

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України
Кафедра загальної, органічної та фізичної хімії**

**Бойко Р.С., Бухтіяров В.К., Ковшун Л.О., Кравченко О.О.,
Кротенко В.В., Солод Н.В., Хижан О.І.**

Органічна хімія

Методичні рекомендації та завдання

**для самостійної роботи та виконання лабораторних робіт
для студентів дистанційної та очної форм навчання**

Ступінь освіти «Бакалавр»

Київ – 2020

УДК 547 (076.5)

Наведено методичні рекомендації та завдання для самостійної роботи з органічної хімії, поради з питань техніки безпеки та надання першої допомоги, описані прилади та обладнання для проведення лабораторних робіт, умови та послідовність виконання дослідів

**Рекомендовано Вченою радою агробіологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України
Протокол № від 201 р.**

Укладачі: Бойко Р.С., Бухтіяров В.К., Ковшун Л.О., Кравченко О.О., Кротенко В.В., Солод Н.В., Хижан О.І.

Рецензенти: доцент, к.х.н. Войтенко Л.В., доцент, к.х.н. Антрапцева Н.М.

Навчальне видання

Органічна хімія

Методичні рекомендації та завдання для самостійної роботи та виконання лабораторних робіт

для студентів дистанційної та очної форм навчання

Ступінь освіти «Бакалавр»

Відповідальний за випуск: Бухтіяров В.К.

**Укладачі: Бойко Р.С., Бухтіяров В.К., Ковшун Л.О.,
Кравченко О.О., Кротенко В.В., Солод Н.В., Хижан О.І.**

Зав.видавничим центром А.П.Колесніков
За авторською редакцією

Підписано до друку
Ум.друк.арк. 8,9
Наклад 30 пр.

Формат 60X84 1/16
Обл.-вид..арк.
Зам.№ від

Видавничий центр НУБ і ПУ
03041 Київ, вул.Героїв Оборони, 15

Вступ

В основу методичних вказівок для студентів аграобіологічних спеціальностей покладена програма курсу «Органічна хімія» для вищих аграрних закладів освіти II-IV рівнів акредитації, затверджена Департаментом аграрної освіти, науки та дорадництва Міністерства аграрної політики України від 10 вересня 2010 р.

Сьогодні органічна хімія є однією з важливих природничих наук, теоретичні дослідження та практичні результати якої використовуються у всіх сферах діяльності людини. Досягнення органічної хімії широко застосовуються при переробці біомаси деревини для одержання целюлози, моносахаридів, спиртів, альдегідів, карбонових кислот, ароматичних сполук, олефінів і парафінів, каніфолі, скипидару, у виробництві штучних волокон, барвників, пластмас, вітамінів, ліків, кормових дріжджів, миючих засобів, паливних матеріалів тощо. Навколишній світ утворено переважно з органічних речовин. Сюди насамперед належать білки, вуглеводи, нуклеїнові кислоти – основні компоненти рослинних і тваринних клітин.

Методичні вказівки включають зміст всіх тем дисципліни «Органічна хімія» та список рекомендованої літератури, план вивчення дисципліни, методичні поради до кожної теми, виконання лабораторних робіт, теоретичні питання для самостійної роботи та комплекс контрольних питань і тестів для самоперевірки знань. Починаючи вивчення органічної хімії, по кожному розділу необхідно ознайомитися із програмою курсу, вивчити кожну тему за рекомендованими підручниками в тій послідовності, яка наведена в програмі. Після самостійного вивчення програмного теоретичного матеріалу необхідно відповісти на контрольні питання та виконати тестові завдання, які охоплюють всі теми курсу.

Для поглибленого вивчення дисципліни узгодьте з Вашим викладачем теми написання рефератів. Обрана тема повинна бути пов'язана з органічною хімією та Вашою майбутньою спеціальністю.

Під час навчально-екзаменаційної сесії на першому та останньому заняттях проводяться перевірочні контрольні роботи у відповідності до розроблених тестів, за результатами якої студент допускається до іспиту.

ЗМІСТ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»

Тема 1. Предмет і значення органічної хімії.

Теоретичні основи органічної хімії. Класифікація органічних сполук. Типи хімічного зв'язку в органічних сполуках. Природні джерела органічних сполук. Деревина як сировина для виробництва органічних сполук.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 2. Вуглеводні.

Насичені та ненасичені вуглеводні (алкани, алкени, алкіни, алкадієни). Гомологічний ряд. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції полімеризації. Поліетилен. Поліпропілен. Дивініловий, ізопреновий, хлоропреновий каучук. Поняття про будову природного каучуку. Вулканізація каучуку. Застосування вуглеводнів.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 3. Арени (ароматичні вуглеводні), циклоалкани, терпени.

Ароматичність та теорія будови аренів. Номенклатура, ізомерія. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції електрофільного заміщення. Правила заміщення в бензеновому ядрі. Застосування.

Циклоалкани. Номенклатура. Ізомерія. Методи одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування.

Терпени. Природні джерела. Живиця, ефірні масла. Каніфоль, скипидар – продукти лісохімічного виробництва. Класифікація терпенів: аліфатичні, моноциклічні та біциклічні. Методи держання, властивості та застосування.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 4. Спирти.

Класифікація спиртів. Одноатомні спирти. Номенклатура. Ізомерія. Методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Окремі представники. Застосування одноатомних спиртів.

Двох- та трьохатомні спирти. Ізомерія, номенклатура, одержання, властивості та застосування. Поняття про багатоатомні спирти. Ненасичені спирти. Одержання, хімічні властивості та застосування.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 5. Феноли.

Окремі представники. Знаходження в природі. Будова, номенклатура, ізомерія фенолів. Одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Одержання фенолформальдегідної смоли та її властивості.

Двох- та трьохатомні феноли (резорцин, пірокатехін, гідрохінон, пірогалол, флороглюцин, оксигідрохінон). Хімічні властивості та застосування.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 6. Альдегіди і кетони.

Гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура, поширення в природі. Одержання, фізичні та хімічні властивості (реакції приєднання, окислення, заміщення, полімеризації та поліконденсації). Застосування альдегідів і кетонів.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 7. Карбонові кислоти.

Насичені одно- та двохосновні карбонові кислоти. Гомологічний ряд, номенклатура. одержання, фізичні та хімічні властивості. Застосування. Похідні карбонових кислот: солі, ангідриди, галогенангідриди, аміди, естери. Окремі представники: мурашина, оцтова, щавлева, маленова, янтарна, глутарова та адипінова кислота. Сечовина, її одержання властивості та застосування в сільському господарстві.

Ненасичені одно- та двохосновні карбонові кислоти. Номенклатура, одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Окремі представники: акрилова кислота, нітрил акрилової кислоти, метакрилова кислота. Їх полімеризація. Пластмаси на їх основі.

Вищі жирні насичені та ненасичені кислоти. Жири. Поширення в природі, склад, будова, хімічні властивості, технічна переробка та використання. Значення жирів.

Одно- та двохосновні кислоти ароматичного ряду: бензойна кислота, фталеві кислоти. Їх одержання, властивості та застосування.

Гідрокси- та оксокарбонові кислоти. Номенклатура. Знаходження у природі та методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Окремі представники гідроксикарбонових кислот: молочна, яблучна, винна, лимонна. Окремі представники оксокарбонових кислот: гліоксилова, пірвіноградна, ацетооцтова. Застосування гідрокси- та оксокарбонових кислот. Біологічне значення.

Явище оптичної ізомерії. Основні поняття оптичної ізомерії. Поняття про асиметричний атом Карбону. Оптична ізомерія на прикладі гідроксикарбонових кислот. Формули Фішера. *D*- та *L*-стеричні ряди. Оптичні ізомери молочної кислоти. Оптична ізомерія винних кислот. Біологічне значення явища оптичної ізомерії.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 8. Вуглеводи.

Моно- та дисахариди. Поширення у природі та біологічна роль. Номенклатура та класифікація. Пентози, гексози, їх будова, стереоізомерія. Таутомерія, напівацетальний гідроксил, мутаротація. Формули Фішера та Хеурса. Відновлюючі та невідновлюючі дисахариди. Методи одержання та хімічні властивості моносахаридів: глюкози, фруктози; та дисахаридів: сахарози, мальтози, лактози.

Полісахариди: клітковина, крохмаль, глікоген. Знаходження в природі. Методи одержання. Будова полісахаридів (формули Фішера та Хеурса). Фізичні та хімічні властивості. Застосування.

Способи хімічної переробки деревини: сульфатний, сульфатний, натронний. Фізичні та хімічні властивості целюлози. Етери (метил-,

етил-, карбоксиметил-) та естери (ацетати, нітрати) целюлози. Застосування целюлози та її похідних.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 9. Аміни.

Класифікація амінів. Аліфатичні аміни: номенклатура, ізомерія, одержання, фізичні та хімічні властивості.

Ароматичні аміни: ізомерія, номенклатура, одержання. Хімічні властивості: реакції заміщення в бензеновому кільці та реакції, які проходять по аміногрупі. Застосування амінів.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 10. Амінокислоти та білки.

Амінокислоти. Ізомерія. Номенклатура. Поширення в природі та біологічна роль. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості: амфотерна природа, декарбоксілювання, дезамінування, переамінування. Незамінні амінокислоти. Окремі представники. Застосування амінокислот у сільському господарстві.

Поліпептиди та білки. Пептидний зв'язок. Класифікація білків. Поширення в природі та біологічна роль. Елементний склад та молекулярна маса. Первинна, вторинна та третинна структура білків. Хімічні властивості білків. Застосування білків.

Основна література: [1, 2, 3].

Тема 11. П'яти- та шестичленні гетероцикли.

Одержання та хімічні властивості піролу, індолу, піридину. Піримідин та його похідні: урацил, тимін, цитозин. Пурин та його похідні: аденін, гуанін. Біологічна роль гетероциклів.

Основна література: [1, 2, 3].

Список рекомендованої літератури

Основна

1. Мельничук Д.О., Вовкотруб М.П., Шатурський Я.П., Бухтіяров В.К., Якубович Т.М., Мельникова Н.М. Курс органічної хімії. - К.: Арістей, 2008. – 603 с.
2. Мельничук Д.О., Вовкотруб М.П., Шатурський Я.П., Бухтіяров В.К., Якубович Т.М., Мельникова Н.М. Органічна хімія в питаннях. - К.: Арістей, 2006. – 347 с.
3. Мельничук Д.О., Вовкотруб М.П., Мельникова Н.М. та інш. Практикум з органічної та біологічної хімії. - К.: Друк ЦП Компринт, 2010. – 287 с.

Додаткова

1. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. М.: Химия. 1969. т.1. - 663с. 1970. т.2. – 824 с.
2. Холодова Ю.Д., Шатурський Я.П. Біорганічна хімія. К.: Альфа-Принт. 2000. – 267 с.
3. Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія. – Львів: Бак, 2009. – 996 с.
4. Практикум з органічної хімії. Мельничук Д.О., Цвіліховський Н.І, Усатюк П.В. та інш. /Під ред. акад. Д.О. Мельничука – К.: Видавничий центр НАУ, 2002. – 136 с.
5. Кононський О.І. Органічна хімія. - К.: Дакор., 2003. – 568 с.
6. Грандберг И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов, обучающихся по агроном. спец. 4-е изд., М.: Дрофа, 2001. – 546 с.
7. Маковецький П.С. Курс органічної хімії - К.: Вища школа , 1980. – 472 с.
8. Якубович Т.М., Вовкотруб М.П., Шатурський Я.П. Органічна хімія і високомолекулярні сполуки. Методичні вказівки для лабораторного практикуму. – К.: Видавничий центр НАУ, 2003. – 69 с.

Органічна хімія в Інтернеті

<http://library.chem.univ.kiev.ua> – Велика бібліотека підручників з органічної хімії хімічного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.

Методичні поради до самостійної підготовки з окремих тем органічної хімії

Починаючи вивчення органічної хімії, по кожному розділу необхідно ознайомитися з програмою курсу, даними методичними порадами, вивчити кожну тему за рекомендованими підручниками в тій послідовності, яка наведена в програмі. Бажано скласти конспект.

Після вивчення кожної теми необхідно дати відповіді до контрольних завдань, номери яких треба визначити за таблицею, що наведена нижче.

При написанні рівнянь хімічних реакцій необхідно користуватися структурними та напівструктурними формулами. Відповідати конкретно на поставлені запитання. Відповіді мають бути повними, з формулами та реакціями.

Контрольні завдання для самоперевірки

Перша цифра у списку	Остання цифра у списку									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 16, 31, 61, 91, 106, 121, 136, 151, 166, 196, 210, 211, 241	2, 17, 32, 62, 92, 107, 122, 137, 152, 167, 197, 209, 212, 242	3, 18, 33, 63, 93, 108, 123, 138, 153, 168, 198, 208, 213, 243	4, 19, 34, 64, 94, 109, 124, 139, 154, 169, 199, 207, 214, 244	5, 20, 35, 65, 95, 110, 125, 140, 155, 170, 200, 206, 215, 245	6, 21, 36, 66, 96, 111, 126, 141, 156, 171, 201, 205, 216, 246	7, 22, 37, 67, 97, 112, 127, 142, 157, 172, 202, 204, 217, 247	8, 23, 38, 68, 98, 113, 128, 143, 158, 173, 196, 203, 218, 248	9, 24, 39, 69, 99, 114, 129, 144, 159, 174, 197, 204, 219, 249	10, 25, 40, 70, 100, 115, 130, 145, 160, 175, 198, 205, 220, 250
1	11, 26, 41, 71, 101, 116, 131, 146, 161, 176, 199, 206, 221, 251	12, 27, 42, 72, 102, 117, 132, 147, 162, 177, 200, 207, 222, 252	13, 28, 43, 73, 103, 118, 133, 148, 163, 178, 201, 208, 223, 253	14, 29, 44, 74, 104, 119, 134, 149, 164, 179, 202, 209, 224, 254	15, 30, 45, 75, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 203, 210, 225, 255	1, 25, 55, 77, 91, 110, 135, 145, 151, 170, 196, 200, 225, 256	2, 26, 56, 78, 92, 111, 134, 146, 152, 171, 197, 201, 224, 257	3, 27, 57, 79, 93, 112, 133, 147, 153, 172, 198, 202, 223, 258	4, 28, 58, 80, 94, 113, 132, 148, 154, 173, 199, 203, 222, 259	5, 29, 59, 81, 95, 114, 131, 149, 155, 174, 200, 204, 221, 260
2	6, 30, 60, 82, 96, 115, 130, 149, 156, 175, 201, 205, 220, 241	7, 16, 46, 83, 97, 116, 129, 150, 157, 176, 202, 206, 219, 242	8, 17, 47, 84, 98, 117, 128, 136, 158, 177, 203, 207, 218, 243	9, 18, 48, 85, 99, 118, 127, 137, 159, 178, 204, 208, 217, 244	10, 19, 49, 86, 100, 119, 126, 138, 160, 179, 205, 209, 216, 245	11, 20, 50, 87, 101, 120, 125, 139, 161, 180, 206, 210, 215, 246	12, 21, 51, 88, 102, 106, 124, 140, 162, 166, 196, 202, 214, 247	13, 22, 52, 89, 103, 107, 123, 141, 163, 167, 197, 203, 213, 248	14, 23, 53, 90, 104, 108, 122, 142, 164, 168, 198, 204, 212, 249	15, 24, 54, 76, 105, 109, 121, 143, 165, 169, 199, 205, 211, 250
3	1, 20, 40, 90, 91, 120, 130, 144, 151, 180, 200, 206, 211, 261	2, 21, 41, 89, 92, 119, 131, 145, 152, 179, 201, 207, 212, 262	3, 22, 42, 88, 93, 118, 132, 146, 153, 178, 202, 208, 213, 263	4, 23, 43, 87, 94, 117, 133, 147, 154, 177, 203, 209, 214, 264	5, 24, 44, 86, 95, 116, 134, 148, 155, 176, 204, 210, 215, 265	6, 25, 45, 85, 96, 115, 135, 149, 156, 175, 196, 203, 216, 266	7, 26, 39, 84, 97, 114, 121, 150, 157, 174, 197, 204, 217, 267	8, 27, 38, 83, 98, 113, 122, 136, 158, 173, 198, 205, 218, 268	9, 28, 37, 82, 99, 112, 123, 137, 159, 172, 199, 206, 219, 269	10, 29, 36, 81, 100, 111, 124, 138, 160, 171, 200, 207, 220, 270

4	11, 30, 60, 80, 101, 110, 125, 139, 161, 170, 201, 208, 221, 260	12, 16, 46, 79, 102, 109, 126, 140, 162, 169, 202, 209, 222, 259	13, 17, 47, 78, 103, 108, 127, 141, 163, 168, 203, 210, 223, 258	14, 18, 48, 77, 104, 107, 128, 142, 164, 167, 196, 201, 224, 257	15, 19, 49, 76, 105, 106, 129, 143, 165, 166, 197, 202, 225, 256	1, 30, 60, 75, 91, 110, 126, 144, 150, 180, 198, 203, 220, 255	2, 29, 59, 74, 92, 111, 127, 145, 151, 179, 199, 204, 221, 254	3, 28, 58, 73, 93, 112, 128, 146, 152, 178, 200, 205, 222, 253	4, 27, 57, 72, 94, 113, 129, 147, 153, 177, 201, 206, 221, 252	5, 26, 56, 71, 95, 114, 130, 148, 154, 176, 202, 207, 220, 251
5	1, 16, 31, 61, 91, 106, 121, 136, 151, 166, 196, 210, 211, 241	2, 17, 32, 62, 92, 107, 122, 137, 152, 167, 197, 209, 212, 242	3, 18, 33, 63, 93, 108, 123, 138, 153, 168, 198, 208, 213, 243	4, 19, 34, 64, 94, 109, 124, 139, 154, 169, 199, 207, 214, 244	5, 20, 35, 65, 95, 110, 125, 140, 155, 170, 200, 206, 215, 245	6, 21, 36, 66, 96, 111, 126, 141, 156, 171, 201, 205, 216, 246	7, 22, 37, 67, 97, 112, 127, 142, 157, 172, 202, 204, 217, 247	8, 23, 38, 68, 98, 113, 128, 143, 158, 173, 196, 203, 218, 248	9, 24, 39, 69, 99, 114, 129, 144, 159, 174, 197, 204, 219, 249	10, 25, 40, 70, 100, 115, 130, 145, 160, 175, 198, 205, 220, 250
6	11, 26, 41, 71, 101, 116, 131, 146, 161, 176, 199, 206, 221, 251	12, 27, 42, 72, 102, 117, 132, 147, 162, 177, 200, 207, 222, 252	13, 28, 43, 73, 103, 118, 133, 148, 163, 178, 201, 208, 223, 253	14, 29, 44, 74, 104, 119, 134, 149, 164, 179, 202, 209, 224, 254	15, 30, 45, 75, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 203, 210, 225, 255	1, 25, 55, 77, 91, 110, 135, 145, 151, 170, 196, 200, 225, 256	2, 26, 56, 78, 92, 111, 134, 146, 152, 171, 197, 201, 224, 257	3, 27, 57, 79, 93, 112, 133, 147, 153, 172, 198, 202, 223, 258	4, 28, 58, 80, 94, 113, 132, 148, 154, 173, 199, 203, 222, 259	5, 29, 59, 81, 95, 114, 131, 149, 155, 174, 200, 204, 221, 260
7	6, 30, 60, 82, 96, 115, 130, 149, 156, 175, 201, 205, 220, 241	7, 16, 46, 83, 97, 116, 129, 150, 157, 176, 202, 206, 219, 242	8, 17, 47, 84, 98, 117, 128, 136, 158, 177, 203, 207, 218, 243	9, 18, 48, 85, 99, 118, 127, 137, 159, 178, 204, 208, 217, 244	10, 19, 49, 86, 100, 119, 126, 138, 160, 179, 205, 209, 216, 245	11, 20, 50, 87, 101, 120, 125, 139, 161, 180, 206, 210, 215, 246	12, 21, 51, 88, 102, 106, 124, 140, 162, 166, 196, 202, 214, 247	13, 22, 52, 89, 103, 107, 123, 141, 163, 167, 197, 203, 213, 248	14, 23, 53, 90, 104, 108, 122, 142, 164, 168, 198, 204, 212, 249	15, 24, 54, 76, 105, 109, 121, 143, 165, 169, 199, 205, 211, 250
8	1, 20, 40, 90, 91, 120, 130, 144, 151, 180, 200, 206, 211, 251	2, 21, 41, 89, 92, 119, 131, 145, 152, 179, 201, 207, 212, 252	3, 22, 42, 88, 93, 118, 132, 146, 153, 178, 202, 208, 213, 253	4, 23, 43, 87, 94, 117, 133, 147, 154, 177, 203, 209, 214, 254	5, 24, 44, 86, 95, 116, 134, 148, 155, 176, 204, 210, 215, 255	6, 25, 45, 85, 96, 115, 135, 149, 156, 175, 196, 203, 216, 256	7, 26, 39, 84, 97, 114, 121, 150, 157, 174, 197, 204, 217, 257	8, 27, 38, 83, 98, 113, 122, 136, 158, 173, 198, 205, 218, 258	9, 28, 37, 82, 99, 112, 123, 137, 159, 172, 199, 206, 219, 259	10, 29, 36, 81, 100, 111, 124, 138, 160, 171, 200, 207, 220, 260
9	11, 30, 60, 80, 101, 110, 125, 139, 161, 170, 201, 208, 221, 260	12, 16, 46, 79, 102, 109, 126, 140, 162, 169, 202, 209, 222, 259	13, 17, 47, 78, 103, 108, 127, 141, 163, 168, 203, 210, 223, 258	14, 18, 48, 77, 104, 107, 128, 142, 164, 167, 196, 201, 224, 257	15, 19, 49, 76, 105, 106, 129, 143, 165, 166, 197, 202, 225, 256	1, 30, 60, 75, 91, 110, 126, 144, 150, 180, 198, 203, 220, 255	2, 29, 59, 74, 92, 111, 127, 145, 151, 179, 199, 204, 221, 254	3, 28, 58, 73, 93, 112, 128, 146, 152, 178, 200, 205, 222, 253	4, 27, 57, 72, 94, 113, 129, 147, 153, 177, 201, 206, 221, 252	5, 26, 56, 71, 95, 114, 130, 148, 154, 176, 202, 207, 220, 251

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

1. Необхідно дотримувати чистоту, тишу, порядок, а також точність при виконанні роботи.
2. Не пити воду з хімічного посуду, не їсти, не пробувати речовину на смак.
3. Не залишати без догляду працюючий прилад або розпочатий дослід.
4. Не виливати у раковину залишки кислот, лугів, вогнебезпечних та отруйних рідин, а також кидати папір, пісок та інші тверді залишки.
5. Не можна нагрівати закупорені посудини або апарати, крім спеціально призначених для такого процесу.
6. Працювати в лабораторії дозволяється тільки в халатах.
7. Необхідно чітко дотримуватися правил роботи та зберігання легкозаймистих, отруйних та шкідливих речовин.
8. Легкозаймісті рідини нагрівати тільки на водяній бані або на плитці із закритою спіраллю.
9. З отруйними та шкідливими речовинами працювати тільки у витяжній шафі.
10. Працюючи з металічним натрієм чи калієм, твердими гідроксидами лужних металів, а також з вакуумом, обов'язково користуватися захисними окулярами. Металічний натрій або калій брати лише пінцетом або щипцями та працювати з цими речовинами на значній відстані від води. Обрізки цих металів не можна кидати у раковину або ящик для сміття.
11. Після закінчення роботи необхідно вимити та висушити посуд, прибрати робоче місце, провітрити приміщення, відключити всі нагрівальні та освітлювальні прилади, закрутити водопровідні та газові крани.
12. Категорично забороняється працювати в лабораторії одному.
13. Категорично забороняється залишати брудний посуд та неприбране робоче місце.
14. Виходячи з лабораторії, обов'язково перевірте, чи виключені газ, вода, електроенергія.

НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ

При виникненні пожежі в лабораторії необхідно негайно виключити газ та нагрівальні прилади, прибрати легкозаймисті рідини, вогонь засипати піском або накрити шерстяною ковдрою, шматком азбесту, рушником або залити тетрахлорометаном. Великий вогонь гасять за допомогою вогнегасника. Не можна задувати палаючу рідину або заливати її водою. Якщо на людині палає одяг, її треба швидко закутати в ковдру, халат або покласти на підлогу та перекочуючи збивати полум'я. Якщо загорілися дерев'яні предмети, полум'я гасять водою або вогнегасником.

При *теплових опіках* роблять примочку з розчином 5%-го калій манганату(VII) KMnO_4 або етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, а потім наносять мазь від опіків.

При *опіках кислотами* ушкоджене місце обмивають водою з крану, а потім 3 %-м розчином натрій гідрогенкарбонату (питної соди); при *опіках їдкими лугами* – водою, а потім 2 %-ним розчином оцтової або борної кислот і знову водою.

При *опіках очей кислотою* необхідно промити їх великою кількістю води, потім обробити тампоном, змоченим у розчині питної соди (3 %-ним), і знову змити водою; при *опіках очей лугом* – промити їх великою кількістю води, потім обробити тампоном, змоченим у 2 %-му розчині борної кислоти, і знову промити водою. Після цього необхідно звернутись до лікаря.

При *опіках бромом* ушкоджене місце необхідно швидко промити спиртом та змастити маззю від опіків.

У випадку *опіку фенолом* ушкоджене місце розтирають гліцеролом до відновлення природного кольору шкіри, потім промивають водою і накладають пов'язку з марлі, змоченої у розчині гліцеролу.

При *порізах склом* з рани видаляють шматки скла, промивають дистильованою водою або протирають тампоном, змоченим в етиловому спирті, змащують 5%-ним розчином йоду та бинтують. Невеликі порізи можна заклеїти антисептичним пластиром.

При *ураженні електрострумом* насамперед необхідно відключити електроенергію, а потім, якщо необхідно, зробити штучне дихання та викликати швидку допомогу.

При *вдиханні галогенів, галогеноводнів та оксидів Нітрогену* потрібно вдихнути спирт або понюхати 5%-ний розчин амоніаку, а потім вийти на свіже повітря.

З правилами роботи та техніки безпеки у лабораторії органічної хімії ознайомився і зобов'язуюся дотримуватись.

Студент ___ курсу _____ групи

факультету _____

ПІБ

Дата _____.

Підпис _____.

Тема 1. Предмет і значення органічної хімії.

Методичні поради

Органічна хімія – це хімія сполук Карбону. Все живе побудоване з органічних речовин, і обмін речовин, що складає основу життєдіяльності, є перетворенням органічних сполук. Ось чому ця наука лежить в основі біологічних наук.

Сільському господарству органічна хімія дає добрива, засоби боротьби з бур'янами і шкідниками, ростоактивуючі речовини, що підвищують продуктивність рослин і тварин. Виключно велика роль її у всьому житті сучасного суспільства.

Починаючи вивчення органічної хімії, необхідно насамперед звернути увагу на основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова, тому що вона є теоретичною основою всього курсу.

Згідно з цією теорією атоми в молекулах органічних сполук зв'язані в певній послідовності відповідно з їх валентністю. Властивості речовин залежать не тільки від якісного і кількісного складу молекул, але і від характеру зв'язку між атомами в молекулі, тобто від їх просторового розміщення. Порядок сполучення атомів у молекулі зображується структурними формулами. При написанні їх необхідно правильно враховувати валентність елементів. Дуже важливо засвоїти матеріал про взаємний вплив атомів у молекулі. Хімічний характер атомів змінюється залежно від того, з якими атомами вони зв'язані в молекулі. Кожний атом або група атомів у молекулі має певні хімічні властивості, за якими речовини об'єднуються в певні класи органічних сполук. Кожний клас речовин включає ряд сполук, які відрізняються лише гомологічною різницею ($-\text{CH}_2-$), а подібні сполуки складають гомологічний ряд.

Органічні сполуки побудовані з вуглеводневого радикалу та функціональної групи, що визначає клас сполук.

Найважливішими функціональними групами є, наприклад, для спиртів ($-\text{OH}$) – гідроксильна група, для альдегідів ($-\text{COH}$) і кетонів ($>\text{CO}$) – карбонільна, для кислот ($-\text{COOH}$) – карбоксильна, нітросполук ($-\text{NO}_2$) – нітрогрупа, для амінів ($-\text{NH}_2$) – аміногрупа.

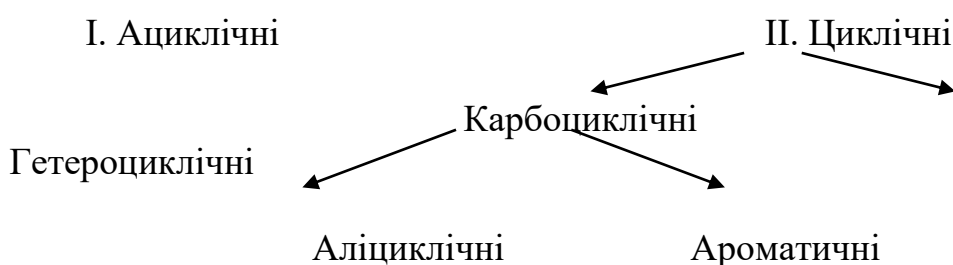
Значна кількість сполук містить різні функціональні групи в одній молекулі, наприклад, оксикислоти, вуглеводи, амінокислоти та ін. При вивченні хімічних властивостей органічних сполук потрібно виходити з хімічних перетворень функціональних груп, а потім радикала.

Завдяки особливій властивості атома Карбону сполучатися один з одним і утворювати прямі і розгалужені ланцюги, існує велика різноманітність органічних сполук. Це явище лежить в основі ізомерії, коли речовини відрізняються лише просторовим розміщенням атомів.

Необхідно правильно називати сполуки, для яких існують певні види номенклатури. Однією з останніх номенклатур є IUPAC.

Класифікація органічних сполук

Органічні сполуки поділяються на такі ряди:



Кожний ряд органічних сполук ділиться на класи. Найпростішими представниками всіх рядів є вуглеводні. У випадку заміни атома гідрогену у вуглеводнях на функціональні групи одержуємо інші класи органічних сполук.

При вивченні теоретичного матеріалу дуже важливо з'ясувати сучасні погляди на природу хімічного зв'язку в молекулах органічних сполук.

Природними джерелами органічних сполук є тваринні і рослинні організми та продукти їх життєдіяльності: природний газ, нафта, кам'яне та буре вугілля, торф, горючі сланці.

1. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год

Теоретичні питання

Предмет і значення органічної хімії як науки. Теорія хімічної будови органічних сполук О.М.Бутлерова. Типи хімічного зв'язку в органічних сполуках. Класифікація органічних сполук. Природні джерела органічних сполук.

2. Контрольні завдання для самоперевірки

(див. [1, 2, 3])

3. Комплекс тестових завдань для самоперевірки


1. Від чого залежать властивості органічних сполук?

1	Від якісного складу молекул
2	Від якісного та кількісного складу молекул
3	Від якісного та кількісного складу та від просторової будови молекули
4	Від якісного та кількісного складу, від просторової будови молекули та від взаємного впливу атомів

2. Яке твердження пропущено у визначенні ізомерів?

Ізомерними є речовини, молекули яких мають однаковий якісний і кількісний склад, але різну ... ?	(у бланку відповідей подати одним словом)
--	---

3. Для кожної сполуки визначте відповідність:

Сполука	Гібридизація атомних орбіталей атома Карбону
1. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ 2. $\text{CH}_2=\text{CH}_2\text{-CH}_3$ 3. $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 4. 	A. sp B. sp^3 C. sp^2

4. Розставити органічні сполуки у відповідності до класу:

Класи сполук	Назви сполук	
1. Арени	А. Етин	Г. Пропін
2. Алкени	Б. Бензен	Д. Пропен
3. Алкіни	В. Метилбензен	Е. Диметилбензен

5. Визначте відповідність:

Радикал	Назва радикалу
1. $\text{CH}_3\text{-}$	А. Ізопропіл
2. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$	Б. Пропіл
3. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-}$	В. Етил
4. $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$	Г. Метил

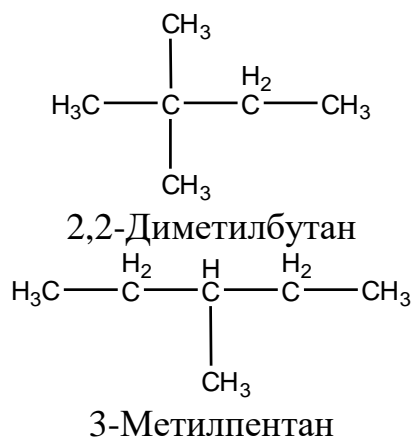
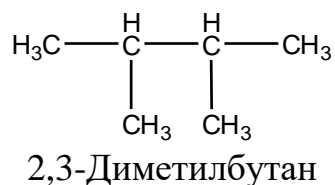
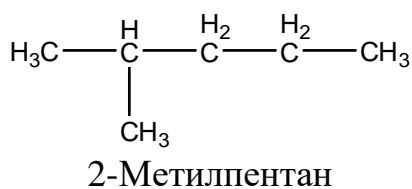
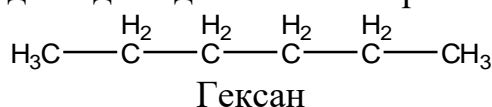
Тема 2: Вуглеводні: алкани, алкени, алкіни, алкадієни

Методичні поради

Алкани

До складу вуглеводнів входять атоми Карбон і Гідрогену. У насичених вуглеводнях всі атоми Карбону зв'язані простим (сигма) зв'язком, а решта валентностей насичені атомами Гідрогену. Насамперед потрібно вивчити гомологічний ряд, загальна формула якого C_nH_{2n+2} і запам'ятати формули і назви перших десяти представників гомологічного ряду (метан, етан, пропан, бутан, пентан, гексан, гептан, октан, нонан, декан). При написанні структурних формул гомологів метану потрібно враховувати, що атоми Карбону є чотиривалентними.

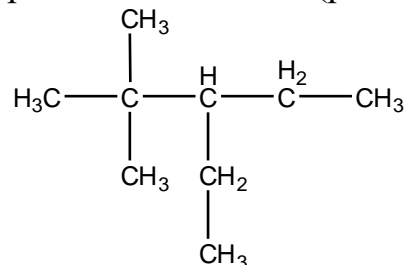
Особливу увагу необхідно звернути на явище ізомерії. В органічній хімії зустрічається дуже багато сполук, які мають однакові молекулярні формули, але відрізняються одна від іншої своїми фізичними властивостями. Це явище залежить від порядку зв'язку між атомами в молекулі і називається структурною ізомерією. Наприклад, формулі C_6H_{14} може відповідати декілька ізомерів:



в яких є відповідно $-CH_3$ –первинний, $>CH_2$ –вторинний, $-CH=$ – третинний, $-C\equiv$ –четвертинний атоми Карбону.

При наявності великої кількості ізомерів у гомологічному ряду особливе значення має їх номенклатура (назви). Для вуглеводнів з нормальною будовою застосовують тривіальні назви. Для назв ізомерів застосовується міжнародна номенклатура IUPAC.

При складанні назв вуглеводнів за міжнародною номенклатурою в першу чергу вибирають найдовший нерозгалужений ланцюг атомів Карбону у молекулі, нумерують їх, починаючи з того кінця, до якого найближче стоїть найпростіший замісник (радикал). Наприклад,



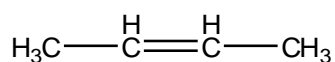
Найдовший ланцюг відповідає пентану (5 атомів Карбону). При складанні назви спочатку ставлять номери атомів Карбону, біля яких знаходяться радикали, потім називають радикали і в кінці – назву вуглеводню головного ланцюга. Вказаний вуглеводень називається 2,2-диметил-3-етилпентан.

Для одержання насичених вуглеводнів важливе значення мають природні джерела – газ, нафта. Для алканів характерні реакції заміщення: радикальне галогенування, нітрування (реакція Коновалова), сульфохлорування. Окрім того, характерні реакції термічного розкладу та окиснення при певних умовах. Насичені вуглеводні використовуються як паливо і як сировина для органічного синтезу.

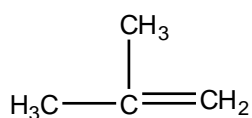
Алкени (етиленові вуглеводні)

Загальна формула гомологічного ряду етиленових вуглеводнів C_nH_{2n} . Між атомами Карбону є один подвійний зв'язок, $>\text{C}=\text{C}<$, з якого один σ -зв'язок, інший – π -зв'язок.

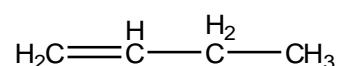
Потрібно звернути увагу на те, що число ізомерів для етиленових вуглеводнів більше ніж для відповідних насичених вуглеводнів, тому що окрім ізомерії вуглеводневого ланцюга можлива ізомерія за положенням подвійного зв'язку, а також геометрична цис-транс-ізомерія, яка залежить від різного просторового розміщення замісників біля атомів Карбону, сполучених подвійним зв'язком. Наприклад, для бутену можливі такі ізомери:



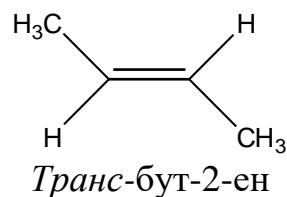
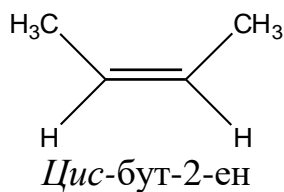
Бут-2-ен



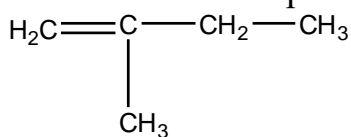
2-Метилпроп-1-ен



Бут-1-ен



Назви етиленових вуглеводнів за міжнародною номенклатурою складаються так, як і для насичених, різниця тільки в тому, що закінчення головного ланцюга змінюється з “ан” на “ен” і на початку назви головного ланцюга ставлять цифру того карбонового атома, біля якого починається подвійний зв’язок. Наприклад,



2-Метилбут-1-ен

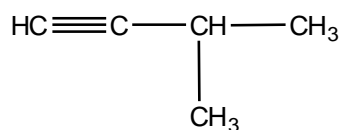
Одержують алкени з насичених вуглеводнів та їх галогенопохідних, із спиртів. Зверніть увагу на закономірну зміну фізичних властивостей. При вивченні хімічних властивостей необхідно відзначити характерні для них реакції приєднання, окиснення і полімеризації.

До несиметрично побудованих молекул ненасичених вуглеводнів галогеноводні приєднуються за правилом Марковникова, тобто атом Гідрогену приєднується до найбільш гідрогенізованого атома Карбону. Реакції окиснення можуть бути двох типів – м’яке окиснення, продуктами якого є двохатомні спирти, і озонування, яке застосовується для визначення місця знаходження подвійного зв’язку в алкенах за кінцевими продуктами реакції. Необхідно добре вивчити реакції полімеризації, тому що вони широко застосовуються в промисловості для добування пластмас, синтетичних смол і інших речовин.

Алкіни (ацетиленові вуглеводні)

Алкіни містять потрійний зв’язок між атомами Карбону ($-\text{C}\equiv\text{C}-$). Загальна формула гомологічного ряду алкінів - $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$.

Називаючи алкіни, потрібно мати на увазі, що закінчення “ан” відповідних насичених вуглеводнів замінюється на “ін” (“ин”) з дотриманням решти правил міжнародної номенклатури. Наприклад,



3-Метилбут-1-ин

Для алкінів характерні реакції приєднання, окиснення, полімеризації.

Особливою властивістю ацетилену є наявність рухомого атома Гідрогену, який може заміщуватися на метал, а також приєднуватися до альдегідів і кетонів за карбонільною групою. Необхідно звернути увагу на реакцію Кучерова, яка має велике теоретичне та практичне значення.

Дієни (дієнові вуглеводні)

Дієнові вуглеводні містять два подвійних зв'язки. Загальна формула гомологічного ряду дієнових вуглеводнів - C_nH_{2n-2} . Дієнові вуглеводні можуть бути кумульованими, ізольованими і спряженими. У спряжених дієнових вуглеводнях подвійні зв'язки чергуються з одинарним. У молекулах спряжених дієнових вуглеводнів можливе перекривання р-орбіталей не тільки між першим і другим, третім і четвертим атомами, але і між другим та третім. Така взаємодія електронів двох сусідніх π -зв'язків, що називається спряженням, зумовлює особливі хімічні властивості (приєднання в 1,4-положення).

Реакції полімеризації дієнових вуглеводнів були використані для промислового одержання синтетичного каучуку С.В.Лебедевим. Розгляньте будову натурального каучуку.

1. Лекція. Насичені вуглеводні - 1 год.

1. Природні джерела
2. Загальна формула гомологічного ряду, основні представники.
3. Номенклатура.
4. Ізомерія.
5. Способи добування.
6. Фізичні властивості.
7. Хімічні властивості.
8. Застосування.

2. *Лабораторні заняття. Насичені та ненасичені вуглеводні (алкани, алкени, алкіни). Одержання та вивчення властивостей метану, етилену, етину - 1 год.*

1. Одержання метану та вивчення його властивостей

У пробірку з газовідвідною трубкою насипають 3...4 г дрібно розтертої суміші прожареного безводного натрій ацетату та натронного вапна (1:2). Суміш нагрівають, виділяється газ метан:



При тривалому нагріванні йде піроліз CH_4 з утворенням етину (ацетилену), який може вступати в реакцію з Br_2 і $KMnO_4$.

Властивості метану вивчають таким чином:

а) Окиснення метану – пропускають газ у пробірку з розчином калій манганатом(VII). Чи змінюється забарвлення розчину?

б) Відношення метану до приєднання галогенів – пропускають газ у пробірку з бромною водою. Чи змінюється забарвлення бромної води?

в) проба на горіння – метан можна підпалити після пропускання його у вищезазначені розчини, якщо повітря у пробірці відсутнє. Підпалюють метан біля виходу газовідвідної трубки.

Написати рівняння горіння метану:

Висновки:

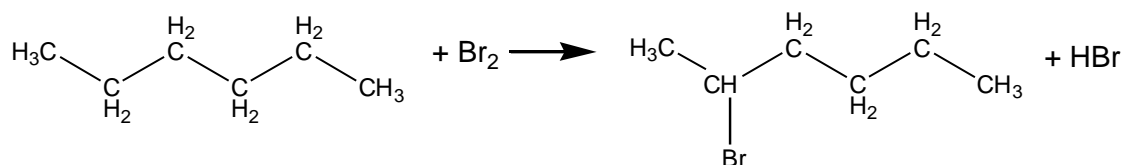
а) _____

б) _____

в) _____

2. Бромовання гексану

У пробірку наливають ~1 мл гексану, додають краплями при легкому струшуванні бромну воду. Суміш злегка нагрівають на водяній бані. До отвору пробірки підносять вологий синій лакмусовий папірець. Відбувається наступна реакція:

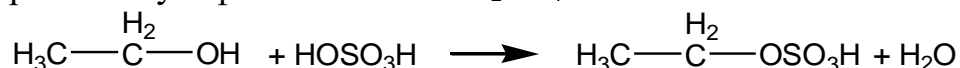


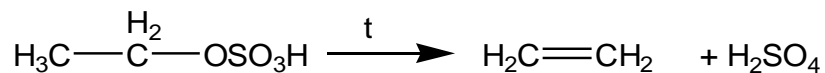
Який газ при цьому виділяється? Як змінюється колір лакмусового папірця? Яке середовище показує вологий лакмусовий папірець? Назвіть органічну сполуку, яка утворюється при бромованні гексану.

Висновки: _____

3. Одержання етилену та вивчення його властивостей

Етилен одержують реакцією дегідратації спирту в присутності концентрованої сульфатної кислоти H_2SO_4 :





У пробірку з газовідвідною трубкою наливають 3...4 мл суміші етанолу й концентрованої H_2SO_4 (1:1), додають 0,01...0,05 г піску. За нагрівання суміш у пробірці чорніє з поступовим виділенням газів: етилену, SO_2 та CO_2 (реакцію проводять у витяжній шафі).

4. Приєднання броду до етилену

Суміш газів етилену, SO_2 та CO_2 пропускають у пробірку з бромною водою. Відбувається приєднання броду до етилену.

Чи змінюється забарвлення бромної води?

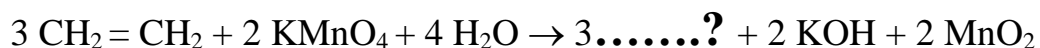
Висновки: _____

Написати рівняння приєднання броду до етилену. Назвіть органічну сполуку, яка утворюється при бродуванні етилену.

Висновки: _____

5. М'яке окиснення етилену (реакція Вагнера)

Етилен пропускають у пробірку, наповнену слабким розчином калій манганату(VII). Фіалкове забарвлення зникає. Утворюється етан-1,2-діол (етиленгліколь), а також коричневий осад MnO_2 :



Написати структурну формулу органічної сполуки, яку пропущено у рівнянні реакції.

Висновки: _____

Знебарвлення бромної води і зміна забарвлення розчину калій манганату(VII) є якісними реакціями на ненасичені вуглеводні.

6. Одержання етину (ацетилену) та вивчення його властивостей

Працювати у витяжній шафі!

У пробірку наливають 2...3 мл води, кидають шматочок кальцій карбіді та швидко закривають пробірку пробкою з газовідвідною трубкою. Проходить бурхлива реакція і виділяється ацетилен.

Написати рівняння реакції одержання ацетилену із карбіді кальцію.

Висновки: _____

7. Приєднання броду до етину

Одержаний ацетилен пропускають у пробірку з бродною водою. Чи змінюється забарвлення бродної води?

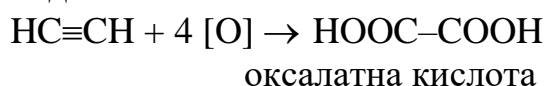
Висновки: _____

Написати рівняння реакції приєднання броду до етину у дві стадії. Назвіть органічні сполуки.

Висновки: _____

8. М'яке окиснення етину

У пробірку наливають близько 2 мл розчину калій манганату(VII), через нього повільно пропускають ацетилен. Ацетилен окислюється до оксалатної кислоти:

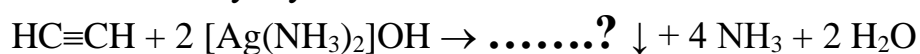


Чи змінюється забарвлення розчину калій манганату(VII) в результаті реакції?

Висновки: _____

9. Утворення аргентум(I) ацетиленіду

До 1...2 мл аргентум(I) нітрату приливають краплинами розчин амоніаку до утворення прозорого розчину та після цього пропускають ацетилен. Утворюється сірий осад аргентум(I) ацетиленіду, який після висушування може вибухнути.



Написати структурну формулу органічної сполуки, яку пропущено у рівнянні реакції. До якого типу реакцій: приєднання чи заміщення, відноситься реакція утворення ацетеленіду аргентуму?

Висновки: _____

3. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год.

Теоретичні питання

Ненасичені вуглеводні (алкени, алкіни, алкадієни). Гомологічний ряд. Ізомерія. Номенклатура. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості. Реакції полімеризації. Поліетилен. Поліпропілен. Дивініловий, ізопреновий, хлоропреновий каучук. Поняття про будову природного каучуку. Вулканізація каучуку. Застосування полімерів.

Приклади розв'язання задач

Задача. Визначить молекулярну формулу насиченого вуглеводню, відносна молекулярна маса якого дорівнює 142.

Розв'язання:

Загальна формула алканів C_xH_{2x+2} . Тоді:

$$12x + 2x + 2 = 142,$$

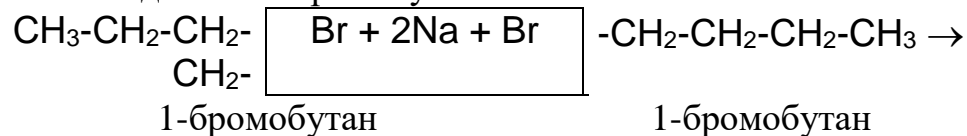
$$14x = 140 \rightarrow x = 10.$$

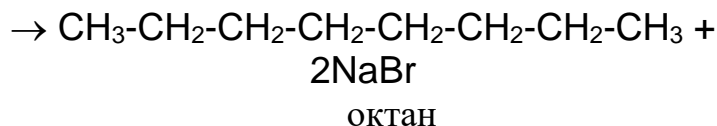
Отже молекулярна формула насиченого вуглеводню $C_{10}H_{22}$. Це - декан.

Задача. Як одержати октан за реакцією Вюрца?

Розв'язання:

За реакцією Вюрца алкани одержують із галогенопохідних вуглеводнів дією металічного натрію. Відповідні галогенопохідні вуглеводнів вибирають приймаючи до уваги будову карбонового ланцюга вуглеводню. Октан має вісім атомів Карбону. Зазвичай, для синтезу цього вуглеводню використовують галогенопохідну, яка має карбоновий ланцюг вдвічі менший – чотири атоми Карбону. Такою галогенопохідною є 1-бромобутан:





Задача. Виходячи з етену, напишіть рівняння реакцій утворення безпосередньо або через низку стадій таких сполук: а) 1,2-дихлоретану; б) хлоретану; в) ацетилену; г) *n*-бутану; г) етилового спирту; д) каучуку. Де використовуються ці речовини? Вкажіть умови проведення реакцій.

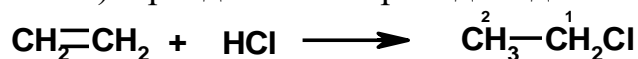
Розв'язання:

а) приєднання хлору до етену:



етен (етилен) 1,2-дихлоретан

б) приєднання хлороводню до етену:



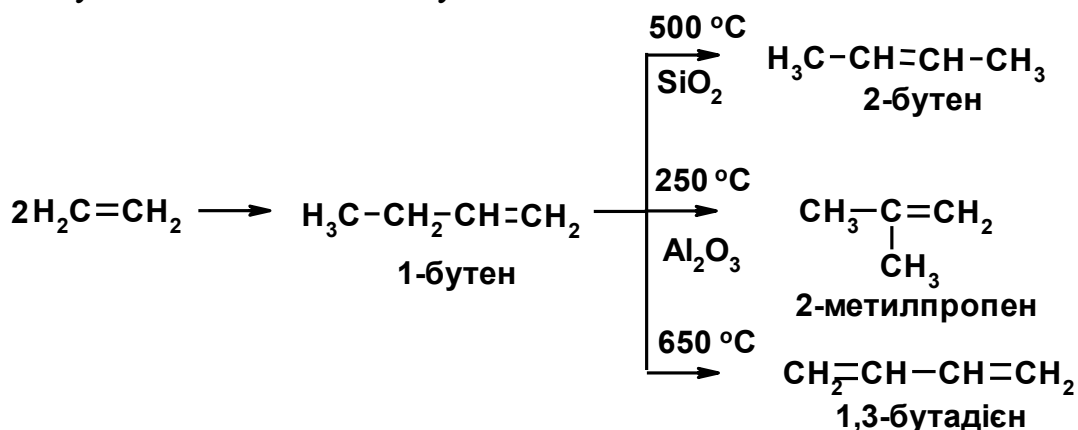
етен (етилен) хлоретан

в) загальним способом одержання алкінів є **дегідрогалогенування дигалогенопохідних алканів** спиртовим розчином калій гідроксиду:

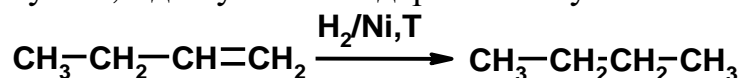


ацетилен

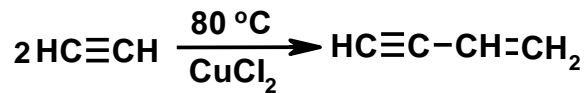
г) за присутності каталізаторів і високої температури відбувається взаємне алкілування алкенів:



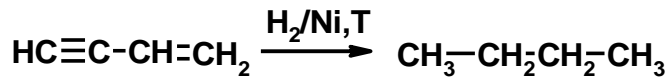
Гідруванням (каталітичним на Ni, Pt, Pd) бут-1-єну, бут-2-єну або бута-1,3-дієну можна одержати *n*-бутан:



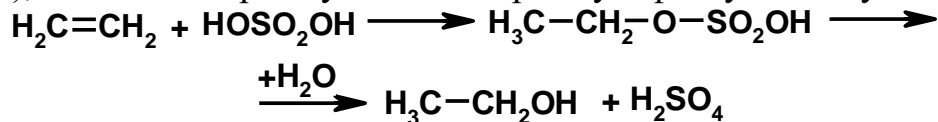
або



вінілацетилен

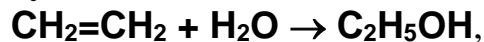


г) з концентрованою сульфатною кислотою алкени реагують з утворенням кислих естерів сульфатної кислоти (алкілсульфатних кислот), які легко гідролізують на спирт і сульфатну кислоту:



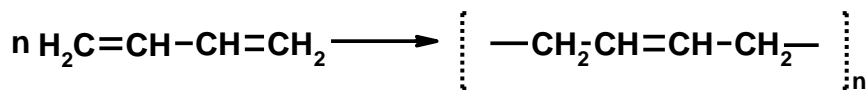
етанол

Один із сучасних способів синтезу етанолу – одностадійна (пряма) гідратація етену:



здійснюється на фосфатнокислотному каталізаторі за 280–300 °С і підвищеного тиску.

д) бутадієновий каучук (СКБ) одержують полімеризацією бута-1,3-дієну за присутності пероксидних або металоорганічних каталізаторів.



Задача. Визначить масу (в грамах) 8 л етену.

Дано:
$V(\text{CH}_2=\text{CH}_2) = 8 \text{ л}$
$m(\text{CH}_2=\text{CH}_2) - ?$

Розв'язання:

$$M(\text{CH}_2=\text{CH}_2) = 28 \text{ г/моль.}$$

Отже, 1 моль етену має масу 28 г та займає об'єм 22,4 л (н.у.).

$$m(\text{CH}_2=\text{CH}_2) \quad - \quad 8 \text{ л}$$

$$m(\text{CH}_2=\text{CH}_2) = \frac{28 \text{ г} \times 8 \text{ л}}{22,4 \text{ л}} = 10 \text{ г}$$

Відповідь: маса 8 л етену 10 г.

Задача. Густина газуватого алкену 1,25 г/л (за н.у.). Визначте його молекулярну формулу, дайте йому назву. Яка кількість речовини водню буде витрачена на перетворення 112 л (за н.у.) алкену у алкан? Яку назву має цей алкан?

Дано:

$$\rho(C_nH_{2n}) = 1,25 \text{ г/л}$$

$$V_0(C_nH_{2n}) = 112 \text{ л}$$

$$n(H_2) - ?$$

$$C_nH_{2n} - ?$$

Розв'язання:

1. Загальна формула алкенів C_nH_{2n}

$$M(C_nH_{2n}) = 12n + 2n \text{ (г/моль)}.$$

2. Молярний об'єм алкену (вважаємо його ідеальним газом) дорівнює 22,4 л/моль.

$$\text{Тоді } M(C_nH_{2n}) = 1,25 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 28 \text{ г/моль}.$$

3. Визначаємо n у формулі C_nH_{2n} :

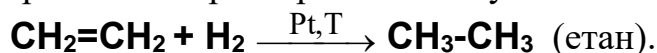
$$28 = 12n + 2n = 14n$$

Звідси:

$$n = \frac{28}{14} = 2.$$

Молекулярна формула алкену C_2H_4 (етен).

4. Складаємо рівняння перетворення алкену на алкан:



Як видно з рівняння реакції $n(C_2H_4) = n(H_2)$;

$$n(H_2) = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ (моль)}.$$

Відповідь: на перетворення 112 л етену в етан буде витрачено 5 моль водню.

Задача. Дивініл (бута-1,3-дієн) можна синтезувати з етанолу:



Розрахуйте масу дивінілу, який можна одержати з 200 л 96 % етанолу з густиною 0,8 г/мл, якщо масова частка виходу дивінілу складає 75 % від теоретичного.

Дано:

$$V(p.C_2H_5OH) = 200 \text{ л}$$

$$\rho(p.C_2H_5OH) = 0,8 \text{ г/мл}$$

$$w(C_2H_5OH) = 96\%$$

$$\eta(C_4H_6) = 75\%$$

$$m_{\text{практ.}}(C_4H_6) - ?$$

Розв'язання:

$$1. M(C_2H_5OH) = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(C_4H_6) = 54 \text{ г/моль}$$

2. Визначаємо масу 96 %-го спирту:

$$m(p.C_2H_5OH) = V(p.C_2H_5OH) \cdot \rho(p.C_2H_5OH) =$$

$$= 200 \cdot 10^3 \text{ мл} \cdot 0,8 \text{ г/мл} = 160 \cdot 10^3 \text{ г} = 160 \text{ кг}$$

3. Визначаємо масу чистого спирту:

$$w(C_2H_5OH) = \frac{m(C_2H_5OH)}{m(p.C_2H_5OH)};$$

$$m(C_2H_5OH) = 160 \cdot 0,96 = 154 \text{ (кг)}$$

4. Визначаємо масу дивінілу, що може теоретично утворитися з 154 кг спирту:

з 2 моль C_2H_5OH теоретично може утворитися 1 моль дивінілу

з $2 \cdot 46 \text{ г } C_2H_5OH$

—

54 г дивінілу

з 154 кг C_2H_5OH

—

$m(C_4H_6)$ г дивінілу

$$m(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{154 \text{ кг} \times 54 \text{ г}}{2 \times 46 \text{ г}} = 90 \text{ кг}$$

5. Реально (практично) утворюється:

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = m(\text{C}_4\text{H}_6) \cdot \eta(\text{C}_4\text{H}_6) = 90 \text{ кг} \cdot 0,75 \approx 68 \text{ кг}$$

II спосіб:

$$\begin{aligned} m(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= V(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot \rho(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}); \\ m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) &= m(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \\ &= V(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot \rho(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}). \end{aligned}$$

З рівняння реакції:

$$n(\text{C}_4\text{H}_6) = 0,5 n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH});$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})};$$

$$\begin{aligned} m(\text{C}_4\text{H}_6) &= n(\text{C}_4\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_6) = 0,5 n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_6) = \\ &= 0,5 \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} \times M(\text{C}_4\text{H}_6) = \end{aligned}$$

$$= 0,5 V(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \rho(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \frac{M(\text{C}_4\text{H}_6)}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})};$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}; \quad M(\text{C}_4\text{H}_6) = 54 \text{ г/моль};$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = m(\text{C}_4\text{H}_6) \cdot \eta(\text{C}_4\text{H}_6) =$$

$$= 0,5 V(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \rho(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times \frac{M(\text{C}_4\text{H}_6)}{M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})} \times \eta(\text{C}_4\text{H}_6) =$$

$$= 0,5 \cdot 200 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 0,96 \cdot 0,75 \cdot \frac{54}{46} = 68 \cdot 10^3 (\text{г}) = 68 (\text{кг}).$$

Відповідь: можна одержати 68 кг дивінілу.

Задача. Яка маса дивінілу утвориться з 1,000 м³ 96 %-го спирту (густина 0,8 кг/л), якщо масова частка виходу продукту 89 % від теоретично можливого?

Дано:

$$V(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1000 \text{ л}$$

$$\rho(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,8 \text{ кг/л}$$

$$w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 96\%$$

$$\eta(\text{C}_4\text{H}_6) = 89\%$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = ?$$

$$m(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1000 \text{ л} \cdot 0,8 \text{ кг/л} = 800 \text{ кг}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 800 \text{ кг} \cdot 0,96 = 768 \text{ кг}.$$

$$2. M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}; \quad M(\text{C}_4\text{H}_6) = 54 \text{ г/моль}.$$

За рівнянням реакції обчислюємо масу дивінілу, що можна одержати теоретично:

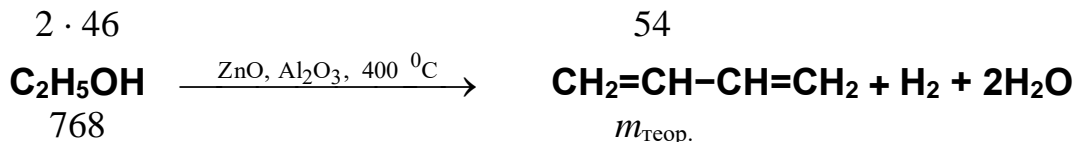
Розв'язання:

1. Обчислюємо масу спирту:

$$w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{m(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH})} \cdot 100\%$$

$$m(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) =$$

$$= V(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}) \cdot \rho(\text{p. C}_2\text{H}_5\text{OH}).$$



$$m_{\text{теор.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{768 \text{ кг} \cdot 54 \text{ кг}}{2 \cdot 46 \text{ кг}} = 450,8 \text{ кг.}$$

3. Масову частку виходу дивінілу розраховують за формулою:

$$\eta(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6)}{m_{\text{теор.}}(\text{C}_4\text{H}_6)} \cdot 100\%.$$

4. Звідки обчислюємо масу дивінілу, що утвориться за масової частки виходу продукту 89 % від теоретично можливого:

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = \frac{m_{\text{теор.}}(\text{C}_4\text{H}_6) \times \eta(\text{C}_4\text{H}_6)}{100\%};$$

$$m_{\text{практ.}}(\text{C}_4\text{H}_6) = 450,8 \text{ кг} \cdot 0,89 = 401,2 \text{ кг} \approx 401 \text{ кг.}$$

Відповідь: утвориться 401 кг дивінілу.

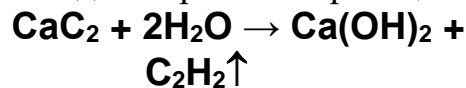
Задача. Яка маса технічного карбїду кальцію, що містить 80 % карбїду кальцію, потрібна для одержання ацетилену об'ємом 112 л (н.у.)? Як реагує ацетилен з водою? Складїть рївняння.

Дано:

$$\begin{array}{l}
 w(\text{CaC}_2) = 80 \% \\
 V_0(\text{C}_2\text{H}_2) = 112 \text{ л}
 \end{array}$$

Розв'язання:

1. Складаємо рївняння реакції:



2. $M(\text{CaC}_2) = 64 \text{ г/моль.}$

3. Складаємо пропорцію для розрахунку маси карбїду кальцію у технічному карбїді кальцію, потрібного для одержання 112 л C_2H_2 :

$$64 \text{ г/моль} \text{ ---- } 22,4 \text{ л}$$

$$m(\text{CaC}_2) \text{ г ---- } 112 \text{ л}$$

$$m(\text{CaC}_2) = \frac{64 \cdot 112}{22,4} = 320 \text{ (г).}$$

4. Визначаємо масу технічного карбїду кальцію:

$$100 \text{ г ---- } 80 \text{ г}$$

$$m(\text{техн. CaC}_2) \text{ г ---- } 320 \text{ г}$$

$$m(\text{техн. CaC}_2) = \frac{320 \cdot 100}{80} = 400 \text{ (г).}$$

5. Ацетилен реагує з водою за наявності каталїзаторів – солей Меркурїю(II) (реакція гїдратації):



Відбувається реакція Кучерова: спочатку молекула води приєднується до молекули ацетилену, утворюється нестійка речовина, яка потім ізомеризується у оцтовий альдегід (етаналь).

Відповідь: для одержання ацетилену об'ємом 112^ол (н.у.) потрібно 400 г технічного карбіду кальцію.

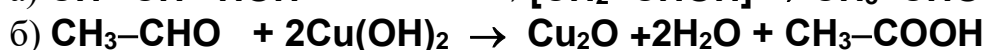
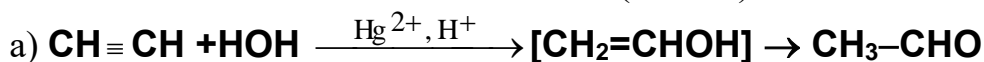
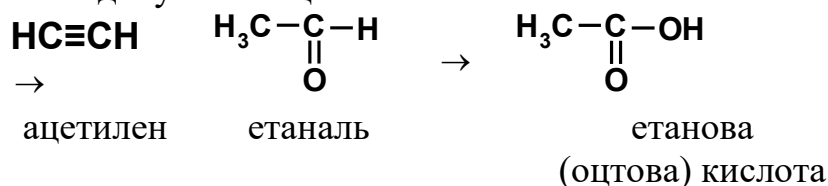
Задача. Наведіть схему та рівняння реакцій добування оцтової кислоти з ацетилену. Яку масу цієї кислоти можна добути з 5,6^ол ацетилену (н.у.)?

Дано:

$$\frac{V_0(\text{C}_2\text{H}_2) = 5,6 \text{ л}}{m(\text{CH}_3\text{COOH}) - ?}$$

Розв'язання:

1. Схема добування оцтової кислоти:



Як видно з рівняння реакцій, з 1 моль ацетилену утворюється 1^омоль оцтової кислоти.

2. Обчислюємо масу кислоти. (Вважаємо ацетилен ідеальним газом).

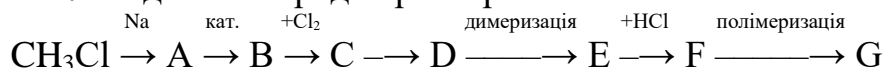
$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{5,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л / моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ г/моль} \cdot 0,25 \text{ моль} = 15 \text{ г.}$$

Відповідь: з 5,6^ол ацетилену (н.у.) можна одержати 15^ог оцтової кислоти.

4. Контрольні завдання для самоперевірки

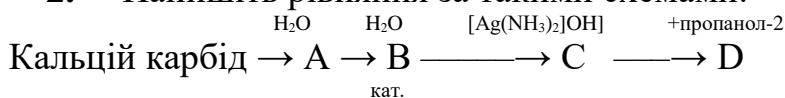
1. Здійснити ряд перетворень:



- H₂ -2HCl

Назвіть продукти реакції. Напишіть рівняння.

2. Напишіть рівняння за такими схемами:



Назвіть продукти реакцій. Напишіть рівняння.

3. Виходячи із ацетилену, напишіть рівняння реакції утворення безпосередньо або через ряд стадій таких сполук: 1,1-дихлоретану, оцтової кислоти, хлоропренового каучуку, щавлевої кислоти, бензену. Де використовуються ці речовини? Вкажіть умови проведення реакцій і напишіть рівняння.

4. Виходячи з етилену, напишіть рівняння реакцій утворення безпосередньо або через низку стадій таких сполук: ацетилену, хлоретану, дихлоретану, н-бутану, етилового спирту, каучуку. Де використовуються ці речовини? Вкажіть умови проведення реакцій.

5. Які монобромпохідні можуть утворюватися при бромованні: а) пропану; б) 2,2,4-триметилпентану? На утворені бромпохідні подійте: 1) металічним натрієм; 2) спиртовим розчином КОН. Напишіть всі рівняння реакцій і назвіть всі сполуки.

6. Із 1-йод-2-метилпропану та необхідних реагентів синтезуйте: а) ізобутан; б) 2,4-диметилпент-2-ен; в) ізобутилен; г) 2-метилпропан-2-ол. Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

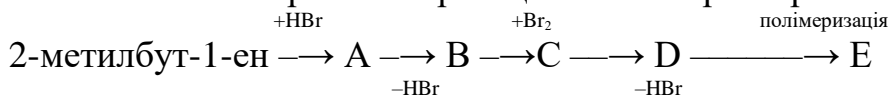
7. Напишіть рівняння реакцій гідролізу галогенопохідних: а) CH₃I; б) 2,2-дибромпропану; в) хлороформу; г) 2-хлорбутану. На 2-хлорбутан подійте спиртовим розчином КОН, потім H₂O і назвіть утворені сполуки.

8. Напишіть рівняння взаємодії 2-йодпропану із такими речовинами: калій ціанідом, амоніаком, натрій ацетатом, натрієм, магнієм (у присутності етеру), КОН (у спирті). Назвіть сполуки.

9. Напишіть рівняння реакцій 2-бром-2-метилпропану із такими реагентами: калій ціанідом, амоніаком, натрій ацетатом, натрієм, КОН (у спирті). Назвіть сполуки.

10. Напишіть рівняння: а) взаємодії дивінілу з 1 моль бромоводню; б) взаємодії дивінілу з 2 моль бромоводню; в) полімеризації дивінілу. Застосування дивінілу.

11. Напишіть рівняння реакцій таких перетворень:



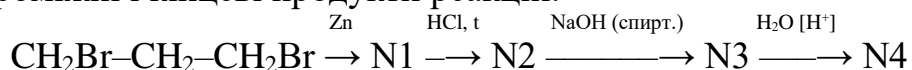
Назвіть всі сполуки.

12. Визначити молекулярну формулу насиченого вуглеводню, відносна молекулярна вага якого дорівнює 142.

13. Визначити масу (в грамах) 8 л етилену. Запропануйте два методи одержання етилену, виходячи з неорганічних сполук.

14. Ізомерія насичених вуглеводнів. Напишіть формули всіх ізомерів октану з п'ятьма атомами Карбону в головному ланцюзі, назвіть їх за номенклатурою ІЮПАК.

15. Здійсніть схеми перетворень і назвіть вихідні сполуки, проміжні і кінцеві продукти реакцій:



16. Напишіть схеми реакції Кучерова для таких сполук: а) метилацетилен; б) диметилацетилен; в) метилізопропілацетилен. Назвіть вихідні сполуки та продукти реакцій за номенклатурою ІЮПАК.

17. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких можна одержати дивініл. Напишіть схеми взаємодії дивінілу з: а) HCl; б) Br₂; в) полімеризацію. До якого типу дієнів відноситься дивініл? Які системи називаються спряженими?

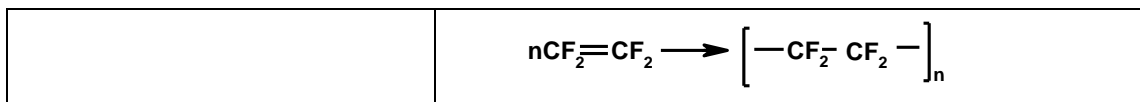
5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Які із вуглеводнів можуть вступати в реакції полімеризації?

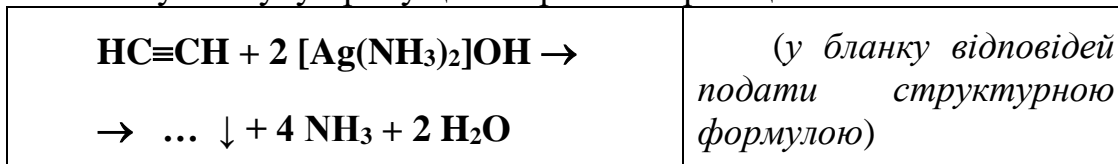
1	етан
2	метан
3	етен
4	циклопропан
5	пропен
6	бензен
7	бутадиєн

2. Визначте відповідність:

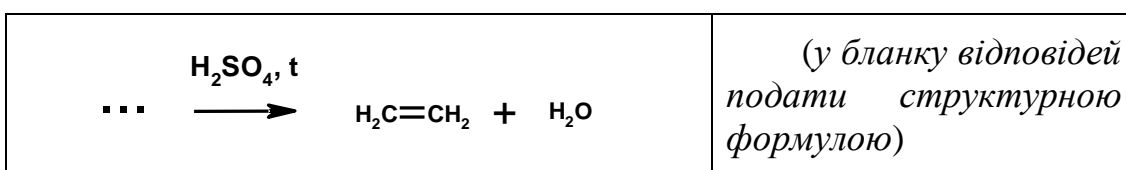
1. Одержання тетрафторетену	А. $n \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{Cl} \longrightarrow \left[-\text{CH}_2-\text{CHCl}- \right]_n$
2. Одержання полівінілхлориду	Б. $n \text{H}_2\text{C}=\text{CF}_2 \longrightarrow \left[-\text{CH}_2-\text{CF}_2- \right]_n$
3. Одержання полівініліденфториду	В. $n \text{H}_2\text{C}=\text{CHF} \longrightarrow \left[-\text{CH}_2-\text{CHF}- \right]_n$
4. Одержання полівінілфториду	Г.



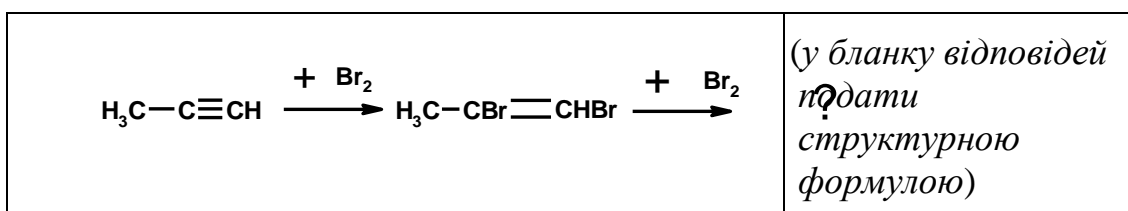
3. Яку сполуку пропущено в рівнянні реакції ?



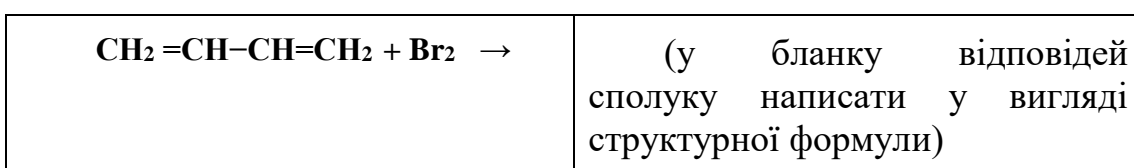
4. Яку сполуку пропущено в рівнянні реакції ?



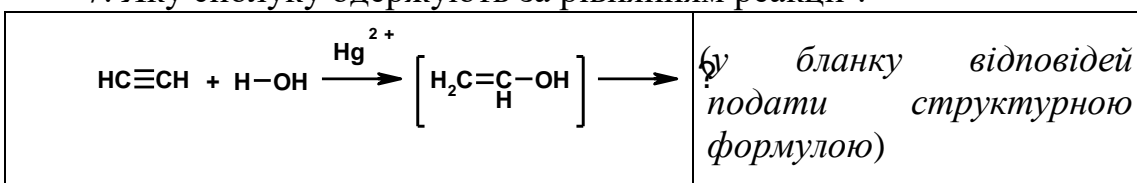
5. Яка сполука утворюється на другій стадії реакції?



6. Дописати рівняння реакції приєднання бром до бута-1,3-дієну:



7. Яку сполуку одержують за рівнянням реакції ?



8. Вкажіть порядок перетворення сполук:

1	етен
---	------

2	полібутадиєн
3	етан
4	етанол
5	бута-1,3-дієн

9. Закінчити рівняння реакції:

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$	(у бланку відповідей сполуку написати у вигляді структурної формули)
--	--

10. Знайти відповідність між назвою і структурною формулою:

1. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	А. 3,3-диметилпент-1-єн
2. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Б. 3,3-диметилбут-1-єн
3. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	В. 2,3-диметилбут-1-єн
4. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Г. 2-метилбутан

11. Яка структурна формула відповідає бутану?

1	CH_4
2	CH_3-CH_3
3	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
4	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$

12. Для кожної сполуки визначте відповідність:

Сполука	Клас сполук
1. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	А. Алкіни
2. $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$	Б. Алкани
3. $\text{CH}\equiv\text{C-CH}_3$	В. Алкени

13. Який з вуглеводнів не має ізомерів?

1	бутан
2	етан
3	пентан
4	пропан

14. Для яких сполук характерні реакції приєднання?

1	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
3	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4	$\text{CH}\equiv\text{CH}$

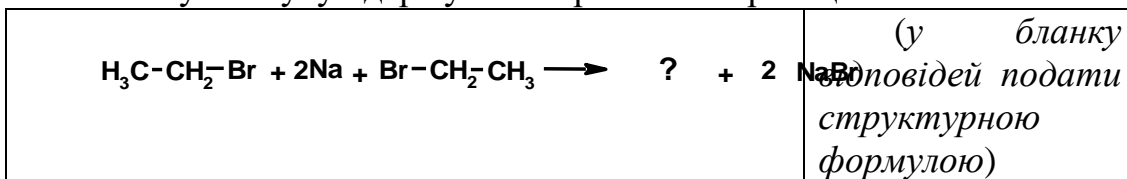
15. Яка структурна формула відповідає 3,3-диметилбут-1-ину?

1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
3	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

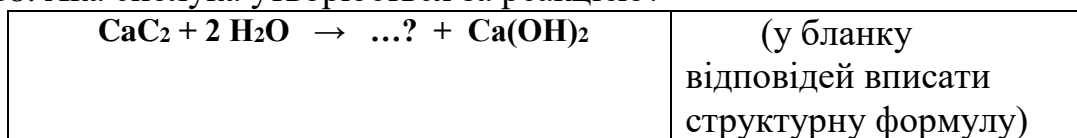
16. Закінчити рівняння реакції, яка відбувається при температурі плавлення:

$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow$	(у бланку відповідей написати продукти реакції)
---	---

17. Яку сполуку одержують за рівнянням реакції ?



18. Яка сполука утворюється за реакцією?



Тема 3. Арени (ароматичні вуглеводні), циклоалкани, терпени.

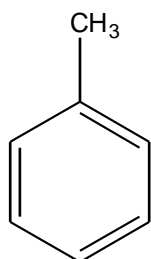
Методичні поради

Ароматичні вуглеводні

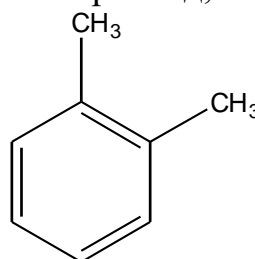
Ароматичні вуглеводні містять у молекулах кыстяк бензенового кільця. Формула бензену - шестичленний цикл з трьома подвійними зв'язками, що чергуються, була запропонована в 1865 р. Кекуле. Ця формула не відбиває повністю хімічну будову бензену. Особливі властивості ароматичних вуглеводнів - наслідок наявності π -електронного секстету (електронної хмари) в ядрі бензену, густина якого рівномірно розподілена між карбоновими атомами, внаслідок чого зв'язки вирівнюються за довжиною та енергією (ароматичний зв'язок). Гомологічний ряд бензену відповідає загальній формулі C_nH_{2n-6} .

У молекулі бензену всі атоми рівноцінні, тому однозаміщені бензени ізомерів не мають, наприклад, метилбензен (толуен).

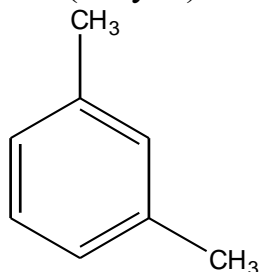
Якщо вводиться другий радикал метил, то можливе утворення трьох ізомерів. Ізомерія в бензеновому ядрі пов'язана з різним розміщенням замісників-атомів або радикалів. Наприклад,



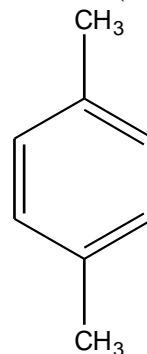
Метилбензен
(толуен)



Орто-диметилбензен
Орто-ксилен (o-ксилен)



Мета-диметилбензен
Мета-ксилен (m-ксилен)



Пара-диметилбензен
Пара-ксилен (p-ксилен)

Називаючи складніші гомологи бензену (з трьома та більше замісниками), користуються нумерацією.

Бензен і його гомологи одержують з кам'яновугільної смоли, з деяких видів нафти і синтетично із етину (ацетилену) і галогенопохідних.

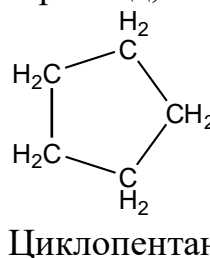
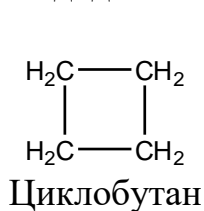
Для ароматичних вуглеводнів в основному характерні реакції заміщення: галогенування, нітрування і сульфування. У всіх цих реакціях атакуючий реагент (NO_2^+ ; Hal^+ ; SO_3H^+) несе позитивний заряд і утворює зв'язок за рахунок пари електронів ядра (гідроген видаляється у вигляді протону). Такий тип реакції – електрофільне заміщення.

При наявності електронодонорних (I-роду) або електроакцепторних (II-роду) замісників електрофільне заміщення йде за правилом, згідно з яким замісники першого роду спрямовують замісник в орто- або *пара*-положення, а другого роду - орієнтують у *мета*-положення.

В особливих умовах бензен виявляє ненасичений характер і може приєднувати водень, а також хлор і інші галогени під дією ультрафіолетових променів. В останньому випадку одержують гексахлоциклогексан – гексахлоран, який застосовується як інсектицид у сільському господарстві.

Ациклічні вуглеводні (циклоалкани)

У вуглеводнів цього ряду карбонові атоми, що входять у карбоновий скелет, замкнуті в цикл. За своїми властивостями вони дуже близькі до насичених нециклічних вуглеводнів. Гомологічний ряд починається з тричленного циклу (циклопропану). Назви цих вуглеводнів походять від відповідних насичених нециклічних вуглеводнів з додаванням префікса “цикло”. Наприклад,



Зверніть увагу на ізомерію циклоалканів (ізомерія циклів, замісників, ізомерія за місцем положення замісників і просторова *цис-транс*-ізомерія).

При вивченні циклоалканів потрібно звернути увагу на відмінність у хімічних властивостях циклоалканів з великими (реакції заміщення) і малими циклами (реакції приєднання). Ці властивості

залежать від відносної міцності циклів. Міцність плоских циклів пояснюється теорією “напруження” Байера, згідно з якою чим більше відхилення кута в циклі від тетраедричного, тим більша напруженість і тим нестійкіший цикл. Але ця теорія не може пояснити міцність циклів, що містять велику кількість атомів Карбону. Сучасна теорія пояснює міцність тим, що великий цикл вигинається в просторі, намагаючись набрати такої форми, у якій валентні кути тетраедричні. Звідси існують конформації молекул. Так, щоб уникнути кутового напруження, циклогексан може набрати дві конформації – “ванна” і “крісло”.

Терпени

Терпени - природні сполуки, склад яких зображується формулою $C_{10}H_{16}$. Широко розповсюджені в природі. Вони містяться в ефірних оливах, у смолах хвойних дерев, бальзамах. Терпени бувають з відкритим карбоновим ланцюгом – аліфатичні, із замкнутим – моноциклічні, біциклічні та ін.

Терпени застосовуються в промисловості, сільському господарстві, медицині.

Із α -пінену одержують синтетичну камфору, яка використовується як пластифікатор для пластмас. Поліхлорпінен і поліхлоркарен використовується в сільському господарстві для боротьби із шкідливими комахами. Кисневі похідні терпенів – камфора, ментол, терпінгідрат і інші застосовуються в медицині.

До групи природних ізопреноїдів належать біологічно важливі речовини: стероїди, каротиноїди, вітамін А та жовчні кислоти.

До терпенів (від грец. *терепінтос* – терпентинове дерево) відноситься велика група природних сполук, переважно, рослинного походження. Вуглеводні цієї групи мають загальну формулу C_nH_{2n-4} або $(C_5H_8)_n$, де $n = 2, 3, 4, 5$ тощо, тобто терпени формально можна вважати продуктами полімеризації ізопрену C_5H_8 , а тому їх ще називають ізопреноїдами.

Терпени за складом поділяють на ряди: монотерпени $C_{10}H_{16}$ або $(C_5H_8)_2$ – власне, терпени, полуторні терпени (сесквітерпени) $C_{15}H_{24}$; дитерпени ($C_{20}H_{32}$), або $(C_5H_8)_4$, тритерпени ($C_{30}H_{48}$) і політерпени $(C_5H_8)_n$.

До терпеноїдів відносяться як вуглеводні, які називають терпенами, так й їх оксигеновмісні похідні – спирти, альдегіди, кетони, карбонові кислоти.

Вони містяться в ефірних маслах, у смолах хвойних дерев, бальзамах.

Терпени бувають з відкритим карбоновим ланцюгом – алифатичні, із замкнутим – моноциклічні тощо. Зверніть увагу на будову карбонового кістяка, який є поліізопреновим ланцюгом.

Багато з терпенів мають подвійні зв'язки. Тому для таких терпенів характерні реакції приєднання та окиснення.

Моноциклічні й біциклічні терпени входять до складу скипидару. **Скипидар** – це рідка частина живиці – смоли хвойних дерев. З живиці скипидар відганяється з водяною парою.

Скипидар знаходить широке застосування як розчинник різних смол, жирів, каучуку тощо; використовується в медицині, лакофарбовій промисловості. Скипидар також використовують для одержання похідних терпенового ряду – синтетичної камфори, α -терпінеолу, терпінгідрату тощо. З α -пінену одержують синтетичну камфору, яка використовується як пластифікатор пластмас. Поліхлорпінен і поліхлоркарен використовується в сільському господарстві для боротьби з шкідливими комахами. Оксигеновмісні похідні терпенів – камфора, ментол, терпінгідрат тощо, застосовуються в медицині.

Твердий залишок після відгонки скипидару з живиці називають каніфоллю. Це суміш смоляних кислот складу $C_{19}H_{29}COOH$. Каніфоль широко застосовується у миловарній, лакофарбовій промисловості.

До групи природних ізопреноїдів належать біологічно важливі речовини: стероїди, каротиноїди, вітамін А та жовчні кислоти.

Рослини щорічно виділяють близько 350 млн. т ізопрену та 450 млн. т терпенів ($C_{10}H_{16}$).

Вважається, що ефірні олії приваблюють комах до квітів для їх обпилення; є також думка, що ефірні олії оберігають рослини від поїдання їх тваринами.

Цілком можливо, що ефірні олії, завдяки їх легкому випаровуванню, підтримують потрібний тепловий режим рослин.

Ефірні олії широко застосовуються в парфумерній, харчовій, миловарній промисловості.

1. Лекція. Ароматичні вуглеводні. – 1 год.

1. Природні джерела
2. Загальна формула гомологічного ряду, основні представники.
3. Номенклатура.
4. Ізомерія.
5. Способи добування.
6. Фізичні властивості.
7. Хімічні властивості.

8.Застосування.

2. Лабораторна робота. Ароматичні вуглеводні. Вивчення властивостей бензену та толуену -1 год

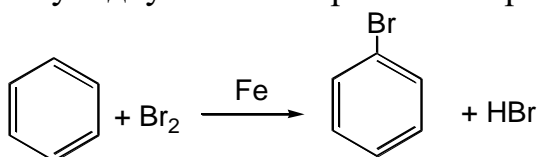
1. Бромовання бензену та толуену

У 2 пробірки наливають по ~1 мл бензену, а в 2 інші – по ~1 мл толуену. У кожну з них додають 1 мл концентрованого розчину бромю. У одну пробірку з бенzenом і в одну з толуеном кидають по 0,1...0,5 г залізних ошурок, які є каталізатором, і нагрівають усі пробірки на водяній бані до кипіння при інтенсивному струшуванні. До отвору пробірок підносять вологий лакмусовий папірець.

У яких пробірках зникає забарвлення бромної води? Як змінюється забарвлення лакмусового папірця? Як це можна пояснити?

Висновки: _____

Бромовання бензену відбувається за рівнянням реакції:



Написати рівняння реакції бромовання толуену, враховуючи орієнтуючу дію метильної групи (замісника I роду). Назвіть органічні сполуки, які утворюються при бромованні бензену та толуену.

Висновки: _____

2. Нітрування бензену

У пробірку наливають 8...10 краплин бензену та обережно з постійним перемішуванням додають 3 мл нітруючої суміші (1 частина концентрованої HNO_3 і 2 частини концентрованої H_2SO_4). Сульфатна кислота є водовідбираючою речовиною. Суміш обережно нагрівають 2-3 хв. на водяній бані та виливають в іншу пробірку з водою. Утворюється нітробензен.

Написати рівняння реакції нітрування бензену нітруючою сумішшю. Охарактеризуйте колір, запах та агрегатний стан нітробензену.

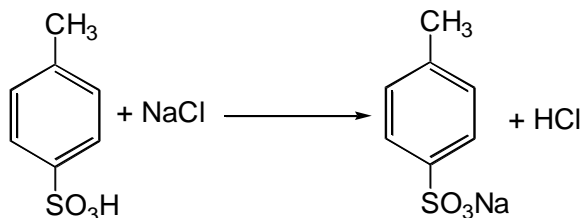
Висновки: _____

3. Сульфування толуену

У пробірку наливають 2 мл концентрованої H_2SO_4 і 1 мл толуену. Суміш перемішують і нагрівають на водяній бані 10...15 хв. Толуен повністю розчиняється в кислоті. Написати реакцію сульфування бензену та назвати органічну сполуку, яка утворюється.

Висновки: _____

Реакційну суміш виливають в іншу пробірку, наповнену насиченим розчином натрій хлориду. Після охолодження випадають кристали натрієвої солі *n*-толуенсульфокислоти.



4. Окиснення ароматичних вуглеводнів

Беруть дві пробірки, в одну наливають 1...2 мл бензену, а в іншу – толуену. У кожен з них додають 1 мл розчину калій манганату(VII) та 2...3 краплини 10 %-ної сульфатної кислоти. Суміш злегка нагрівають на водяній бані та перемішують.

Як змінюється забарвлення у пробірці з бенzenом і толуеном? Чи буде окиснюватися бензен в цих умовах? Чи буде окислюватися толуен в цих умовах? Написати схему реакції окиснення толуену.

Висновки: _____

За рахунок якої групи відбувається окиснення толуену? Назвіть органічну сполуку, яка утворюється при окисненні толуену.

Висновки: _____

3. Самостійна та індивідуальна робота – 4 год.

Теоретичні питання

Ароматичність та теорія будови аренів. Реакції електрофільного заміщення. Правила заміщення в бензеновому ядрі. Орієтанти I та II роду.

Циклоалкани. Номенклатура. Ізомерія. Методи одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування.

Терпени. Природні джерела. Живиця, ефірні масла. Каніфоль, скипидар. Класифікація терпенів: аліфатичні, моноциклічні та біциклічні. Методи одержання, властивості та застосування.

Приклади розв'язання задач

Задача. За дегідрування етилбензену масою 4,24 г добули стирен. масова частка виходу продукту реакції становить 75 %. Яку масу розчину бром у розчині становить 4,00 %?

Дано:

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5) = 4,24 \text{ г}$$

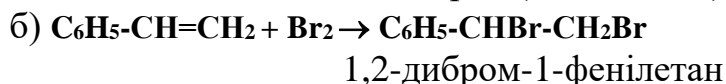
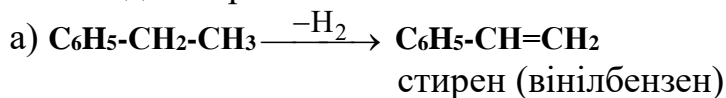
$$\eta(\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_3) = 75 \%$$

$$w(\text{Br}_2) = 4,00 \%$$

$$m(\text{розчину Br}_2) - ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння:



$$2. M(\text{C}_6\text{H}_5\text{-C}_2\text{H}_5) = 8 \times 12,01 + 10 \times 1,008 = 96,08 + 10,08 = 106,16 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) = 96,08 + 8,06 = 104,14 \text{ (г/моль);}$$

$$M(\text{Br}_2) = 159,81 \text{ г/моль.}$$

3. Визначаємо масу стирену, що можна одержати теоретично за дегідрування етилбензену масою 4,24 г:

$$106,16 \text{ г} \text{ ----- } 104,14 \text{ г}$$

$$4,24 \text{ г} \text{ ----- } m(\text{теор. C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) \text{ г}$$

$$m(\text{теор. C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) = \frac{4,24 \cdot 104,14}{106,16} = 4,16 \text{ (г).}$$

4. Враховуючи масову частку виходу речовини, знайдемо масу реально добутого стирену:

$$m(\text{реальн. C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2) = 4,16 \cdot 0,75 = 3,12 \text{ (г)}$$

5. За рівнянням б) визначаємо масу бром у розчині $m(\text{Br}_2)$, що взаємодіє з добутим стиреном:

$$104,14 \text{ г} \text{ ---- } 159,81 \text{ г}$$

$$3,12 \text{ г} \text{ ---- } m(\text{Br}_2) \text{ г}$$

$$m(\text{Br}_2) = \frac{3,12 \cdot 159,81}{104,14} = 4,79 \text{ (г)} .$$

6. Визначаємо масу розчину бромю:

$$w(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{m(\text{розчину Br}_2)} ;$$

$$m(\text{розчину Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{w(\text{Br}_2)} = \frac{4,79}{0,04} = 119,70 \text{ (г)} .$$

Відповідь: добутий стирен може знебарвити 119,70 г розчину бромю.

Задача. Напишіть рівняння реакції одержання циклоалкану з 1,4-дибром-2-метилбутану та назвіть його. Яку масу цього циклоалкану можна добути з 20 г цієї галогенопохідної?

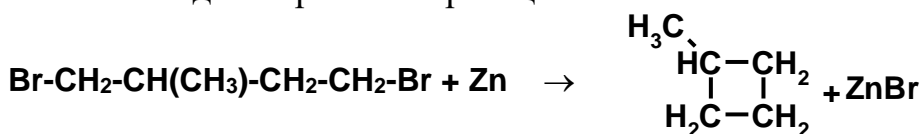
Дано:

$m(1,4\text{-дибром-2-метилбутану}) = 20 \text{ г}$

$m(\text{метилциклобутану}) - ?$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння реакції:



2. $M(\text{Br-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Br}) = 230 \text{ г/моль}$.

$M(\text{метилциклобутану}) = 70 \text{ г/моль}$.

3. Складаємо пропорцію для розрахунку маси циклоалкану:

230 г галогенопохідної утворюють 70 г метилциклобутану

20 г галогенопохідної утворюють m г метилциклобутану

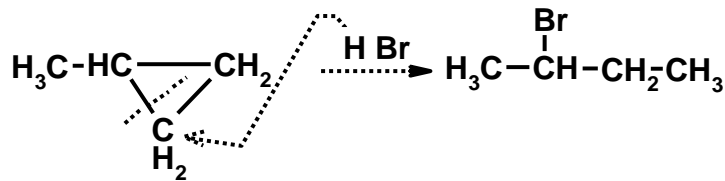
$$m(\text{метилциклобутану}) = \frac{20 \times 70}{230} = 6 \text{ (г)}$$

Відповідь: можна добути 6 г метилциклобутану.

Задача. За допомогою яких реакцій можна розрізнити ізомерні вуглеводні складу C_4H_6 : метилциклопропан, циклобутан, бут-1-ен, бут-2-ен? Наведіть приклади реакцій.

Відповідь:

До гомологів циклопропану галогеноводневі кислоти приєднуються за йонним механізмом у відповідності до правила Марковникова:



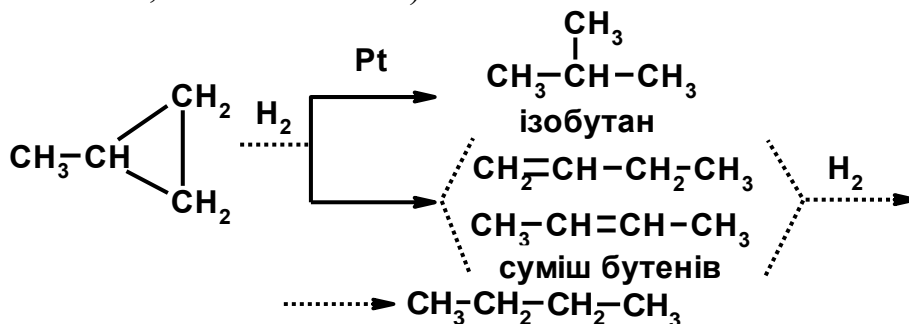
метилциклопропан

2-бромобутан

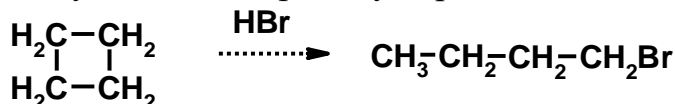
Каталітичний розрив зв'язку С—С під дією водню (гідрогеноліз) гомологів циклопропану відбувається двома шляхами в залежності від природи каталізатора:

1) з розривом С—С зв'язку між найгідрогенізованішими атомами Карбону в кільці (каталізатор Pt);

2) ізомеризацією алкілциклопропанів в алкени з розривом зв'язків, що примикають до найгідрогенізованішого атома Карбону в кільці з наступною гідрогенізацією алкенів, якій сприяють активні носії (силікагель, алюмосилікати):

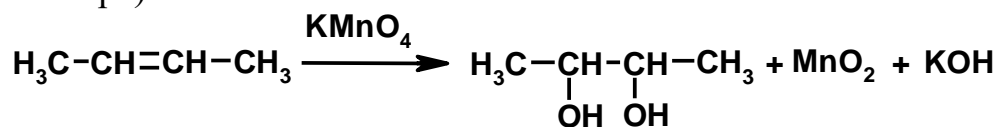


Циклобутан важко приєднує бром і галогеноводні за нагрівання:

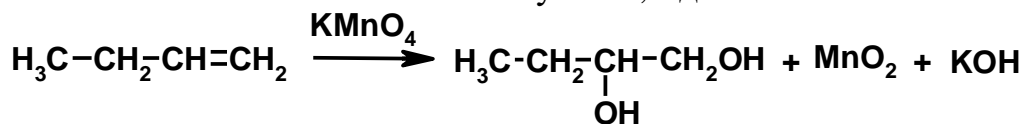


Циклопропан і його похідні не вступають в деякі реакції, що характерні для алкенів – не окиснюються водним розчином KMnO_4 , не полімеризуються, не озонуються.

Водний розчин калій манганату(VII) перетворює алкени в гліколи (реакція Вагнера):

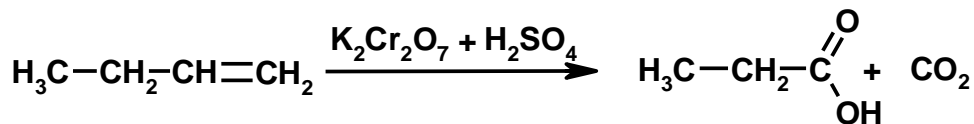


бутан-2,3-діол



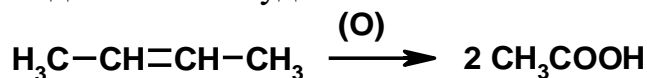
бутан-1,2-діол

За „жорсткого окиснення” бут-1-ену одержимо пропіонову кислоту та побачимо виділення вуглекислого газу:



пропіонова кислота

За „жорсткого окиснення” бут-2-ену одержимо оцтову кислоту, але вуглекислий газ виділятися не буде:



Задача. За якою ознакою терпеноїди виділяються в самостійний клас органічних сполук? Яку ще назву мають терпеноїди?

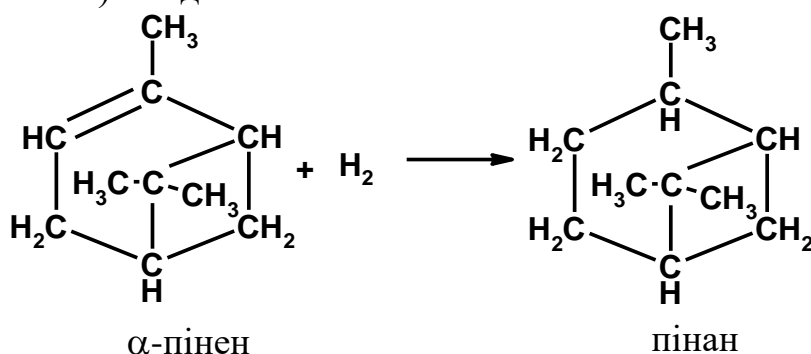
Відповідь. Об'єднуючою ознакою є те, що терпеноїди побудовані ніби з фрагментів ізопрену, тому терпеноїди мають більш загальну назву – ізопреноїди.

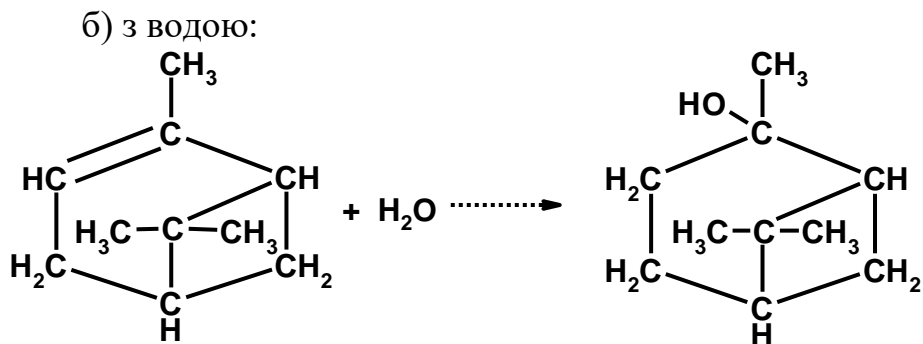
Таким чином, терпеноїди виділяються в самостійний клас органічних сполук не за характером функціональних груп, як це, зазвичай, робиться в органічній хімії, а внаслідок спільної особливості будови їх карбонового кістяку.

Задача. Складіть схеми реакцій α -пінену із такими речовинами: а) воднем; б) водою; в) хлороводнем; г) розведеним розчином калій манганату(VII).

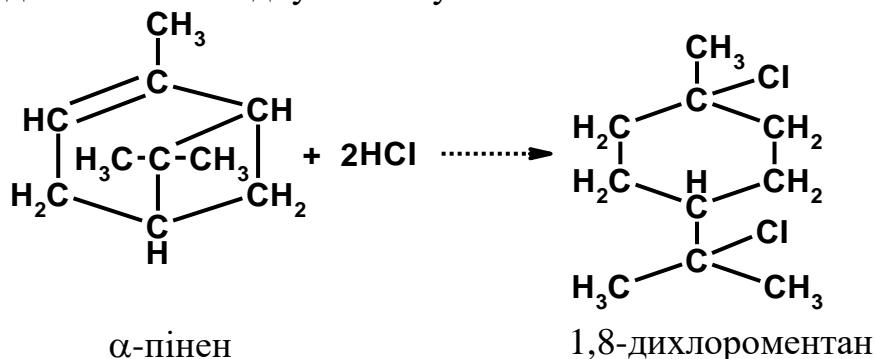
Відповідь. α -Пінен – рідина, основна складова частина скипидарів. Він взаємодіє:

а) з воднем:

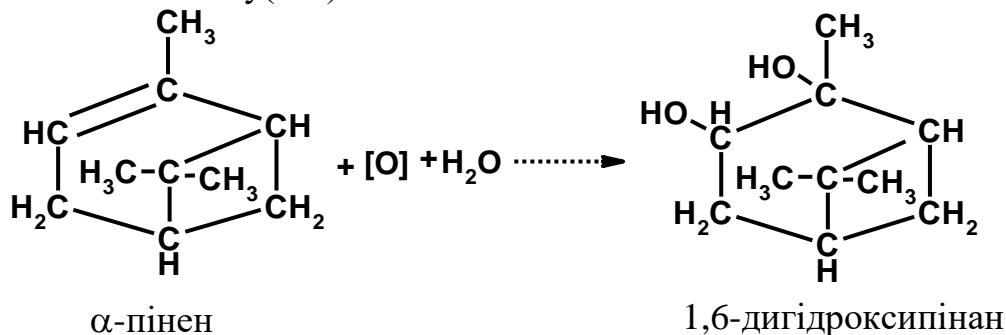




в) α -Пінен за місцем подвійного зв'язку та розриву чотиричленного кільця легко приєднує галогеноводень, утворюючи дигалогенопохідну ментану:



г) α -Пінен також дуже легко окиснюється водними розчинами калій манганату(VII):



Задача. Напишіть рівняння реакцій лимонену із такими сполуками: а) воднем; б) бромом; в) хлороводнем; г) розведеним розчином калій манганату(VII). В яких природних речовинах знаходиться лимонен?

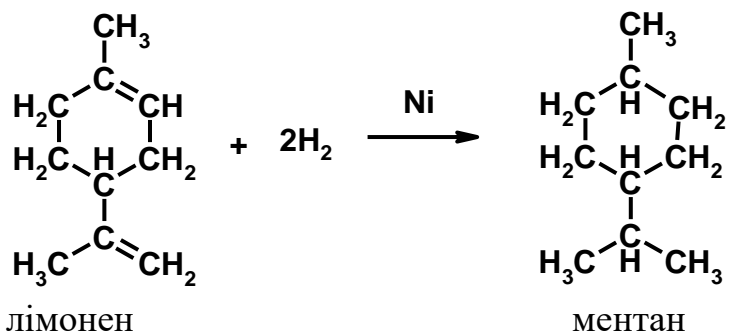
Відповідь. Лимонен – безбарвна з приємним лимонним запахом рідина, яка широко застосовується для виготовлення штучних цитрусових олій.

Правообертаючий лимонен є основною складовою частиною кмінної, лимонної та кропової олій. Лівообертаючий лимонен

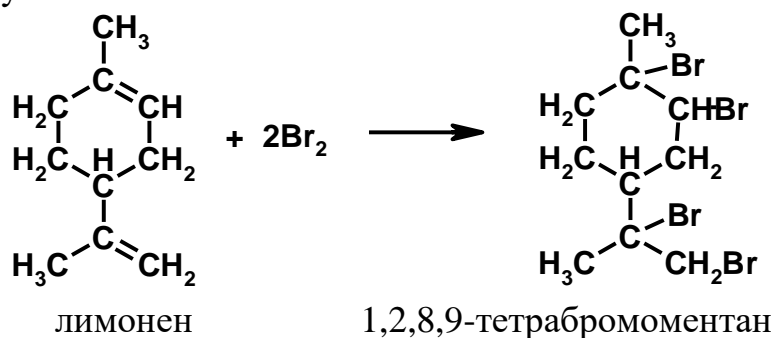
міститься в олії соснової хвої. Суміш ліво- і правообертаючої форм – дипентен – міститься в ефірній олії цитварного насіння, у скипидарі.

Терпени групи ментану легко вступають у реакції приєднання (за місцем подвійного зв'язку) галогенів, галогеноводню, води тощо.

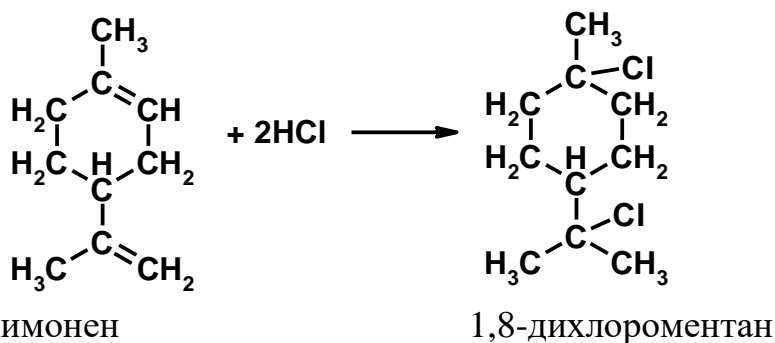
Приєднання водню:



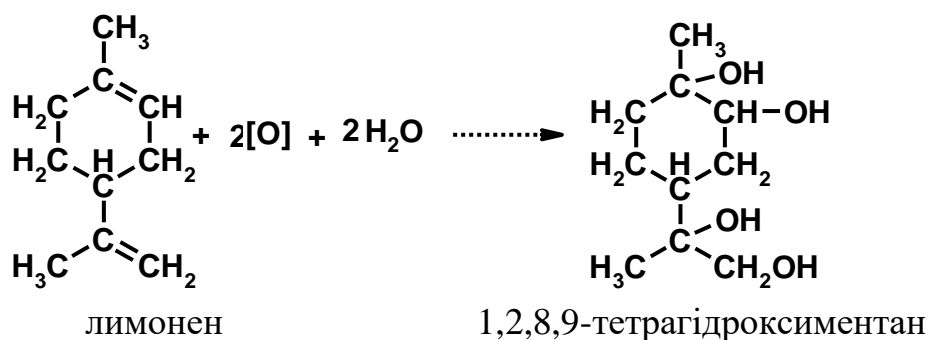
Приєднання бромю:



Приєднання хлороводню (за правилом Марковнікова):

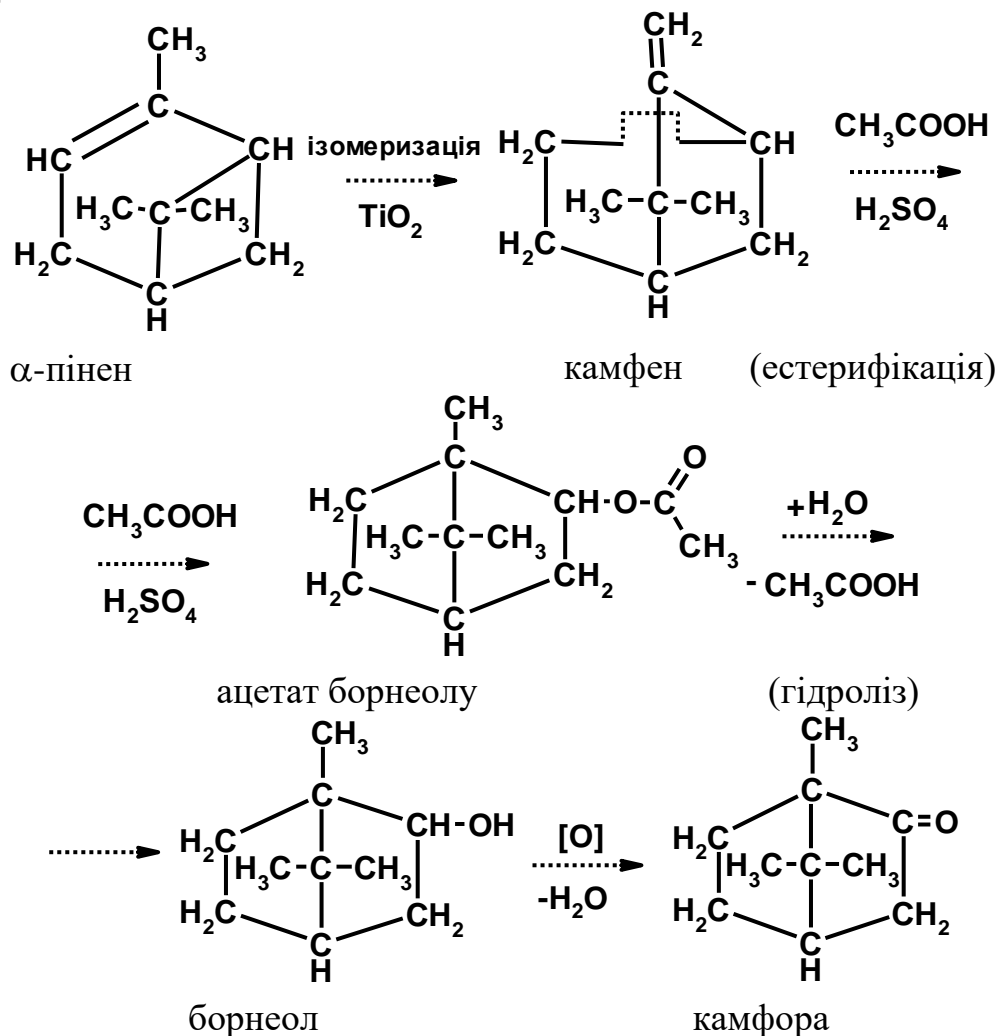


Лимонен легко окиснюється водними розчинами калій манганату(VII):



Задача. Напишіть схему реакцій утворення камфори із α -пінену. Застосування камфори.

Відповідь. α -Пінен є вихідною речовиною для одержання камфори. Цей метод розроблений російським вченим академіком В.Є.Тищенкою:



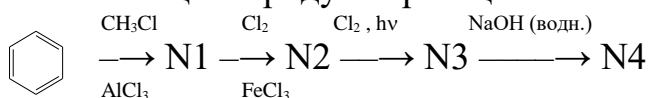
Камфору застосовують для виготовлення целулоїду, кіноплівки, у виробництві вибухових речовин і як лікувальний препарат для стимулювання роботи серця.

4. Контрольні завдання для самоперевірки

18. Виходячи з бензену одержіть: а) о- і п-бромнітробензени; б) м-бромнітробензен.

19. Хімічні властивості етиленових вуглеводнів. Напишіть реакції приєднання: а) бромоводню до пропену; б) хлороводню до 4,4-диметилпент-2-ену.

20. Здійсніть схеми перетворень і назвіть вихідні сполуки, проміжні і кінцеві продукти реакцій:



21. Виходячи із ацетилену, синтезуйте оцтову кислоту, вінілхлорид, хлоропрен, бензен. Застосування утворених сполук. Поясніть природу потрійного зв'язку.

22. Складіть рівняння реакції пент-2-ину із такими сполуками: метанолом, оцтовою кислотою, бромоводнем, амоніачним розчином аргентум оксиду, водою (у присутності солей Меркурію). Назвіть сполуки.

23. Визначте будову двох вуглеводнів складу C_5H_{10} , якщо відомо, що вони обидва знебарвлюють бромну воду, а при окисненні концентрованим розчином калій манганату(VII) один з них утворює ацетон, а другий – мурашину й ізомасляну кислоти. Напишіть рівняння реакцій, назвіть вихідні сполуки.

24. Запропонуйте спосіб синтезу бутадієнового каучуку, використавши неорганічні речовини.

25. Напишіть структурні формули таких сполук: ментану, ментолу, ментону, терпіну. Напишіть рівняння окиснення і відновлення ментолу.

26. Напишіть рівняння реакцій лимонену із такими сполуками: а) воднем; б) бромом; в) хлороводнем; г) розбавленим розчином калій манганату(VII). В яких природних сполуках знаходиться лимонен?

27. Напишіть схему реакцій утворення камфори із α -пінену. Напишіть рівняння взаємодії камфори з гідроксиламіном і відновлення до вторинного спирту. Значення камфори.

28. Складіть схеми реакцій α -пінену із такими речовинами: а) воднем; б) водою; в) хлороводнем; г) розбавленим розчином калій манганату(VII). Значення терпенів.

29. За допомогою яких реакцій можна відрізнити ізомерні вуглеводні складу C_4H_6 : метилциклопропан, циклобутан, бут-1-ен, бут-2-ен? Наведіть приклади реакцій.

30. Напишіть рівняння реакцій циклопропану і циклогексану з бромом, бромоводнем, і поясніть їх з точки зору теорії напруження Байєра.

31. Як буде реагувати стирен (стирол) з такими речовинами: а) бромною водою, б) водним розчином калій манганату(VII) на холоді і при кип'ятінні, в) бромоводнем, г) воднем (з каталізатором платиною). Напишіть рівняння цих реакцій, а також кополімеризацію

стирену і бута-1,3-дієну.

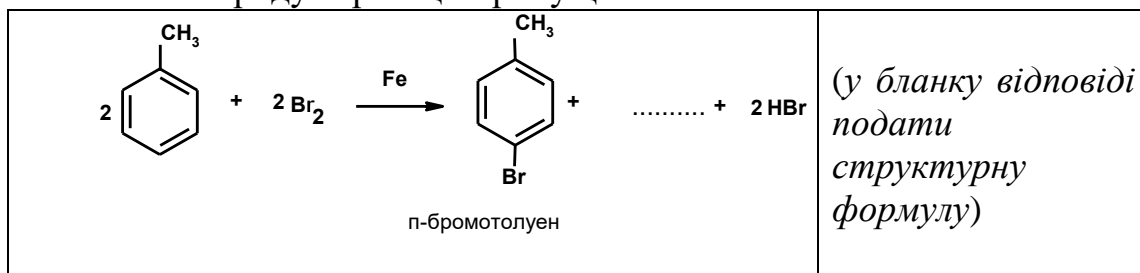
32. Напишіть рівняння реакцій, враховуючи орієнтуючу дію замісників, між такими сполуками: а) *m*-нітротолуеном і хлором (у присутності FeCl₃); б) *m*-ксиленом і нітратною (азотною) кислотою; в) *o*-нітротолуеном і сульфатною (сірчаною) кислотою; г) фенолом і нітратною кислотою.

33. Напишіть рівняння реакцій, враховуючи орієнтуючу дію замісників, між такими речовинами: а) *n*-крезолом і бромом (у присутності FeCl₃); б) толуеном і нітратною(V) (азотною) кислотою; в) хлорбенzenом і нітратною(V) (азотною) кислотою.

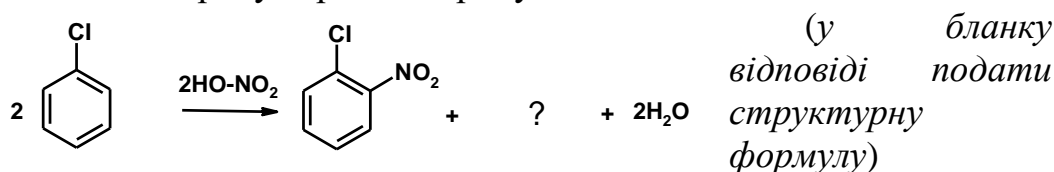
34. Запропонуйте спосіб синтезу полістиролу (полістирену), використавши кальцій карбід.

5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки


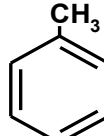
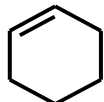
1. Який продукт реакції пропущено?



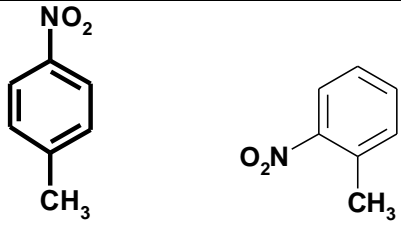
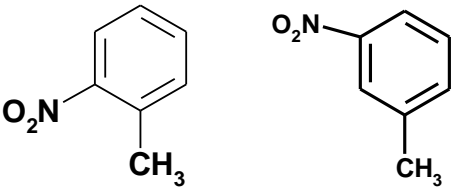
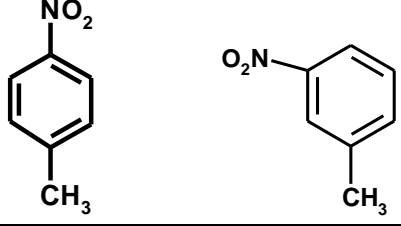
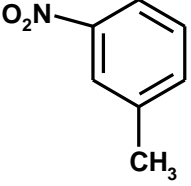
2. Який продукт реакції пропущено?



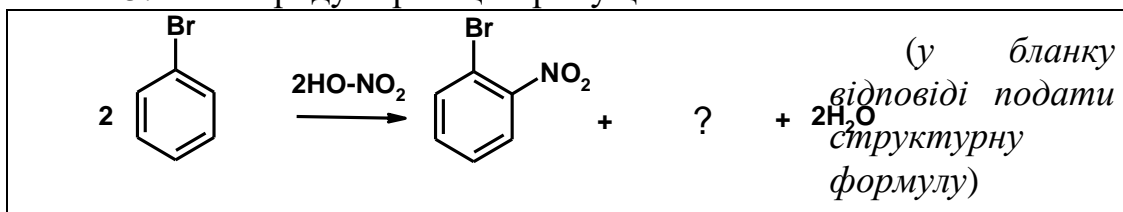
3. Яка з наведених сполук є циклогексаном?

1	CH ₄
2	
3	
4	

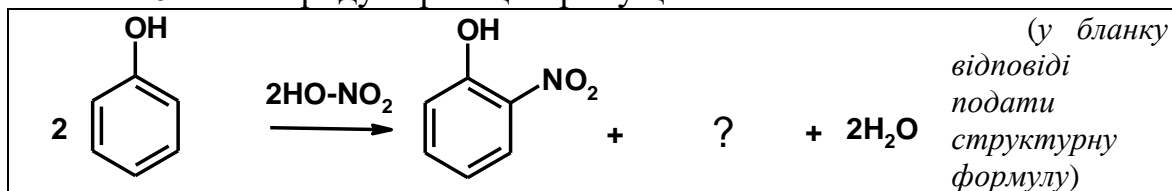
4. При нітруванні толуєну переважно утворюються:

1	
2	
3	
4	

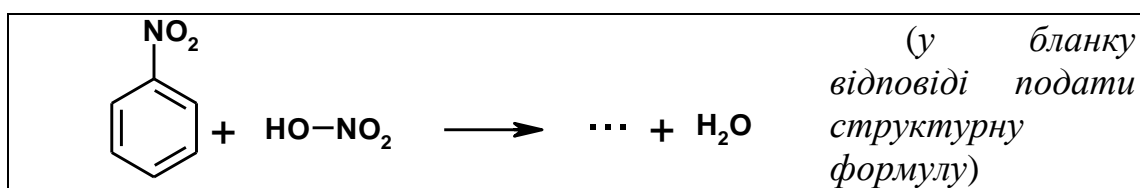
5. Який продукт реакції пропущено?



6. Який продукт реакції пропущено?



7. Який продукт реакції пропущено?



8. Розставити органічні сполуки у відповідності до класу:

А.Арени Б.Циклоалкани В.Терпени	1. Лимонен 2. Бензен 3. Толуен 4. Циклобутан 5. α -Пінен 6. Диметилбензен 7. Циклопентан 8. Циклопропан
---------------------------------------	---

9. Скільки існує ізомерних аренів складу C_8H_{10} :

1	один
2	два
3	три
4	чотири
5	п'ять

10. Виберіть із переліку замісників ті, що відносяться до *орто*-, *пара*-орієтантів:

1	$-NH_2$
2	$-NO_2$
3	$-Cl$
4	$-Br$
5	$-SO_3H$
6	$-COOH$
7	$-CH_3$

11. Виберіть із переліку замісників ті, що відносяться до *мета*-орієтантів:

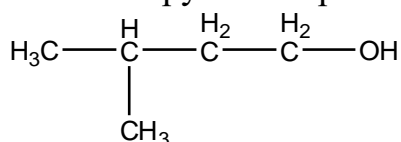
1	$-NH_2$
2	$-NO_2$
3	$-Cl$
4	$-Br$

5	-SO ₃ H
6	-COOH
7	-CH ₃

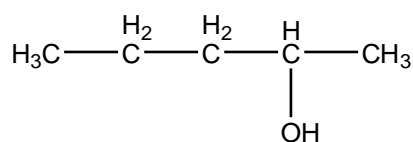
Тема 4. Спирти

Методичні поради

Спирти є похідними вуглеводнів, у яких один або декілька атомів Гідрогену заміщені на гідроксильну групу. Залежно від того, біля якого атома Карбону стоїть гідроксильна група, спирти можуть бути первинними, вторинними і третинними. Окрім того, якщо в молекулі спирту одна гідроксильна група, то він називається одноатомним, якщо дві – двохатомним, три – трьохатомним і т.ін. Гомологічному ряду насичених одноатомних спиртів відповідає формула $C_nH_{2n+1}OH$. Назви спиртів за міжнародною номенклатурою утворюють від назв відповідних вуглеводнів з додаванням закінчення “ол”. Нумерацію починають з того кінця ланцюга, до якого ближче розміщена гідроксильна група. Наприклад,



3-Метилбутан-1-ол



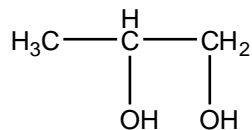
Пентан-2-ол

Для спиртів можлива ізомерія за карбоновим ланцюгом і за місцем положення гідроксильної групи. Зверніть увагу на способи одержання первинних, вторинних і третинних спиртів.

Температура кипіння спиртів вища, ніж відповідних вуглеводнів. Це пояснюється виникненням водневого зв'язку та асоціацією молекул.

Вивчаючи хімічні властивості спиртів, зверніть увагу на реакції окиснення первинних і вторинних, які приводять до утворення альдегідів у першому випадку та у другому – кетонів. За дії галогеноводневих кислот на спирти відбувається заміщення гідроксилу на галоген. Важливою для спиртів є реакція естерифікації з утворенням естерів (складних ефірів) з мінеральними і карбоновими кислотами. Велике значення має реакція утворення етерів (простих ефірів) у результаті виділення молекули води із двох молекул спирту.

Двохатомні спирти або гліколі. Двохатомні спирти за міжнародною номенклатурою мають закінчення “діол” із вказівкою цифрами місця положення гідроксилів. Називають їх ще за відповідними ненасиченими вуглеводнями із закінченням “гліколь”. Наприклад,



пропан-1,2-діол або пропіленгліколь

Хімічні властивості цих спиртів подібні до реакцій одноатомних спиртів, але мають деякі особливості. Етиленгліколь вступає в реакцію з купрум(II) гідроксидом. Це пояснюється тим, що наявність другої функціональної групи зумовлює рухомість гідрогенових атомів у гідроксилах. При відщепленні молекули води від однієї молекули етиленгліколю утворюється етиленоксид, а від двох – внутрішній циклічний етер – діоксан.

Трьохатомні спирти – гліцероли. Гліцерол за міжнародною номенклатурою називається пропан-1,2,3-триол. Поширений в природі в жирах і маслах, які є естерами гліцеролу та вищих жирних кислот. Тому основним методом одержання гліцеролу та є метод омилення жирів. Існують і інші технічні методи його одержання (із пропілену). Як і етиленгліколь, гліцерол містить рухомі атоми Гідрогену в гідроксилах і тому вступає в реакцію з купрум(II) гідроксидом з утворенням купрум(II) гліцерату. Важливе значення мають його естери з мінеральними і карбоновими кислотами, які широко застосовуються в промисловості.

1. Лекція. Одноатомні насичені спирти. -1 год.

1. Розповсюдження у природі. Класифікація спиртів.
2. Основні представники.
3. Номенклатура.
4. Ізомерія.
5. Способи добування.
6. Фізичні властивості.
7. Хімічні властивості.
8. Застосування.

2. Лабораторна робота. Спирти. Одержання та вивчення властивостей спиртів -1 год.

1. Взаємодія етанолу з металічним натрієм

У пробірку наливають 0,1...1 мл етанолу та вносять невеликий шматочок металічного натрію. Спостерігають енергійне виділення газу. При цьому металічний натрій поступово розчиняється з

утворенням натрій етилату. Скласти рівняння реакції взаємодії етилового спирту з металічним натрієм:

Який газ при цьому виділяється?

Натрій етилат нестійкий і в присутності води розкладається з утворенням спирту та лугу. Лужне середовище визначають фенолфталеїном. Скласти рівняння реакції гідролізу натрій етилату.

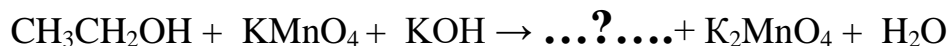
Яке забарвлення має фенолфталеїн у лужному середовищі?

Висновок:

2. Окиснення етанолу розчином калій манганату(VII)

У пробірку наливають 1...2 мл етанолу та 1 мл лужного розчину калій манганату(VII) (1 %-ий KMnO_4 та 10 %-ий Na_2CO_3). Пробірку нагрівають. Етанол окиснюється до оцтового альдегіду.

Закінчити рівняння реакції окиснення етанолу:



Визначити ступені окиснення елементів, скласти схему електронного балансу, знайти коефіцієнти окисно-відновного рівняння.

Висновок:

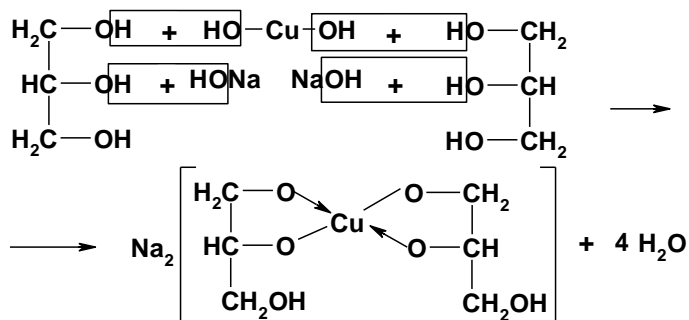
3. Якісна реакція на багатоатомний спирт

Більшість багатоатомних спиртів, які мають гідроксильні групи біля сусідніх атомів Карбону, утворюють з купрум(II) гідроксидом

хелатні сполуки яскраво синього кольору, які розчиняються у воді. Ці сполуки стійкі в лужному середовищі, а в кислому – розкладаються на вихідні речовини.

У пробірку наливають 10 краплин 3 %-го розчину CuSO_4 , додають 1 мл розчину NaOH . Утворюється осад блакитного кольору. Написати реакцію взаємодії купрум(II) сульфату та натрій гідроксиду:

До суміші швидко доливають 3 краплини досліджуваної речовини (гліцеролу). Блакитний осад утвореного купрум(II) гідроксиду розчиняється завдяки утворенню розчинної у воді хелатної сполуки:



Натрій дигліцерат Cu(II)

Якого кольору набуває розчин? Назвіть хелатну сполуку. Які типи зв'язків має хелатна сполука?

Висновки: _____

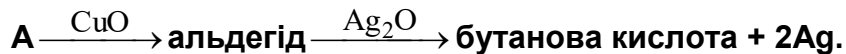
3. Самостійна та індивідуальна робота – 10 год.

Теоретичні питання

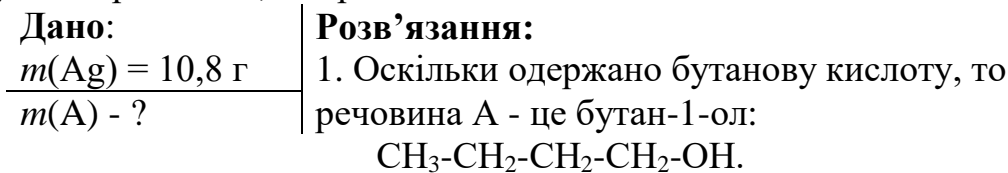
Поняття про багатоатомні спирти. Двох- та трьохатомні спирти. Ізомерія, номенклатура, одержання, властивості та застосування. Етиленгліколь, гліцерол. Поняття про ненасичені спирти.

Приклади розв'язання задач

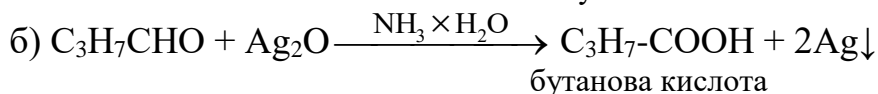
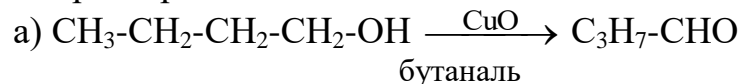
Задача 1. Складіть низку перетворень:



Яка речовина позначена буквою А? Яка маса її витрачена, якщо було одержано 10,8 г срібла.



2. Рівняння перетворень:



$$M(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 74 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ag}) = 108 \text{ г/моль}$$

3. Визначаємо кількість речовини срібла:

$$n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{10,8 \text{ г}}{108 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

4. Визначаємо кількість речовини бутанолу $n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH})$.

З рівнянь видно, що 1 моль $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ відповідає 2 моль Ag .

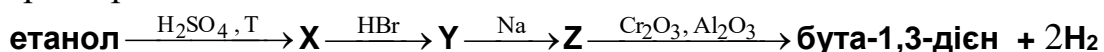
$$\text{Отже } n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 1/2 n(\text{Ag}) = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ (моль)}.$$

5. Визначаємо масу бутанолу:

$$m(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = n(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) \cdot M(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}) = 0,05 \cdot 74 = 3,7 \text{ (г)}.$$

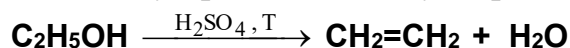
Відповідь: витрачено 3,7 г бутанолу.

Задача 2. Назвіть проміжні продукти в наступній схемі перетворень:



Розв'язання. У даному ланцюзі перетворень, що включає 4 реакції, з етанолу (етилового спирту) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ повинен бути отриманий бута-1,3-дієн $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$.

Нагрівання спиртів із концентрованою сульфатною кислотою H_2SO_4 призводить до їх дегідратації з утворенням алкену. Відщеплення води від етанолу призводить до утворення етену:



Таким чином, речовина X, що утворюється за дегідратації етилового спирту та здатна прореагувати з HBr, є етенем $\text{CH}_2=\text{CH}_2$. Етен - представник алкенів. Як ненасичена сполука, він здатний вступати в реакції приєднання. У результаті приєднання

бромоводню до етену утворюється брометан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$ (речовина **Y**):



Нагріванням брометану в присутності натрію (реакція Вюрца) у лабораторії одержують *n*-бутан (речовина **Z**):



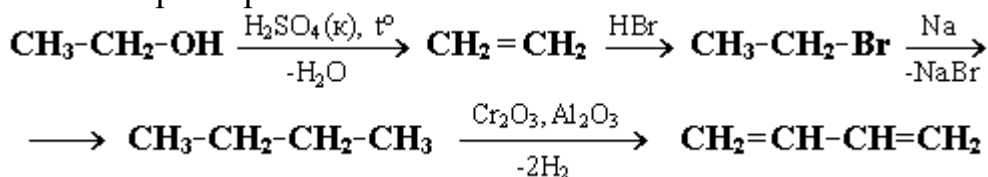
Дегідрування *n*-бутану в присутності каталізатора - один із способів одержання бута-1,3-дієну $\text{CH}_2=\text{CH-CH=CH}_2$:



Відповідь: **X** - етен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; **Y** - брометан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$;

Z - *n*-бутан $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$.

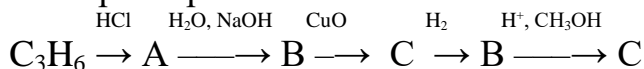
Схема перетворень:



4. Контрольні завдання для самоперевірки

35. Напишіть рівняння реакцій утворення спиртів: а) бутан-2-олу із відповідного алкену; б) первинного амілового спирту і галогенпохідного; в) 2-метилбутан-1-олу відновленням альдегіду; г) гліцеролу омиленням жиру.

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



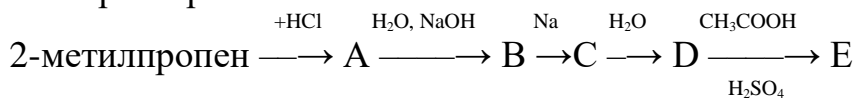
Назвіть сполуки.

37. З якими із наведених нижче речовин реагує пропан-1-ол: HBr , CuO , KMnO_4 , NaOH , H_2SO_4 , Na , пропіонова кислота. Напишіть реакції, вкажіть умови проведення реакцій, назвіть сполуки.

38. Встановіть будову спирту складом $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, якщо при дегідратації утворюється 2-метилпропен, а при окисненні калій манганатом(VII) утворюється речовина, яка вступає в реакцію срібного дзеркала. Напишіть рівняння реакцій, назвіть саполуки.

39. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна розрізнити між собою пропан-1-ол, пропан-2-ол, пропан-1,2-діол.

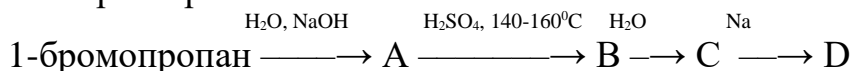
40. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



41. Напишіть рівняння реакцій утворення етиленгліколю із етилену декількома способами. Де використовується етиленгліколь?

Який важливий синтетичний матеріал отримують на основі етиленгліколю.

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



Назвіть утворені сполуки.

43. Складіть рівняння реакцій між такими речовинами: а) натрій фенолятом і хлористим ізопропілом; б) натрій о-крезолятом і розбавленою сульфатною кислотою; в) пікриною кислотою і натрій гідроксидом, а потім брометаном. Назвіть всі сполуки.

44. Як буде реагувати фенол і бензиловий спирт з такими речовинами: а) водним розчином NaOH; б) металічним натрієм; в) бромоводнем; г) оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти); д) бромом; є) FeCl₃? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

45. Запропонуйте спосіб синтезу ізопропілового спирту, виходячи з метану.

46. Запропонуйте спосіб синтезу гліцеролу, використавши неорганічні речовини.

47. Запропонуйте спосіб синтезу фенолоформальдегідної смоли, виходячи з вуглецю та кальцію.

48. Гербіциди 2,4-Д і 2,4,5-Т отримують при взаємодії моноклороцтової кислоти і хлорпохідних фенолу. Напишіть реакції утворення цих гербіцидів.

49. Які речовини утворюються якщо на п-крезол подіяти: а) водним розчином NaOH; хлористим ацетилом; в) розбавленою нітратною(V) (азотною) кислотою; г) оцтовим ангідридом; д) бромною водою; є) цинковим пилом? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

50. Який об'єм (н.у.) водню можна добути при взаємодії 80 г метанолу з 70 г металічного натрію?

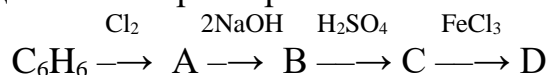
51. Яку масу чистого фенолу треба взяти, щоб виготовити 3 кг 2 %-го (за масою) розчину карболової кислоти ?

52. Напишіть рівняння реакції гліцеролу: а) з бромистим етилом; б) з оцтовим ангідридом; в) з пентахлоридом фосфору. Назвіть продукти реакцій.

53. На прикладі фенолу дайте характеристику реакційної здатності сполук цього класу. Наведіть найтипівші реакції по гідроксильній групі і по бензеновому кільцю. Якою реакцією можна підтвердити наявність фенольного гідроксилу.

54. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна

здійснити перетворення:



5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Вкажіть за міжнародною номенклатурою назву вторинного спирту, формула якого $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$.

(у бланку відповідей подати назву одним словом)

2. Позначте ознаку перебігу реакції, що дозволяє відрізнити насичені багатоатомні спирти від насичених одноатомних спиртів:

1	утворення „срібного дзеркала” в реакції з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду
2	знебарвлення бромної води
3	утворення синього розчину в реакції з купрум(II) гідроксидом в лужному середовищі
4	знебарвлення розчину калій манганату(VII).

3. Обчисліть і вкажіть відносну молярну масу метанолу, якщо відносна атомна маса Карбону – 12, Гідрогену – 1, Оксигену – 16.

(у бланку відповідей подати цифрою з точністю до цілих)

4. Якій формулі відповідає назва 3,3-диметилбутан-1-ол?

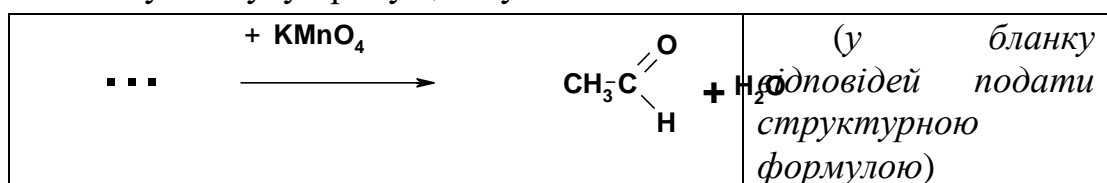
1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{OH} \end{array}$
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
3	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array}$

5. Установіть відповідність між назвою спирту та його формулою:

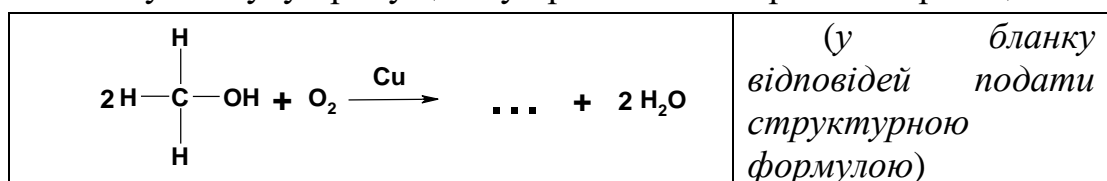
Назва речовини	Формула речовини
----------------	------------------

1. етан-1,2-діол (етиленгліколь)	А. $\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_2\text{OH}$
2. пропан-1,2-діол	Б. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
3. пропан-1,3-діол	В. $\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
4. пропан-1,2,3-триол (гліцерол)	Г. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

6. Яку сполуку пропущено у лівій частині схеми окиснення?



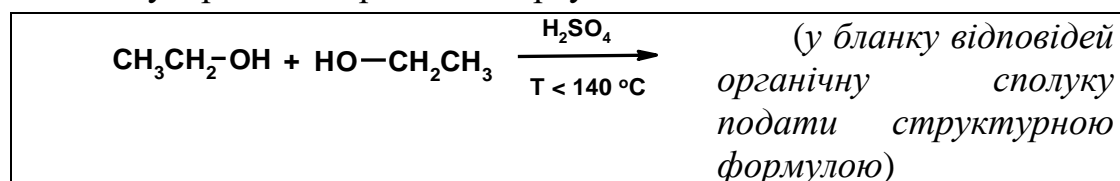
7. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння реакції ?



8. Знайти відповідність спирту й оксисполуки, яку можна одержати окисненням відповідного спирту.

Спирти	Оксисполуки
1. етанол	А. HCHO
2. пропан-2-ол	Б. CH_3-CHO
3. пропан-1-ол	В. $\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$
4. метанол	Г. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$
5. пентан-2-ол	Д. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
6. бутан-1-ол	Е. $\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

9. Яку органічну сполуку одержують за рівнянням міжмолекулярної дегідратації спирту?



10. Який вуглеводень можна одержати за нагрівання етанолу з концентрованою сульфатною кислотою?

1	Етан
2	Етен
3	Етин
4	Пропін
5	Пропен

11. Гідратація спиртів здійснюється згідно правила:

1	Зайцева
2	Марковникова
3	Попова
4	Ельтекова
5.	Кучерова

12. 2-Метилпропан-2-ол - це:

1	Третинний спирт
2	Первинний спирт
3	Вторинний спирт
4	Четвертинний спирт

Тема 5. Феноли

Методичні поради

Феноли – похідні ароматичних вуглеводнів, які містять гідроксильну групу біля атома Карбону, що знаходиться в бензеновому кільці. Фенол і його гомологи добувають з кам'яновугільної смоли. Синтетично фенол одержують кумольним способом, а також сплавлянням натрієвої солі бензенсульфокислоти з їдким натром. За своїми властивостями феноли відрізняються від спиртів. У молекулі фенолу неподільна пара електронів атома Оксигену перебуває в спряженні з π -електронною системою ароматичного ядра. Таке відтягування електронної густини від атома Гідрогену у бік кільця компенсоване зсувом електронної густини від атома Гідрогену до атома Оксигену. Завдяки цьому фенол набуває кислотних властивостей і з лугами утворюється феноляти. З іншого боку, під впливом гідроксильної групи атома Гідрогену в орто- і пара-положеннях набирають більшої рухливості і досить легко заміщуються на бром, нітро- і сульфогрупи. При взаємодії з $Fe(III)$ хлоридом феноли дають забарвлені сполуки. Ця реакція застосовується для якісного виявлення фенолів. Фенол і його гомологи мають велике значення як у промисловості, так і в сільському господарстві і є вихідними речовинами для синтезу пластичних мас (типу бакелітів), синтетичних смол та ін. Їх похідні набули великого застосування як гербіциди і стимулятори росту рослин, 2,4-Д, 2М-4Х, 2,3,5-Т.

Велике значення мають також двохатомні і трьохатомні феноли: пірокатехол, резорцинол, гідрохінон, пірогалол і флороглюцин. При окисненні гідрохінону утворюється хінон. Молекулярна сполука хінону з гідрохіноном називається хінгідроном.

1. Самостійна та індивідуальна робота – 4 год

Теоретичні питання

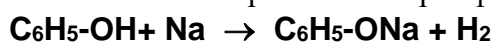
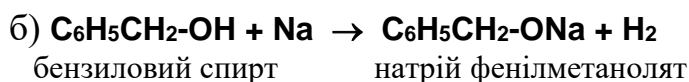
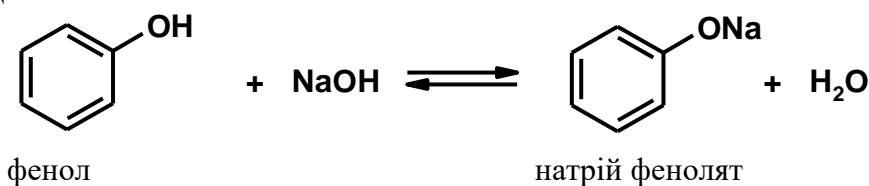
Феноли. Окремі представники. Знаходження в природі. Будова, номенклатура, ізомерія фенолів. Одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Одержання, властивості та застосування у технології деревообробки фенолоформальдегідної смоли. Двох- та трьохатомні феноли (резорцинол, пірокатехол, гідрохінон, пірогалол, флороглюцин). Хімічні властивості та застосування.

Приклади розв'язання задач

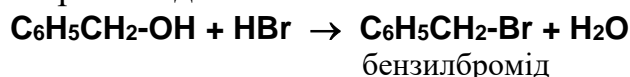
Задача. Як будуть реагувати фенол і бензиловий спирт з такими речовинами: а) водним розчином NaOH; б) металічним натрієм; в) бромоводнем; г) оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти); ґ) бромом; д) FeCl₃? Напишіть рівняння реакцій. Назвіть продукти.

Відповідь:

а) бензиловий спирт C₆H₅CH₂-OH з водним розчином NaOH не взаємодіє.



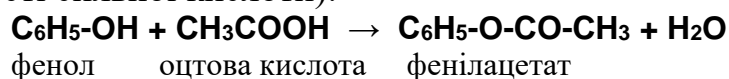
в) реакція з бромоводнем:



Фенол з бромоводнем не взаємодіє.

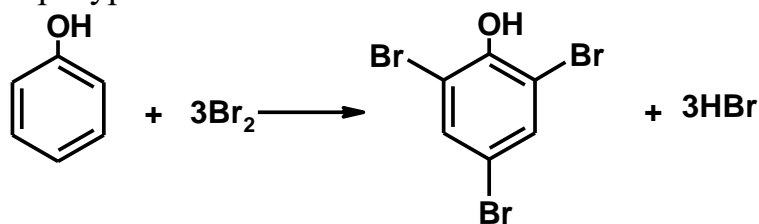
г) реакція з оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти):

Для одержання естерів феноли та спирти нагрівають з кислотами (за присутності сильної кислоти):



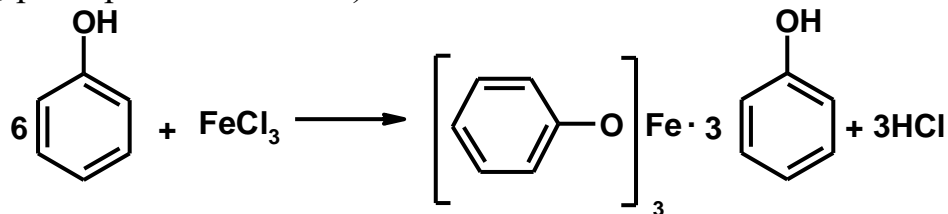
ґ) реакція з бромом: бензиловий спирт C₆H₅CH₂-OH з бромом без каталізатора не взаємодіє.

За дії бромної води на фенол утворюється 2,4,6-трибромфенол за кімнатної температури:



Ця реакція є якісною на фенол – він знебарвлює бромну воду.

д) реакція з FeCl_3 (формулу продукту реакції наведено у спрощеному вигляді, насправді утворюється комплексна сполука, склад якої залежить від умов проведення реакції: співвідношення реагентів, рН середовища тощо):



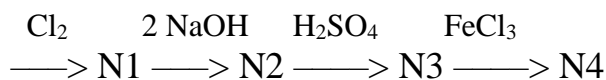
фенол

ферум(III) фенолят

Бензиловий спирт $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{-OH}$ з водним розчином FeCl_3 не взаємодіє.

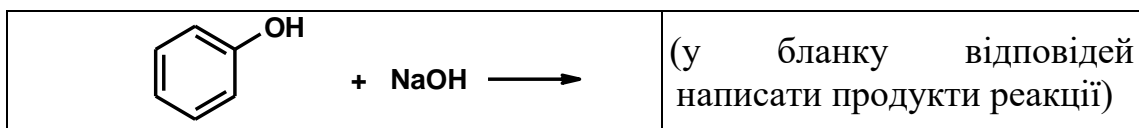
2. Контрольні завдання для самоперевірки

- Складіть рівняння реакцій між такими речовинами: а) натрій фенолятом і хлористим ізопропілом; б) натрій *o*-крезолятом і розбавленою сульфатною кислотою. Назвіть всі сполуки.
- Як буде реагувати фенол з такими речовинами: а) водним розчином NaOH ; б) металічним натрієм; в) бромоводнем; г) оцтовою кислотою (у присутності сульфатної кислоти); д) бромом; е) FeCl_3 ? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.
- Які речовини утворюються якщо на *n*-крезол подіяти: а) водним розчином NaOH ; хлористим ацетилом; в) розбавленою азотною кислотою; г) оцтовим ангідридом; д) бромною водою; е) цинковим пилом? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.
- Скільки чистого фенолу треба взяти, щоб виготовити 3кг розчину карболової кислоти з масовою часткою 2%?
- На прикладі фенолу дайте характеристику реакційної здатності сполук цього класу. Наведіть найтипівіші реакції по гідроксильній групі і по бензольному кільцю. Якою реакцією можна підтвердити наявність фенольного гідроксилу.
- Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення:



3. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

- Які сполуки одержують за рівнянням реакції ?



2. Яку назву має органічна речовина, що утворює з водним розчином NaOH натрій фенолят?

(у бланку відповідей подати одним словом)

3. Кількісна реакція на фенол – взаємодія з надлишком бромної води. Яка сполука при цьому утворюється у вигляді білого осаду?

1	2,4-Дибромфенол
2	2-Бромфенол
3	3-Бромфенол
4	4-Бромфенол
5	2,4,6-Трибромфенол

4. Якісна реакція на фенол – поява фіалетового забарвлення при взаємодії фенолу з водним розчином неорганічної сполуки. Якої?

1	CuSO ₄
2	FeCl ₃
3	Cu(OH) ₂
4	NaOH

5. Яку масу фенолу треба взяти для одержання 200 г 5%-го розчину карболової кислоти?

(у бланку відповідей масу фенолу подати цифрою у грамах)

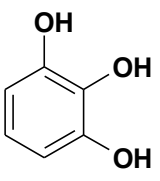
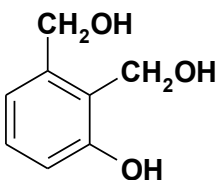
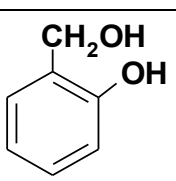
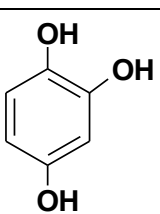
6. Карболова кислота (використовується як дезінфікуючий засіб) це:

1.	5 % водний розчин фенолу
2.	40 % водний розчин формальдегіду
3.	40 % водний розчин етанолу
4.	концентрована HNO ₃ + H ₂ SO ₄
5.	5 % водний розчин оцтової кислоти

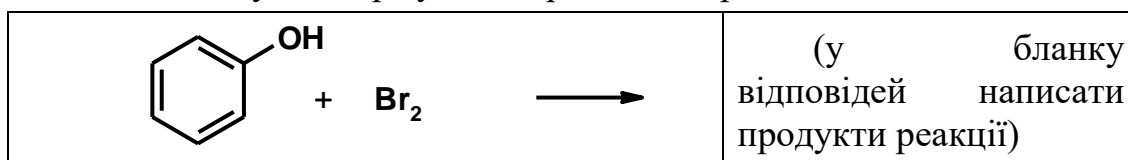
7. Яка функціональна група є спільною для спиртів та фенолів:

1	-NH ₂
2	-OH
3	-COH
4	-Br
5	-SO ₃ H
6	-COOH
7	-CH ₃

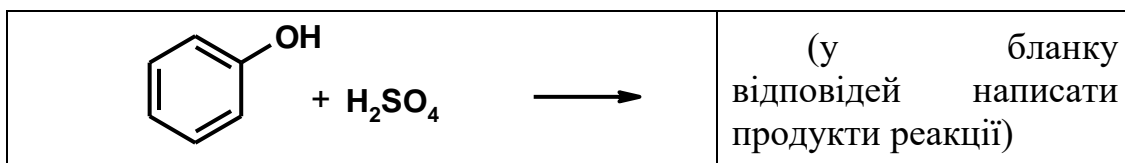
8. Вкажіть формули трьохатомних фенолів:

1	
2	
3	
4	

9. Які сполуки одержують за рівнянням реакції ?



10. Які сполуки одержують за рівнянням реакції ?



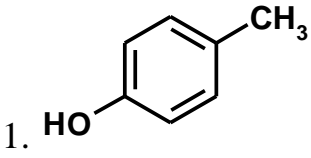
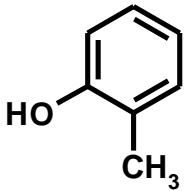
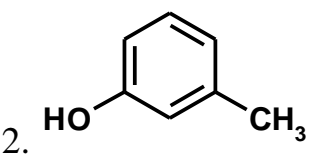
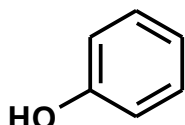
11. Яка важлива хімічна властивість фенолів відрізняє їх від одноатомних спиртів?

1	Здатність взаємодіяти з лугами;
2	Здатність взаємодіяти з кислотами;
3	Здатність до взаємодії з металічним натрієм;
4	Здатність до утворення етерів (простих ефірів).

12. Які властивості проявляє фенол, реагуючи з натрій гідроксидом?

1	Кислотні
2	Оснoвні
3	Амфотерні
4	Окисні

13. Яку структуру має *o*-крезол ?

1. 	3. 
2. 	4. 

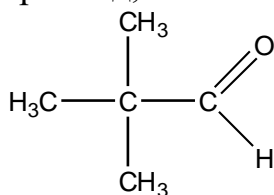
Тема 6. Альдегіди і кетони

Методичні поради

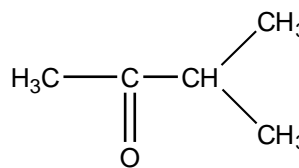
Для альдегідів і кетонів характерна наявність карбонільної групи $>C=O$ в молекулах, причому у альдегідів вона зв'язана з одним вуглеводневим радикалом і одним атомом Гідрогену, а в молекулах кетонів карбонільна група зв'язана з двома вуглеводневими радикалами (однаковими або різними).

Молекули альдегідів мають будову $R-C(=O)H$, а кетонів – $R-C(=O)R'$

Ізомерія альдегідів залежить від ізомерії радикалів, а кетонів – від ізомерії радикалів і від місця положення карбонільної групи. Назву альдегідів за міжнародною номенклатурою утворюють від відповідних вуглеводнів з додаванням закінчення “аль”, для кетонів – “он”. Наприклад,



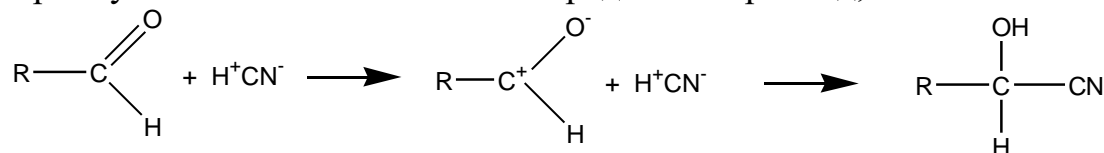
2,2-Диметилпропаналь



3-метилбутан-2-он

Альдегіди і кетони одержують окисненням спиртів. Можна також одержати при гідролізі дигалогенпохідних вуглеводнів.

Хімічні властивості альдегідів і кетонів зумовлені головним чином наявністю карбонільної групи $>C=O$. Тому найбільш характерними для них є реакції приєднання, які ідуть за рахунок розриву подвійного зв'язку між Карбоном і Оксигеном. Приєднуються такі речовини: H_2 , $NaHSO_3$, HCN , $RMgX$, ROH , та ін. При цьому до Оксигену приєднуються частинки з позитивними зарядами, а до Карбону - частинки з негативним зарядом. Наприклад,



Для альдегідів і кетонів характерні реакції окиснення. Перші окиснюються легше і утворюють кислоти з тією ж кількістю атомів Карбону. Другі окиснюються значно важче і з розривом ланцюга атомів Карбону.

Реакція заміщення для альдегідів і кетонів відбувається за Оксигеном карбонільної групи, який може заміщуватися на галогени (при взаємодії з PCl_5), залишки гідроксиламіну, гідразину. Наявність карбонільної групи впливає на рухливість атомів Гідрогену радикала в α -положенні. Ці атоми легко можуть заміщуватися на галогени та інші групи. За рахунок цих Гідрогенів ідуть реакції альдольної та кротонової конденсації.

1. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год

Теоретичні питання

Альдегіди та кетони. Гомологічний ряд, ізомерія, номенклатура. Одержання, фізичні та хімічні властивості (реакції приєднання, окиснення, заміщення, полімеризації та поліконденсації). Окремі представники: формальдегід, ацетон. Поняття про ненасичені та ароматичні альдегіди і кетони. Застосування альдегідів і кетонів.

Приклади розв'язання задач

Задача 1. Який об'єм метаналю (н.у.) треба розчинити у воді масою 315 г для одержання формаліну з масовою часткою метаналю 40 %?

Дано:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= 315 \text{ г} \\ w(\text{НСНО}) &= 40 \% \end{aligned}$$

$$V(\text{НСНО}) - ?$$

Розв'язання:

1. 100 г розчину з масовою часткою метаналю 40 % містить 40 г метаналю та $100 - 40 = 60$ (г) води.

2. У 315 г води необхідно розчинити метаналю:
 $(40 \times 315) : 60 = 210$ (г).

3. Визначаємо кількість речовини метаналю $n(\text{НСНО})$:

$$M(\text{НСНО}) = 30 \text{ г/моль.}$$

$$n(\text{НСНО}) = 210/30 = 7 \text{ (моль).}$$

4. Знаючи, що 1 моль газу за нормальних умов (н.у.), якщо вважати його ідеальним, займає 22,4 л, обчислимо об'єм метаналю:

$$V(\text{НСНО}) = 22,4 \times 7 = 156,8 \text{ (л).}$$

Відповідь: об'єм метаналю становить 156,8 л.

Задача 2. Яку масу оцтового альдегіду можна одержати з 300 г технічного карбїду кальцію, якщо масова частка домішок у ньому складає 20 %, а масова частка виходу органічної речовини на першій стадії становить 90 %, а на другій - 76 %?

Дано:

$$m(\text{CaC}_2 \text{ техн.}) = 300 \text{ г}$$

$$w(\text{домішок}) = 20 \%$$

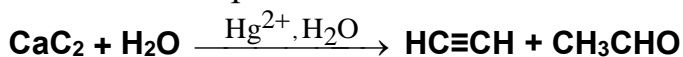
$$\eta(\text{HC}\equiv\text{CH}) = 90 \%$$

$$\eta(\text{CH}_3\text{CHO}) = 76 \%$$

$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) - ?$$

Розв'язання:

1. Схема реакції:



2. Маса чистого карбіду кальцію складає 80 % від 300 г, тобто:

$$m(\text{CaC}_2) = m(\text{CaC}_2 \text{ техн.}) \times 0,8 = 300 \text{ г} \times 0,8 = 240 \text{ г}$$

3. $M(\text{CaC}_2) = 64 \text{ г/моль}$. Отже, взято чистого карбіду кальцію кількістю речовини:

$$n(\text{CaC}_2) = m(\text{CaC}_2) : M(\text{CaC}_2) = 240 \text{ г} : 64 \text{ г/моль} = 3,75 \text{ моль}$$

4. На першій стадії синтезу буде одержано:

$$n_{\text{практ.}}(\text{HC}\equiv\text{CH}) = n(\text{HC}\equiv\text{CH}) \times \eta(\text{HC}\equiv\text{CH})$$

$$n_{\text{практ.}}(\text{HC}\equiv\text{CH}) = 3,75 \text{ моль} \times 0,9 = 3,375 \text{ моль}$$

5. На другій стадії синтезу буде одержано:

$$n_{\text{практ.}}(\text{CH}_3\text{CHO}) = n_{\text{практ.}}(\text{HC}\equiv\text{CH}) \times \eta(\text{CH}_3\text{CHO})$$

$$n_{\text{практ.}}(\text{CH}_3\text{CHO}) = 3,375 \text{ моль} \times 0,76 = 2,565 \text{ моль}$$

6. $M(\text{CH}_3\text{CHO}) = 44 \text{ г/моль}$.

$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = n_{\text{практ.}}(\text{CH}_3\text{CHO}) \times M(\text{CH}_3\text{CHO})$$

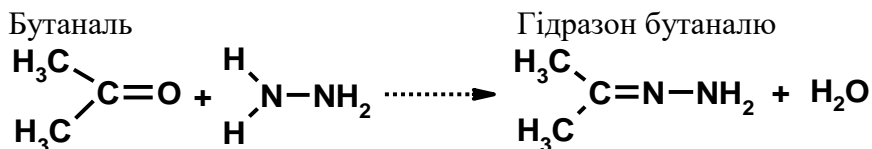
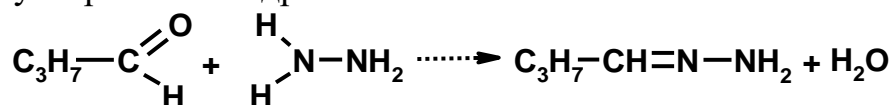
$$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 2,565 \text{ моль} \times 44 \text{ г/моль} = 112,86 \text{ г} \approx 113 \text{ г.}$$

Відповідь: можна одержати 113 г оцтового альдегіду.

Задача 3. З якими із перерахованих нижче речовин реагує ацетон і масляний альдегід: а) гідразин; б) PCl_5 ; в) амоніачний розчин аргентум оксиду; г) ціанідна кислота? Напишіть рівняння реакцій. Назвіть продукти.

Розв'язання:

а) **взаємодія з гідрразином.** За дії на альдегіди та кетони гідразину ($\text{NH}_2\text{-NH}_2$) утворюються гідразони:

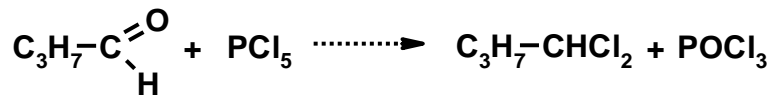


Ацетон (пропанон)

Гідразон ацетону

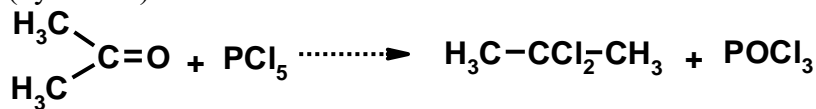
(пропанону)

б) **дія пентахлориду фосфору.** Під час взаємодії пентахлориду фосфору з молекулами альдегіду чи кетону атом Оксигену заміщується на два атоми галогену:



Масляний альдегід
(бутаналь)

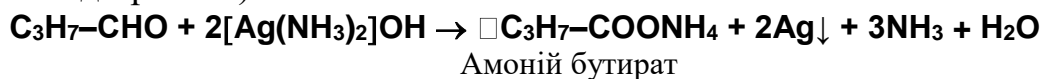
1,1-Дихлоробутан



Ацетон (пропанон)

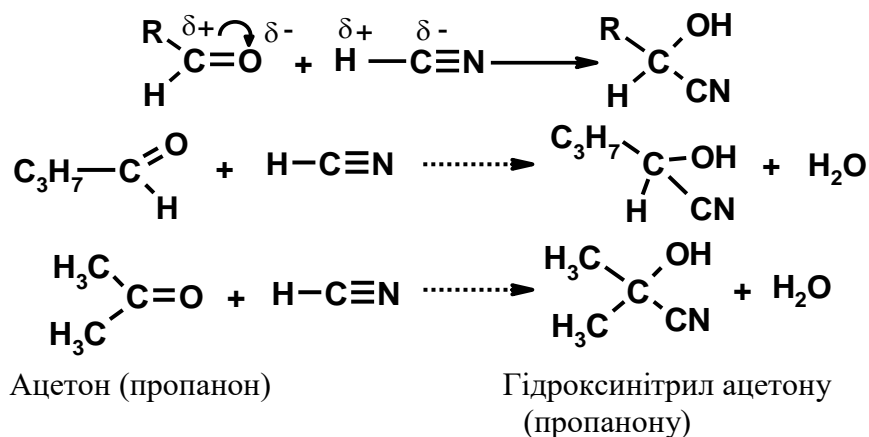
2,2-Дихлоропропан

в) взаємодія з амоніачним розчином аргентум оксиду («реакція срібного дзеркала»):



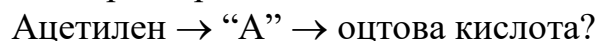
Кетони такої реакції не дають.

г) приєднання ціанідної (синильної) кислоти. Альдегіди та кетони приєднують синильну кислоту за присутності лугів з утворенням гідроксинітрилів (ціангідринів):



2. Контрольні завдання для самоперевірки

55. Визначте будову вуглеводню C_6H_{12} , якщо відомі такі його властивості: а) взаємодіє з бромом, утворюючи $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{Br}_2$; б) приєднує бромоводень; в) при гідруванні утворює 2-метилпентан; г) при озонуванні і розкладанні озоніду водою утворюється оцтовий і ізомасляний альдегіди, а при окисненні концентрованим розчином перманганату калію – оцтову та ізомасляну кислоти. Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки. Яку молекулярну масу має речовина “А” в ланцюзі перетворень:



56. Напишіть рівняння реакцій метилетилкетону і пропіонового альдегіду із речовинами: а) фенілгіdraзином; б) атомарним воднем; в) ціанідою кислотою; г) PCl_5 . Назвіть продукти реакцій. Скільки ізомерних сполук складу $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ є альдегідами?

57. Які із спиртів: 2-метилпропан-1-ол, 2-метилпропан-2-ол, бутан-1-ол, бутан-2-ол, можуть утворити альдегіди при окисненні? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

58. З якими із перерахованих нижче речовин реагує ацетон і масляний альдегід: а) гідразин; б) PCl_5 ; в) амоніачний розчин аргентум оксиду; г) цианідна кислота? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

59. З якими із перерахованих нижче речовин реагують диетилкетон і 2-метилпропаналь: а) фенілгідразин; б) реактив Фелінга; в) атомарний водень; г) натрій гідрогенсульфіт? Напишіть рівняння реакцій. Назвіть сполуки. Обчисліть масу срібла, що утворилося за реакцією “срібного дзеркала”, якщо до амоніачного розчину аргентум оксиду додали водний розчин етаналю масою 200 г і масовою часткою альдегіду 3,3 %.

60. З якими із перерахованих нижче речовин реагують 3-метилбутан-2-он і пропіоновий альдегід: а) амоніачний розчин аргентум оксиду; б) амоніак; в) гідроксиламін; г) PCl_5 ? Напишіть рівняння реакцій і назвіть сполуки.

61. Масові частки С, Н, О в альдегіді становлять відповідно 62,1, 10,3 та 27,6 %. Який об’єм водню (н.у.) буде потрібний для відновлення 29 г цього альдегіду до спирту? Синтезуйте цей альдегід, виходячи з метану.

62. Напишіть рівняння реакцій альдольної, кротонової та складно-ефірної конденсації масляного і пропіонового альдегідів.

63. Які наведених речовин: метаналь, метанова кислота, етанол, фенол, пропаналь, дають реакцію “срібного дзеркала”? Як розрізнити ці речовини? Напишіть відповідні реакції.

64. У трьох пробірках без етикеток знаходяться: н-бутиловий спирт, оцтовий альдегід і ацетон. За допомогою яких хімічних реакцій можна розрізнити ці сполуки? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

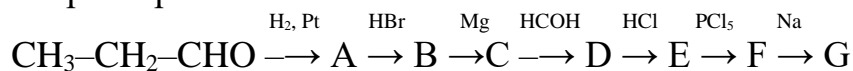
65. Яка маса етаналю утворилася при окисненні етанолу (вихід – 75 %), якщо при взаємодії такої самої маси спирту з металічним натрієм утворилося 5,6 л водню (н.у.)?

66. У трьох пробірках без етикеток знаходяться: пропан-1,2-діол, бутанон і пропаналь. За допомогою яких хімічних реакцій можна розрізнити ці речовини? Напишіть рівняння реакцій, назвіть сполуки.

67. Ацетилен об’ємом 14 л (н.у.) було введено в реакцію Кучерова. Речовину, що одержали при цьому, окиснили купрум(II) гідроксидом, після чого піддали взаємодії з етанолом у присутності сульфатної кислоти. Розрахуйте вихід продукту реакції, якщо його

було одержано 38,5 г?

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



69. Який об'єм (за нормальних умов) формальдегіду необхідно розчинити у 500 г води, щоб добути 40 %-ий (за масою) розчин формальдегіду (формалін). Яка маса формаліну буде добута?

70. Напишіть рівняння реакцій: а) окиснення метилетилкетону; б) окиснення пропаналу; в) альдольної конденсації пропаналу; г) окиснення 2-метилпентан-3-олу.

71. При пропусканні суміші 96 кг метанолу та повітря крізь реактор з розжареної мідною сіткою одержали 72 кг метаналу. Визначте вихід цієї речовини.

72. Який об'єм повітря необхідно взяти, щоб добути метаналь з 1120 л метану (н.у.)?

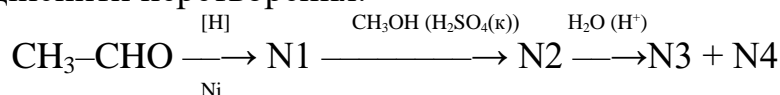
73. Який об'єм формальдегіду необхідно розчинити у 500 г води, щоб добути формалін з масовою часткою формальдегіду 40 %. Об'єм обчислити за нормальних умов. Яка маса формаліну буде добута? Напишіть всі відомі Вам способи одержання пропаналу.

74. У результаті повного відновлення амоніачного розчину аргентум оксиду оцтовим альдегідом утворилося 5,4 г срібла. Яку масу альдегіду було при цьому окиснено? Напишіть всі відомі Вам способи одержання метилетилкетону.

75. Способи одержання альдегідів і кетонів. Напишіть рівняння реакції одержання масляного альдегіду і метилпропілкетону окисненням відповідних спиртів.

76. З технічного карбїду кальцію масою 40 г (з масовою часткою основної речовини 80 %) добуто ацетилен, з якого за реакцією Кучерова одержали альдегід. Яку масу аргентум оксиду необхідно взяти, щоб окиснити весь добутий альдегід до кислоти?

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



78. Напишіть рівняння реакцій: а) окиснення диетилкетону; б) кротонової конденсації бутанала; в) окиснення 2-метилпропан-1-олу; г) одержання оксинїтрилу із пентан-2-ону.

79. Які об'єми ацетилену та води потрібно ввести у реакцію, щоб одержати 90 кг ацетальдегіду, масова частка якого в кінцевому продукті становить 98 %?

80. Яку масу оцтового альдегіду можна одержати з 300 г

технічного карбїду кальцію, якщо домішки в ньому складають 20 %, а вихід органічної речовини на першій стадії становить 90 %, а на другій - 76 %?

81. Напишіть формули таких ненасичених альдегідів і кетонів: а) пропеналь; б) гекса-1,5-дієн-3-он; в) 2,7-диметилокта-2,6-дієналь. Наведіть реакції, що характеризують хімічні властивості цих речовин.

82. Яка маса срібла може виділитися при взаємодії формаліну з амоніачним розчином аргентум оксиду, що був приготовлений з 1,2 г аргентум оксиду?

83. Речовина складу $C_5H_{10}O$ дає реакцію на альдегідну групу з амоніачним розчином аргентум оксиду, а при взаємодії з гідразином утворює сполуку складу $C_5H_{12}N$, яка при нагріванні з лугом у присутності платини виділяє азот і утворює н-пентан. Визначте будову вихідної речовини, напишіть рівняння реакцій.

84. Який об'єм метаналю (н.у.) треба розчинити у воді масою 315 г для одержання формаліну з масовою часткою метаналю 40 %?

85. Ацетон у суміші з фенолом одержують у промисловості за кумольним методом Сергеева-Удріса. Яку масу ацетону можна одержати з 112 м^3 пропілену (н.у.), якщо масова частка виходу на першій стадії становить 75 %, а на другій – 80 %? Наведіть реакції, що характеризують хімічні властивості пентан-2-ону.

86. Визначте, яка кількість речовини метаналю міститься у 3000 мл його водного розчину густиною 1,06 г/мл, якщо масова частка альдегіду становить 20 %. Запропонуйте спосіб одержання ацетону із кальцієвої солі відповідної карбонової кислоти.

87. Яку масу аргентум оксиду треба взяти, щоб окиснити 29 г пропіонового альдегіду? Запропонуйте спосіб одержання пропіонового альдегіду із відповідного алкану.

88. При окисненні 6 г пропан-1-олу було одержано пропаналь. Обчисліть вихід продукту реакції, якщо за дії на нього надлишком амоніачного розчину аргентум оксиду виділилося 16,2 г металу. Запропонуйте спосіб одержання масляного альдегіду із відповідного алкану.

89. Визначте масову частку формальдегіду у розчині формаліну, який одержали після розчинення у 210 мл води формальдегіду, що утворився при окисненні 3 моль метану. Запропонуйте спосіб одержання оцтового альдегіду із вугілля та водню.

90. Добутий з 76,8 г метанолу формальдегід розчинили в 120 г води. Обчисліть масову частку формальдегіду у формаліні, що при цьому утворився, якщо він містить 12,8 г метанолу, що не

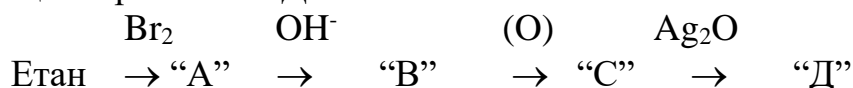
прореагував. Охарактеризуйте фізичні та хімічні властивості метаналу.

91. Речовина складу C_4H_8O при взаємодії з фенілгідразином дає сполуку $C_{10}H_{14}N_2$, з натрій гідрогенсульфатом(IV) утворює кристалічний осад, дає реакцію срібного дзеркала. Визначте будову вихідної речовини, напишіть рівняння відповідних реакцій.

92. У промисловості формальдегід виробляють безпосереднім окисненням метану киснем повітря над каталізатором. Яку масу 40 %-го водного розчину формальдегіду можна одержати з $4,48 \text{ м}^3$ метану?

93. Що таке гліцероловий альдегід? Як його одержати? Навести структурні формули D- і L-гліцеролових альдегідів.

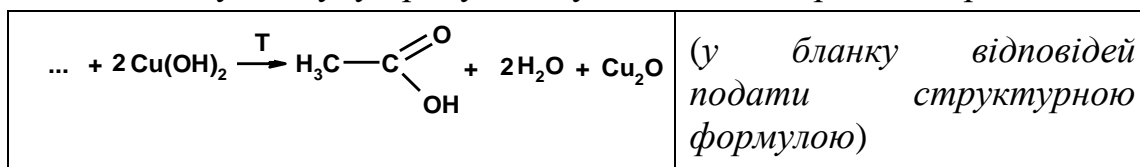
94. Знайдіть співвідношення атомів гідрогену та кисню в кінцевій речовині "Д":



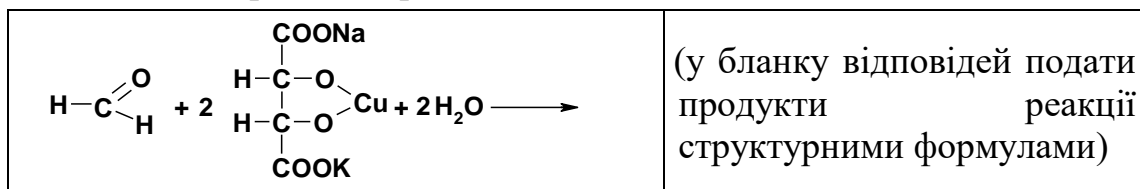
95. Речовина складу C_4H_8O при взаємодії з фенілгідразином дає сполуку $C_{10}H_{14}N_2$, з натрій гідрогенсульфітом утворює кристалічний осад, дає реакцію срібного дзеркала. Визначте будову вихідної речовини, напишіть рівняння відповідних реакцій.

3. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

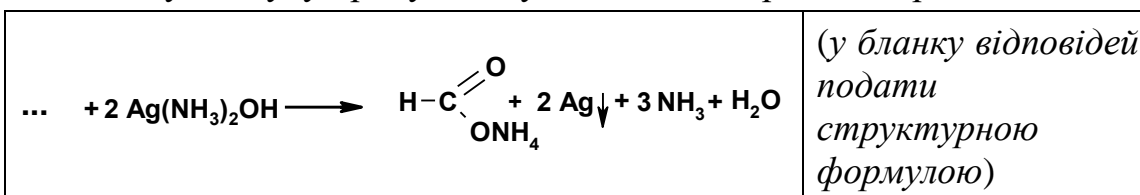
1. Яку сполуку пропущено у лівій частині рівняння реакції ?



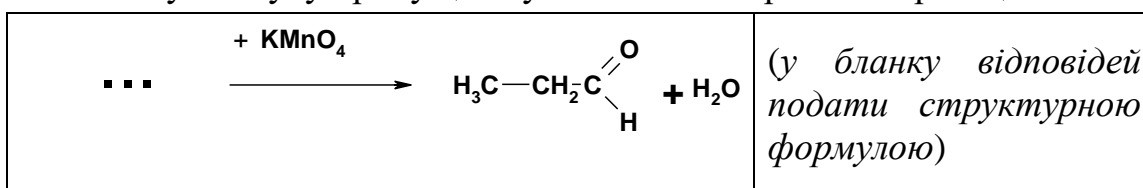
2. Дописати рівняння реакції.



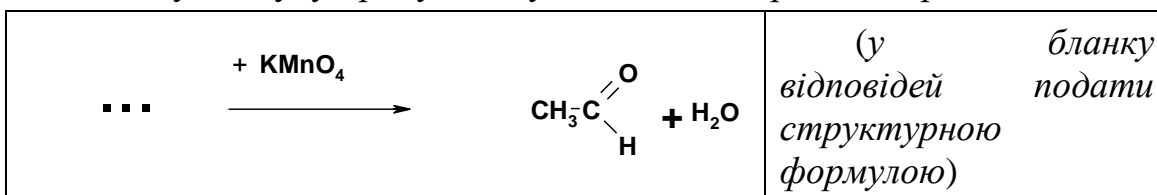
3. Яку сполуку пропущено у лівій частині рівняння реакції ?



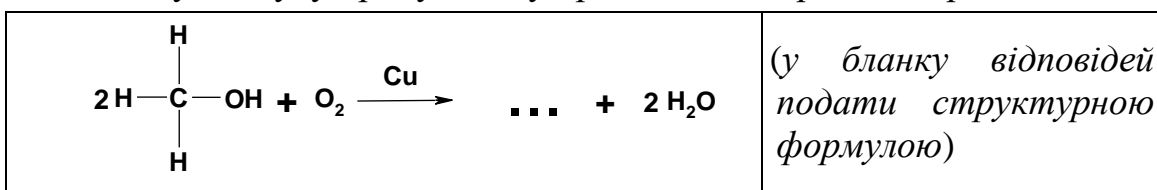
4. Яку сполуку пропущено у лівій частині рівняння реакції ?



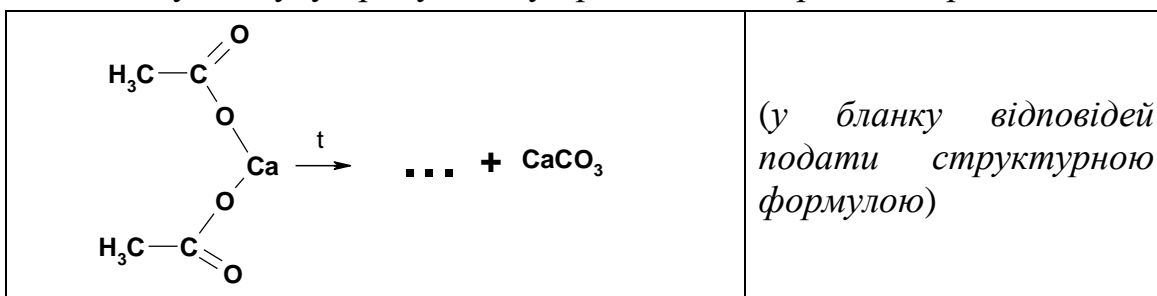
5. Яку сполуку пропущено у лівій частині рівняння реакції ?



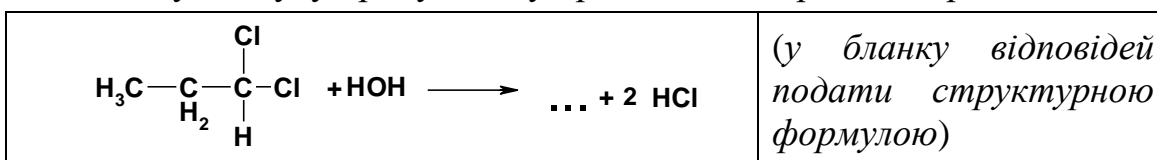
6. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння реакції ?



7. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння реакції ?



8. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння реакції ?



9. Якісною реакцією на альдегідну групу є:

Взаємодія з реактивом Селіванова

	Взаємодія з фуксинсірчистою кислотою
	Взаємодія з реактивом Фелінга
	Взаємодія при нагріванні у лужному середовищі із солями купруму(II)
	Взаємодія з бромною водою
	Реакція «срібного дзеркала»

10. Знайти відповідність назви і структурної формули:

<ol style="list-style-type: none"> 1. 2-метилбутаналь 2. 3-метилбутаналь 3. пентан-2-он 4. 3-метилбутан-2-он 	<p>А.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{H} \end{array}$ <p>Б.</p> $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$ <p>В.</p> $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ <p>Г.</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}=\text{O} \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \qquad \text{H} \end{array}$
--	---

11. Серед сполук правої колонки знайти ізомери до сполук лівої колонки.

1. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	А. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
2. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Б. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
3. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$	В. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
	Г. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
	Д. $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

12. Альдегідами є:

1.	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$
2.	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
3.	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
4.	$\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

13. Закінчити рівняння реакції відновлення:

$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{H}_2 \xrightarrow{[\text{Ni}]}$	(у бланку відповідей подати структурною формулою)
--	---

14. Закінчити рівняння реакції :

$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{PCl}_5 \longrightarrow$	(у бланку відповідей органічну сполуку подати структурною формулою)
--	---

15. Які сполуки утворюються при окисненні бутан-2-ону?

1	Оцтова кислота
---	----------------

2	Бутаналь
3	Пропіонова кислота
4	Пропаналь
5	Метанова кислота
6	бутан-2-ол

16. Якого класу сполуку одержують за реакцією?

$\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}}$	<p>(у бланку відповідей органічну сполуку подати структурною формулою та вказати клас сполук)</p>
--	---

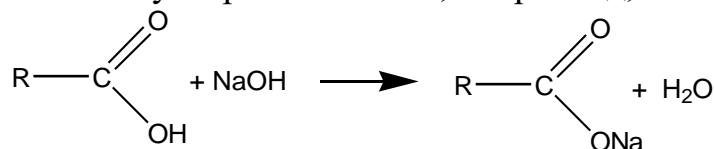
Тема 7. Карбонові кислоти.

Методичні поради

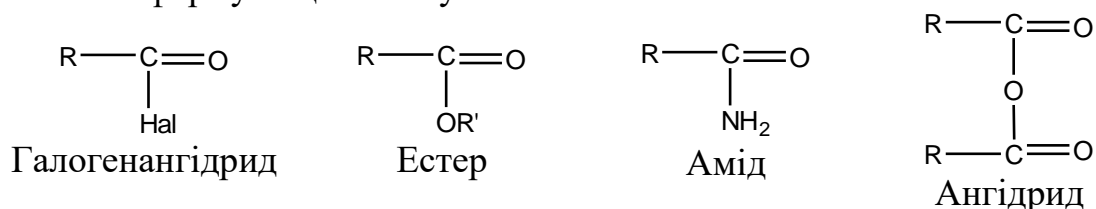
Одноосновні карбонові кислоти є похідними вуглеводнів, що містять карбоксильну групу ($-\text{COOH}$). Карбонові кислоти утворюють асоційовані молекули за рахунок виникнення водневих зв'язків. Назви кислот за міжнародною номенклатурою утворюють від відповідних вуглеводнів з додаванням закінчення “ова”. Більш вживаними для кислот є тривіальні назви. Наприклад, $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$ – пентанова або валеріанова кислота.

Одержувати кислоти можна шляхом окиснення вуглеводнів, спиртів, альдегідів і кетонів, омиленням естерів і через нітрильний синтез із галогенпохідних при взаємодії з калій ціанідом.

Найтиповіші хімічні властивості пов'язані з карбоксильною групою. У ній гідроксильна група безпосередньо зв'язана з карбонільною групою. Тут спотерігається взаємний вплив атомів. Під впливом карбонільної групи рухливість Гідрогену у гідроксилі настільки збільшується, що він здатний до відщеплення у вигляді протону. Але порівняно з неорганічними кислотами карбонові кислоти є слабкими. Як кислоти вони взаємодіють з металами, оксидами, основами з утворенням солей, наприклад,



Гідроксильна група в карбоксилі може бути заміщена різними атомами або групами атомів. Речовини, що утворюються при цьому, загальної формули $\text{R}-\text{CO}-\text{X}$ називаються похідними карбонових кислот. Такими похідними є: галогенангідриди, естери і аміді кислот. Загальні формули цих сполук:



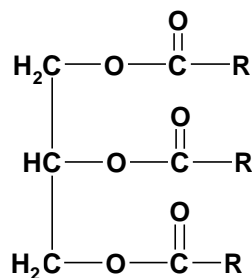
Хлорангідриди утворюються за дії фосфор пентахлориду PCl_5 на карбонові кислоти. Реакції дегідратації двох молекул кислот дають ангідриди кислот. Аміді утворюються при нагріванні амонієвих солей карбонових кислот. У сільському господарстві і в промисловості велике значення має діамід вугільної кислоти – сечовина, яку

одержують з вуглекислого газу та амоніаку. Вона добре гідролізується з виділенням амоніаку, з кислотами утворює уреїди, які беруть участь у життєдіяльності рослин і тварин.

Карбоксильна група посилює реакційну здатність α -гідрогенових атомів, які під дією хлору легко заміщуються на цей елемент з утворенням хлорованих кислот.

Дуже важливою є реакція естерифікації, утворення естеру при взаємодії кислот із спиртами. Естери є складовими компонентами багатьох природних ефірних олив і застосовуються як розчинники і ацилюючі речовини.

Жири є естерами гліцеролу та вищих карбонових кислот насиченого і ненасиченого ряду, таких як пальмітинова ($C_{15}H_{31}COOH$), стеаринова ($C_{17}H_{35}COOH$), лауринова ($C_{11}H_{23}COOH$), олеїнова ($C_{17}H_{33}COOH$), лінолева ($C_{17}H_{31}COOH$), ліноленова ($C_{17}H_{29}COOH$).



Загальна формула жирів

Рідкі жири при гідруванні переходять у тверді. Цей процес називається гідрогенізацією жирів. Дуже важливою реакцією є гідроліз у присутності лугів (реакція омилення).

При цьому утворюється гліцерол і суміш солей вищих карбонових кислот. Натрієві і калієві солі цих кислот є милами.

Деякі рослинні оливи на повітрі окиснюються утворюючи прозорі плівки. Такі оливи називаються висихаючими.

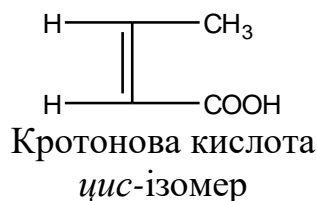
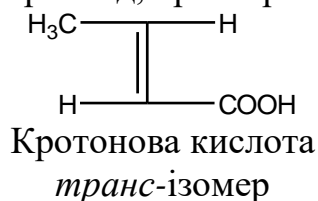
Ароматичні кислоти можна розглядати як похідні ароматичних вуглеводнів, у молекулах яких один і більше атомів Гідрогену заміщені карбоксильною групою. Їх легко одержують при окисненні бічних ланцюгів гомологів бензену. Так, при окисненні толуену утворюється бензойна кислота C_6H_5COOH , а при окисненні ксиленів – фталеві кислоти.

Орто-фталеву кислоту також можна одержати при окисненні нафталіну. Властивості ароматичних кислот зумовлені як наявністю функціональної карбоксильної групи ($-COOH$), так і властивостями бензенового кільця. Фталеві кислоти знаходять широке застосування. Так, терефталева кислота (*n*-ізомер) при поліконденсації з етилегліколем, є основою синтетичного волокна лавсан.

Двохосновними карбоновими кислотами називаються такі, які містять дві карбоксильні групи. Методи їх синтезу аналогічні одноосновним. Збільшення кількості однакових або різних функціональних груп в одній і тій же сполуці зумовлює поряд із збереженням особливостей кожної із функціональних груп виникнення нових властивостей. Найчастіше вони виникають при нагріванні. Двохосновні кислоти (щавлева та маленова) при нагріванні розкладаються з виділенням CO_2 . Якщо карбоксильні групи значно віддалені одна від іншої, то при нагріванні цих кислот (бурштинової, глутарової) відбувається утворення циклічних ангідридів (з виділенням молекули води).

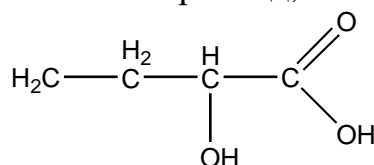
Ненасичені кислоти містять один або декілька подвійних зв'язків. Представниками ненасичених кислот є акрилова ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$), метакрилова ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$), кротонова ($\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$) та ін. Як видно з двох останніх кислот, ізомерія їх зумовлена ізомерією карбонового кістяку. Можлива ще ізомерія положення подвійного зв'язку, а також геометрична *цис*-, *транс*-ізомерія.

Наприклад, просторові ізомери кротонової кислоти:



Властивості ненасичених кислот зумовлені наявністю карбоксильної групи і подвійного зв'язку. Акрилова, метакрилова кислоти і їх метилові естери легко полімеризуються, утворюючи прозорі безбарвні пластичні маси, які застосовуються для виробництва органічного скла.

Гідроксикислотами називаються карбонові кислоти, у вуглеводневих радикалах яких є одна або декілька гідроксильних груп. Число карбоксильних груп у молекулах гідроксикислот визначає їх основність, а загальне число гідроксильних груп – їх атомність. Гідроксильні групи в гідроксикислотах можуть бути розміщені в положенні α , β , γ , δ , ϵ , ω і т.ін. Наприклад,

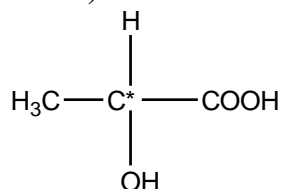


одноосновна, двоатомна α -гідроксимасляна кислота.

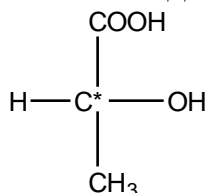
Одержати гідроксикислоти можна з карбонових кислот окисненням гліколів і відновленням кетокислот.

Гідроксикислоти мають властивості спиртів і кислот. Але наявність двох функціональних груп у сполуці зумовлює нові властивості, які виникають при нагріванні. При нагріванні α -гідроксикислот від двох молекул кислоти відщеплюється дві молекули води і утворюються циклічні естери – лактиди; β -гідроксикислоти при нагріванні відщеплюють одну молекулу води і перетворюються в ненасичені кислоти. Це зумовлено тим, що атоми Гідрогену під впливом сусідніх карбоксилів і спиртової групи стають рухливішими. У γ -гідроксикислотах гідроксильна та карбоксильна групи значно віддалені одна від одної, а тому вплив їх на атоми Гідрогену в α -положенні послаблюється. При нагріванні відбувається взаємодія цих груп внаслідок просторового зближення з утворенням циклічного естеру – лактону з відщепленням молекули води.

Гідроксикислоти є більш сильними, ніж відповідні жирні кислоти, і тим сильніші, чим ближче до карбоксилу знаходиться спиртова група. Дуже важливими властивостями гідроксикислот є їх оптична активність, тобто здатність органічної речовини обертати площину поляризації променя поляризованого світла на певний кут вліво або вправо. Оптична активність речовин обумовлюється несиметричною будовою їх молекул, яка викликана наявністю асиметричних атомів Карбону. Такий атом Карбону є центром асиметрії молекул. Прикладом оптично активної сполуки може бути молочна (α -гідроксипропіонова) кислота

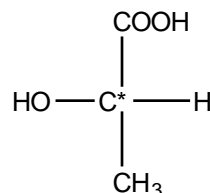


Можливе різне розміщення в просторі навколо асиметричного атома Карбону чотирьох різних замісників, причому обидві конфігурації відносяться одна до одної як предмет до свого дзеркального відображення:



т.пл. 26°C
вр. $+3,82^{\circ}$

D-(-) Молочна кислота



т.пл. 26°C
вр. $-3,82^{\circ}$

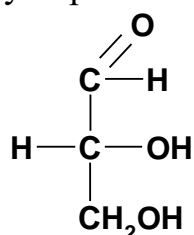
L-(+) Молочна кислота

Дзеркальні ізомери мають однаковий склад і будову, різну просторову конфігурацію, що відображується на їх оптичних властивостях, причому один ізомер – правообертаючий (+), а інший –

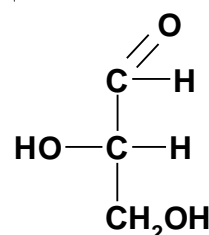
лівообертаючий (-). Такі дзеркальні ізомери називають оптичними антиподами.

Молекулярна сполука однакової кількості дзеркальних ізомерів утворює рацемати – оптично неактивні речовини.

Для визначення конфігурації оптично активних сполук їх будова порівнюється із стандартною оптично активною речовиною. За таку речовину був прийнятий гліцероловий альдегід.



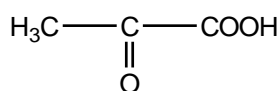
D-(+)-Гліцероловий альдегід



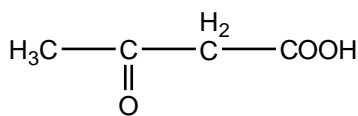
L-(-)- Гліцероловий альдегід

Гідроксикислоти і інші сполуки, за конфігурацією схожі з *D*- або *L*-гліцероловим альдегідом, об'єднують під загальною назвою сполуки *D*-ряду або *L*-ряду. Такі ряди називають стеричними (стереохімічними). В тому самому стеричному ряду можуть бути як право-, так і лівообертаючі сполуки.

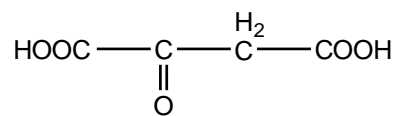
Кетокислотами називають кислоти, в молекулах яких є карбонільна група, наприклад:



Піровиноградна



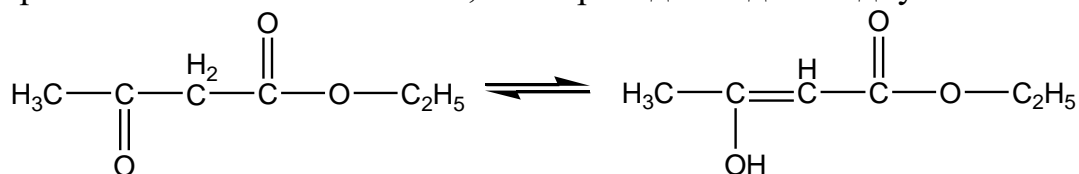
Ацетооцтова



Щавелевооцтова

Вони зустрічаються в природі, але їх можна одержати і шляхом окиснення відповідних гідроксикислот. Для них характерні хімічні властивості за функціональними групами. Піровиноградна кислота є зв'язуючою ланкою між вуглеводним і білковим обміном, а також між обміном вуглеводів і жирів. Таким чином, вона займає чільне положення в обміні речовин у рослинах.

Ацетооцтова кислота нестійка. Велике значення у практиці має етиловий естер ацетооцтової кислоти, який називають звичайно ацетооцтовим естер. Ацетооцтовий естер існує в двох ізомерних формах – кетонній та енольній, які переходять одна в одну:



Явище, коли речовина може існувати у вигляді двох або кількох ізомерних форм, які легко переходять одна в одну та знаходяться в рухливій рівновазі, називають таутомерією.

1. Лекція. Одноосновні насичені карбонові кислоти. – 1 год.

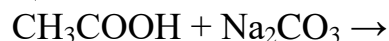
1. Природні джерела
2. Загальна формула гомологічного ряду, основні представники.
3. Номенклатура.
4. Ізомерія.
5. Способи добування.
6. Фізичні властивості.
7. Хімічні властивості.
8. Застосування.

2. Лабораторні заняття. Карбонові кислоти. Вивчення властивостей карбонових кислот – 1 год.

1. Витіснення слабких кислот більш сильними з їх солей (реакція з натрій карбонатом)

У пробірку насипають 1 г натрій карбонату й додають 0,2 мл розчину оцтової кислоти. Спостерігається енергійне виділення бульбашок газу.

Дописати рівня реакції:



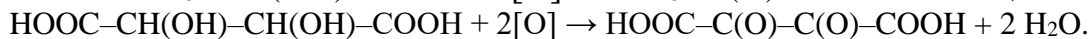
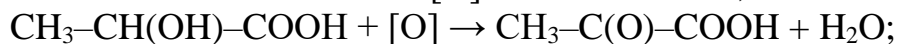
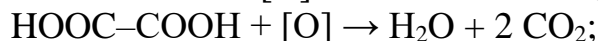
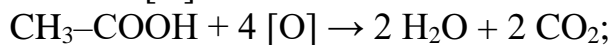
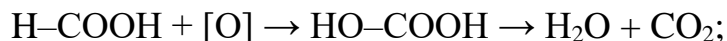
Який газ при цьому виділяється? Що можна сказати відносно сили одноосновних насичених карбонових кислот у порівнянні з карбонатною кислотою? Дати назву новоутвореній солі.

Висновки: _____

2. Окиснення карбонових кислот

У кожну з 5 пробірок наливають по 1,5...2 мл розчинів кислот (близько 0,1 г кислоти на 2 мл води): мурашиної, оцтової, щавлевої, молочної, винної, а потім по 0,5 мл 10 %-ї H_2SO_4 та 1 мл розчину калій манганату(VII). Суміші перемішують, злегка нагрівають та

спостерігають за швидкістю окиснення за знебарвленням калій манганату(VII).

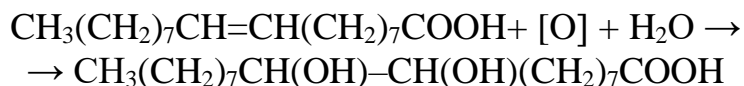


Встановити порядок окиснення карбонових кислот. Які з кислот окиснюються до вуглекислого газу та води? Назвіть сполуки, які утворюються при окисненні молочної та винної кислот.

Висновки: _____

3. Окиснення олеїнової кислоти

У пробірку наливають 1...2 мл розчину калій манганату(VII) та додають 1...2 краплини олеїнової кислоти. При збовтуванні розчин калій манганату(VII) змінює забарвлення. Окиснення олеїнової кислоти відбувається за схемою:



Назвіть сполуку, яка утворюється при окисненні олеїнової кислоти. До якого типу реакції (приєднання чи заміщення) відноситься розглянута реакція? Чи залишається подвійний зв'язок у радикалі новоутвореної сполуки?

Висновки: _____

4. Бромовання олеїнової кислоти

У пробірку наливають 1...2 мл бромної води і додають 1...2 краплини олеїнової кислоти. При інтенсивному збовтуванні реакційної маси відбувається знебарвлення бромної води. Дописати рівняння реакції приєднання броду за подвійним зв'язком у радикалі олеїнової кислоти:

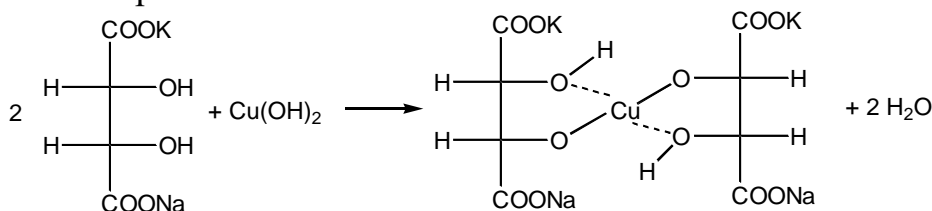


Назвіть новоутворену сполуку.

Висновки: _____

5. Взаємодія сегнетової солі з купрум(II) гідроксидом (синтез рідини Фелінга)

У пробірку наливають 1-1,5 мл натрій гідроксиду та 2-3 краплі купрум(II) сульфату. Випадає блакитний осад, до якого доливають 2 мл розчину сегнетової солі (калієво-натрієва сіль винної кислоти), яка вступає в реакцію з купрум(II) гідроксидом і забарвлює рідину в темно-синій колір:



Якого типу сполука утворюється в результаті реакції? Який тип зв'язку позначено пунктирними лініями у структурній формулі сполуки? Який атом буде донором, а який акцептором електронів при утворенні вищенаведеної сполуки?

Висновки: _____

3. Самостійна та індивідуальна робота – 10 год.

Теоретичні питання

Насичені двохосновні карбонові кислоти. Гомологічний ряд, номенклатура, одержання, фізичні та хімічні властивості. Застосування. Похідні карбонових кислот: солі, ангідриди, галогенангідриди, аміди, естери. Окремі представники: щавлева, малінова, янтарна, глутарова та адипінова кислота. Сечовина, її одержання властивості та застосування в сільському господарстві.

Ненасичені одно- та двохосновні карбонові кислоти. Номенклатура, одержання, фізичні та хімічні властивості, застосування. Окремі представники: акрилова кислота, нітрил акрилової кислоти, метакрилова кислота. Їх полімеризація. Пластмаси на їх основі.

Вищі жирні кислоти: олеїнова, елаїдинова, лінолева та ліноленова. Жири. Поширення в природі, склад, будова, хімічні властивості, технічна переробка та використання. Значення жирів.

Одно- та двоосновні кислоти ароматичного ряду: бензойна кислота, фталеві кислоти. Їх одержання, властивості та застосування.

Гідрокси- та оксокарбонові кислоти. Номенклатура. Знаходження у природі та методи одержання. Фізичні та хімічні властивості. Відношення гідроксикарбонових кислот до нагрівання. Окремі представники гідроксикарбонових кислот: молочна, яблучна, винна, лимонна. Окремі представники оксокарбонових кислот: гліоксилова, піровиноградна, ацетооцтова. Застосування гідрокси- та оксокарбонових кислот. Біологічне значення. Явище оптичної ізомерії. Основні поняття оптичної ізомерії. Поняття про асиметричний атом Карбону. Оптична ізомерія на прикладі гідроксикарбонових кислот. Формули Фішера. *D*- та *L*- стеричні ряди. Оптичні ізомери молочної кислоти. Оптична ізомерія винних кислот. Біологічне значення явища оптичної ізомерії.

4. Контрольні завдання для самоперевірки

96. Напишіть структурні формули всіх ізомерних кислот складу: а) $C_5H_{10}O_2$; б) $C_6H_{12}O_2$. Назвіть карбонові кислоти за номенклатурою ІЮПАК.

97. На нейтралізацію 23,76 г суміші оцтової кислоти та фенолу витратили 117 л розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 10,2 % ($\rho = 1,10$). Чому дорівнює масова частка оцтової кислоти у вихідній суміші?

98. Методи одержання одноосновних карбонових кислот. Синтезуйте карбонові кислоти окисненням спиртів: а) бутан-2-олу; б) 2-метилпропан-1-олу. Назвіть кислоти.

При окисненні 37 г первинного спирту одержано 44 г одноосновної карбонової кислоти аліфатичного ряду з тим самим числом карбонових атомів, й у спирті. Вихід кислоти був кількісним. Наведіть молекулярну формулу кислоти?

99. Напишіть рівняння реакцій хлорування карбонових кислот: а) оцтової; б) пропіонової. Назвіть хлорзаміщені кислоти. Порівняйте властивості вихідних та одержаних органічних речовин.

100. Для одержання 112 кг мурашиної кислоти каталітичним окисненням метану використали природний газ із вмістом метану 98 % (інше – інертні домішки). Загальний вихід мурашиної кислоти дорівнював 70 %. Який об'єм природного газу (н.у.) було витрачено?

101. Напишіть рівняння реакцій утворення карбонових кислот із альдегідів: а) пропіонового; б) 2-метилгексаналу. Назвіть утворені кислоти. Охарактеризуйте хімічні властивості цих кислот.

102. Наважку пропіонової кислоти, на титрування якої було витрачено 44,6 мл 12 % розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,12$), нагрівали з пропанолом та 0,1 мл сульфатної кислоти. Вихід на стадії естерифікації становить 83 %. Яку масу естеру було одержано?

103. Чим відрізняються етери від естерів? Напишіть рівняння реакцій утворення естеру: а) із 2-метилпропанової кислоти та бутан-1-олу; б) із мурашиної кислоти і бутан-2-олу. Опишіть хімічні властивості одержаних естерів.

104. Наважку масляної кислоти, на титрування якої було витрачено 70,1 мл 15 % розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1,12$), нагрівали з пропанолом та 0,1 мл сульфатної кислоти. Вихід на стадії естерифікації становить 86 %. Яку масу естеру було одержано?

105. Методи утворення двохосновних карбонових кислот. Отримайте метилантарну кислоту: а) із 2-метилбутан-1,4-діолу; б) 1,2-дибромпропану і калій цианіду.

Здійснити перетворення:

алкан \rightarrow глутарова кислоти \rightarrow ангідрид глутарової кислоти.

106. Хімічні властивості ароматичних карбонових кислот. Отримайте фталевий ангідрид і лавсан.

107. Як із янтарної кислоти отримати яблучну? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

108. Одержання і хімічні властивості акрилової і метилакрилової кислот. Використання їхніх полімерів.

Як отримати молочну кислоту із оцтового ангідриду?

109. Класифікація жирів. Різниця між твердими і рідкими жирами. Отримайте гліцерид триолеїну.

На нейтралізацію 46,1 г суміші оцтової і пропіонової кислот витратили 240 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 10,2 % ($\rho = 1,10$). Чому дорівнює масова частка пропіонової кислоти у вихідній суміші?

110. Перетворення рідких жирів у тверді. Технічна переробка жирів. Значення жирів і ліпідів.

Розчин натрій гідроксиду з масовою часткою 40 % ($\rho = 1,3$) було витрачено для омилення 150 г жиру (триолеїну). Який об'єм розчину лугу було взято?

111. Естери, фосфатиди, лецитини, кефаліни. Розповсюдження, склад і будова, їх біологічне значення.

112. Виведіть формули ізомерних оксикислот складу $C_5H_{10}O_3$. Позначте зірочкою асиметричні атоми вуглецю.

Визначте масу грушової есенції, яку можна добути при нагріванні 4,4 г ізоамілового спирту та розчину оцтової кислоти з

масовою часткою 96 % об'ємом 3,54 мл ($\rho = 1,06$). Масова частка естеру становить 80 %.

113. Методи отримання оксикислот. Напишіть рівняння реакцій одержання: а) α -оксималяної; б) β -оксипропіонової кислоти.

Який об'єм амоніаку треба пропустити через 100 г розчину хлороцтової кислоти з масовою часткою 20 % для перетворення її в амінооцтову кислоту?

114. Оптична ізомерія. Який атом вуглецю називається асиметричним. Напишіть проєкційні формули енантіомерів: а) α, β -диоксималяної кислоти; б) α -оксипропіонової кислоти.

Пропанову кислоту ввели у реакцію естерифікації з одноатомним насиченим спиртом, у добутій речовині масова частка кисню дорівнює 36,36 %. Визначте молярну масу спирту.

115. Напишіть реакції: а) оксіоцтової кислоти з пропіоною; б) α -оксипропіонової кислоти з пропіловим спиртом; в) винної кислоти з двома молекулами метилового спирту. Назвіть утворені сполуки.

Яку масу етилацетату можна добути із 180 г оцтової кислоти і 115 г спирту, якщо масова частка естеру становить 80 % від теоретично можливого?

116. Методи одержання кетокислот. Напишіть рівняння реакцій утворення піровиноградної кислоти: а) із α, α -дихлорпропіонової кислоти; б) із α -оксипропіонової кислоти.

Запропонуйте метод одержання етилацетату з метану. Яку масу етилацетату можна добути запропонованим методом з 5,6 м³ природного газу (н.у.), що містить 91 % метану, якщо загальний вихід становить 20 %?

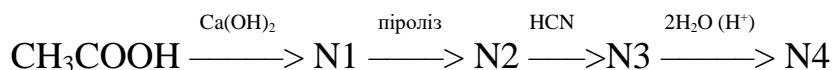
117. Методи одержання альдегідо- і кетокислот. Отримайте піровиноградну кислоту: а) із молочної кислоти; б) із винної кислоти в) із α, α -дибромопропіонової кислоти.

118. Кето-енольна таутомерія ацетооцтового ефіру. Отримайте метилацетооцтовий ефір і проведіть його кетонне, кислотне розщеплення.

119. Одноосновна карбонова кислота має такий склад: С – 26,1 %, Н – 4,35 %, О – 69,55 %. Знайдіть молекулярну формулу кислоти. Напишіть всі способи одержання знайденої кислоти.

120. Яку масу стеаринової кислоти можна вилучити з рідкого мила, що містить стеарат калію масою 50 г, якщо подіяти надлишком розчину сульфатної кислоти?

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



122. На прикладі саліцилової кислоти охарактеризуйте кислотний характер фенолокіслот. Наведіть приклади реакцій, що підтверджують, що саліцилова кислота – біфункціональна сполука. Якою реакцією можна підтвердити наявність фенольного гідроксила в молекулі саліцилової кислоти?

123. Напишіть реакції, що йдуть за дії пентохлориду фосфору (PCl_5) на кислоти: а) бензойну; б) фталеву. Назвіть утворені сполуки. Яку сполуку можна одержати, якщо стоплювати з лугом при температурі 300 – 400 °С натрієву сіль бензойної кислоти?

124. Складіть рівняння реакцій за схемами:



125. Який атом Карбону називається асиметричним? Напишіть проєкційні формули оптичних ізомерів яблучної кислоти. Розкажіть, в яких випадках має місце оптична ізомерія сполук.

126. Речовина складу $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ має розгалужений ланцюг атомів Карбону. Вона реагує з розчином натрій гідрогенкарбонату та утворює сполуку, яка при нагріванні з твердим натрій гідроксидом перетворюється на н-бутан. Яку структуру має сполука? Запропонуйте три способи одержання цієї сполуки.

127. Запропонуйте спосіб одержання оцтової кислоти, виходячи з етану. Який об'єм етану треба взяти для одержання цим способом 30 кг оцтової кислоти, якщо загальний вихід становить 90 %?

128. При нагріванні 15 г суміші бензену та толуену з водним розчином калій манганат(VII) утворилося 12,2 г бензойної кислоти. Чому дорівнює масова частка толуену в суміші? Показати хімічні властивості бензойної кислоти.

129. Оцтовий ангідрид одержали з 18 м³ ацетилену, що містить 6,8 % домішок. Реакція проходить з виходом 90 % від теоретичного. Чому дорівнює маса одержаного оцтового ангідриду? Навести приклади практичного застосування оцтового ангідриду.

130. Який об'єм розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 40 % ($\rho = 1,3$) необхідно взяти для омилення 150 г жиру (триолеїну)?

131. Що таке ліпіди? Фізичні та хімічні властивості властивості ліпідів.

132. Яку масу кальцинованої соди треба взяти для зв'язування бензойної кислоти, яка утворюється при окисненні 50 г розчину толуену в бензені з масовою часткою толуену 23 %?

133. Опишіть хімічні властивості молочної кислоти. Як її одержують у промисловості? Яка її біологічна роль? Запропонуйте спосіб одержання молочної кислоти із метану в декілька стадій.

134. До 10,6 г суміші оцтової та мурашиної кислот додали купрум(II) гідроксид і нагріли, при цьому виділилося 7,2 г осаду. Які кількості речовини кислот були у суміші? Хімічні властивості етанової кислоти.

135. Стопленням натрій пропіонату з лугом одержали газ, який при спалюванні утворив вуглекислий газ. Його перетворили на 7,9 г амоній гідрогенкарбонату. Яка маса вихідної сполуки була витрачена?

136. При окисненні 35,2 г органічної сполуки “А”, що містить С, Н і О утворилась одноосновна кислота. Для її нейтралізації було витрачено 185,2 мл розчину КОН з масовою часткою 20,5 % ($\rho = 1,18$). Органічна речовина “А” – це: етанол, пропанол чи бутанол?

137. При окисненні 3,6 г органічної сполуки “А”, що містить С, Н і О, утворилась одноосновна карбонова кислота, для нейтралізації якої було витрачено 9,79 мл натрій гідроксиду з масовою часткою 20,1 % ($\rho = 1,22$). Визначити органічну сполуку “А” і показати її хімічні властивості.

138. На нейтралізацію 33 г одноосновної карбонової кислоти було витрачено 47,25 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 25 % ($\rho = 1,27$). Встановити склад кислоти і показати її хімічні властивості.

139. Хімічні властивості одноосновних карбонових кислот. Напишіть рівняння реакцій: а) утворення амідів із оцтової кислоти; б) утворення ангідриду із масляної кислоти; в) хлорангідриду із ізомасляної кислоти.

140. Напишіть рівняння реакцій хлорування карбонових кислот: а) оцтової; б) пропіонової. Назвіть хлорзаміщені кислоти.

141. Напишіть рівняння реакцій утворення карбонових кислот та альдегідів: а) пропіонового; б) 2-метилгексаналу. Назвіть утворені кислоти.

142. Чим відрізняються етери від естерів? Напишіть рівняння реакцій утворення естеру: а) із 2-метилпропанової кислоти і бутан-1-олу; б) із мурашиної кислоти і бутан-2-олу.

143. Методи утворення двоосновних карбонових кислот. Синтезуйте метилантарну кислоту: а) з 2-метилбутан-1,4-діолу; б) з 1,2-дибромопропану і калій цианіду.

144. Хімічні властивості ароматичних карбонових кислот. Синтезуйте фталевий ангідрид і лавсан.

145. Запропонуйте спосіб синтезу бензойної кислоти, використавши метан і хлор.

146. Запропонуйте спосіб синтезу етилацетату, використавши метан і хлор.

147. Запропонуйте спосіб синтезу аспірину, використавши етан і хлор.

148. Одержання і хімічні властивості акрилової і метилакрилової кислот. Використання її полімерів.

149. Класифікація жирів. Різниця між твердими і рідкими жирами. Синтезуйте триолеїн.

150. Перетворення рідких жирів у тверді. Технічна переробка жирів. Значення жирів і ліпідів.

151. З триолеїну одержали 50,0 кг твердого мила (натрій стеарату). Яку масу вихідного жиру при цьому витратили, якщо вихід мила становить 75 % від теоретично можливого?

152. Складні ефіри (естери), фосфатиди, лецитини, кефаліни. Розповсюдження, склад і будова, їх біологічне значення.

153. Виведіть формули ізомерних оксикислот складу $C_5H_{10}O_2$. Позначте зірочкою асиметричні атоми Карбону.

154. Методи одержання оксикислот. Напишіть рівняння реакцій одержання: а) α -оксимасляної; б) β -оксипропіонової кислот.

155. Оптична ізомерія. Який атом Карбону називається асиметричним? Напишіть проєкційні формули енантіомерів: а) α, β -диоксимасляної кислоти; б) α -оксипропіонової кислоти.

156. Напишіть реакції: а) оксиоцтової кислоти з пропіоновою; б) α -оксипропіонової кислоти з пропіловим спиртом; в) винної кислоти з двома молекулами метилового спирту. Назвіть утворені сполуки.

157. Методи одержання кетокислот. Напишіть рівняння реакцій утворення піровиноградної кислоти: а) із α, α -дихлорпропіонової кислоти; б) із α -оксипропіонової кислоти.

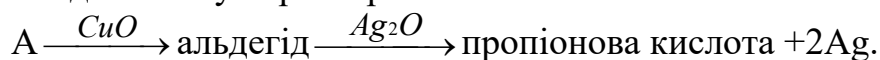
158. Методи одержання альдегідо- і кетокислот. Синтезуйте піровиноградну кислоту: а) із молочної кислоти; б) із винної кислоти в) із α, α -дибромпропіонової кислоти.

159. Кето-енольна таутомерія ацетооцтового естеру. Синтезуйте метилацетооцтовий естер і проведіть його кетонне, кислотне розщеплення.

160. Одноосновна карбонова кислота має такий склад: С – 26,1 %, Н – 4,35 %, О – 69,55 %. Знайдіть молекулярну формулу кислоти.

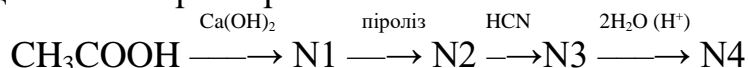
161. Яку масу стеаринової кислоти можна вилучити з рідкого мила, що містить калій стеарат масою 50 г, якщо на нього подіяти надлишком розчину сульфатної кислоти?

162. Складіть низку перетворень:



Яка речовина позначена буквою А ? Яка маса її витрачена, якщо було одержано 5,4 г срібла?

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



164. На прикладі саліцилової кислоти охарактеризуйте кислотний характер фенолокіслот. Наведіть приклади реакцій, що підтверджують, що саліцилова кислота – біфункціональна сполука. Якою реакцією можна підтвердити наявність фенольного гідроксилу в молекулі саліцилової кислоти?

165. Напишіть реакції, що відбуваються за дії пентахлориду фосфору (PCl₅) на кислоти: а) бензойну; б) фталеву. Назвіть утворені сполуки.

166. Складіть рівняння реакцій за схемами:



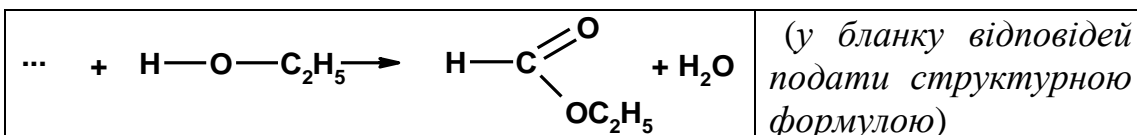
167. Який атом Карбону називається асиметричним? Напишіть проєкційні формули оптичних ізомерів яблучної кислоти. Розкажіть, в яких випадках має місце оптична ізомерія сполук.

5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

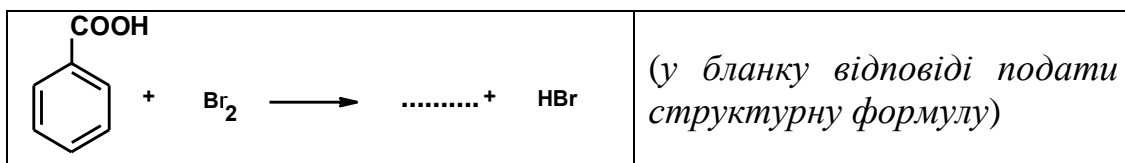
1. Знайти відповідність назви кислоти і її структурної формули:

1. Молочна	А. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{O} \end{array}$
2. Гліколева	Б. $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$
3. Піровиноградна	В. $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{COOH}$
4. Лимонна	Г. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$

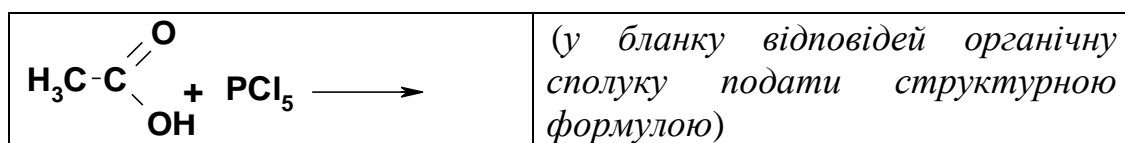
2. Яку сполуку пропущено в рівнянні реакції естерифікації?



3. Який продукт реакції пропущено?



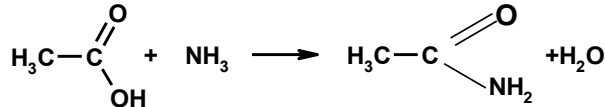
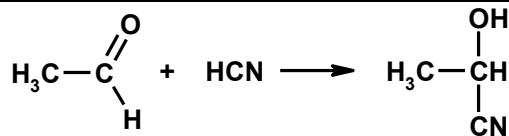
4. Закінчити рівняння реакції :



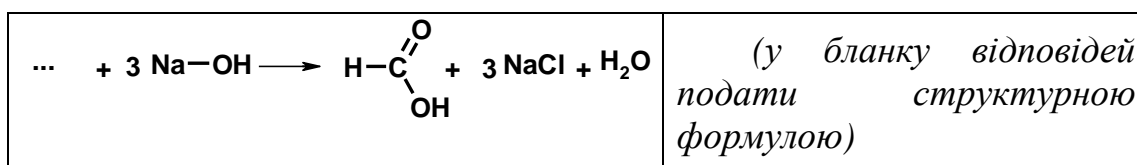
5. Кислотами є:

1	HCOOH
2	HOOC-CH=CH-COOH
3	C ₂ H ₅ OH
4	CH ₃ OH
5	C ₁₇ H ₃₃ COOH
6	CH ₃ COONa

6. Нітрил пропіонової кислот одержують за реакцією:

1	
2	
3	H ₃ C - Cl + KCN → H ₃ C-CN + KCl
4	H ₂ C=CH ₂ + HCN → H ₃ C-CH ₂ CN

7. Яку сполуку пропущено у лівій частині рівняння реакції ?



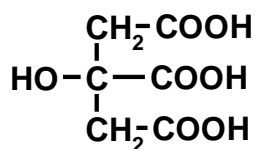
8. Знайти відповідність:

1. Одноосновні кислоти	А. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
2. Двохосновні кислоти	Б. $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$
3. Ненасичені кислоти	В. $\text{HOOC} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$
4. Гідроксикарбонові кислоти	Г. $\text{CH}_2(\text{OH}) - \text{COOH}$
5. Жирні кислоти	Д. $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
	Е. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{COOH}$
	Ж. $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

10. Нітрили карбонових кислот одержують за реакціями:

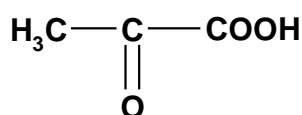
1	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{HCN} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CN}}{\text{C}}}$
3	$\text{H}_3\text{C} - \text{Cl} + \text{KCN} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CN} + \text{KCl}$
4	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HCN} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{CN}$

11. Яку назву має сполука?



(у бланку відповідей вказати назву сполуки)

12. Яку назву має сполука?

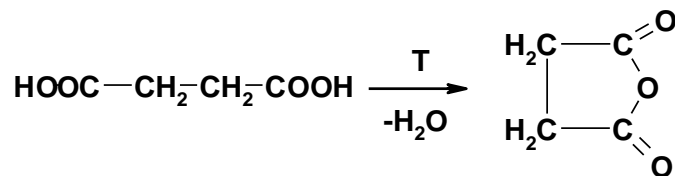


(у бланку відповідей вказати назву сполуки)

13. Речовина «А» складу $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ має нерозгалужений ланцюг атомів карбону. Вона реагує з карбонатом натрію з утворенням сполуки «Б», яка при нагріванні з твердим натрій гідроксидом перетворюється на пропан. Речовина «А» має структуру:

(у бланку відповідей подати структурну формулу сполуки «А»)

14. Яку сполуку одержують при нагріванні бурштинової кислоти:



(у бланку відповідей впишіть вірну назву сполуки)

15. Оцтову кислоту можна одержати за реакціями:

1	$\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + [\text{O}] \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$
2	$\text{CH}_3-\text{COO}-\text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
3	$\text{H}_3\text{C}-\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{COONH}_4$
4	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OK} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{KOH}$
5	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{-H}_2\text{O}]{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{COOH}$
6	$\text{CH}_3-\text{CN} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{COOH} + \text{NH}_3$

16. Знайти відповідність назви та формули сполуки:

1. Ацетамід	А. $\text{CH}_3-\text{COO}-\text{C}_2\text{H}_5$
2. Етилацетат	Б. $\text{H}_3\text{C}-\text{CONH}_2$
3. Нітрил оцтової кислоти	В. $\text{H}_3\text{C}-\text{COONH}_4$
4. Ацетат амонію	Г. CH_3-CN

17. Амід оцтової кислоти (ацетамід) утворюється за рівнянням:

1.	$\text{H}_3\text{C}-\text{COOH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{\text{T}} \text{H}_3\text{C}-\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2.	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{-H}_2\text{O}]{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{COOH}$
3.	$\text{CH}_3-\text{CN} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{COOH} + \text{NH}_3$
4.	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 + \text{HCl}$

18. Дописати схему рівняння реакції окиснення:

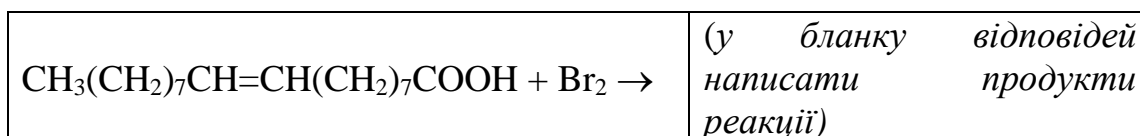
$\text{CH}_3-\text{COOH} + 4[\text{O}] \rightarrow$	(у бланку відповідей написати продукти реакції)
---	---

19. Дописати схему рівняння реакції окиснення:

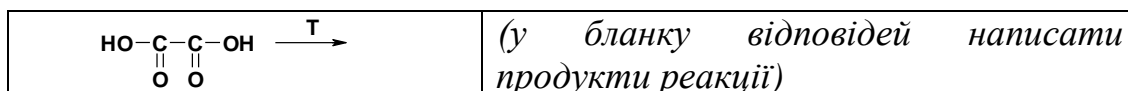
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH} + [\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$	(у бланку відповідей)
---	-----------------------

	написати продукти реакції)
--	----------------------------

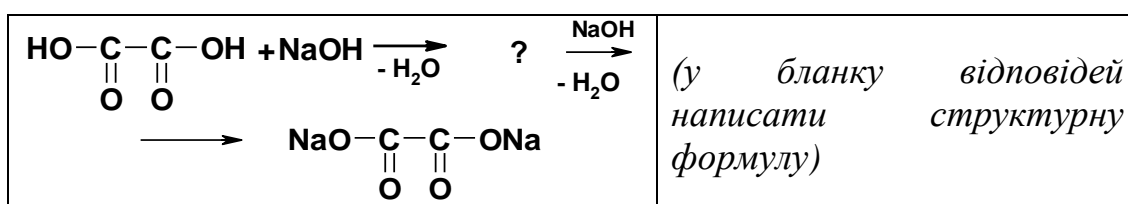
20. Дописати рівняння реакції:



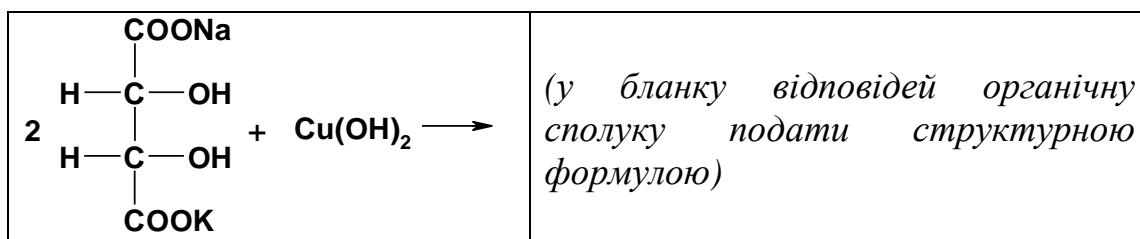
21. Дописати рівняння реакції, що відбувається при нагріванні оксалатної кислоти:



22. Яка сполука утворюється на першій стадії реакції?



23. Дописати рівняння реакції одержання реактиву Фелінга:



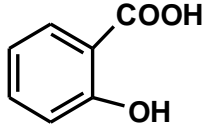
24. Знайти відповідність назви кислоти та її формули:

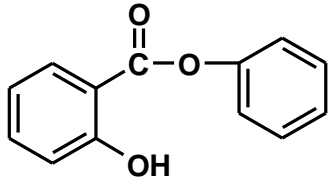
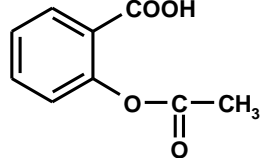
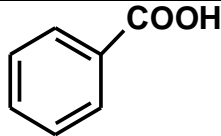
1. Щавлева (етандіова)	А. $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$
2. Малонова (пропандіова)	Б. $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$
3. Бурштинова (бутандіова)	В. $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
4. Глутарова (пентандіова)	Г. $\text{HOOC}-\text{COOH}$

25. Яка з ненасичених кислот має назву 2-метилпропенова кислота ?

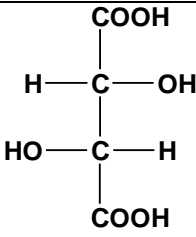
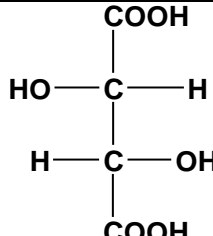
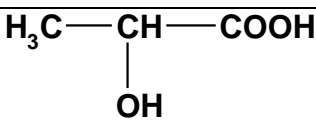
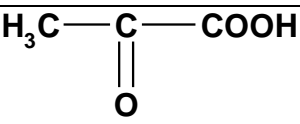
(у бланку відповідей подати структурну формулу сполуки)

26. Знайти відповідність назви кислоти і її формули:

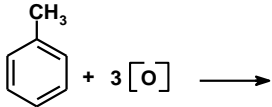
1. Ацетилсаліцилова кислота(аспірин)	А. 
--------------------------------------	---

2. Бензойна кислота	 Б.
3. Саліцилова кислота	 В.
4. Фенілсаліцилова кислота(салол)	 Г.

27. Знайти відповідність назви кислоти і її формули:

1. <i>L</i> -Винна кислота	 А.
2. <i>D</i> -Винна кислота	 Б.
3. Піровиноградна кислота	 В.
4. Молочна кислота	 Г.

28. Дописати рівняння реакції:

	<p>(у бланку відповідей органічну сполуку подати структурною формулою)</p>
---	--

29. Вказати формулу жиру тристеарину

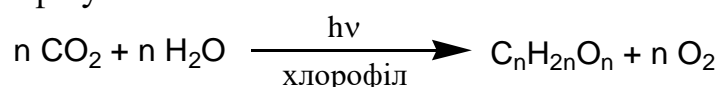
1	$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \end{array} $
2	$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \end{array} $
3	$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{HC}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_{17}\text{H}_{35} \end{array} $
4	$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HC}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} $

Тема 8. Вуглеводи

Методичні поради

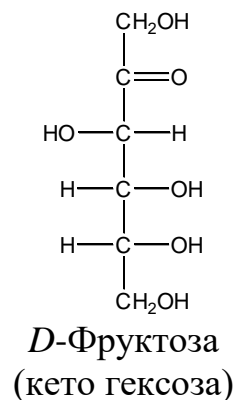
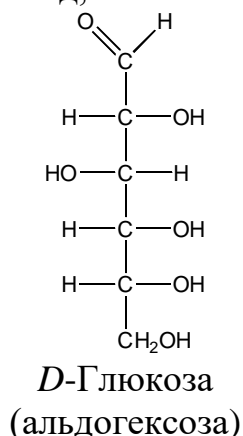
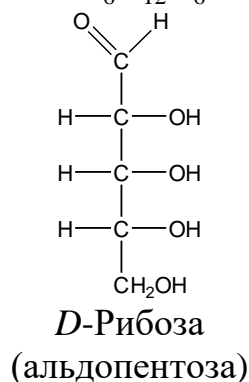
Вуглеводи найбільш розповсюджені речовини як у рослинному, так і в тваринному світі. Поряд з білками і жирами вони беруть участь у біологічних процесах, які відбуваються в тваринних організмах.

Вуглеводи є головними продуктами фотосинтезу та основним джерелом кисню на нашій планеті. В зеленому листі рослин відбувається синтез вуглеводів із CO_2 і H_2O під впливом сонячної енергії і хлорофілу.

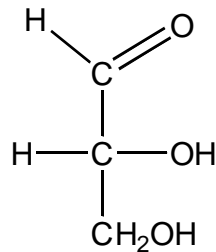


За складністю молекул вуглеводи поділяють на прості (монози, моносахариди) і складні (поліози, полісахариди). Монози не піддаються гідролізу та не розпадаються на більш прості сполуки. Складні вуглеводи гідролізують з утворенням кінцевих продуктів – моносахаридів.

Моносахариди за хімічною будовою є альдегідо- або кетоспиртами. Моносахариди, які мають альдегідну групу, називаються альдозами, а ті, у складі яких є кетонна група – кетозами. Залежно від кількості атомів Карбону, діляться на пентози $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$, гексози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ і т.д. Наприклад,

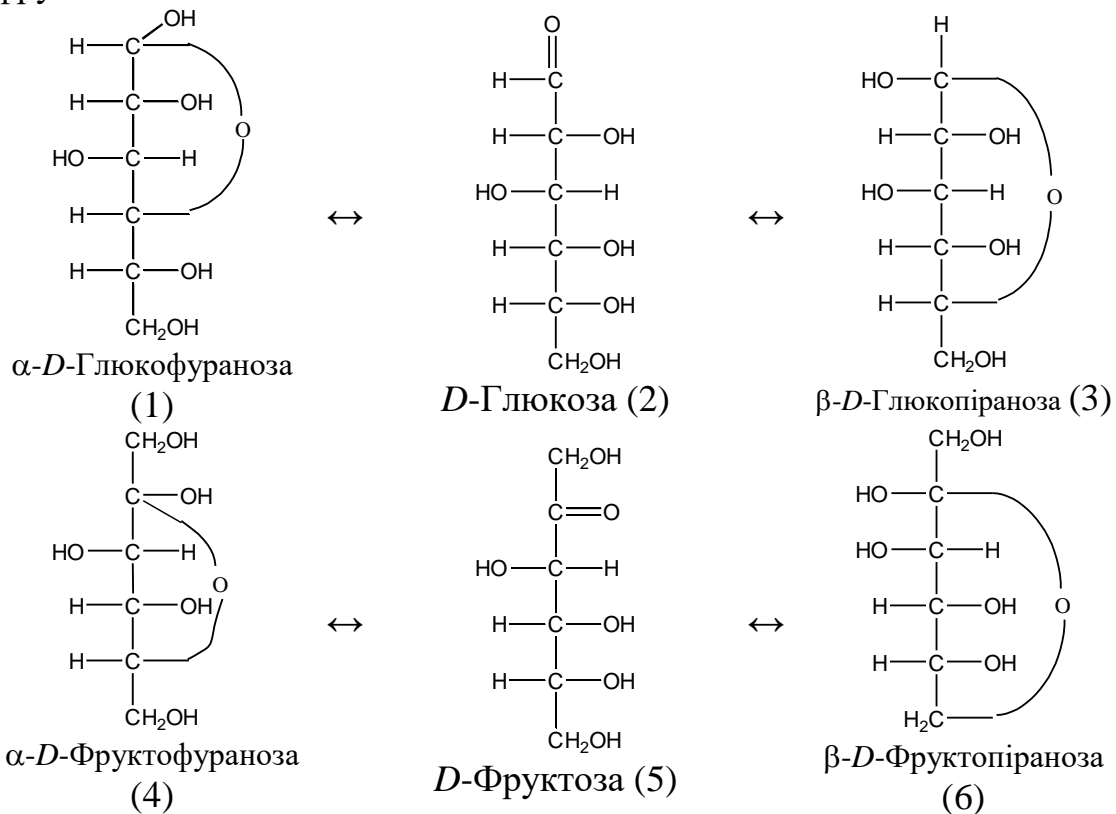


Оскільки в їх молекулах є асиметричні атоми Карбону, то для них характерна оптична ізомерія. Приналежність вуглеводу до *D*-стеричного ряду визначається розташуванням гідроксилу при найбільш віддаленому від карбонільної групи асиметричному атомі Карбону. Якщо гідроксильна група знаходиться справа, як у *D*-гліцеролового альдегіду,



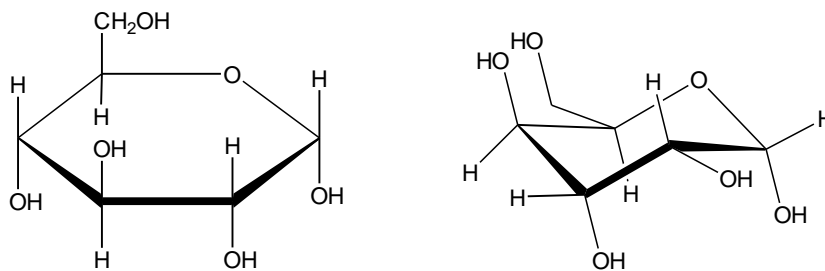
то сполука належить до *D*-ряду. Для вуглеводів також характерний такий вид ізомерії як таутомерія.

Утворення циклічних форм моносахаридів обумовлене тим, що спиртові групи молекул моносахаридів, які знаходяться в четвертому чи п'ятому положеннях відносно карбонільної групи, вільно зближуються у просторі з карбонільною групою і взаємодіють. Як приклад наведемо схему утворення циклічних форм глюкози і фруктози:



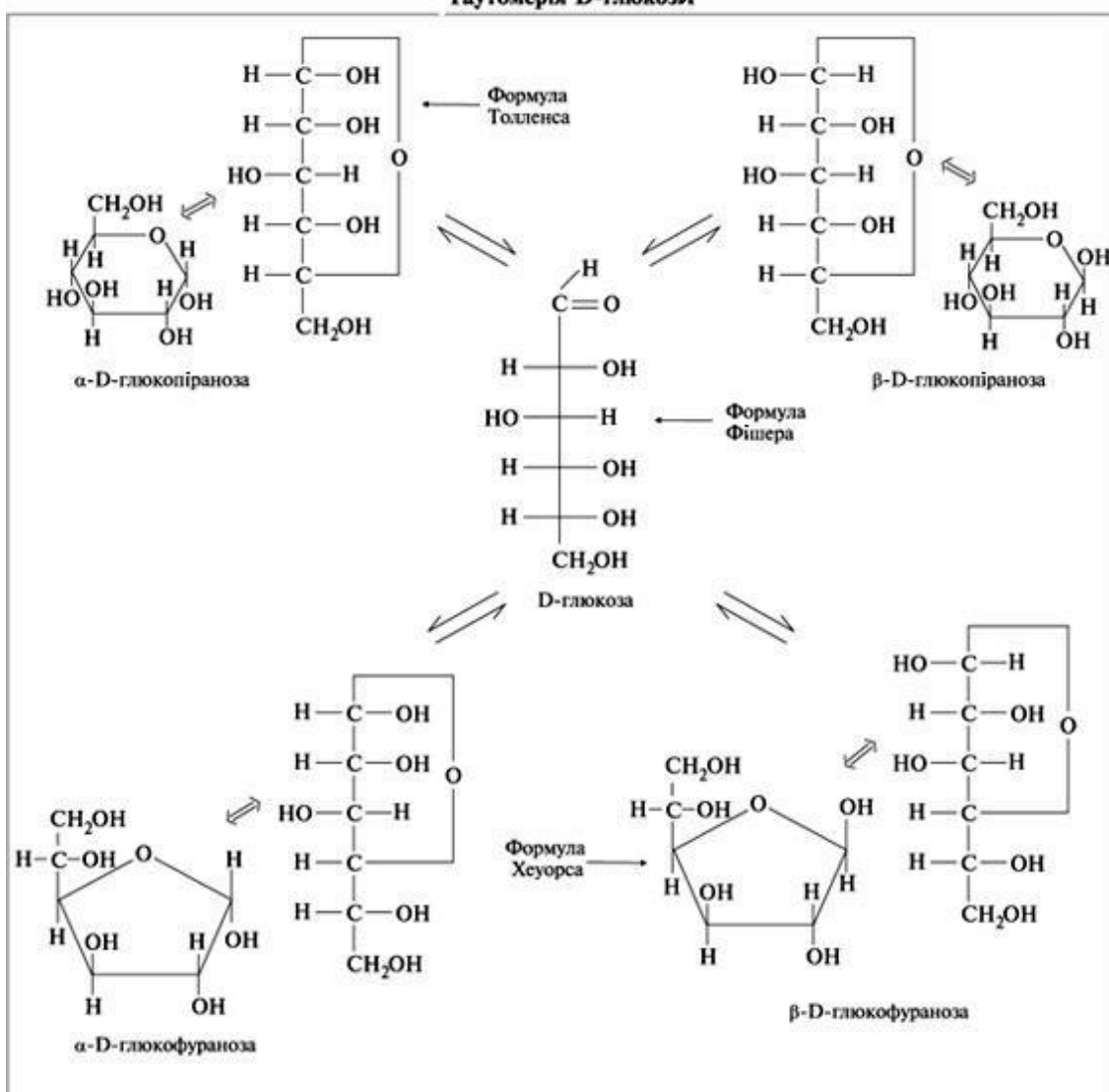
У результаті утворюються стійкі цикли: з п'ятичленим кільцем (1,4) називаються фуранозами, а з шестичленими (3,6) – піранозами.

Циклічні форми записують також як просторові формули Хеуорса.



α -D-Глюкопіраноза

Таутомерія D-глюкози



Циклічні форми називають також напівацетальними (за аналогією з назвою продукту, який утворюється при взаємодії спирту з альдегідом). Гідроксил, який утворився при утворенні циклу, називають напівацетальним або глікозидним.

Якщо глікозидний гідроксил знаходиться по одну сторону з оксигеновим містком, то така форма є α -ізомером (1,4), а якщо по

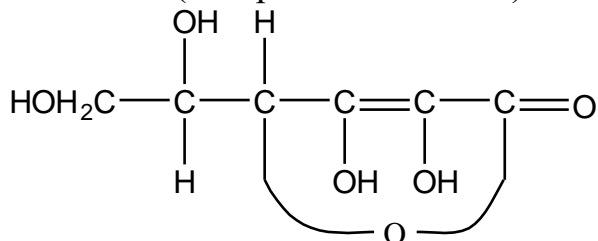
різні, то β -ізомером (3,6). Моносахариди в кристалічному стані існують у напівацетальній формі α - або β -; при розчиненні у воді перетворюються на карбонільну, а остання переходить у всі чотири можливі циклічні форми (таутомерні), між якими встановлюється рівновага. Таутомерні перетворення вуглеводів обумовлюють оптичний ефект, який називається мутаротацією. Сутність цього явища в тому, що кут обертання свіжоприготовленого розчину моносахаридів при стоянні поступово змінюється (збільшується або зменшується), поки не досягає деякої постійної величини, характерної для даного моносахариду.

Залежно від умов і природи діючого реагенту в реакцію можуть вступати або карбонільна, або циклічна напівацетальна форми.

В карбонільній формі моносахариди дають реакції, характерні для альдегідів і кетонів. Карбонільні форми моносахаридів легко окиснюються амоніачним розчином оксиду срібла та рідиною Фелінга. Альдегідна група альдоз при цьому перетворюється на карбоксильну, в результаті утворюються одноосновні багатоатомні гідроксикислоти.

Як альдегіди і кетони, моносахариди здатні до реакцій приєднання (приєднують водень, HCN), здатні до реакцій заміщення Оксигену карбонільної групи.

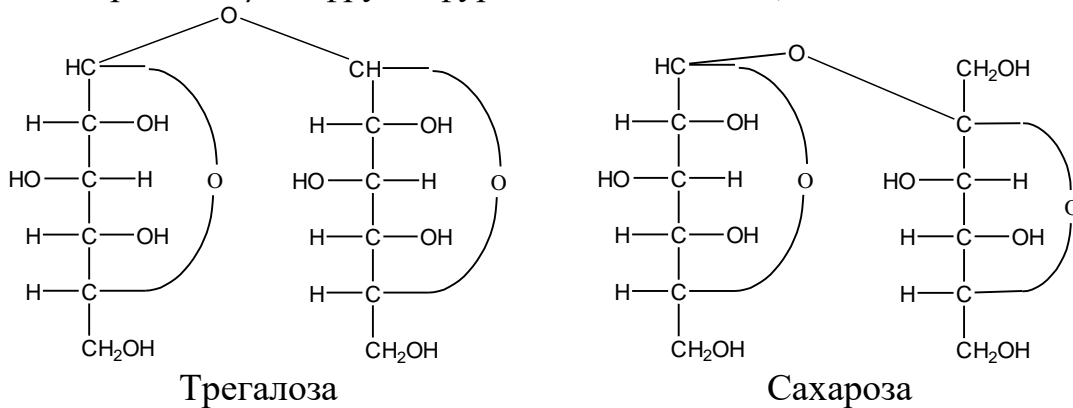
У циклічних формах моносахариди проявляють властивості багатоатомних спиртів. Утворюють етери і естери, сахарати. Етеропохідні циклічних форм моносахаридів, які утворюються в результаті заміщення Гідрогену глікозидного гідроксилу на який-небудь радикал, називаються глікозидами. Глікозиди дуже розповсюджені; багато з них мають біологічне значення. У природних глікозидах моносахариди часто сполучені з різними дуже важливими речовинами (барвниками, алкалоїдами). Речовиною, близькою до моносахаридів, є вітамін С (аскорбінова кислота).



Дисахариди - це складні вуглеводи, молекули яких утворюються з двох молекул моносахаридів шляхом відщеплення молекули води. Загальна формула дисахаридів $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

При конденсації моносахаридів вода може відщеплюватись за рахунок гідрогену глікозидного гідроксилу однієї молекули і

глікозидного гідроксилу другої. Такі дисахариди називаються невідновлюючими або глікозид-глікозидними. Вони не мають відновлюючих властивостей і не дають реакцій на альдегідну групу. Представником таких дисахаридів є трегалоза (утворюється з двох молекул α -D-глюкопіранози, зв'язок-1,1) і сахароза (утворюється з α -D-глюкопіранози і β -D-фруктофуранози, зв'язок-1,2).



Якщо вода відщеплюється за рахунок Гідрогену глікозидного гідроксилу однієї молекули і спиртового, найчастіше у четвертого атома Карбону, другої молекули, то такі дисахариди називаються відновлюючими або глікозид-глікозами (зв'язок-1,4). У цьому випадку у молекулі дисахариду зберігається один глікозидний гідроксил. Циклічна форма одного із залишків моносахаридів переходить в карбонільну та дає характерні реакції для альдегідів, тобто має відновні властивості. Представниками відновлюючих дисахаридів є мальтоза, лактоза, целобіоза. Мальтоза утворюється з двох молекул α -D-глюкопіранози, лактоза – з β -D-галактопіранози і α -D-глюкопіранози і целобіоза – з двох молекул β -D-глюкопіранози. При окисненні мальтози утворюється мальтобіонова кислота.

Полісахариди - це високомолекулярні речовини, молекули яких при гідролізі розпадаються на велику кількість молекул моносахаридів. Загальна формула полісахаридів - $(C_6H_{10}O_5)_n$. До них належать крохмаль, тваринний крохмаль (глікоген), целюлоза (клітковина). Крохмаль і глікоген є продуктами конденсації багатьох молекул α -D-глюкози. Між залишками глюкози, як і в мальтозі, реалізований зв'язок-1,4, а крім того є зв'язок-1,6 (для амілопектину – нерозчинної частини крохмалю). При нагріванні з розбавленою H_2SO_4 крохмаль гідролізується.

Крохмаль – одна з найбільш важливих поживних речовин. Шляхом оцукрення дає декстрини, які використовуються у кондитерській промисловості як клеї та як кормова добавка, застосовується також у текстильній і парфюмерній промисловості.

Целюлоза (клітковина) – основна речовина, з якої складаються стінки рослинних клітин. Молекули її побудовані із залишків β -D-глюкози (зв'язок – 1,4), тобто за типом дисахариду целобіози.

Целюлоза дуже міцна волокниста речовина. Більш стійка до дії мінеральних кислот, ніж крохмаль, однак гідролізується при тривалому нагріванні.

Гідроліз використовується для одержання глюкози, з якої виготовляють етиловий спирт. Клітковина має велике значення в народному господарстві: використовується для виготовлення паперу. Естери целюлози - нітроцелюлоза та ацетилцелюлоза використовується у виробництві бездимного пороху, лаків, плівок, целулоїду. Ацетилцелюлоза використовується також у виробництві негорючих пластмас, кіноплівки, лаків і ацетатного шовку. Ксантогенати целюлози дають віскозний шовк. Із віскози одержують целофан.

1. Лекція. Високомолекулярні природні сполуки: крохмаль, целюлоза – 1 год.

1. Знаходження в природі.
2. Методи одержання.
3. Будова полісахаридів (формули Фішера та Хеуорса).
4. Фізичні та хімічні властивості.
5. Застосування.

2. Лабораторна робота. Полісахариди. Вивчення властивостей крохмалю і клітковини (целюлози)- 2 год.

1. Кольорова реакція на крохмаль

У пробірку наливають 3...4 мл розчину крохмалю і додають 1...2 краплі розчину йоду в калію йодиді. Якого забарвлення набуває розчин крохмалю?

Висновки: _____

Нагрійте пробірку із сумішшю у полум'ї пальника. Що при цьому спостерігається?

Висновки: _____

Охолодіть пробірку до кімнатної температури. Чи виникне знову синє забарвлення розчину?

Висновки: _____

Причиною ваших спостережень слід вважати утворення молекулярних комплексних сполук йоду з амілозою та амілопектином. Одночасно останній також адсорбує йод.

2. Кислотний гідроліз крохмалю

Крохмаль – високомолекулярна речовина, молекули якої утворені з великої кількості молекул *D*-глюкози в α -піранозній формі, сполучених за мальтозним типом (1,4–сполучення).

Напишіть фрагмент будови молекули крохмалю формулою Хеуорса:

У стакан об'ємом 100 мл вносять 25 мл крохмального клейстеру та 10 мл 10 %-го розчину сульфатної кислоти. Суміш, поступово нагріваючи, кип'ятять протягом 20 хв. При цьому на початку, в середині, а також у кінці нагрівання відливають зі стакана в окремі пробірки приблизно по 1 мл гарячої рідини, швидко охолоджують її у воді, додають по одній краплині розчину йоду в калій йодиді і ставлять до штатива. В пробірках із йодом відбувається поступова зміна забарвлення розчину від синього через лілове та фіолетове до червоного в результаті гідролізу молекул крохмалю з утворенням декстринів, молекулярна маса яких поступово зменшується. Коли чергова проба з йодом вже не дає забарвлення, розчин, що залишився в стакані, охолоджують. За дії кислот за умов нагрівання крохмаль поступово гідролізує. Складіть схему поступового гідролізу крохмалю і назвіть утворені продукти:

Охолоджений розчин (2...5 мл) відливають у пробірку, нейтралізують розчином лугу та нагрівають із реактивом Фелінга. Поява червоного осаду купрум(І) оксиду свідчить про повний гідроліз крохмалю.

Яка сполука утворюється в результаті повного гідролізу крохмалю?

Висновки: _____

Написати реакцію взаємодії глюкози з реактивом Фелінга при нагріванні.

Висновки: _____

3. Кислотний гідроліз клітковини (целюлози)

Клітковина – високомолекулярна речовина, молекули якої утворені з великої кількості молекул *D*-глюкози в β -піранозній формі.

Напишіть фрагмент будови молекули клітковини формулою Хеуорса:

У пробірку вносять шматочок вати і наливають 2 мл концентрованої сульфатної кислоти. Які зміни відбуваються у пробірці?

Висновки: _____

Вміст пробірки перемішують паличкою до повного розчинення вати, а потім виливають у стакан об'ємом 100 мл, в якому знаходиться 30 мл води. Суміш нагрівають на плитці і кип'ятять протягом 20 хв, а потім охолоджують. За нагрівання целюлози з кислотами відбувається поступовий гідроліз клітковини.

Написати схему поступового гідролізу целюлози. Назвіть проміжні сполуки. Яка сполука утворюється в результаті повного гідролізу целюлози?

Висновки: _____

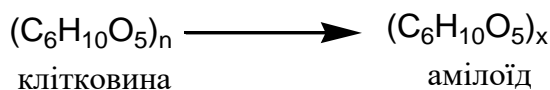
Для того, щоб доказати, яка сполука утворилася в результаті гідролізу, відливають пробу (2...5 мл) гідролізованого розчину клітковини в пробірку, нейтралізують розчином лугу, додають реактив Фелінга та нагрівають.

Що при цьому спостерігається? Для якого моносахариду взаємодія при нагріванні з реактивом Фелінга буде якісною реакцією?

Висновки: _____

4. Одержання штучного пергаменту

Смужку фільтрувального паперу занурюють у холодний розчин сульфатної кислоти (4 об'єми концентрованої кислоти на 1 об'єм води) на 1...2 хв. Після цього її прополіскують у воді, нейтралізують розчином амоніаку та висушують. Утворюється пергамент. Клітковина на поверхні паперу гідролізується до амілоїду, який і склеює паперові волоконця. Схема гідролізу клітковини на поверхні паперу:



Амілоїд забарвлюється йодом. Нанесіть краплю розчину йоду у калій йодиді на утворений амілоїд. Яке забарвлення дає амілоїд?

Висновки: _____

5. Характерні реакції на лігнін

На шматочок деревини, газетного та фільтрувального паперу наносять 1...2 краплини 1 %-го аніліній гідрогенсульфату. При наявності лігніну з'являється жовте забарвлення.

Зробіть висновок, який матеріал не містить лігніну.

Висновки: _____

3. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год

Теоретичні питання

Моно- та дисахариди. Поширення у природі та біологічна роль. Номенклатура та класифікація. Пентози, гексози, їх будова, стереоізомерія. Таутомерія, напівацетальний гідроксил, мутаротація. Формули Фішера та Хеурса. Методи одержання та хімічні властивості моносахаридів: глюкози, фруктози; та дисахаридів: сахарози, мальтози, лактози. Відновлюючі та невідновлюючі дисахариди.

4. Контрольні завдання для самоперевірки

168. Розповсюдження в природі і біологічна роль вуглеводів. Класифікація за числом вуглеводних залишків, числом атомів Карбону, характером карбонільної групи, типом циклічного зв'язку атомів. Напишіть приклади вуглеводів згідно з класифікацією і назвіть їх.

169. Явище мутаротації. Таутомерні форми D-дезоксирибози.

170. Напишіть рівняння реакцій: а) D-рибози з оцтовим ангідридом; б) D-глюкози з надлишком фенілгідразину; в) D-манози з метиловим спиртом у присутності хлороводню. Назвіть утворені сполуки.

171. Фруктоза як представник кетоз. Будова, таутомерія, хімічні властивості. Відмінності від глюкози.

172. Методи одержання моносахаридів. Напишіть рівняння реакцій утворення: а) D-глюкози із сорбіту; б) мальтози із крохмалю; в) целобіози із целюлози.

173. Мальтоза, її будова і гідроліз. Взаємодія мальтози з амоніачним розчином аргентум оксиду і йодистим метилом.

174. Відновлюючі і невідновлюючі дисахариди. Їх будова, хімічні властивості, назва і значення.

175. Будова, властивості і значення крохмалю. Біологічна роль крохмалю.

176. Хімічна переробка целюлози. Одержання і використання естерів целюлози.

177. Інулін: склад, гідроліз і значення.

178. Який об'єм вуглекислого газу виділиться при бродінні глюкози масою 240 г?

179. Цукровий завод переробляє за добу 5000 т буряків. Яку масу цукру за добу виробляє завод, якщо масова частка сахарози в буряках становить 12 %?

180. Які глікозиди мають утворитися за дії метилового спирту у присутності HCl на такі моносахариди: а) α ,D-галактопіраноза; б) β ,D-фруктофураноза?

181. За допомогою яких реакцій можна здійснити такі перетворення:

$\text{CO}_2 \rightarrow \text{крохмаль} \rightarrow \text{глюкоза} \rightarrow \text{етанол?}$

182. Зазначте умови перебігу реакцій. Розгляньте питання про циклоланцюгову таутомерію вуглеводів на прикладі D-фруктози. Напишіть рівняння реакції метанолу з β -D-фруктопіранозою. Назвіть продукт реакції.

183. Як з альдогексози одержати кетогексозу? Поясніть механізм цього перетворення на прикладі D-галактози.

184. Напишіть рівняння реакцій окиснення і відновлення D-рибози. Назвіть одержані продукти.

185. Який об'єм водню (н.у.) потрібен для відновлення 1,5 моль глюкози? До якого класу речовин належить продукт реакції?

186. Напишіть рівняння реакцій гідролізу мальтози і сахарози. Чи можлива мутаротація цих дисахаридів? Для дисахариду, що здатний до мутаротації, напишіть схему переходу α -форми в β -форму.

187. Напишіть структурні формули лактози і сахарози і поясніть, чому лактоза відновлює рідину Фелінга, а сахароза не відновлює.

188. Напишіть схеми гідролізу крохмалю і целюлози. Які моносахариди утворюються при повному гідролізі? Яке практичне значення вказаних полісахаридів?

189. Глікозиди, їх будова та роль у природі. Напишіть рівняння реакцій утворення метил- β -D-рибофуранозиду, феніл- α -D-глюкопіранозиду, бензил- β -D-фруктофуранозиду.

190. Напишіть рівняння реакцій фруктози з гідроксиламіном, фенілгідразином, ангідридом оцтової кислоти, воднем у присутності нікелю.

191. Целюлоза, її будова, хімічна переробка, біологічна роль. Ефіри на основі целюлози і їх застосування.

192. Целобіоза, будова і властивості. Гідроліз, циклоланцюгова таутомерія.

193. Пентозани, знаходження в природі, будова, гідроліз, циклоланцюгова таутомерія пентоз.

194. Сахароза, її одержання, будова. Інверсія сахарози.

195. Мальтоза, її будова, властивості, гідроліз. Циклоланцюгова таутомерія.

196. Глюкоза, знаходження в природі, будова, мутаротація, взаємодія з метанолом у присутності хлористого водню.

197. Крохмаль, його будова і гідроліз, біологічна роль. Різниця між амілозою і амілопектином.

198. Глюкоза, будова. Відновлення і окиснення глюкози, взаємодія з етиловим спиртом (у присутності хлороводню) й оцтовим ангідридом.

199. Ксилоза, знаходження в природі, будова. Напишіть рівняння реакцій, які підтверджують наявність у ксилозі карбонільної групи, глікозидного і спиртового гідроксилів.

200. Рибоза і дезоксирибоза, їх біологічна роль, будова, властивості.

5. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Як називається сполука, яка утворюється при повному гідролізі крохмалю ?

(у бланку відповідей впишіть вірну відповідь одним словом)

2. Розставити назви вуглеводів у відповідності до їх класів:

Класи	Назви вуглеводів
А. Моносахариди В. Дисахариди С. Полісахариди	1. Крохмаль 2. Рибоза 3. Сахароза 4. Целюлоза 5. Глюкоза 6. Мальтоза 7. Дезоксирибоза 8. Фруктоза

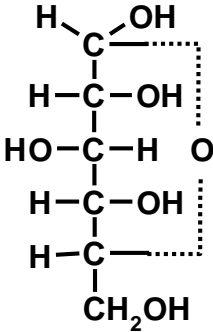
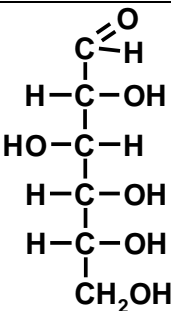
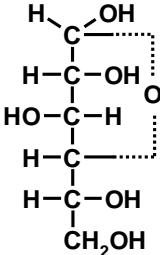
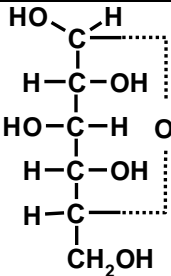
3. Скільки атомів Карбону міститься в молекулі глюкози?

(у бланку відповіді впишіть вірну відповідь одним словом)

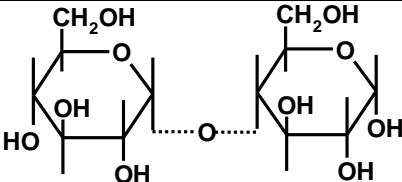
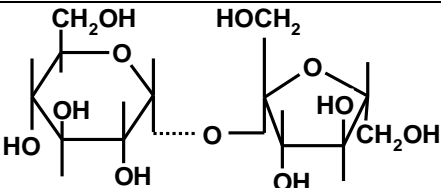
4. У яку з вказаних реакцій глюкоза вступає лише за глюкозидним гідроксилем?

1	взаємодія з CH_3I
2	взаємодія з CH_3OH в присутності HCl
3	взаємодія з оцтовим ангідридом
4	взаємодія з хлористим ацетилом (хлорангідридом етанової кислоти)

5. Яка з наведених формул відповідає будові α ,D-глюкофуранози?

1	
2	
3	
4	

6. Яка з наведених формул відповідає будові мальтози?

1	
2	

3	
4	

7. Вкажіть формулу тринітрату целюлози:

1	$\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3 \right]_n$
2	$\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_2(\text{ONO}_2) \right]_n$
3	$\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})(\text{ONO}_2)_2 \right]_n$
4	$\left[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{ONO}_2)_3 \right]_n$

8. Як одержати глюкозу з целюлози?

1	Взаємодією з лугом (NaOH)
2	Окисненням целюлози
3	Гідролізом в присутності H ₂ SO ₄
4	Реакцією з оцтовим ангідридом

Тема 9. Аміни.

Методичні поради

Аміни є похідними амоніаку, у молекулі якого один або більше атомів Гідрогену заміщені на вуглеводневий радикал. За кількістю атомів Гідрогену, заміщених на вуглеводневий радикал, аміни поділяють на первинні, вторинні і третинні:



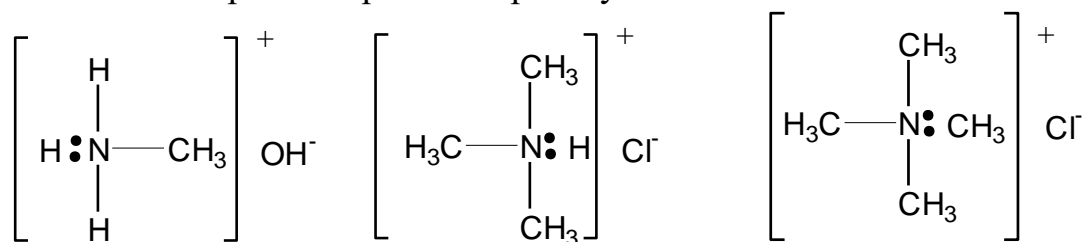
Радикали можуть бути однаковими або різними. Залежно від кількості аміногруп розрізняють моно-, ди-, триаміни та ін. Залежно від природи радикалу аміни поділяють на аліфатичні і ароматичні.

Одним з основних методів одержання аліфатичних амінів є реакція Гофмана. Цей метод базується на взаємодії амоніаку з галогенпохідними вуглеводнів і дає можливість одержувати первинні, вторинні і третинні аміни. Крім того, їх одержують відновленням нітросполук, нітрилів і амідів кислот.

Аміни мають основні властивості. З водою утворюють гідроксид, який дисоціює подібно до амоній гідроксиду.



З кислотами аміни утворюють солі. Таким чином, аміни є органічними основами. Утворення гідроксидів і солей відбувається за рахунок вільної пари електронів Нітрогену.



Аміни ацилюються і алкілюються, тобто взаємодіють з хлорангідрідами або ангідридами кислот і галогеналканами. Розрізняти аміни можна за допомогою реакції з нітритною (азотистою) кислотою: первинні аміни утворюють спирти з виділенням азоту, вторинні – нітрозосполуки, третинні – не реагують.

Аміни, які мають у вуглеводневому радикалі спиртову групу, називаються аміноспиртами. Представником аміноспиртів є

етаноламін ($\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$). З діамінів важливе значення має гексаметилендіамін $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$, який при конденсації з адипіною кислотою $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ утворює смолу – основу синтетичного поліамідного волокна – найлону:



Аміни ароматичного ряду можна розглядати як похідні амоніаку, у якого один або декілька атомів гідрогену заміщені ароматичними радикалами. Наприклад, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ феніламін, амінобензен (анілін). Одержують ароматичні аміни відновленням нітросполук (реакція Зініна).

Ароматичні аміни – більш слабкі основи, ніж аміни жирного ряду. Послаблення основних властивостей нітрогену є наслідком впливу на аміногрупу ароматичного ядра. З іншого боку, аміногрупа підвищує активність ядра в реакціях електрофільного заміщення (сульфування, нітрування, галогенування). Особливі властивості ароматичних амінів проявляються в реакціях з нітритною (азотистою) кислотою. Вторинні і третинні аміни утворюють нітрозосполуки. Первинні ароматичні аміни з азотистою кислотою в кислому середовищі дають стійкі на холоді діазосполуки. Основним застосуванням аніліну є анілінбарвникова промисловість та виготовлення фармакологічних препаратів (на основі сульфанілової кислоти).

1. Самостійна та індивідуальна робота – 6 год

Теоретичні питання

Класифікація амінів. Аліфатичні аміни: номенклатура, ізомерія, одержання, фізичні та хімічні властивості, окремі представники. Поняття про діаміни.

Ароматичні аміни: ізомерія, номенклатура, одержання. Хімічні властивості: реакції заміщення в бензеновому кільці та реакції, які проходять по аміногрупі, реакції діазосполучення. Анілін та його застосування.

Аміноспирти. Будова, властивості, знаходження в природі, біологічна роль.

2. Контрольні завдання для самоперевірки

201. Напишіть формули: а) вторинного бутиламіну; б) дибутилізопропіламіну. Вкажіть первинні, вторинні і третинні аміни. Назвіть їх за номенклатурою ІЮПАК.

202. Речовина $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ реагує з хлористим воднем з утворенням сполуки складу $\text{C}_3\text{H}_{10}\text{NCl}$. При взаємодії $\text{C}_3\text{H}_{10}\text{NCl}$ з нітратною(III)

(азотистою) кислотою утворюється сполука C_3H_8O , яка при окисненні перетворюється в сполуку C_3H_6O . Покажіть будову вихідної речовини і напишіть послідовно всі рівняння реакцій.

203. Добування, хімічні властивості і застосування аніліну.

204. Запропонуйте спосіб синтезу N-метиланіліну, виходячи з карбїду алюмінію.

205. Напишіть рівняння реакцій сульфатної кислоти з одним та двома молями амінів: а) диметиламіном; б) ізопропіламіном. Назвіть утворені сполуки.

206. Хімічні властивості ароматичних амінів. Напишіть рівняння реакцій пара-толуїдину з HCl, CH_3I , оцтовим ангїдридом, бромом.

207. Будова, склад і знаходження у природі аміноспиртів: етаноламіну, холїну.

208. Напишіть рівняння реакції азотної кислоти: а) з етиламіном; б) з диетиламіном; в) з триетиламіном. Назвіть утворені сполуки.

209. Синтезуйте ароматичні аміни: а) орто-толуїдин; б) мета-толуїдин; в) пара-толуїдин. Напишіть рівняння реакцій утворених амінів з HCl, HNO_2 , оцтовим ангїдридом. Назвіть утворені сполуки.

210. Який об'єм азоту утворюється при згорянні метиламіну масою 62 г?

211. Відновленням 24,6 г нітробензену добули 8,8 г аніліну. Обчисліть масову частку виходу продукту реакції.

212. Порівняйте основний характер жирних і ароматичних амінів. Якими реакціями можна відрізнити анілін і пропіламін?

213. Які сполуки називаються амінами? Напишіть рівняння реакцій етиламіну з соляною кислотою, азотистою кислотою, хлорангїдридом оцтової кислоти, хлористим етилом.

214. Ароматичні аміни. Напишіть рівняння реакцій аніліну: а) з сульфатною кислотою з утворенням кислої солі; б) воднем у присутності нікелю.

215. За дії азотистої кислоти на амін складу $C_4H_{11}N$ утворився спирт і виділився азот. Напишіть структурні формули можливих ізомерів вихідного аміну і дати їм назви.

216. Напишіть формули всіх амінів, які можуть бути одержані за дії амонїаку на йодистий етил, і назвіть їх.

217. З яких альдегїдів і кетонів і яким способом можна одержати: ізопропіламін: 2-амінобутан ? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

218. З яких альдегїдів і кетонів можна одержати такі аміни: 2-амінопентан; 2-аміно-3-метилбутан? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

219. Напишіть рівняння реакцій ізопропіламіну з йодистим етилом, хлористим ацетилом, оцтовим ангідридом.

220. Вплив будови молекули на основні властивості амінів. Напишіть вказані нижче сполуки в порядку посилення їх основних властивостей: метиламін, триметиламін, анілін.

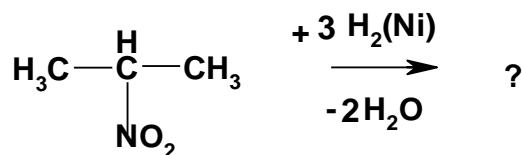
221. Сечовина, її застосування в народному господарстві, одержання, властивості. Напишіть рівняння реакції гідролізу сечовини.

3. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Яким способом одержують анілін?

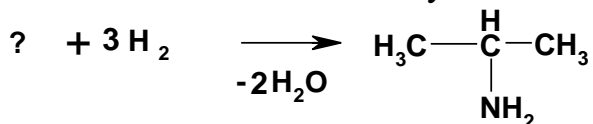
1	Реакцією бензену з амоніаком
2	Реакцією толуену з гідразином
3	Реакцією бензойної кислоти з амоніаком
4	Відновленням нітробензену

2. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння?



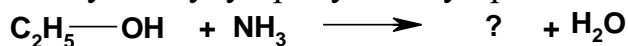
(у бланку відповідей подати формулу утвореної сполуки)

3. Відновленням якої сполуки можна одержати 2-амінопропан?



(у бланку відповідей подати формулу сполуки)

4. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння?



(у бланку відповідей подати формулу сполуки)

5. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння?



(у бланку відповідей подати формулу сполуки)

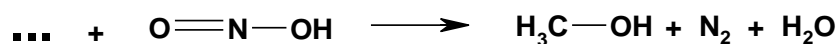
6. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння?
 $\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow ?$

(у бланку відповідей подати формулу сполуки)

7. Яку сполуку пропущено у правій частині рівняння?
 $(\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{HCl} \longrightarrow ?$

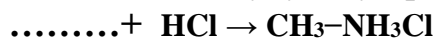
(у бланку відповідей подати формулу сполуки)

8. Який амін виявляють за допомогою реакції з нітритною кислотою?



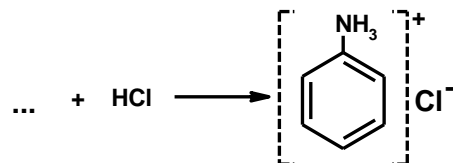
(у бланку відповідей подати формулу сполуки)

9. Назвіть сполуку, яку пропущено в рівнянні реакції:



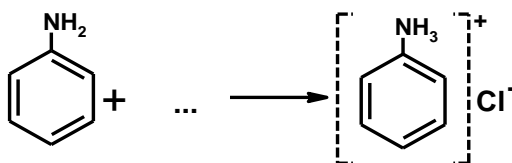
(у бланку відповіді впишіть вірну відповідь одним словом)

10. Яку сполуку пропущено у лівій частині рівняння реакції:



(у бланку відповіді впишіть структурну формулу)

11. Яку сполуку пропущено у лівій частині рівняння реакції:



(у бланку відповіді впишіть формулу)

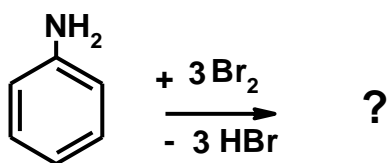
12. Скільки атомів Карбону міститься в молекулі аніліну?

(у бланку відповіді впишіть вірну відповідь одним словом)

13. Знайти відповідність назви і формули:

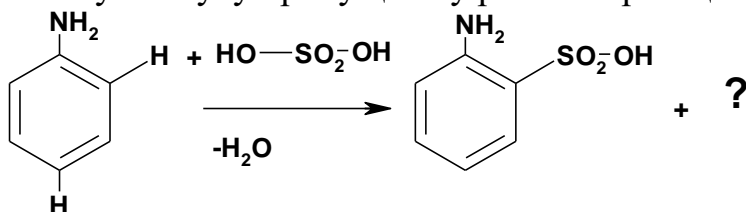
Назва	Формула
1. Анілін	А. CH_3NH_2
2. Пропіламін	Б. $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$
3. Етиламін	В. $(\text{CH}_3)_3\text{N}$
4. Триметиламін	Г. $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$
5. Диметиламін	Д. $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$
6. Метиламін	Е. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

14. Яку сполуку одержують при бромованні надлишком бромної води?



(у бланку відповіді впишіть формулу)

15. Яку сполуку пропущено у рівнянні реакції?

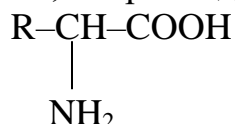


(у бланку відповіді впишіть формулу)

Тема 10. Амінокислоти та білки.

Методичні поради

Амінокислоти – це похідні кислот, які мають аміногрупу у вуглеводневому радикалі, наприклад,



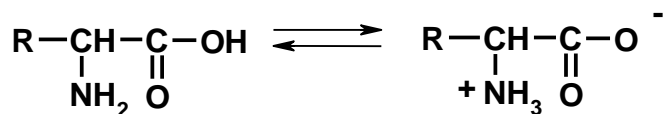
За кількістю карбоксильних груп амінокислоти можуть бути одно-, двохосновні і т.д., а за кількістю аміногруп – моно-, діамінокислоти, за взаємним розміщенням аміно- і карбоксильної груп α -, β -, γ -, δ -, ..., ω -амінокислоти.

α -Амінокислоти є найпростішими ланками в структурі високомолекулярних природних речовин – білків. Всі природні амінокислоти, крім амінооцтової, мають асиметричний атом Карбону, є оптично активними речовинами і належать до *L*-стеричного ряду.

Деякі амінокислоти необхідні для підтримання азотистого балансу в організмі людини, але сам організм їх не синтезує і отримує з рослинною їжею. Такі амінокислоти називаються “незамінними”.

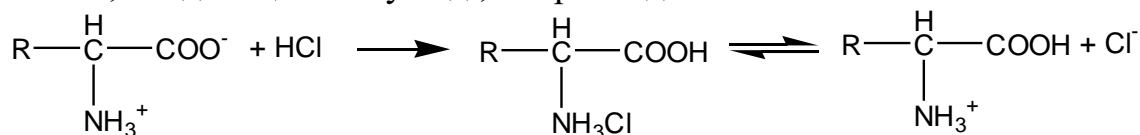
Одержують амінокислоти гідролізом білків, оксинітрильним синтезом із альдегідів, із галогено- і ненасичених кислот.

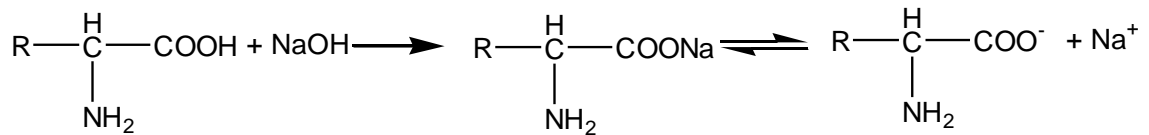
Оскільки амінокислоти мають карбоксильну та аміногрупу, то вони є амфотерними сполуками, тобто мають кислотні і основні властивості. При дисоціації молекули амінокислот утворюють біполярний іон, два полюси якого, електростатично притягуючись, утворюють молекулу внутрішньої солі. В розчині має місце рівновага:



Внутрішня сіль

Внутрішні солі амінокислот утворюють солі як з кислотами, так і з основами, які дисоціюють у воді, наприклад:

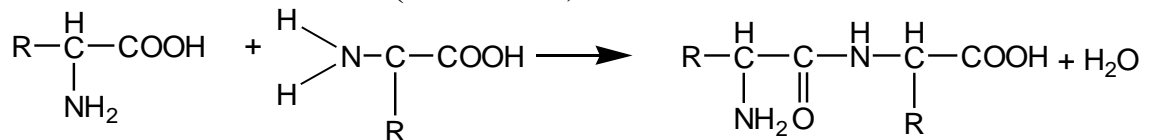




Таким чином, у кислому середовищі при надлишку йонів Гідрогену ($\text{pH} < 7$) внутрішні солі амінокислот перетворюються на амонієві кислоти, які мігрують у електричному полі до катода; у лужному середовищі при надлишку гідроксильних йонів ($\text{pH} > 7$) дипольні йони амінокислот перетворюються на аніони, які мігрують до анода. Можливо підібрати таке значення pH розчину, при якому молекули амінокислот будуть електронейтральними і міграції їх до електродів не буде. Таке значення pH розчину називається ізоелектричною точкою амінокислот.

Амінокислотам характерні всі реакції за карбоксильною та аміногрупою, а також ряд біохімічних реакцій: декарбоксилювання, оксидне дезамінування, переамінування. Специфічним реактивом на α -амінокислоти є реакція з нінгідрином з утворенням інтенсивного синьо-фіолетового забарвлення.

При певних умовах α -амінокислоти можуть реагувати одна з одною утворюючи пептиди. При цьому між залишками α -амінокислот виникають пептидні зв'язки ($-\text{CO}-\text{NH}-$):



Утворення поліпептидів з α -амінокислот є основою синтезу білкових речовин в організмах.

Білки – це природні високомолекулярні сполуки, побудовані із залишків α -амінокислот, з'єднаних пептидними зв'язками. Вони складають основну масу протоплазми і ядра живих клітин, відіграють величезну біологічну роль, оскільки є носіями життя на Землі. Амінокислоти у білках чергуються у певному порядку та їх послідовність – один з найбільш важливих факторів, який визначає специфічні функції білка в організмі. До складу білка, в основному, входить близько двадцяти амінокислот, з яких вісім є “незамінними”.

Специфічність з'єднання α -амінокислот у поліпептидному ланцюзі білка – це його первинна структура. Поліпептидний ланцюг набирає здатності згортатись у α -спіраль або утворювати β -складку (вторинна структура). Скручений у спіраль поліпептидний ланцюг здатний утворювати клубки (третинна структура).

Білки – аморфні речовини, нерозчинні в абсолютному спирті, медичному ефірі, хлороформі. У воді в більшості випадків розчинні. У кристалічному стані бувають рідко, в більшості випадків є колоїдними речовинами з великою відносною молекулярною масою. Поліпептидні ланцюги білків мають різний склад і будову, а також різноманітні функціональні групи. Наявність останніх у бічних відгалуженнях (–COOH, –OH, HS–) поліпептидних ланцюгів надає білкам здатність вступати у велику кількість реакцій. Цим пояснюється величезна роль білків у хімічних процесах, які протікають в організмах і здійснюють появу життя. Як і амінокислоти, білки утворюють позитивні і негативні іони і залежно від рН середовища для них характерна ізоелектрична точка. Для білків характерні реакції осадження та кольорові реакції, які використовуються для їх визначення (біуретова, ксантопротеїнова).

1. Лекція. Високомолекулярні природні сполуки: білки. - 1 год.

1. Класифікація білків.
2. Будова білків, пептидний зв'язок
3. Синтетичні методи одержання білкових молекул.
4. Якісні реакції на білки.
5. Властивості білків.
6. Біологічна роль.

2. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год

Теоретичні питання

Амінокислоти. Ізомерія. Номенклатура. Поширення в природі та біологічна роль. Методи одержання. Фізичні властивості. Хімічні властивості: амфотерна природа, декарбоксілювання, дезамінування, переамінування. Незамінні амінокислоти. Окремі представники.

3. Контрольні завдання для самоперевірки

222. Виведіть формули всіх ізомерних кислот складу $C_5H_{11}O_2N$.

223. Способи одержання амінокислот. Напишіть рівняння одержання амінокислот:

- а) глікоколю із хлороцтової кислоти;
- б) аланіну із α -нітропропіонової кислоти;
- в) фенілаланіну із фенілпіровиноградної кислоти.

224. Напишіть реакції, які відбуваються при нагріванні кислот: а) α -аміновалеріанової б) β -амінопропіонової; в) γ -аміновалеріанової.

225. Класифікація протеїнів. Типи структури білків.

226. Класифікація протеїдів. Якісні реакції на білки.

227. Який об'єм амоніаку потрібно пропустити крізь розчин хлороцтової кислоти масою 300 г з масовою часткою хлороцтової кислоти 20 % для повного перетворення її на амінооцтову кислоту? Об'єм обчисліть за нормальних умов.

228. Чому водні розчини моноамінокарбонічних кислот мають нейтральну реакцію на лакмус?

229. Напишіть реакцію поліконденсації амінооцтової кислоти. Наведіть приклади дипептидів і трипептидів, які можуть утворитися в процесі цієї реакції. Який зв'язок називається пептидним? Для яких сполук він характерний?

230. Як з метану одержати аланін? Розрахуйте об'єм метану (н.у.), потрібний для одержання 100 г названої амінокислоти при виході її 30 % від теоретичного.

231. Амфотерні властивості амінокислот. Напишіть рівняння реакцій гліцину з NaOH, HCl, хлорангідридом оцтової кислоти.

232. Аспарагінова кислота, її властивості і значення. Напишіть рівняння реакцій аспарагінової кислоти з натрій гідроксидом, соляною кислотою, хлорангідридом оцтової кислоти.

233. Амінокислоти та їх біологічна роль. Напишіть рівняння реакцій серину з лугом, соляною кислотою, азотистою кислотою, хлорангідридом оцтової кислоти.

234. Наведіть приклади амінокислот, що містять ароматичні цикли. Напишіть рівняння реакцій утворення дипептиду із триптофану і гліцину.

235. Напишіть рівняння реакції утворення трипептиду із гліцину, аланіну і фенілаланіну.

236. Напишіть рівняння реакції аланіну з азотистою кислотою, ангідридом оцтової кислоти, натрій гідроксидом у водному розчині.

237. Як з етану одержати аланін? Розрахуйте об'єм етану (н.у.), потрібний для одержання 1 кг названої амінокислоти при виході її 20 % від теоретичного.

238. Напишіть рівняння реакції міжмолекулярної дегідратації двох молекул гліцину з виділенням двох молекул води.

239. Одержіть α -аланін, використавши кальцій карбід та амоніак.

240. Напишіть структурні формули і дайте назви ізомерним амінокислотам складу $C_5H_{11}O_2N$. Для яких ізомерів можлива стереоізомерія?

241. Діаміни. Їх біологічна роль. Напишіть рівняння реакції ферментативного декарбоксілювання діамінокислоти. Назвіть продукти реакції.

242. Напишіть рівняння реакцій α -амінопропіонової кислоти (аланіну) з водним розчином KOH (при кімнатній температурі); з соляною кислотою; йодистим метилом; оцтовим ангідридом.

243. Білки. Первинна, вторинна і третинна структури білкових молекул. Напишіть рівняння реакцій гідролізу гліцилвалілваліну.

244. Пептиди. Їх біологічна роль. Напишіть рівняння реакцій гідролізу цистеїлсерилаланілгліцину.

245. Білки, їх біологічна роль, будова. Напишіть формулу тетрапептиду гліцилаланілсерилгліцину і проведіть його гідроліз.

4. Комплекс тестових завдань для самоперевірки

1. Який тип ізомерії відображають проекційними формулами:

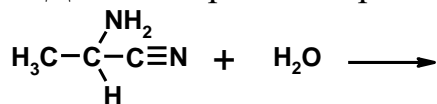


(у бланку відповіді подати тип ізомерії)

2. Встановити відповідність назви способу добування амінокислот і на чому базується кожний метод:

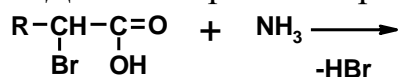
Назва способу	На чому базується метод
1. Ферментативний	А. Взаємодія альдегідів або кетонів із синильною кислотою, потім з амоніаком і наступним гідролізом
2. Гідролітичний	Б. Амінокислоти утворюються в процесі життєдіяльності мікроорганізмів
3. Ціангідринний	В. Базується на гідролізі білкових природних продуктів

3. Дописати рівняння реакції:



(у бланку відповідей подати структурну формулу сполуки)

4. Дописати рівняння реакції:



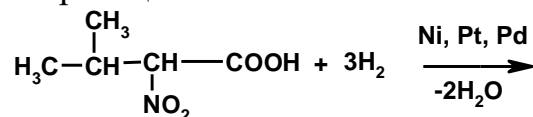
(у бланку відповідей подати структурну формулу сполуки)

5. Дописати рівняння реакції:



(у бланку відповідей подати структурну формулу сполуки)

6. Дописати рівняння реакції:



(у бланку відповідей подати структурну формулу сполуки)

7. Формулу якої сполуки пропущено у лівій частині рівняння реакції?



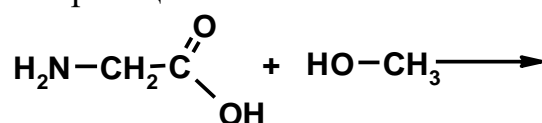
(у бланку відповідей подати структурну формулу сполуки)

8. Дописати рівняння реакції:



(у бланку відповідей подати формули утворених сполук)

9. Дописати рівняння реакції:



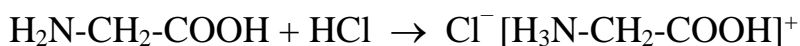
(у бланку відповідей подати формули утворених сполук)

10. Дописати рівняння реакції:



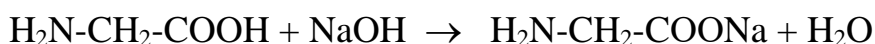
(у бланку відповідей подати формулу утвореної сполуки)

11. Які властивості проявляє амінокислота у реакції?



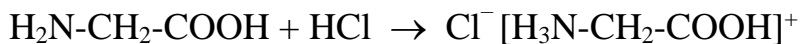
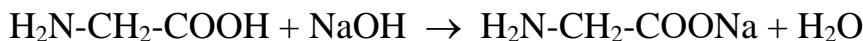
(у бланку відповіді впишіть вірну відповідь одним словом)

12. Які властивості проявляє амінокислота у реакції?



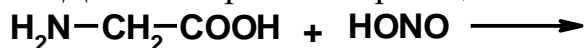
(у бланку відповіді впишіть вірну відповідь одним словом)

13. Які властивості проявляє амінокислота, якщо для неї характерні реакції?



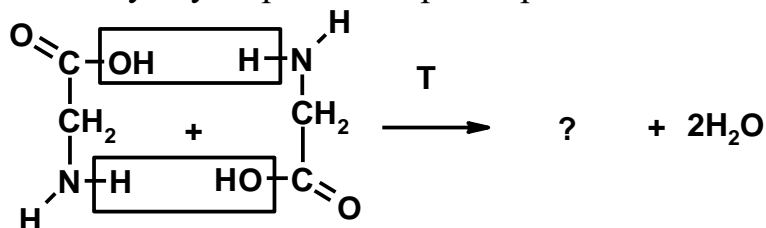
(у бланку відповіді впишіть вірну відповідь одним словом)

14. Дописати рівняння реакції:



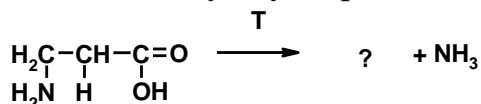
(у бланку відповідей подати формули утворених сполук)

15. Яка сполука утворюється при нагріванні α -амінокислоти?



(у бланку відповідей подати формулу утвореної сполуки)

16. Яка сполука утворюється при нагріванні β -амінокислоти?



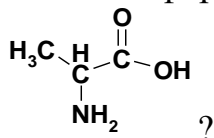
(у бланку відповідей подати формулу утвореної сполуки)

17. Яка сполука утворюється при нагріванні γ -амінокислоти?



(у бланку відповідей подати формулу утвореної сполуки)

18. Яка з наведених назв відповідає формулі



1	α -Амінопропіонова кислота
2	β -Амінопропіонова кислота
3	Амід пропіонової кислоти
4	2-Метилпропіламін
(у бланку відповідей написати назву)	

19. Амінокислотою є:

1	Пропіонова кислота
2	Аланін
3	Гліцерол
4	Гліцин
5	Гліколева кислота

20. Первинна структура молекули білка - це послідовність залишків амінокислот, зв'язаних

1	Йонними зв'язками.
2	Водневими зв'язками.
3	Ковалентними зв'язками.
4	Слабкими міжмолекулярними зв'язками.

21. За повного гідролізу білків утворюються:

1	Нуклеїнові кислоти
2	Пептиди
3	Полімери
4	Амінокислоти

Тема 11. П'яти- та шестичленні гетероцикли

Методичні поради

Гетероциклічні сполуки – це органічні речовини, молекули яких мають цикли, до складу яких входять не тільки атомами Карбону, але й інші атоми (N,S,O), які називають гетероатомами. Велике значення мають гетероциклічні сполуки, до складу яких входить атом Нітрогену. Гетероциклічні системи мають ароматичні властивості, які пояснюються тим, що гетеро атоми, маючи неподілені електронні пари разом з р-електронами подвійних зв'язків, утворюють єдину шестиелектронну хмару (секстет), як у молекулі бензену.

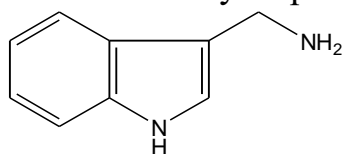
Представником п'ятичленних гетероциклів, які містять Нітроген, є пірол. Він має іміно- ($-NH-$) групу, є дуже слабким вторинним аміном і зі слабкими кислотами утворює солеподібні сполуки, а сильні кислоти його осмолюють. З іншого боку, він проявляє слабкі кислотні властивості. Атом гідрогену в аміногрупі під дією металічного калію, концентрованого КОН заміщується на калій з утворенням пірол-калію.

Ароматичні властивості виражені слабо, але в особливих випадках пірол сульфується, бромується і нітрується. При відновленні він утворює піролін і піролідін.

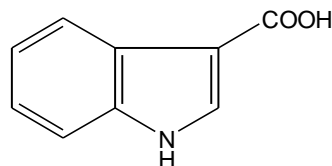
Особливо важливими похідними піролу є хлорофіл і гемін. В їх молекулах міститься 4 ядра піролу, що зв'язані метиновими групами ($=CH-$). Суттєвою частиною геміну є координаційно зв'язаний йон Феруму, а у хлорофілі – йон Магнію. Гемін – червоний пігмент крові, є носієм кисню. Хлорофіл – зелений пігмент листя рослин, регулює процес поглинання вуглекислого газу із повітря рослинами під дією променевої енергії.

Група індолу. Індол (бензопірол) за своїми властивостями подібний до піролу. Реагує з КОН, заміщуючи водень біля атома Нітрогену. За електрофільного заміщення замісники, в першу чергу, стають в β -положення пірольного кінця і тільки потім у бензенове.

Із похідних індолу основним є триптофан або β - індолілаланін, який утворюється при гідролізі багатьох білків. При декарбоксілюванні утворюється триптамін.



Триптамін



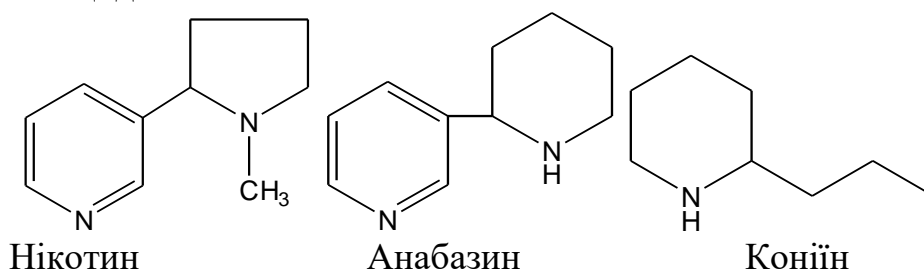
Гетероауксин

Гетероауксин, або індолілоцтова кислота, речовина, яка стимулює ріст рослин.

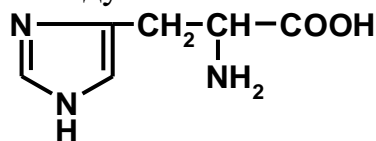
Піридин є шестичленною нітрогеновмісною гетероциклічною сполукою. За будовою і властивостями подібний до бензену. Вступає у реакцію електрофільного заміщення: нітрування, сульфування і бромовання. Але ці реакції проходять значно важче, ніж у бензині. При цьому завжди утворюються β -похідні. На відміну від бензену піридин є третинною основою і має основні властивості: реагує з кислотами, утворюючи солі, з ангідридами кислот і галогеналкілами.

Похідними піридину є β -піридинкарбонова (нікотина) кислота та амід нікотинової кислоти (нікотинамід).

Піридинове кільце входить до складу багатьох алкалоїдів. Алкалоїди - це нітрогеновмісні гетероциклічні сполуки, які знаходяться в рослинах. Вони чинять специфічну дію на організм людини чи тварини. Завдяки сильній фізіологічній дії, ця група речовин має важливе значення як лікарські препарати. Алкалоїди нікотин, анабазин і коніїн застосовуються в сільському господарстві як інсектициди.



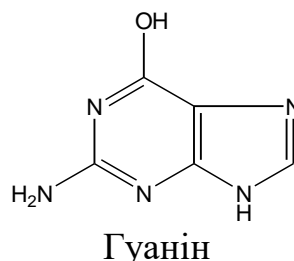
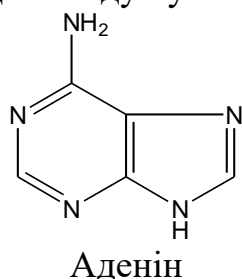
Імідазол – п'ятичленний гетероцикл з двома атомами нітрогену. Ядро імідазолу входить до складу амінокислоти – гістидин:



Піримідин є дуже важливим шестичленным гетероциклом з двома атомами Нітрогену. Піримідинові основи, такі як цитозин, урацил, тимін, входять до складу рибонуклеїнових кислот



Пурин – бігетероцикл. Найбільш важливими його похідними, які входять до складу нуклеїнових кислот, є аденін і гуанін.



1. Самостійна та індивідуальна робота – 8 год

Теоретичні питання

Одержання та хімічні властивості піролу, індолу, піридину. Піримідин та його похідні: урацил, тимін, цитозин. Пурин та його похідні: аденін, гуанін. Біологічна роль гетероциклів.

3. Контрольні завдання для самоперевірки

246. П'ятичленні азотисті гетероцикли. Добування і хімічні властивості піролу.

247. Добування піридину, нікотинової кислоти, нікотинаміду. Яка біологічна роль нікотинової кислоти і нікотинаміду?

248. Будова похідних піримідину, цитозину. Напишіть рівняння реакцій утворення нуклеотиду з тиміну, рибози і фосфатної кислоти.

249. Будова пурину і його похідних: аденіну, гуаніну. Напишіть рівняння реакцій утворення нуклеотиду із гуаніну, дезоксирибози і фосфатної кислоти.

250. Будова нуклеїнових кислот. Біологічна роль РНК і ДНК.

251. Що являють собою алкалоїди? Напишіть формули нікотину і анабазину. Використання алкалоїдів у сільському господарстві.

252. Що таке пестициди? Класифікація пестицидів і їх використання у сільському господарстві.

253. Гербіциди. Напишіть рівняння реакцій утворення гербіцидів: 2,4-Д; 2-М; 2,4,5-Т.

254. Нітруванням 12 г піридину добули 8 г β-нітропіридину. Обчисліть масову частку виходу продукту реакції.

255. Напишіть структурну формулу 2,6,8-триоксипурину. Яке біологічне значення має ця сполука?

256. Будова піролу. Яке біологічне значення мають похідні піролу: пролін, оксипролін, гем і хлорофіл?

257. Пірол. Знаходження в природі, будова, властивості.

258. Хлорофіл. Його будова і роль у житті рослин.

259. Піримідин і його природні похідні. Їх біологічне значення.

260. Одержіть із фурану: а) пірол; б) піролідин. Напишіть рівняння реакцій, вкажіть умови їх проведення.

261. Порівняйте основні властивості піридину і піперидину; піролу і піридину. Проілюструйте відповідними реакціями.

262. Напишіть схеми утворення і формули рибонуклеозидів: а) уридину; б) цитидину; в) аденозину.

263. Похідні індолу, їх біологічне значення і основні хімічні реакції: гетероауксин, триптофан, серотонін.

264. Нуклеїнові кислоти і їх біологічна роль. Напишіть рівняння реакції утворення нуклеотиду з урацилу, β -D-рибози і фосфатної кислоти.

265. Рибонуклеїнові кислоти, їх біологічна роль. Напишіть рівняння реакції утворення нуклеотиду з аденіну, β -D-рибози і фосфатної кислоти.

266. Дезоксирибонуклеїнові кислоти, їх біологічна роль. Напишіть рівняння реакції утворення нуклеотиду з гуаніну, β -D-дезоксирибози та фосфатної кислоти.

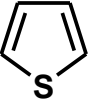
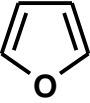
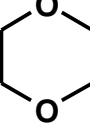
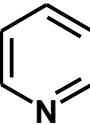
267. Які продукти утворюються при гідролізі складних білків нуклеопротейдів? Напишіть рівняння реакції гідролізу нуклеотиду, що складається із залишків урацилу, рибози та фосфатної кислоти.

268. Біологічна роль нуклеїнових кислот. Напишіть рівняння реакції утворення нуклеотиду з цитозину, β -D-рибози і фосфатної кислоти.

269. Будова піримідину, його властивості і похідні. Напишіть рівняння реакції утворення нуклеотиду з тиміну, β -D-дезоксирибози та фосфатної кислоти.

4. Комплекс контрольних тестів для самоперевірки

1. Який з гетероциклів утворює сіль з хлоридною кислотою?

2. Вкажіть типи реакцій, які характерні для піридину:

	Реакції електрофільного заміщення
	Реакції полімеризації
	Реакції солеутворення
	Реакції приєднання гідрогену в присутності каталізатора

3. Установіть відповідність між речовинами та їхніми ознаками:

Сполука	Ознака
1. Пірол; 2. Тіофен; 3. Фуран; 4. Піридин	А. Сульфуровмісна гетероциклічна сполука
	Б. Нітрогеновмісна гетероциклічна сполука
	В. Оксигеновмісна гетероциклічна сполука
	Г. Хлоровмісна гетероциклічна сполука

Приклад екзаменаційного білета з дисципліни Органічна хімія

Екзаменаційні питання

1. Які практично важливі сполуки синтезують з метану? Наведіть відповідні приклади.
2. Аміни. Класифікація амінів. Хімічні властивості амінів (на прикладі аніліну).

Тестові завдання різних типів

1. Яка структурна формула відповідає 2,3-диметилбутану:

1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
2	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
4	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$

2. Основний компонент природного газу?

1	Етанол	2	Водень	3	Метан	4	Вуглекислий газ
---	--------	---	--------	---	-------	---	-----------------

3. Закінчити рівняння реакції нейтралізації, яка відбувається у розчині:

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} +$	<p>(у бланку відповідей написати формулу продукту реакції)</p>
--	--

4. Яка сполука утворюється за реакцією ?

$\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots + \text{Ca}(\text{OH})_2$	(у бланку відповідей вписати назву сполуки)
--	---

5. При повному гідролізі білків утворюються

(у бланку відповідей впишіть пропущене слово)

6. Етанол – одноатомний спирт, етан-1,2-діол – двохатомний спирт, пропан-1,2,3-триол - ... спирт. Встановіть атомність пропан-1,2,3-триолу та вставте слово, що пропущено (у бланку відповідей подати одним словом).

7. Вулканізацією каучуку одержують

1.	Поліетилен	2.	Целюлозу	3.	Гуму	4.	Спирт
----	------------	----	----------	----	------	----	-------

8. Розставити органічні сполуки у відповідності до класу:

А. Алкани.	1. Етанол. 2. Метанол. 3. Гексан.
Б. Циклоалкани.	4. Циклобутан. 5. Метан. 6. Етан.
В. Спирти	7. Пропан. 8. Циклопентан. 9. Циклопропан.

9. При омиленні жиру натрій гідроксидом утворюються:

1	Натрієве мило та гліцерол	2	Етанол та натрієве мило	3	Парафін та етанол	4	Тільки гліцерол
---	---------------------------	---	-------------------------	---	-------------------	---	-----------------

10. Яке твердження пропущено у визначенні ізомерів?

Ізомерними є речовини, молекули яких мають однаковий якісний і кількісний склад, але різну ... ? (у бланку відповідей подати одним словом)

**Співвідношення між національними та ECTS
оцінками
та рейтингом з дисципліни**

Оцінка національна	Оцінка ECTS	Визначення ECTS	від	до
Відмінно	A	відмінно	90	100
Добре	B	дуже добре	82	89
	C	добре	74	81
Задовільно	D	задовільно	64	73
	E	достатньо	60	63
Незадовільно	FX	незадовільно	35	59
	F	незадовільно	0	34

Зміст

Вступ	1
ЗМІСТ ТЕМ ДИСЦИПЛІНИ «ОРГАНІЧНА ХІМІЯ»	4
Список рекомендованої літератури	8
Календарний план вивчення дисципліни «Органічна хімія»	Ошибка! Закладка не определена.
<i>Методичні поради до самостійної підготовки з окремих тем органічної хімії</i>	9
Контрольні завдання для самоперевірки	9
Техніка безпеки в хімічній лабораторії	11
Надання першої допомоги	12
Тема 1. Предмет і значення органічної хімії.....	14
Методичні поради	14
Класифікація органічних сполук.....	15
2. <i>Контрольні завдання для самоперевірки</i>	15
Тема 2: Вуглеводні: алкани, алкени, алкіни, алкадієни	17
Методичні поради	17
Алкани	17
Алкени (етиленові вуглеводні)	18
Алкіни (ацетиленові вуглеводні).....	19
Дієни (дієнові вуглеводні).....	20
Приклади розв'язання задач	24
Тема 3. Арени (ароматичні вуглеводні), циклоалкани, терпени.	37
Методичні поради	37
Ароматичні вуглеводні	37
Ациклічні вуглеводні (циклоалкани).....	38
Терпени	39
Приклади розв'язання задач	43
Тема 4. Спирти	55
Методичні поради	55
Приклади розв'язання задач	58
Тема 5. Феноли	65
Методичні поради	65
Приклади розв'язання задач	66
Тема 6. Альдегіди і кетони.....	71
Методичні поради	71
Приклади розв'язання задач	72
Тема 7. Карбонові кислоти.....	83
Методичні поради	83
Тема 8. Вуглеводи	104

Методичні поради	104
Тема 9. Аміни.	118
Методичні поради	118
Тема 10. Амінокислоти та білки.....	124
Методичні поради	124
Тема 11. П'яти- та шестичленні гетероцикли	132
Методичні поради	132
Приклад екзаменаційного білета з дисципліни Органічна хімія	137
Співвідношення між національними та ECTS оцінками та рейтингом з дисципліни	139