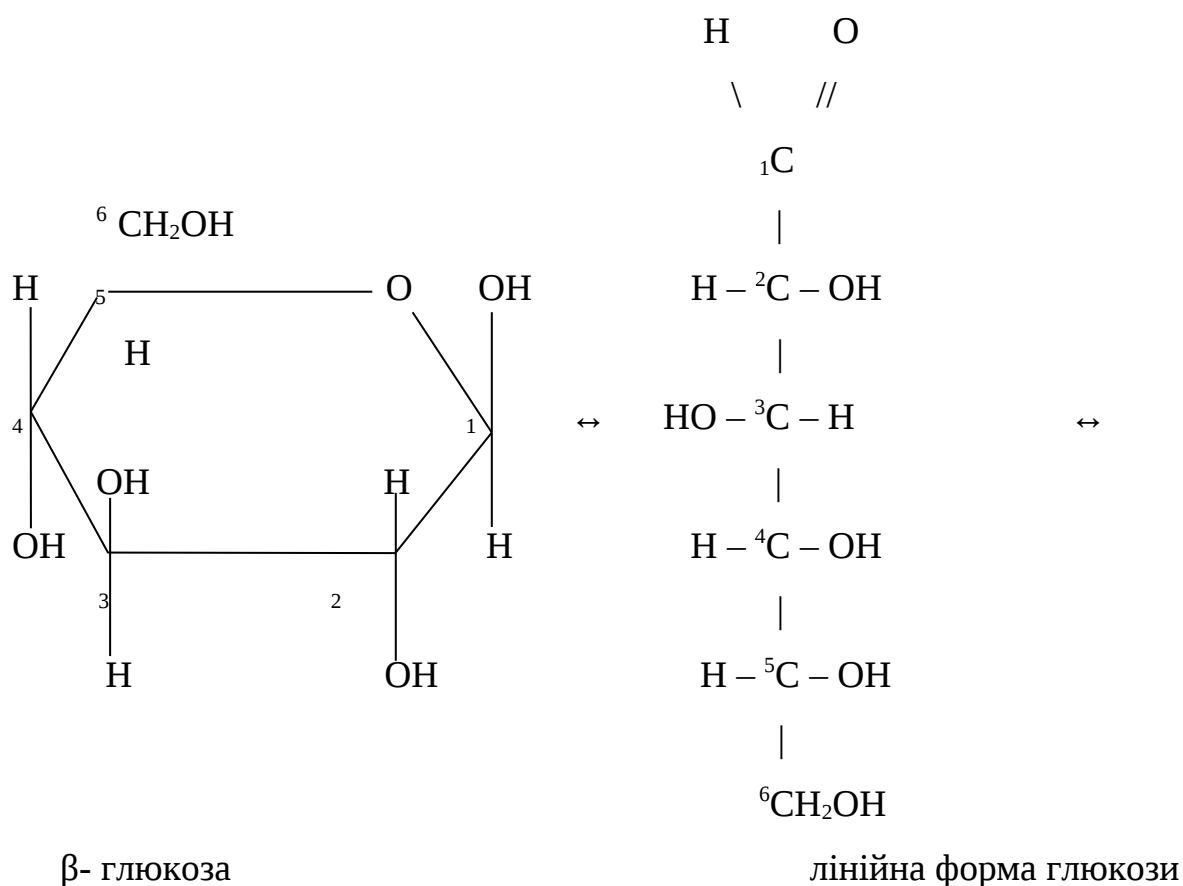
Найважливішими з моносахаридів є дві ізомерні форми гексози -глюкоза і фруктоза, які мають спільну емпіричну формулу $C_6H_{12}O_6$.

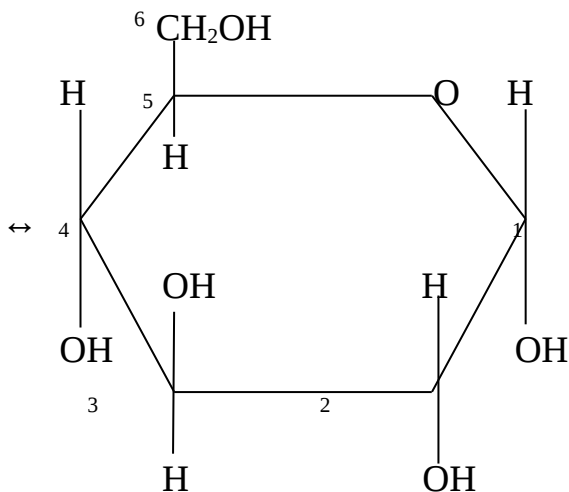
Глюкоза або виноградний цукор - біла кристалічна речовина, солодка на смак, добре розчинна у воді. Глюкоза міститься у рослинних і тваринних організмах, особливо велика кількість її у виноградному соку (звідси і назва - виноградний цукор), меду, стиглих фруктах і ягодах.

Будову глюкози встановлено на підставі вивчення її хімічних властивостей. Так, глюкоза, як типовий спирт, утворює алкоголяти (сахарати), а оцтовий естер глюкози містить п'ять кислотних залишків (за числом гідроксидних груп). Отже,

глюкоза є багатоатомним спиртом. З аміачним розчином нітрату аргентуму (I) глюкоза дає реакцію "срібного дзеркала", що свідчить про наявність альдегідної групи в кінці карбонового ланцюга. Отже, глюкоза є альдегідоспиртом.

Однак, не всі властивості глюкози узгоджуються з її будовою як альдегідоспирту. Так, глюкоза не дає деяких характерних для альдегідів реакцій приєднання, один з п'яти гідроксилів має найбільшу реакційну здатність і легко утворює етер, наприклад, з метанолом, що призводить до зникнення альдегідних властивостей глюкози. Це дало змогу зробити висновок про існування як лінійної, так і циклічних форм глюкози, причому в кристалах глюкоза знаходяться виключно у циклічному стані, а в розчині існує рівновага між лінійною та двома циклічними формами (α - та β -глюкози), що утворюються з лінійної форми за рахунок взаємодії гідроксидної групи при 5-му атомі карбону з карбонільною групою:





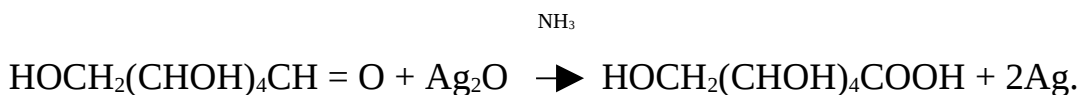
α - глюкоза

Буква α в назві циклічної форми моносахариду означає, що група OH при першому атомі карбону і група CH_2OH при шостому атомі карбону знаходяться по різні сторони площини кільця, а в β -моно-сахаридах вони знаходяться по одну сторону площини кільця. Шестичленний цикл, що містить атом Оксигену як елемент циклу, називається піранозним, а шестичленні моносахариди такого типу - глюкопіранозами.

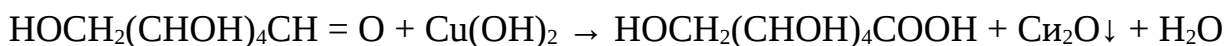
Група -OH при першому атомі Карбону в циклічних формах називається глікозидним гідроксилом. Саме ця група різко відрізняється за властивостями від решти гідроксидних груп.

Найголовніші хімічні властивості глюкози зумовлені наявністю альдегідної (в лінійній формі) та гідроксидних груп.

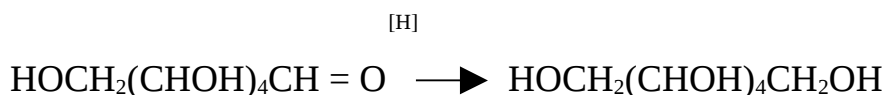
1. Реакції альдегідної групи. Глюкоза реагує з аміачним розчином нітрату аргентуму (реакція "срібного дзеркала"):



В результаті цієї реакції утворюється глюконова кислота (точніше її амонійна сіль). До глюконової кислоти за нагрівання глюкоза окиснюється й гідроксидом купруму(II):



Під час відновлення альдегідної групи глюкози утворюється шестиатомний спирт сорбіт:



2. Реакції гідроксидних груп.

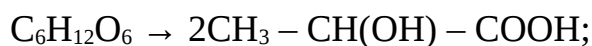
З гідроксидом купруму(II) без нагрівання глюкоза реагує як багатоатомний спирт, даючи характерне яскраво-синє забарвлення.

3. Розщеплення молекули глюкози під дією різних мікроорганізмів називають бродінням. Основні види бродіння:

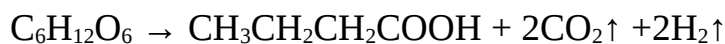
а) спиртове бродіння:



б) молочнокисле бродіння:



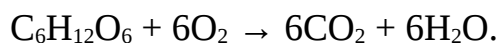
в) маслянокисле бродіння:



Застосування.

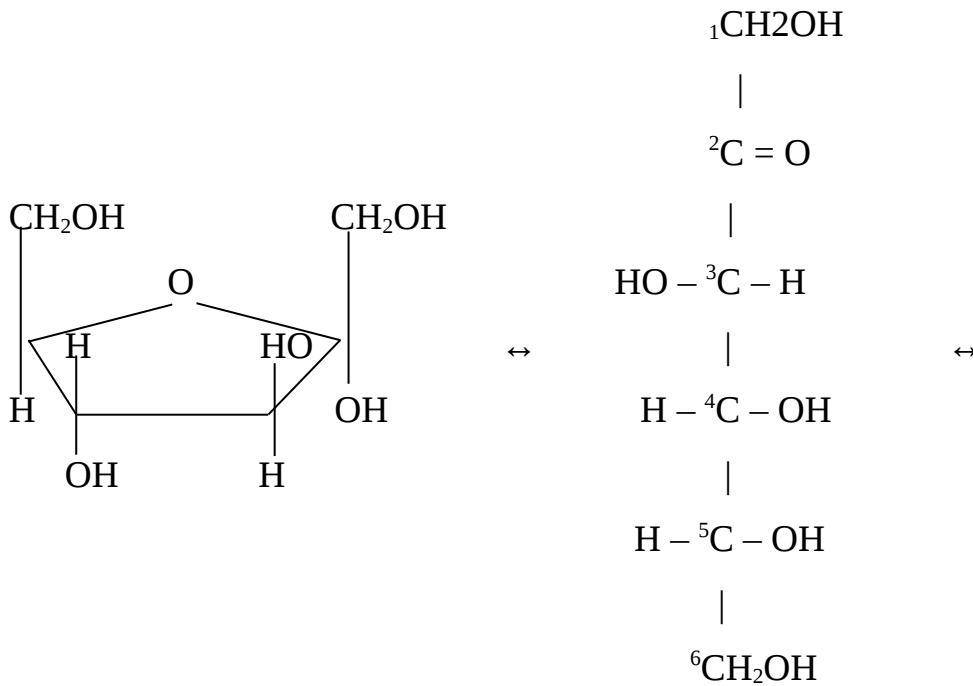
Глюкоза - цінна поживна речовина. При окисненні її в тканинах живого організму вивільнюється енергія, необхідна для нормальної його життєдіяльності.

Сумарне рівняння окиснення глюкози має вигляд:



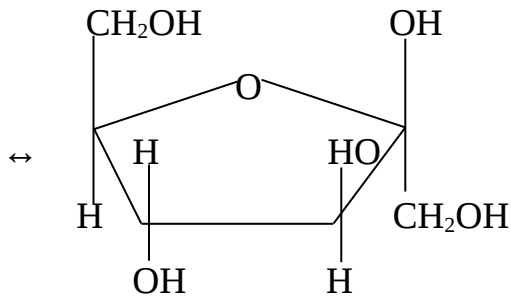
Глюкозу застосовують у медицині для приготування лікувальних препаратів, консервування крові, внутрішньовенного вливання тощо. Вона широко використовується в харчовій промисловості, у виробництві дзеркал та ялинкових прикрас, нею користуються при фарбуванні тканин та натуральної шкіри.

Фруктоза - ізомер глюкози. Як і глюкоза, може існувати в лінійній та циклічних формах. В лінійній формі фруктоза є кетоно-спиртом з п'ятьма гідроксидними групами, а в циклічній - кетофураноза (тобто п'ятичленний цикл з атомом кисню):



β - фруктоза

лінійна форма фруктози



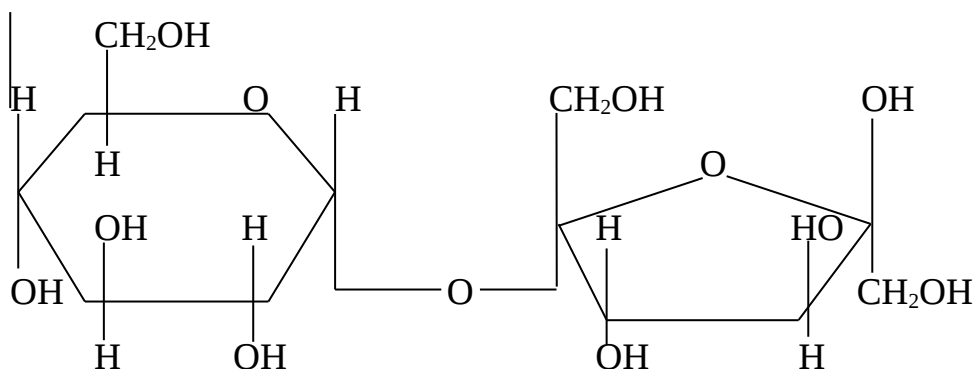
α - фруктоза

Фруктоза вступає в усі реакції, характерні для багатоатомних спиртів, але, на відміну від глюкози, не реагує з аміачним розчином нітрату аргентуму (I).

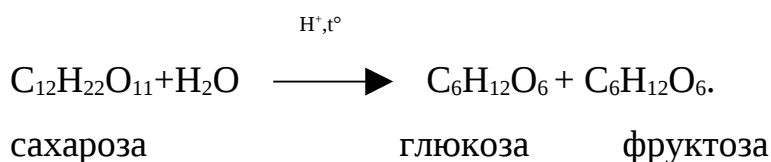
Сахароза. З групи дисахаридів найбільше значення має сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$ (інші назви - буряковий або тростинний цукор) – біла кристалічна речовина, добре розчиняється у воді, солодша від глюкози. У великих кількостях сахароза міститься в коренях цукрових буряків і стеблах цукрової тростини, менше - в кленовому та березовому соках, у багатьох плодах і овочах.

Молекула сахарози складається з двох циклів: шестичленного залишку α -глюкози в піранозній формі та п'ятичленного залишку β -фруктози у фуранозній

формі, сполучених за рахунок глікозидного гідроксилу глюкози:



Гідроліз сахарози проходить в кислому середовищі за нагрівання або під дією ферментів. При цьому зв'язок між двома циклами розривається і утворюються відповідно глюкоза та фруктоза:



Через те, що утворення молекули сахарози відбувається за участі глікозидного гідроксилу, її циклічна форма не може розкриватися і переходити в альдегідну форму. Тому сахароза не проявляє відновні властивості (тобто не реагує з гідроксидом купруму(II) та аміачним розчином нітрату аргентуму).

Висока розчинність сахарози у воді лежить в основі її промислового добування з рослинної сировини. Сировину (корені цукрового буряка або стебла цукрової тростини) подрібнюють і екстрагують сахарозу великою кількістю води. Потім отриманий екстракт випаровують до сиропоподібного стану і охолоджують, при цьому сахароза кристалізується у вигляді дрібних кристалів світлокоричневого кольору. Цей неочищений цукор ще раз перекристалізовують із води з метою більш якісного очищення. Сахароза - основне джерело вуглеводів в їжі людини.

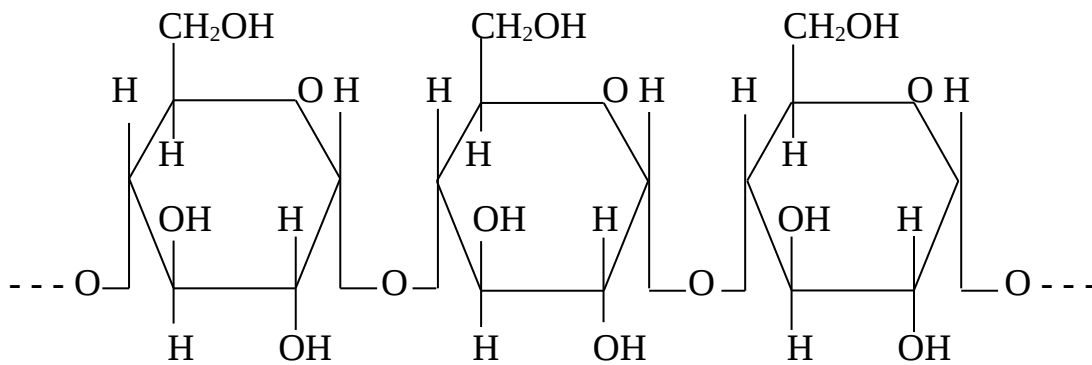
Молекули полісахаридів можна розглядати як продукти поліконденсації моносахаридів. Загальна формула полісахаридів $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. Розглянемо найважливіші природні полісахариди – крохмаль і целюлозу.

Крохмаль - білий порошок без запаху і смаку, нерозчинний у холодній воді (в гарячій воді набухає, утворюючи клейстер), широко розповсюджений у природі. Для багатьох рослин він служить запасним поживним матеріалом і міститься в

них у вигляді крохмальних зерен. Найбагатші на крохмаль зерна злаків (70-86%) та бульби картоплі (25%). Крохмаль є одним з продуктів фотосинтезу.

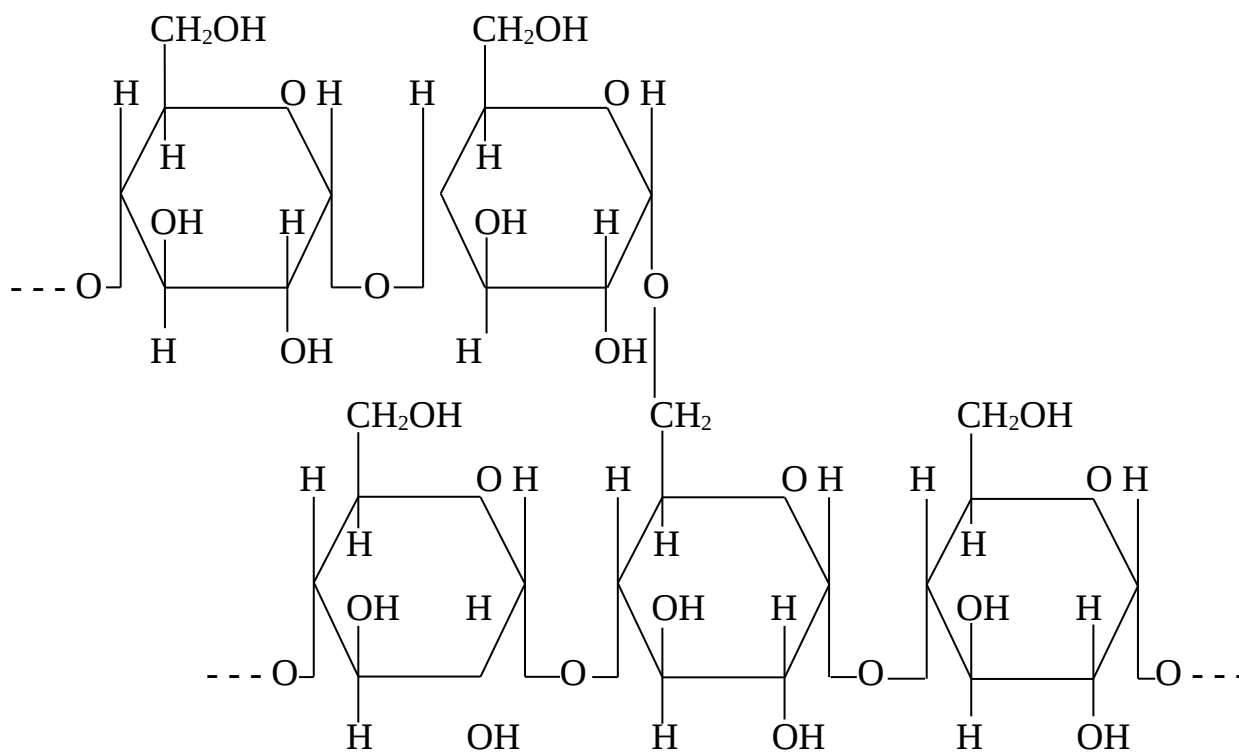
Добувають крохмаль із рослин руйнуванням клітин та відмиванням холодною водою. У промисловості його одержують переважно з картоплі та кукурудзи.

За будовою крохмаль - це природний полімер, утворений залишками α -глюкози. Він існує в двох формах: амілоза та амілопектин. Амілоза розчиняється у воді і є лінійним полімером, в якому залишки α -глюкози зв'язані один з одним через перший та четвертий атоми карбону:.

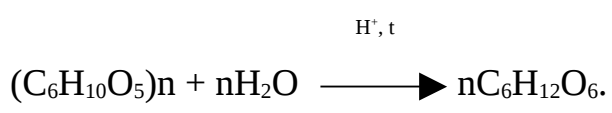


Лінійний полімерний ланцюг в молекулі амілози згорнутий в спіраль із каналом всередині спіралі розміром 0,5 нм, котрий може захоплювати деякі молекули, наприклад йоду. Комплекс, що утворюється, має характерне синє забарвлення. Ця реакція є якісною на йод.

На відміну від амілози, амінопектин не розчиняється у воді і має розгалужену будову. В його молекулі залишки α -глюкози зв'язані не тільки 1,4-, але й 1,6-зв'язками:



За нагрівання в кислому середовищі крохмаль (амілопектин) гідролізується з розривом зв'язків між залишками α -глюкози. При цьому утворюється ряд проміжних продуктів - амілоза та декстрини. Кінцевим продуктом гідролізу є глюкоза:



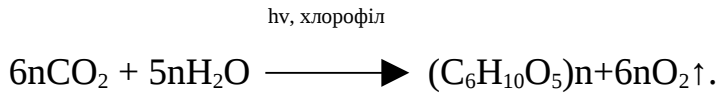
Крохмаль не дає реакції "срібного дзеркала". В макромолекулах крохмалю сполучення молекул циклічної глюкози відбувається за участю найбільш реакційноздатних гідроксидних груп, а зникнення останніх виключає можливість утворення альдегідних груп, і їх у молекулі крохмалю немає.

Крохмаль є основним полісахаридом продуктів харчування людини - хліба, крупів, картоплі. З нього виробляють декстрини, патоку і глюкозу, які використовують в кондитерському виробництві. З крохмалю добувають також етанол, молочну кислоту та інші цінні продукти.

Целюлоза (клітковина) - ще більш поширений полісахарид, ніж крохмаль. З целюлози складаються в основному стінки рослинних клітин. У деревині

міститься до 60% целюлози, в бавовняній ваті - до 90%.

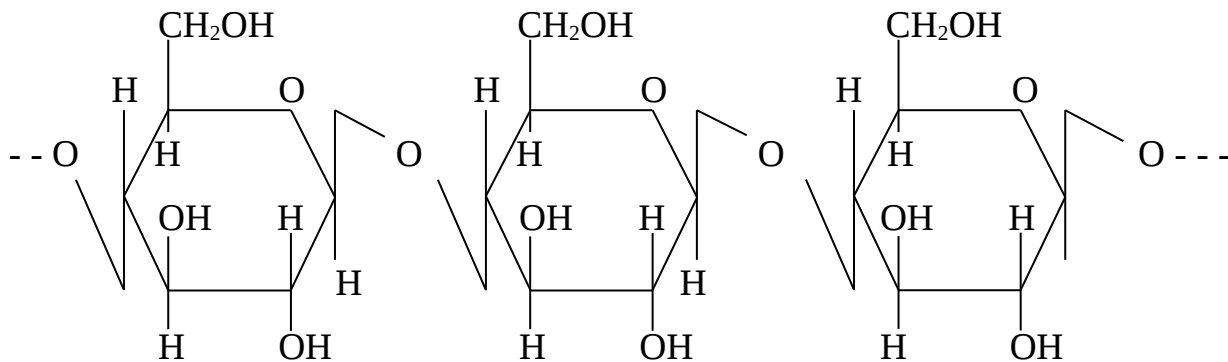
В рослинах целюлоза утворюється в результаті складних біохімічних перетворень під дією сонячного світла в зеленій масі рослин, що містить хлорофіл. Цей процес, що здобув назву фотосинтезу, можна виразити сумарним рівнянням:



В процесі фотосинтезу виділяється молекулярний кисень.

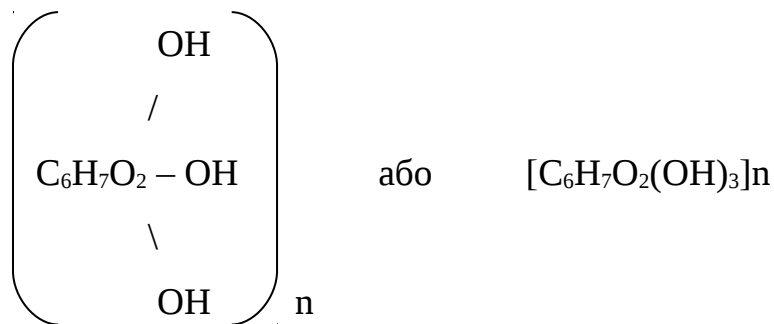
Чиста целюлоза - біла тверда речовина, нерозчинна у воді та більшості органічних розчинників, але добре розчинна в аміачному розчині гідроксиду купруму(II) (реактив Швейцера). З такого розчину целюлозу осаджують у вигляді волокон (гідратцелюлоза).

Целюлоза – це природний полімер. На відміну від крохмалю, її молекули складаються тільки з лінійних ланцюгів, що містять залишки β -глюкози, зв'язані через перший та четвертий атоми карбону:

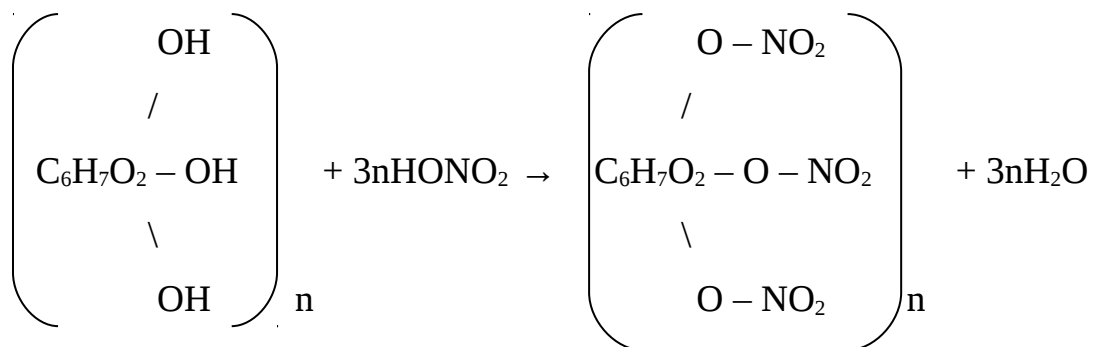


Як і крохмаль, целюлоза в кислому середовищі гідролізується з утворенням глюкози. Гідроліз целюлози, відомий ще під назвою оцукрювання, дає змогу добувати з відходів деревообробної промисловості (тирса, стружки) глюкозу, а зброджуванням останньої - етанол. Добутий з деревини етанол носить назву гідролізний спирт.

Целюлоза також не дає реакції "срібного дзеркала", але з кислотами вступає в реакцію естерифікації. Як видно з наведеного вище фрагменту формули целюлози, кожна ланка мономеру $C_6H_{10}O_5$ має три гідроксидні групи, які часто у формулі целюлози виділяють:

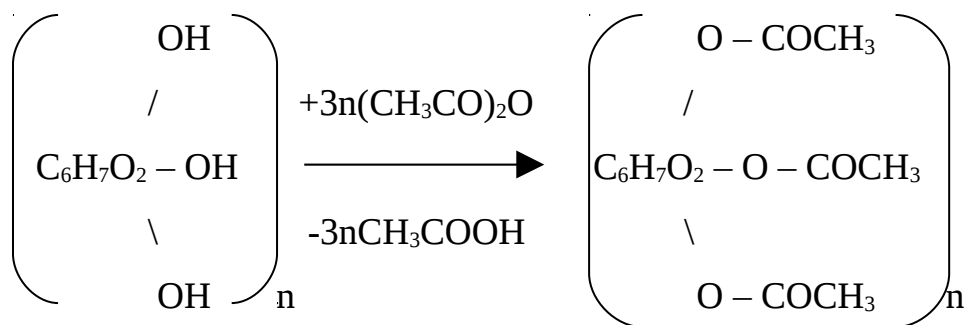


За рахунок цих гідроксидних груп целюлоза може утворювати етери та естери. Так, при взаємодії целюлози з концентрованою нітратною кислотою за наявності концентрованої сульфатної кислоти як засобу, що відбирає воду, утворюється естер – тринітрат целюлози:



Тринітрат целюлози або піроксилін - вибухова речовина, основа бездимного пороху.

При взаємодії целюлози з оцтовим ангідридом утворюється триацетат целюлози:



Застосування.

Целюлоза у вигляді бавовни та льону застосовується для виготовлення тканин. Основна кількість целюлози, добутої з деревини, йде на виготовлення паперу. Піддаючи целюлозу хімічній переробці, виробляють кілька видів штучних

волокон (зокрема, ацетатний шовк), пластмаси, кіно- та фотоплівку, бездимний порошок, лаки тощо. Глюкозу, добуту гідролізом целюлози, використовують як корм для худоби, а також для добування гідролізного спирту, який, в свою чергу, має широке технічне застосування.

Питання для самоконтролю

1. Як побудована молекула глюкози? Які функціональні групи містяться в ній?
2. Як можна довести присутність у молекулі глюкози альдегідної групи?
3. Чому буряковий (тростинний) цукор належить до дисахаридів?
4. Що спільне і відмінне у будові крохмалю і целюлози?
5. Чому з целюлози можна добути волокна, а з крохмалю – ні?
6. Чому глюкоза й фруктоза належать до моносахаридів, а крохмаль і целюлоза – до полісахаридів?

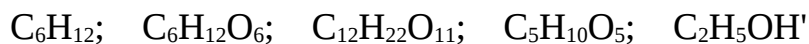
Контрольна робота

Тема: Вуглеводи

I варіант

Рівень А

1. Випишіть формули вуглеводів:



2-3. Використовуючи речовини з першого завдання, напишіть хімічну формулу тростинного цукру, вкажіть галузь застосування цієї речовини:

- а) харчова промисловість;
- б) сільське господарство;
- в) легка промисловість.

Рівень В

4. Складіть структурну формулу глюкози (альдегідна форма).

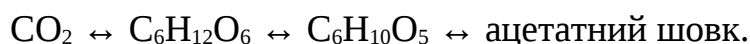
5. Визначте, з якими з перелічених речовин реагує $C_{12}H_{22}O_{11}$:

а) H_2O ; б) O_2 ; в) $Cu(OH)_2$; г) Ag_2O ; д) HNO_3 ; е) $NaOH$.

6. Як можна одержати $C_6H_{10}O_5$? Запишіть рівняння реакції.

Рівень С

7. Здійсніть перетворення, назвіть речовини, вкажіть умови і тип хімічних реакцій:



8. Як визначити, у якій з 3-х пробірок знаходяться: глюкоза, гліцерол і етанол?

Відповідь підтвердіть рівняннями реакцій.

9. Задача: Розрахуйте об'єм оксиду Карбону (IV), приведений до нормальних умов, що виділиться при спиртовому бродінні 225 г глюкози (н.у.).

Рівень D

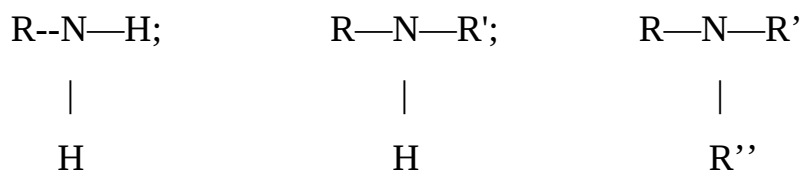
10. Поясніть, чому глюкоза окиснюється аміачним розчином нітрату аргентуму, а сахароза — ні.

11. Задача: Із крохмалю масою 8,1 г отримано глюкозу, вихід якої склав 70%. До глюкози додали надлишок аміачного розчину нітрату аргентуму (I). Розрахуйте масу срібла, що утворилося при цьому.

*12. Задача: При спиртовому бродінні глюкози отримали газ, що прореагував із розчином гідроксиду натрію об'ємом 60,2 мл і густиною 1,33 г/мл, утворилася сіль. Масова частка гідроксиду Натрію в цьому розчині дорівнює 30%. Яку масу розчину з масовою часткою етанолу 60% одержали при цьому? Яка сіль утворилася?

4.11 Нітрогенвмісні органічні сполуки. Амінокислоти. Білки.

Аміни належать до нітрогенвмісних органічних сполук з яскраво вираженими основними властивостями, їх можна розглядати як похідні аміаку, у якого один або більше атомів гідрогену заміщені на вуглеводневий радикал. В залежності від числа вуглеводневих радикалів розрізняють аміни первинні (з одним вуглеводневим радикалом), вторинні (з двома) і третинні (з трьома):



Первинний амін Вторинний амін Третинний амін

Поняття первинний, вторинний і третинний аміни пов'язані не з характером атома Карбону, а зі ступенем заміщення Гідрогену біля атома Нітрогену в молекулі аміаку. В залежності від природи радикалів, аміни можуть бути аліфатичними (насиченими і не-насиченими), аліциклічними, ароматичними та змішаними (наприклад, жирно-ароматичними).

Загальна формула насичених аліфатичних амінів - $C_nH_{2n+3}N$.

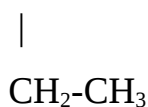
Номенклатура.

Назви амінів звичайно утворюють, перераховуючи вуглеводневі радикали, зв'язані з атомом нітрогену, і додаючи закінчення -амін, наприклад:

CH_3-NH_2 - метиламін (первинний амін);

$CH_3-CH_2-NH-CH_2-CH_3$ - диетиламін (вторинний амін);

$CH_3-N-CH_2-CH_2-CH_3$ - метилетилпропіламін (третинний амін).



За міжнародною системою назви первинних амінів будують, виходячи з назви вуглеводню, що його утворює, і додаючи закінчення -амін з зазначенням атома карбону, зв'язаного з аміногрупою (див. нижче).

Ізомерія амінів пов'язана як з будовою карбонового ланцюга, так і з положенням аміногрупи. Так, наприклад, амінові складу $C_4H_{11}N$ відповідають чотири первинних аміни, три вторинних та один третинний:

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$ - бутиламін, бутанамін-1;

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_3$ - втор-бутиламін, бутанамін-2;



$(\text{CH}_3)_2\text{CH—CH}_2\text{—NH}_2$ - ізобутиламін, 2-метилпропанамін-1;

$(\text{CH}_3)_3\text{C—NH}_2$ - трет-бутиламін, 2-метилпропанамін-2;

$\text{CH}_3\text{—NH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ - метилпропіламін, N- метилпропіламін;

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH—CH}_2\text{—CH}_3$ - діетиламін;

$\text{CH}_3\text{—NH—CH}(\text{CH}_3)_2$ - метилізопропіламін;

$(\text{CH}_3)_2\text{N—CH}_2\text{—CH}_3$ - диметилетиламін, N,N- диметилетиламін.

Якщо в молекулі міститься дві аміногрупи або більше, то перед словом амін вставляють суфікс ди-, три- тощо, який вказує на кількість аміногруп, наприклад:

$\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ - етилендіамін, етандіамін-1,2;

$\text{NH}_2\text{—}(\text{CH}_2)_6\text{—NH}_2$ - гексаметилендіамін, гександіамін-1,6.

Відомі також і ненасичені аліфатичні аміни етиленового та ацетиленового рядів, наприклад, аліламін

$\text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—NH}_2$.

Феніламін або анілін $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ - родоначальник класу ароматичних амінів, у яких аміногрупа безпосередньо зв'язана з ароматичним кільцем. Дифеніламін $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ - представник вторинних ароматичних амінів, третинних - трифеніламін $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{N}$.

Фізичні властивості.

Метиламін, диметиламін та триметиламін - гази, середні члени аліфатичного ряду - рідини, вищі - тверді речовини. Між молекулами амінів в рідкій фазі утворюються слабкі водневі зв'язки, тому температури кипіння амінів вищі, ніж відповідних вуглеводнів. Аміни киплять за більш низьких температур, ніж спирти з тим же самим числом атомів карбону, через те, що аміни менш асоційовані.

Аміни також утворюють слабкі водневі зв'язки з водою, тому нижчі аміни добре розчиняються у воді, але із зростанням карбонового ланцюга розчинність зменшується. Нижчі аміни мають характерний "рибний" запах, вищі - майже без запаху.

Анілін - олієподібна рідина, дещо важча за воду, малорозчинна у воді, добре

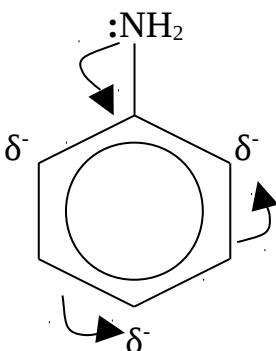
розчинна в етанолі та бензені. Чистий анілін не має забарвлення, проте на повітрі поступово окиснюється, набуваючи забарвлення від світло-жовтого до майже чорного.

Будова молекул амінів.

Оскільки аміни - це похідні аміаку, атом Нітрогену знаходиться в sp^3 -гібридизованому стані. Три з чотирьох гібридних орбіталей приймають участь в утворенні σ -зв'язків N – C та N – H, на четвертій орбіталі знаходиться неподілена електронна пара, яка й зумовлює основні властивості амінів.

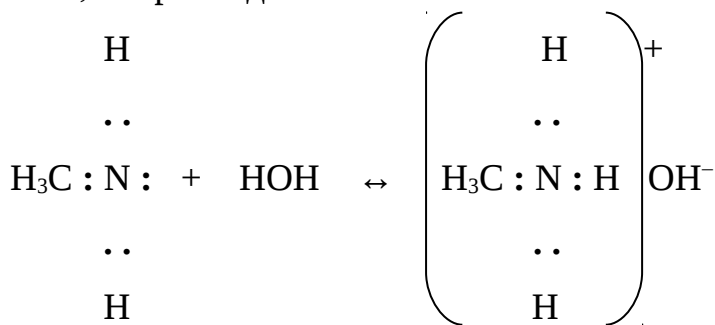
Електронодонорні замісники (насичені вуглеводневі радикали) збільшують електронну густина на атомі Нітрогену і посилюють основні властивості амінів, тому вторинні аміни - більш сильні основи, ніж первинні, а первинні - ніж аміак. В третинних амінах важливу роль відіграє просторовий фактор: три вуглеводневих радикали загороджують неподілену електронну пару атома Нітрогену і перешкоджають її взаємодії з іншими молекулами, внаслідок чого основність третинних амінів менша, ніж вторинних.

У молекулах ароматичних амінів неподілена електронна пара атома Нітрогену взаємодіє з π -електронною системою бензенового кільця. В результаті такої взаємодії електронна пара втягується у бензенове кільце і на атомі Гідрогену з'являється частковий позитивний заряд, внаслідок чого основні властивості слабшають. Чим більше фенільних радикалів у молекулі аміну, тим слабкіша основа. У бензеновому кільці, навпаки, електронна густина збільшується, причому, найсильніше - у положеннях 2,4,6 (орто-та пара-) по відношенню до аміногрупи:



Хімічні властивості аліфатичних амінів визначаються наявністю вільної пари електронів і рухливих атомів Гідрогену біля Нітрогену.

1. Взаємодія з водою та кислотами. Моноаміни - слабкі основи, але більш сильні, ніж гідрат аміаку. Аміногрупа, маючи вільну електронну пару біля атома Нітрогену, приєднує протон (H⁺) з утворенням комплексного катіону заміщеного амонію, наприклад:

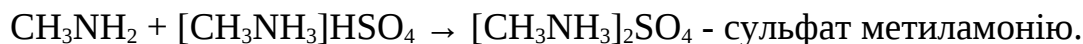


Метиламін

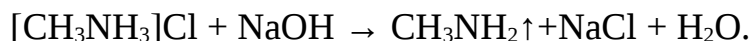
Гідроксид метиламонію

Водні розчини амінів мають лужну реакцію. Ди- і поліаміни – більш сильні основи і чим ближче аміногрупи розміщені одна до одної, тим сильніші основні властивості.

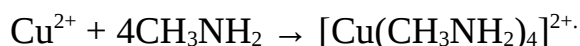
Аміни в чистому вигляді чи у розчинах реагують з кислотами, утворюючи солі – аналоги солей амонію:



Солі амінів - тверді кристалічні речовини, добре розчинні у воді й практично нерозчинні в неполярних або слабополярних органічних розчинниках. Луги перетворюють солі амінів у вільні аміни:

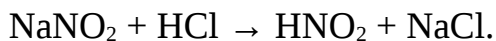


2. Взаємодія з йонами перехідних металів. Аміни - органічні аналоги аміаку, тому вони можуть утворювати комплексні сполуки з йонами перехідних металів, виступаючи в ролі лігандів:

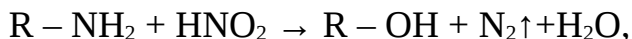


Неподілена пара електронів аміну в цих комплексах займає вільну орбіталь центрального атома, утворюючи донорно-акцепторний зв'язок.

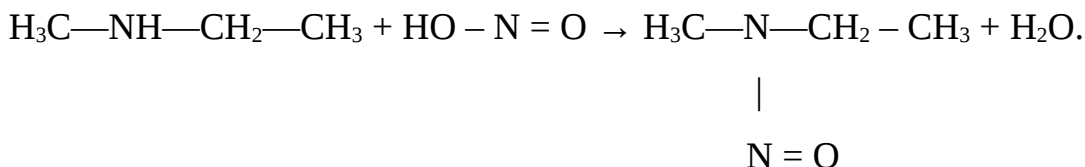
3. Взаємодія з нітритною кислотою. Первинні і вторинні аміни реагують з нітритною кислотою, яка утворюється під час взаємодії нітриту натрію з розведеною хлоридною кислотою:



Первинні аміни під дією нітритної кислоти перетворюються на спирти:



а в результаті реакції виділяється газ (азот). Вторинні аміни з нітритною кислотою утворюють N-нітрозаміни – оливоподібні рідини з характерним запахом:



Третинні аліфатичні аміни з нітритною кислотою за звичайних умов взагалі не взаємодіють. Таким чином, нітритна кислота є реагентом, що дозволяє визначити тип аміна.

4. Найпростіші аміни, на відміну від аміаку, горять на повітрі з утворенням оксиду карбону(IV), азоту і води:



Хімічні властивості аніліну.

Анілін - набагато слабкіша основа, ніж аліфатичні аміни, що пояснюється частковим зміщенням відповідальної за основність неподіленої електронної пари атома Нітрогену у бензенове кільце.

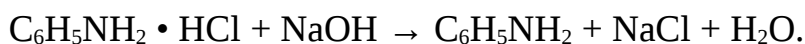
Анілін реагує лише з сильними кислотами, утворюючи добре розчинні у воді солі феніламонію:



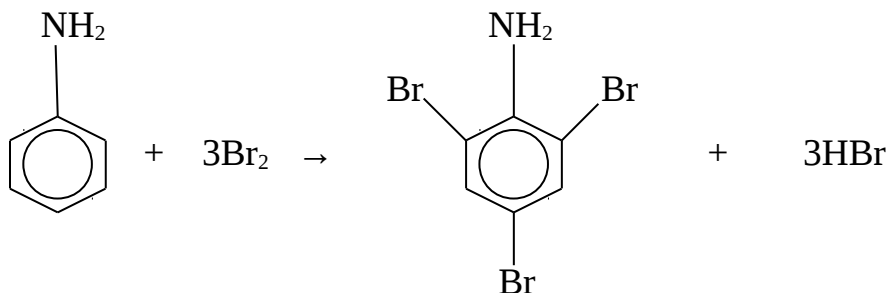
хлорид феніламонію

солянокислий анілін

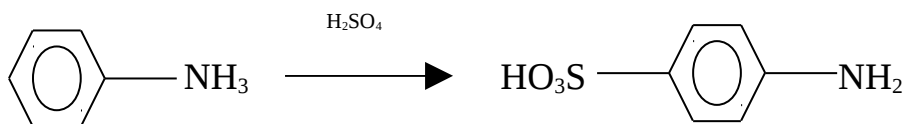
При обробці водних розчинів цих солей розчином лугу, анілін знову виділяється у вільному стані:



З підвищенням електронної густини на бензеновому кільці анілін стає досить активним в реакціях електрофільного заміщення. Він легко бромується навіть під дією бромної води, утворюючи осад 2,4,6-триброманіліну:



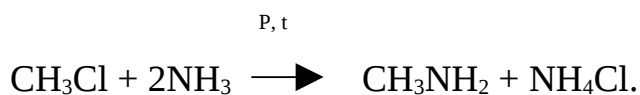
З концентрованою нітратною кислотою анілін реагує з вибухом, тому безпосередньо пронітрувати анілін не вдається, в той час як з концентрованою сульфатною кислотою анілін утворює пара-сульфанілову кислоту з невеликою (до 15%) домішкою орто-ізомера:



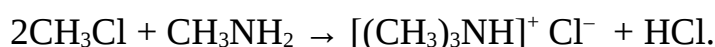
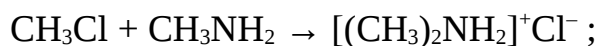
Анілін легко взаємодіє з іншими окисниками, утворюючи сполуки різного забарвлення. Так, під час взаємодії аніліну з хлорним вапном з'являється характерне фіолетове забарвлення. Це одна з найбільш чутливих якісних реакцій на анілін.

Добування амінів.

1. Основний спосіб добування аліфатичних амінів - алкілування аміаку нагріванням суміші алкілгалогенідів з аміаком під тиском:

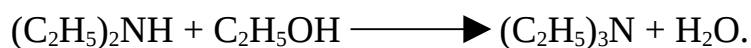
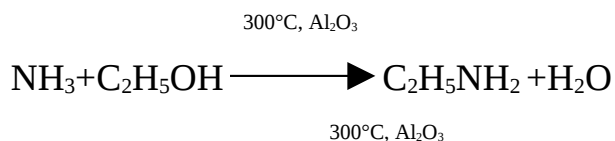


За надлишку алкілгалогеніду первинний амін, що утворився, також може вступати в реакцію алкілування, перетворюючись на вторинний або третинний амін:

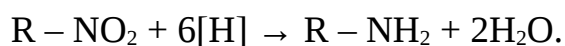


Практично в таких реакціях одержують суміш солей первинного, вторинного та третинного амінів, з якої аміни виділяють при дії лугу шляхом перегонки.

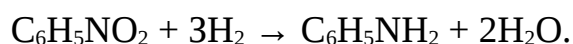
2. Взаємодія аміаку або амінів зі спиртами за підвищеної температури (250-300°C) та наявності каталізатора (Al_2O_3 або Th_2). При цьому також утворюється суміш первинних, вторинних і третинних амінів, наприклад:



3. Первинні аміни також добувають відновленням нітросполук. Для відновлення використовують сульфід амонію, цинк або ферум в кислому середовищі, алюміній в лужному середовищі або безпосередньо газуватий водень:



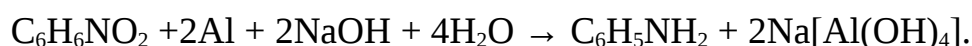
4. Основний спосіб добування аніліну – відновлення нітробензену. Ця реакція носить назву реакції Зініна. У промисловості нітробензен відновлюють воднем за температури 250-300°C та наявності нікелевого чи мідного каталізаторів:



В лабораторії з цією метою використовують цинк у кислому середовищі:



або алюміній в лужному:



В останніх двох реакціях реальний відновник – атомарний Гідроген в момент виділення.

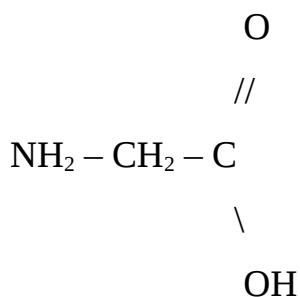
Застосування.

Нижчі аліфатичні аміни використовують в синтезах лікарських препаратів, пестицидів та пластмас. Гексаметилендіамін широко застосовують для добування поліуретану та поліамідних смол, що йдуть на виготовлення міцних волокон типу капрону, енанту, нейлону.

Анілін, головним чином, застосовують для виготовлення барвників та лікарських препаратів.

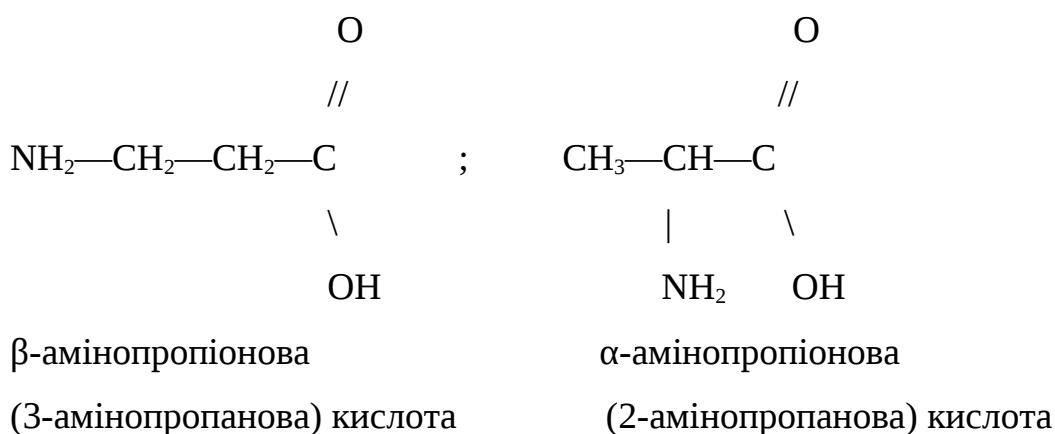
Амінокислоти – це органічні біфункціональні сполуки, до складу яких входять карбоксильна (-COOH) та аміно (-NH₂) функціональні групи.

Амінокислоти можна розглядати як похідні карбонових кислот, у яких один чи декілька атомів Гідрогену заміщені на аміногрупу. Назви амінокислот утворюють від відповідних кислот, додаючи префікс аміно-, наприклад:

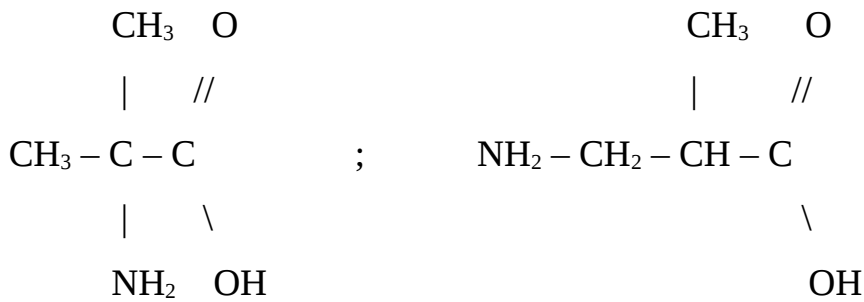


- амінооцтова, 2-аміноетанова кислота (гліцин).

Ізомерія амінокислот обумовлена будовою карбонового ланцюга і положенням функціональних груп. В залежності від взаємного розташування обох функціональних груп розрізняють α -, β -, γ - і т.д. амінокислоти. До α -амінокислот належать такі, у яких аміногрупа знаходиться біля першого, рахуючи від карбоксильної групи, атома карбону, у β -амінокислот аміногрупа знаходиться біля другого атома карбону і т.д., наприклад:



Ізомерія може також бути обумовлена розгалуженням карбонового ланцюга, наприклад:



α -аміноізомаляна

β -аміноізомаляна

(2-аміно-2-метилпропанова)

(3-аміно-2-метилпропанова)

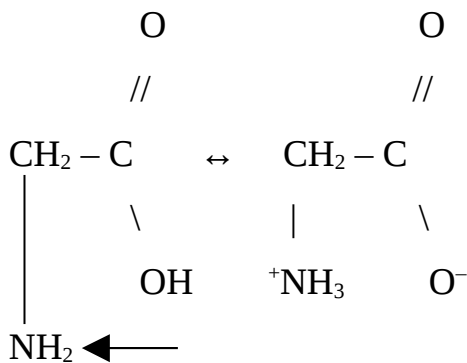
кислота

кислота

Найбільше значення мають α -амінокислоти, оскільки з них побудовані білки. Із білків гідролізом виділено 22 α -амінокислоти.

Амінокислоти - це тверді безбарвні органічні речовини, що плавляться з розкладом за високих температур (понад 250°C), добре розчиняються у воді і малорозчинні в органічних розчинниках. Деякі амінокислоти солодкі на смак.

За хімічними властивостями амінокислоти - своєрідні амфотерні органічні сполуки. Амфотерні властивості пояснюються взаємним впливом аміногрупи та карбоксильної групи у молекулі амінокислоти:

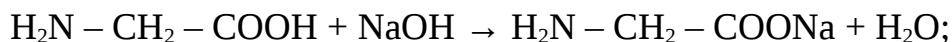


Карбоксильна група амінокислоти відщеплює йон Гідрогену, який приєднується до аміногрупи тієї ж молекули за місцем не-поділеної електронної пари Нітрогену. В результаті дія функціональних груп нейтралізується і утворюється біполярний йон або так звана внутрішня сіль. В такому розчині немає надлишку йонів Гідрогену чи гідроксилу, тому він має нейтральну реакцію і не діє на індикатор. Оскільки розчин містить йони, він проводить електричний струм.

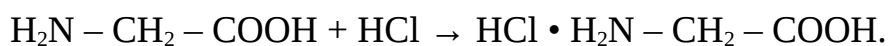
В залежності від кількості відповідних функціональних груп водні розчини

амінокислот можуть мати кисле чи лужне середовище. Так, глютамінова кислота (дві групи - COOH та одна - NH₂) утворює кислий розчин, а лізин (одна група - COOH та дві - NH₂) -лужний.

Амфотерний характер амінокислот підтверджується взаємодією їх з лугами і кислотами з утворенням солей, наприклад:

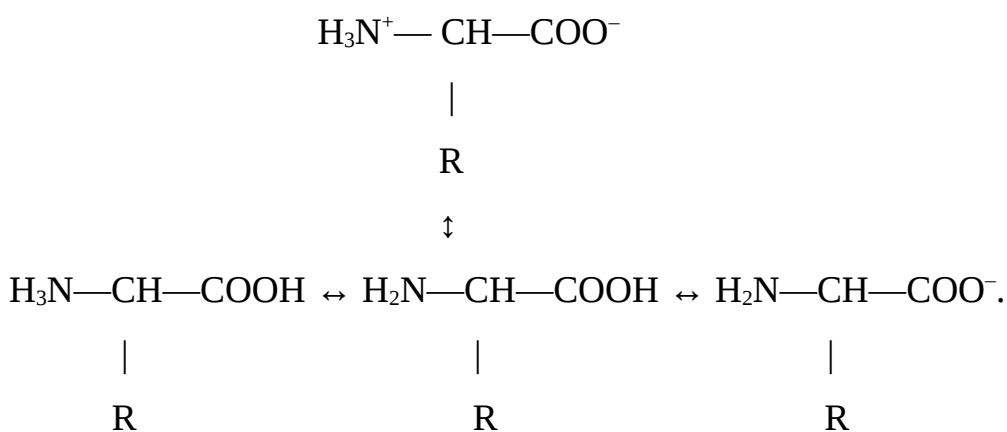


натрієва сіль гліцину



хлороводнева сіль гліцину

Кислотно-основні перетворення амінокислот у різних середовищах можна зобразити наступною загальною схемою:



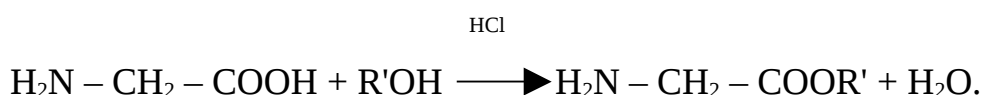
кисле середовище нейтральне середовище лужне середовище

Як і первинні аміни, амінокислоти реагують з нітритною кислотою, при цьому аміногрупа перетворюється на гідроксогрупу, а амінокислота - в гідроксикислоту:



Вимірювання об'єму азоту, що виділився, дозволяє визначити кількість амінокислоти.

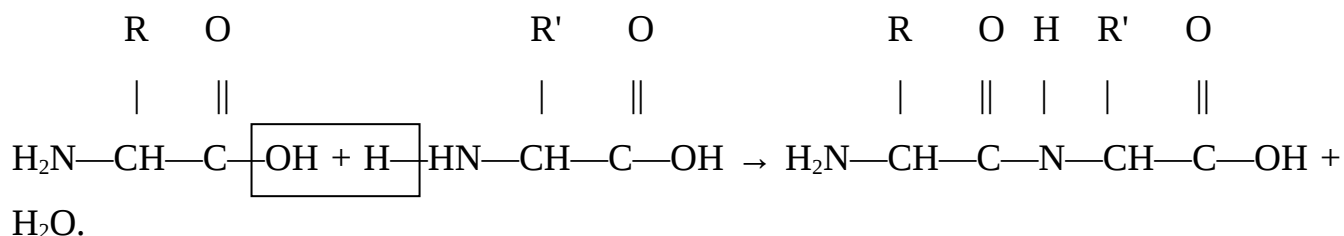
Амінокислоти реагують зі спиртами в присутності газуватого хлороводню, даючи естер (точніше, його хлороводневу сіль):



Естери амінокислот не мають біполярної структури і є досить леткими сполуками.

Пептиди та пептидний зв'язок.

Пептиди - це продукти конденсації двох або більше молекул амінокислот. Молекули амінокислот реагують одна з одною з відщепленням молекули води і утворенням продукту, в якому фрагменти зв'язані пептидним зв'язком – CO – NH –, наприклад:



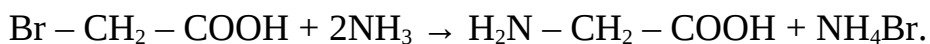
Утворена сполука називається дипептидом. Молекула дипептиду, як і амінокислота, містить аміно- та карбоксильну групи і може реагувати з наступною молекулою амінокислоти, даючи трипептид. Процес нарощування пептидного ланцюга може продовжуватися практично необмежено і приводити до речовин з дуже великою молекулярною масою (білків).

Формули пептидів звично записують так, що вільна аміногрупа знаходиться зліва, а вільна карбоксильна група - справа.

Основна властивість пептидів - здатність до гідролізу. При гідролізі відбувається повне або часткове розщеплення пептидного ланцюга і утворюються пептиди з меншою молекулярною масою аж до α -амінокислот, що утворюють пептидний ланцюг.

Добування амінокислот.

1. Синтез із галогензаміщених кислот дією аміаку:



Галогеноводень, що виділяється при цьому, зв'язується надлишком аміаку.

2. Найважливішим джерелом α -амінокислот є природні білки. Під час їх гідролізу утворюються суміші α -амінокислот за схемою:

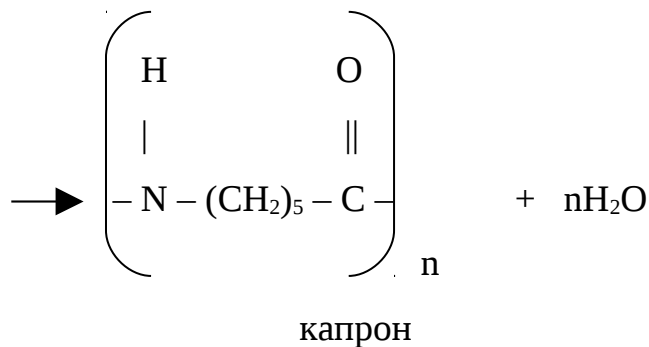
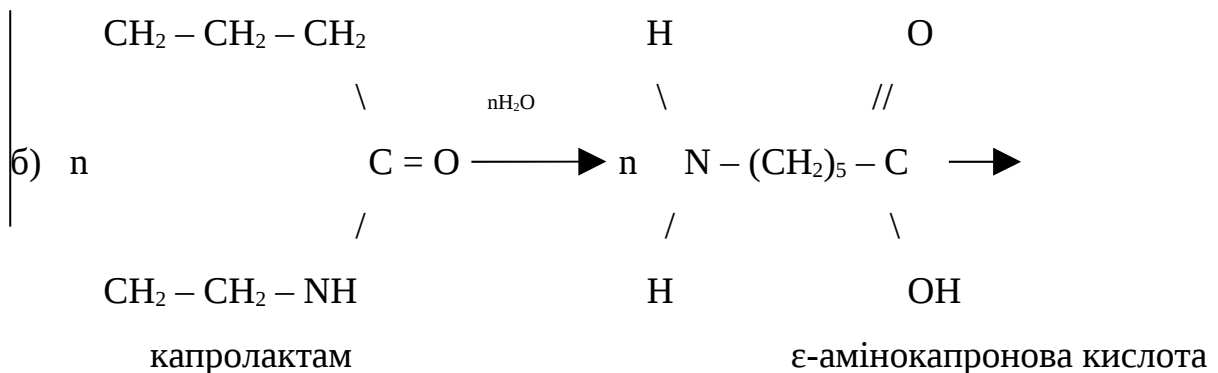
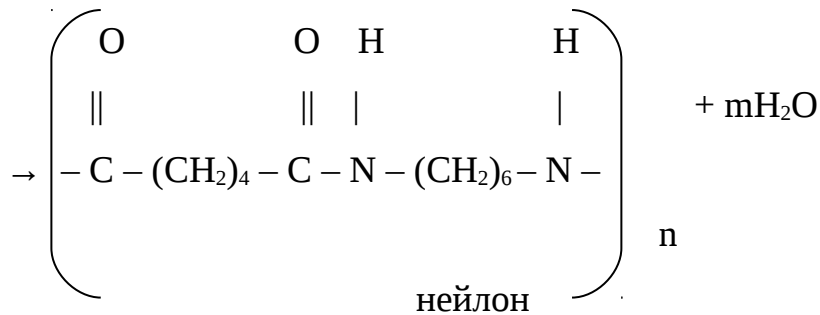
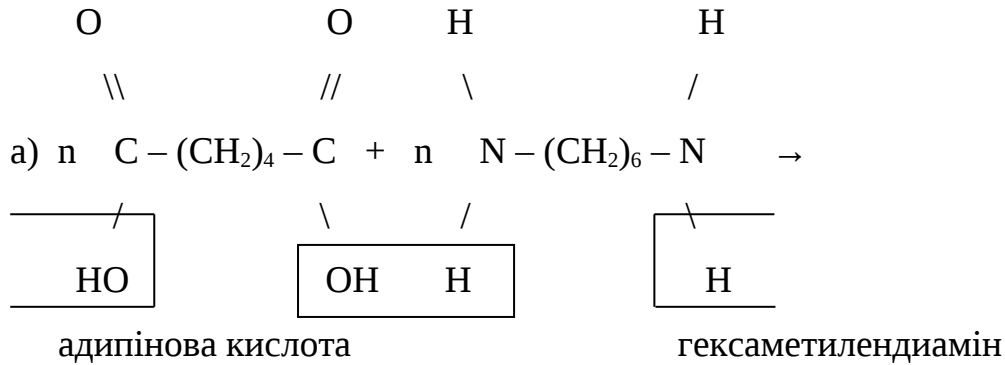


Застосування.

Амінокислоти необхідні для побудови білків живого організму. Люди і тварини одержують їх у складі білкової їжі. Багато амінокислот застосовують у медицині

як лікувальні засоби, а деякі - у сільському господарстві для підгодівлі тварин.

Нерозгалужені амінокислоти, як біфункціональні мономери, використовують для виробництва синтетичних волокон. Для прикладу можна навести схеми реакцій поліконденсації й утворення деяких поліамідних смол, з яких виготовляють такі синтетичні волокна як нейлон і капрон:



Білки - це природні поліпептиди, з високими молекулярними масами ($10^4 \dots 10^7$ а.о.м.). Вони входять до складу всіх живих організмів і виконують різноманітні біологічні функції.

Дані про склад і будову білків одержують під час вивчення продуктів їх гідролізу. Гідроліз білків може відбуватися в кислому або лужному середовищі з утворенням відповідних солей, а також під дією ферментів. Ферментативний гідроліз, на відміну від кислого або лужного, протікає селективно, тобто дозволяє розщеплювати певні ділянки пептидного ланцюга.

В будові поліпептидного ланцюга білків можна виділити три рівні.

Первинна структура білка - це конкретна послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюгу, тобто його хімічна структура. Пептидний ланцюг має лінійну структуру тільки в невеликої кількості найпростіших поліпептидів та білків. У більшості білків пептидний ланцюг певним чином згорнутий у просторі.

Вторинна структура білка — форма поліпептидного ланцюга у просторі. Поліпептидні ланцюги природних білків скручені в спіраль. Спіральна структура утримується в просторі за рахунок водневих зв'язків між групами NH та CO амінокислотних залишків сусідніх витків спіралі. Такий спосіб формування ланцюга носить назву α -спіралі. В α -спіралі на одному витку розміщується чотири амінокислотних залишки.

Якщо поліпептидний ланцюг розтягнутий і його ділянки розташовані паралельно одна одній, то формується так звана β -структура білка. В β -структурі паралельні шари також утримуються водневими зв'язками.

Більшість білків містять як α -спіралі, так і β -структури.

Третинна структура білка - це реальна тривимірна конфігурація, якої набуває у просторі закручений у спіраль поліпептидний ланцюг. Третинна структура утворюється за рахунок дисульфідних містків(-S-S-) між цистеїновими залишками, сольових містків з аміногрупи та карбоксилу, водневих зв'язків тощо.

Фізичні властивості білків досить різноманітні і пояснюються їх будовою. Частина білків розчиняється у воді або утворює колоїдні розчини, а, наприклад, білки покривних тканин зовсім не розчиняються у воді. Деякі білки мають аморфну структуру, а інші можна виділити у вигляді кристалів.

Хімічні властивості.

Руйнування вторинної та третинної структури білків із збереженням первинної структури називається денатурацією. Вона може відбуватися під дією

різноманітних зовнішніх чинників (нагрівання, зміна кислотності середовища, дія електромагнітного випромінювання). Денатурація може бути оборотною і необоротною.

Необоротне руйнування первинної структури білків відбувається під час гідролізу поліпептидного ланцюга. Аналізуючи продукти гідролізу, можна визначати кількісний склад білків.

Для білків відомо декілька якісних реакцій. Всі сполуки, що мають пептидний зв'язок при дії на них солей купруму(II) в лужному розчині дають фіолетове забарвлення. Ця реакція називається біуретовою. Білки, що містять залишки ароматичних амінокислот, при взаємодії з концентрованою нітратною кислотою дають жовте забарвлення (ксантопротеїнова реакція).

Біологічна роль білків.

Білки попадають в організм з їжею. Під час травлення їжі білкові молекули гідролізуються на амінокислоти, які проникають у кров і надходять з нею до всіх тканин та клітин організму. Найбільша частина амінокислот витрачається на побудову різних органів та тканин, деяка частина - на синтез ферментів, гормонів та інших біологічно активних речовин, решта витрачається як енергетичний матеріал.

Хімічні реакції в організмі перебігають у присутності каталізаторів - ферментів. Усі відомі ферменти є білками. Білки - це потужні та селективні каталізатори, що у мільйони разів прискорюють процеси, які відбуваються в живому організмі, причому для кожної реакції існує свій єдиний фермент.

Деякі білки виконують транспортні функції і переносять молекули або йони в місця синтезу чи накопичення. Наприклад, білок крові гемоглобін переносить до тканин кисень.

Із білків побудовані кісткові, м'язові, покривні тканини.

Білки грають важливу роль в імунній (захисній) системі організму. Існують специфічні білки (антитіла), котрі можуть розпізнавати та зв'язувати такі чужорідні об'єкти, як бактерії, віруси тощо, і таким чином попереджати захворювання або допомагати організмові боротися з ними.

Білки-рецептори сприймають сигнали, що надходять з оточуючого середовища

або від сусідніх клітин та передають їх в центральну нервову систему чи до периферійних органів.

З цього далеко не повного переліку функцій білків зрозуміло, що білки життєво необхідні для будь-якого живого організму і є основою біологічного життя на земній кулі.

Питання для самоконтролю

1. З якими з зазначених речовин вступає в реакцію етиламін: H_2O , NaOH , HNO_3 ?
2. Що являє собою анілін? Наведіть його формулу.
3. Відновленням 12,3 г нітробензену добули 4,4 г аніліну. Обчисліть масову частку виходу продукції реакції.
4. Як добути етиловий ефір α -амінопропіонової кислоти? Складіть рівняння реакції.
5. Напишіть формули двох типів солей β -аміномасляної кислоти. Складіть рівняння реакцій їх утворення.
6. Що розуміють під денатурацією білків? Чим вона може бути зумовлена?
7. Які речовини утворюються в організмі під час гідролізу: а) жирів; б) вуглеводнів; в) білків? Куди надходять продукти гідролізу й на що вони витрачаються в організмі?
8. Чому білкову їжу не можна замінити на довгий час їжею, яка складається тільки з жирів і вуглеводів?
9. Як практично відрізнити вовняну тканину від бавовняної?

Контрольна робота

Тема: Амінокислоти, білки

І варіант

Рівень А

1. Визначте, які функціональні групи можна виділити в складі молекул білків?
а)-ОН; б)-СОН; в)-СООН; г)-HS; д)-NO₂; е)-NH₂.
2. Визначте, які властивості обумовлює аміногрупа в молекулах амінокислот:
а) основні; б) кислотні; в) спиртові; г) амфотерні.
3. З переліку речовин виберіть формули амінокислот:
а) CH₃NH₂; б) C₂H₅CH(NH₂)COOH; в) NH₂CH₂COOH; г) C₃H₇COOH.

Рівень В

4. Виберіть, з яких сполук можна одержати білок:
а) етилового спирту; б) хлористого етилу; в) нітробензену; г) амінопропанової кислоти
д) амінооцтової кислоти; е) оцтової кислоти.
5. З переліку речовин виберіть ті, котрі вступають у реакції з аміно-бутановою кислотою:
а) HCl; б) NaOH; в) H₂; г) O₂; д) NaCl; е) Mg.
6. Поясніть на конкретних прикладах, які властивості амінокислот визначає аміногрупа.

Рівень С

7. Визначте, які з перелічених речовин змінюють забарвлення фіолетового лакмусу на червоне (відповідь поясніть):
а) NH₂-CH₂-COOH; б) HOOC-CH(NH₂)-COOH; в) CH₃NH₂;
г) C₆H₅-NH₂; д) H₂N-CH₂-CH(NH₂)-COOH; е) H₂N-(CH₂)₂-COOH;
є) CH₃-NH-CH₃; ж) Cl-CH₂-CH₂-COOH.
8. За допомогою яких реактивів можна визначити, у якій із пробірок знаходяться наведені речовини? Напишіть рівняння реакцій, що підтверджують хід вашого визначення:
а) CH₃COOH; б) NH₂-CH₂-COOH; в) C₂H₅OH.
9. Задача: Яку масу дипептиду гліцин-гліцин можна одержати з 15 г

амінооцтової кислоти, якщо частка виходу продуктів реакції складає 60% від теоретично можливого?

Рівень D

10. Поясніть, чому первинна структура білка — найбільш міцна. Відповідь аргументуйте.

11. Здійсніть перетворення, вкажіть умови, назвіть речовини:

$\text{CH}_4 \rightarrow ??? \rightarrow$ амінооцтова кислота.

*12. Задача: Продукти згоряння 11,2 л етиламіну (н.у.) пропустили через 594 мл 12% розчину KOH ($\rho = 1,1 \text{ г/мл}$) при кімнатній температурі. Визначте склад (масові частки) розчину, що утворився.

Розділ V. Хімія і стан навколишнього середовища.

Забруднення навколишнього середовища стало однією з глобальних проблем сучасності. Як правило, основним винуватцем забруднень вважають хімічну промисловість. Але це не так. З року в рік збільшується об'єм добутих корисних копалин, виплавлених металів, різних речовин та матеріалів, необхідних для все зростаючого населення Землі. Розширення виробництва промислових товарів та сільськогосподарських продуктів супроводжується також збільшенням кількості відходів.

На сьогоднішній день з усього, що видобувається з надр, лише третина в середньому переходить в корисний продукт, решту становлять відходи. За даними Міністерства екології та природних ресурсів України щорічно їх утворюється 550-560 млн.м³, а загальна маса вже накопичених оцінюється в 20 млрд. тон. Так, на 1 т заліза припадає 1 т пустої породи, на 1 т міді - до 200 т, а на 1 т молібдену і вольфраму - до 2 тис. т відходів; промисловими вважаються родовища уранових руд, в яких вміст урану складає не менше 0,1 %, решта – відходи. Наведені дані свідчать, що гірничодобувна і збагачувальна галузі промисловості - одні з провідних по забрудненню довкілля.

Мало чим поступається і енергетика. Так, при спалюванні кам'яного вугілля з попелом, шлаками і димовими газами в природне середовище потрапляє деяких елементів більше, ніж їх добувають за рік: Mg - в 1,5, Mo-в3, U, Ti-в 10, Al, I, Co-в 15, Hg - в 50, Li, V, Be, Zr, Sr - в сотні разів більше. За даними того ж Міністерства основними забруднювачами атмосфери (в % від загальної кількості відходів) є:

теплоенергетика - 27,0;

чорна металургія - 24,3;

нафтодобувна і нафтопереробна промисловість - 15,5 ;

автотранспорт - 13,3;

кольорова металургія - 10,5 ;

підприємства будіндустрії -8,1;

решта- 1,3.

В природі не існує нічого недоцільного. Живі організми і фактори неживої

природи тісно пов'язані між собою. Людство не тільки збільшило об'єми відходів, з якими не може справитись природа, а й створило безліч сполук і матеріалів, незвичних для біосфери, які не вписуються в загальний кругообіг елементів, накопичуються, викликаючи погіршення стану навколишнього середовища. Це - пластмаси, різні полімерні матеріали, синтетичні волокна, фреони, численні складні органічні сполуки, що використовуються в сільському господарстві та побуті.

Забруднювачами можуть бути не лише хімічні сполуки. До них відносять також теплове, електромагнітне, біологічне, радіаційне та фізичне забруднення, що змінюють характеристики атмосфери, гідро- та літосфери, негативно впливають на здоров'я людей. Шкідливі компоненти можуть взаємодіяти між собою і з компонентами атмосфери, нейтралізуючи чи підсилюючи один одного, проявляючи кумулятивний чи синергічний ефекти, що ускладнює вивчення фізіологічного впливу шкідливих факторів на живі організми.

В Україні багато міст з розвинутою добувною, металургійною, хімічною та нафтопереробною промисловістю належать до небезпечних за станом навколишнього середовища. Це - Донецьк, Костянтинівка, Кривий Ріг, Краматорськ, Красноперекіпськ, Макіївка, Сєвєродонецьк, Одеса. В число цих міст входить і Київ, основними забруднювачами повітря якого є ТЕС, автотранспорт, підприємства машино- та приладобудування, хімічної, фармацевтичної, легкої й харчової промисловості. Особливо загострилося становище в Україні після аварії на ЧАЕС, коли дія радіонуклідів підсилюється хімічними чинниками.

Звичайно, на основні забруднювачі встановлені гранично-допустимі концентрації (ГДК) в повітрі, воді, ґрунті, продуктах харчування (в міліграмах на 1 м³ повітря чи на 1 л води, чи на 1 кг твердого продукту), які не викликають захворювань, або погіршення стану здоров'я людей, що працюють на даному виробництві чи живуть неподалік. ГДК розрізняють за тривалістю дії на людей: восьмигодинну (ГДК робочої зони), середньодобову, разової дії та ін.

Але часто забруднення, наприклад повітря в промислових центрах, у кілька разів перевищують ГДК по SO₂, NO_x, CO₂, CS₂, H₂S, вуглеводням, бензпірену та

ін. Великої шкоди завдають забруднення природних водойм стічними водами промисловості, сільського господарства, побуту, об'єм яких оцінюється приблизно в 20 млрд. м³ на рік. Значна кількість цих вод спускається у водойми без попереднього очищення.

Істотно забруднюють природне середовище побутові відходи: харчові, паперові, скло, метали, пластмаса, волокно, гума та ін. їх звалища займають значні площі, призводять до забруднення ґрунтів, підземних вод, повітря, погіршують санітарно-епідеміологічний стан довкілля. Наприклад, тільки з м. Києва щоденно на приміські звалища вивозять до 10 тис. м³ промислових та побутових відходів.

Хімічний комплекс України включає підприємства хімічної (гірничо-хімічна, основна хімія, хімічні волокна, барвники, лаки і фарби, синтетичні смоли і пластмаси), хіміко-фармацевтичної та нафтохімічної промисловості. Особливістю підприємств хімічного комплексу є те, що їх відходи порівняно невеликі за об'ємом, але дуже різноманітні за хімічною природою та фізіологічною дією на живі організми. Так, викидів пилу хімічна промисловість дає всього 4,6%, SO₂ - 1,2%, NO_x - 1,7% від усіх інших джерел.

Таким чином, не тільки і не стільки хімічна промисловість погіршує екологічну ситуацію в країні. Але це зовсім не означає, що не слід докладати належних зусиль в боротьбі за екологічно чисте й нешкідливе виробництво. Існує таке поняття - утилізація відходів - це сукупність технологічних процесів переробки, використання або розміщення відходів з метою упередження їх шкідливого впливу на навколишнє середовище. Вибір методу утилізації залежить від властивостей відходів (агрегатного стану, хімічного складу, токсичності, концентрації цінного компонента та форми, в якій він знаходиться), їх об'єму, способу переробки та можливості реалізації товарного продукту.

Є багато способів зменшення кількості відходів. Це - комплексне використання сировини, зменшення матеріалоємності готової продукції, перехід на "сухі" технології, що зменшують об'єм стічних вод, очищення стічних вод та димових газів, використання побутових відходів як палива для одержання теплової та електричної енергії з попереднім видаленням металів, скла, пластмас з метою їх повторного використання. Тверді (спресовані) побутові відходи за питомою

теплоємністю близькі до бурого вугілля чи торфу, вміст же сірки в них значно менший (0,1-0,3% порівняно з 4% в донецькому вугіллі), що знизить вміст SO₂ в димових газах при їх спалюванні.

Хімічна промисловість відповідає в основному за викиди сірководню, аміаку, сполук хлору і фтору (органічних і неорганічних), стиролу, толуолу, метанолу, азотної й синильної кислот та ін. З 780 видів відходів на сьогоднішній день частково чи повністю утилізується близько 250. Ось де поле для широкої діяльності вчених-хіміків та спеціалістів.

Аналізуючи сучасну екологічну ситуацію треба не стверджувати безперспективність подальшого розвитку хімії, а оперувати іншими поняттями і критеріями, такими, як елементарна хімічна безграмотність, почуття громадського обов'язку, чесність, порядність.

Перед хімічною наукою стоїть завдання: розробити ефективні засоби знешкодження й утилізації не тільки відходів власних хімічних виробництв, а й багатьох інших промислових і побутових відходів. Надалі ж при плануванні й запровадженні промислового способу одержання того чи іншого корисного продукту необхідно вибирати спосіб, який забезпечує найменшу шкоду навколишньому середовищу. Це вимагає від спеціалістів певного комплексу знань, які повинна давати середня і вища школа.

Контрольна робота

Тема: Значення хімії

I варіант

Рівень А.

1. Виберіть із переліку формулу, що відповідає оцтовій кислоті:

а) CH_3OH ; б) CH_3COOH ; в) $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$; г) C_2H_6 ; д) C_2H_4 ; е) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

2. Виберіть із переліку галузі застосування гліцеролу:

а) харчова промисловість; б) виробництво мінеральних добрив; в) транспорт; г) у побуті; д) парфумерна промисловість.

3. Визначте, представники якого напрямку хімії займалися вивченням виплавки металів з руд:

а) алхімія; б) ятрохімія; в) металургія.

Рівень В

4. Дайте визначення полімерів, наведіть два приклади.

5. Охарактеризуйте значення хімії в побуті.

6. Запишіть хімічну формулу, дайте коротку характеристику властивостей оцту.

Рівень С

7. Чим відрізняються і що спільного між реакціями полімеризації і поліконденсації?

8. Здійсніть перетворення, назвіть усі речовини і типи хімічних реакцій, вкажіть умови їхнього протікання: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow [-\text{C}_2\text{H}_4-]_n$.

9. Задача: Яка маса коксу з масовою часткою вуглецю 96% витратиться для відновлення заліза з оксиду Феруму (III) масою 1 т?

Рівень D

10. Складіть схему і рівняння реакцій, необхідні для одержання гуми із неорганічної сировини.

11. Поясніть, чим викликані і чому небезпечні «кислотні дощі». Як би ви рекомендували подолати цю проблему?

12. Задача: З аміаку масою 1000 кг одержали розчин азотної кислоти масою 4611,76 кг із масовою часткою азотної кислоти 70%. Яка масова частка виходу азотної кислоти від теоретично можливого?

Контрольна робота

Тема: Узагальнення знань за курсом хімії

I варіант

Рівень А

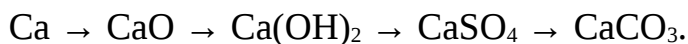
1. Визначте, до якого класу органічних речовин відноситься ацетилен:
а) алкани; б) алкіни; в) алкени; г) арени; д) спирти; е) альдегіди; є) карбонові кислоти; ж) складні ефіри.
2. Визначте тип хімічної реакції: $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$:
а) заміщення; б) гідрування; в) гідратація; г) сполучення; д) розклад; е) дегідратація; є) дегідрування;
ж) обмін.
3. Визначте, яку функціональну групу мають спирти?
а) -ОН; б) -Н; в) -СОН; г) -О-; д) -СООН; е) -СОО-.

Рівень В

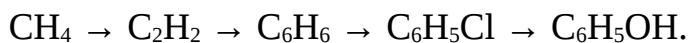
4. Дайте визначення оксидам, наведіть два приклади.
5. Виберіть формули, що показують ступінь окиснення елемента:
а) Ca^{2+} ; б) C^{+4} ; в) HCl; г) He; д) NaCl; е) SO_4^{2-} ; є) Al^{+2} .
6. Випишіть формули речовин, з якими реагує HCl:
а) H_2O ; б) H_2SO_4 ; в) $Mg(NO_3)_2$; г) CO_2 ; д) KOH; е) Mg.

Рівень С

7. Здійсніть перетворення, назвіть речовини і типи хімічних реакцій, вкажіть умови їхнього протікання. Де необхідно, складіть електронний баланс і іонні рівняння реакцій:



8. Здійсніть перетворення, назвіть речовини і типи хімічних реакцій, вкажіть умови їхнього протікання:



9. Задача: При випалі 2 г вапняку утворилося 336 мл (н.у.) вуглекислого газу. Визначте масову частку домішок у вапняку.

Рівень D

10. Здійсніть перетворення. Опишіть усі стадії, назвіть речовини і типи реакцій,

вказіть галузі застосування продукту:

природний газ → фенолформальдегідна смола.

11. Якісна задача (відповідь підтвердіть поясненням і рівняннями реакцій). Як відрізнити стеаринову свічу від парафінової?

*12. Задача: Через суміш аніліну, фенолу і бензену масою 5 г пропустили хлороводень. Утворився осад масою 2,6 г, що відфільтрували. Фільтрат обробили бромною водою й отримали інший осад масою 9,93 г. Визначте масову частку бензену в суміші.

Контрольна робота

Тема: Тематична атестація №1

I варіант

Рівень А

• 1. З переліку речовин виберіть формули насичених одноатомних спиртів:

а) CH_3OH ; б) CH_3CONH_2 ; в) CH_3COOH ; г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

2. Серед двох рядів речовин знайдіть відповідність:

а) етанол; б) оцтова кислота; в) етилацетат;

А) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; Б) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$; В) CH_3COOH .

3. Визначте, яку з перелічених речовин застосовують для виготовлення кондитерських виробів:

а) CH_3COOH ; б) $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$; в) $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$.

Рівень В

4. Допишіть формулу і назвіть речовину за міжнародною номенклатурою:

O

CH_3 CH CH C

C_2H_5 CH_3 H

5. Визначте, з якими з перелічених речовин реагує $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$: Na, NaOH, HCl, H_2O , CH_3COOH .

6*а. Складіть структурні формули ізомерів $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ і назвіть речовини.

6 б. Дайте визначення фенолів. Наведіть 2 приклади.

Рівень С

7. Як дослідним шляхом визначити, у якій із трьох пробірок знаходяться етанол, оцтова кислота, оцтовий альдегід (складіть план визначення і підтвердіть його рівняннями реакцій).

8. Здійсніть перетворення, вкажіть умови протікання реакцій, назвіть речовини:

$\text{C} \rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$.

9. Задача: Який об'єм водню (н.у.) виділиться при дії на надлишок натрію 50 г водного розчину етанолу з масовою часткою спирту 92% ?

Рівень D

10. Здійсніть перетворення (складіть схему і запишіть рівняння необхідних

реакцій, вкажіть умови їхнього протікання):

$\text{CaCO}_3 \rightarrow$ фенолформальдегідна смола.

11. Задача: Суміш етану з етенем об'ємом 50 л (н.у.) гідратували й отримали 69 л етанолу, частка виходу якого складає 75% від теоретично можливого. Знайдіть об'ємну частку етану у вихідній суміші.

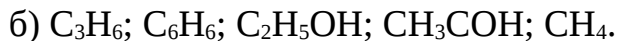
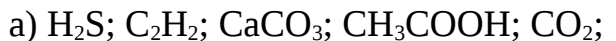
*12. Задача: При окисненні невідомої кисневмісної сполуки масою 5,75 г утворилася оцтова кислота. Цю кислоту спалили, добувши газ, який прореагував з розчином гідроксиду калію об'ємом 80 мл і густиною 1,25 г/мл з утворенням середньої солі. Масова частка КОН у цьому розчині дорівнює 28% . Яку речовину взято для окиснення? Яка маса оцтової кислоти утворилася?

Тематична атестація №2

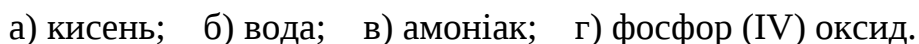
Варіант 1

I рівень

1. Вкажіть, який ряд хімічних формул складається лише з формул органічних сполук:

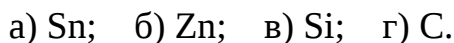


2. Назвіть речовину, утворену ковалентним неполярним типом хімічного зв'язку:

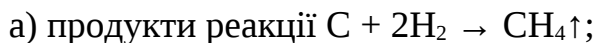


Поясніть механізм його утворення.

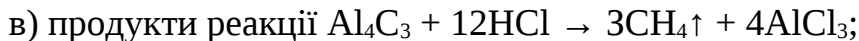
3. Найбільш яскраво виражені неметалічні властивості у:



4. Що є джерелом метану у промисловості?



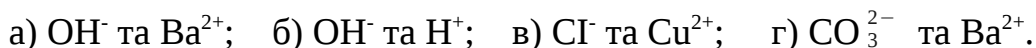
б) природний газ;



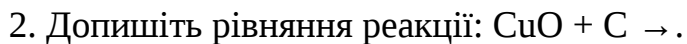
г) нафта.

II рівень

1. Склад солі $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ можна підтвердити, використовуючи такі два розчини, що містять йони:

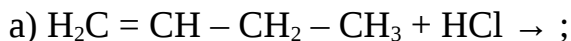


Відповідь підтвердіть рівняннями реакцій.



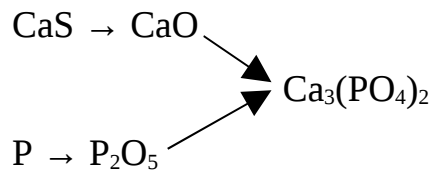
Назвіть окисник та відновник. Вкажіть тип реакції.

3. Закінчіть рівняння реакцій, назвіть їх продукти:



III рівень

1. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



2. З 1 кг технічного кальцій карбід у реакції з водою одержали 300 л ацетилену (н. у.). Яка масова частка домішок у цьому зразку кальцій карбід?

Список використаних джерел

1. Агамова Р.І. Хімія. Робочий зошит учня. 10 клас, Абрис, К. – 1998 – 159с.
2. Агамова Р.І. Хімія. Робочий зошит учня. 11 клас, Абрис, К. – 1998 – 159с.
3. Астахов О.І., Касьяненко Г.І. Хімія., Вища школа, К. – 1973 – 242с.
4. Басов В.П., Родіонов В.М. Юрченко О.Г. Хімія: Навчальний посібник для самопідготовки до іспитів / Київ “Каравела”, Львів “Новий Світ - 2000”, 2002, - 280с.
5. Басов В.П., Юрченко О.Г. Хімія: Навчальний посібник для самопідготовки до екзамену / Київ “Каравела”, Львів “Новий Світ - 2000”, 2001, - 132с.
6. Домбровський А.В., Лукашова Н.І., Лукашов С.М. Хімія 10 – 11: Органічна хімія: Підруч. Для 10-11 кл. серед. загальноосв. шк. - К.: Освіта, 1998. – 192с.
7. Домбровський А.В., Лукашова Н.І., Лукашов С.М. Хімія 10 – 11: Органічна хімія: Пробн. підруч. Для 10-11 кл. серед. загальноосв. шк. - К.: Освіта, 1995. – 144с.
8. Дубковецька Г.М., Новченкова К.Д., Буймістер Л.В. Контрольні роботи з хімії. 10 клас. – Тернопіль: Мандрівець, 2001. – 64с.
9. Конспекти з хімії. I курс професійно-технічних закладів освіти. 10 клас загальноосвітніх шкіл // Упорядкування Головка Л,Б. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 31с.
10. Костіна В.В. Контрольні роботи з хімії для тематичного оцінювання знань та умінь учнів. 11 клас. – Х.: “Скорпион”, 2002. – 44с.
11. Романова Н.В. Основи хімічного аналізу: 10 – 11кл.: Навч. Посібник для учнів спеціаліз. Шк. Хім.-біол. Та агрохім. Профілів і шк. З поглибленим вивченням хімії. – Київ; Ірпінь: ВТФ “Перун”, 1998. – 240с.
12. Святська Т.М. Хімія. Відповіді на питання екзаменаційних білетів державної підсумкової атестації, “Ранок”, Харків – 2004 – 67с.
13. Середа І.П. Хімія: Основні закони і рівняння. - К.: Либідь, 1996. – 80с.
14. Сухан В.В., Табунська Т.В., Капустян А.Й., Горлач В.Ф. Хімія: Посібник для вступників до вищих навчальних закладів. – К.: Либідь, 1996. – 448с.
15. Хімія. Програма для вищих навчальних закладів I – II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку фахівців на основі базової загальної середньої освіти.