

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра органічної хімії та технології органічних речовин

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахункової роботи

з дисципліни «Органічна хімія»

для студентів напрямку 6.051401 «Біотехнологія»

денної форми навчання

Розглянуто та затверджено
на засіданні кафедри ОХ та ТОР
протокол № 9 від 30.05.2012р.
Завідувач кафедри ОХ та ТОР

_____ А.А. Фокін

Київ 2012

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни «Органічна хімія» для студентів напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» денної форми навчання

*Гриф надано Вченою радою ХТФ НТУУ «КПІ»
(Протокол № _____ від _____ 201_р.)
Реєстраційний № _____*

Укладач: *Жук Т.С., к.х.н., асистент каф. ОХ та ТОР*

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Відповідальний редактор: *А.А. Фокін, д.х.н., проф.*

Рецензент: *Т.А. Каменська, к.х.н., доц.*

За редакцією укладача

Зміст

Вступ	4
1. Короткі відомості про особливості реакційної здатності різних класів органічних сполук	5
2. Приклади розв'язку типових задач	16
3. Варіанти для розрахункової роботи	25
Перелік рекомендованих літературних джерел	39

ВСТУП

Методичні вказівки розроблено відповідно до програми підготовки бакалаврів за напрямом 6.051401 «Біотехнологія». Органічна хімія забезпечує зв'язок між такими дисциплінами циклу природничо-наукової підготовки (нормативні дисципліни) як аналітична хімія, біохімія, та професійно-орієнтованими дисциплінами «Загальна та молекулярна генетика», з дисциплінами циклу спеціальних дисциплін «Біотехнологія рослинної та тваринної клітини», «Технологія біологічно активних речовин», «Біотрансформація органічних сполук». Для студентів факультету біотехнології та біотехніки курс органічної хімії є складовою частиною професійної підготовки, тому особливе значення має самостійна робота студентів, яка забезпечує активне засвоєння теоретичних основ і набуття практичних навичок. Метою індивідуальних завдань є навчити студентів застосовувати теоретичні положення курсу до вирішення практичних завдань, творчо опрацьовувати та самостійно вивчати матеріал.

У запропонованих методичних вказівках наведено стислі відомості щодо реакційної здатності різних класів органічних сполук, приклади розв'язку задач, варіанти розрахункової роботи та перелік рекомендованих для теоретичної підготовки літературних джерел.

1. КОРОТКІ ВІДОМОСТІ ПРО ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ РІЗНИХ КЛАСІВ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

При вивченні курсу органічної хімії слід перш за все чітко виділити головні особливості електронної будови органічних сполук кожного класу, які зумовлюють їх реакційну здатність, зіставити типові реакції цих класів, усвідомити і глибоко засвоїти механізми реакцій. Порівняльне вивчення вуглеводнів – необхідний перший етап створення чіткої системи знань в органічній хімії.

Для **насичених вуглеводнів**, в яких всі атоми карбону перебувають у стані sp^3 -гібридизації, характерні реакції заміщення, які перебігають, зазвичай, за радикальним механізмом за підвищених температур і характеризуються низькою селективністю. Швидкість і напрям таких реакцій визначаються енергією гомолітичного розщеплення зв'язку C–H. Але поряд з цим, чим нижча реакційна здатність реагенту, тим вища селективність перетворення. Так, реакції бромовання насичених вуглеводнів (їх швидкість у 250000 разів нижча, ніж хлорування) є високо селективними, заміщення в цьому випадку відбувається майже виключно біля третинного, а вже потім біля вторинного і первинного атомів карбону. Нітрування за Коноваловим – менш селективне і супроводжується розщепленням зв'язків C–C.

Реакційна здатність **ненасичених вуглеводнів** визначається легкістю розкриття π -зв'язків, утворених p -електронами sp^2 - та sp -гібридизованих атомів карбону. Для них характерні реакції приєднання, які, залежно від умов, перебігають за іонним або радикальним механізмом. Іонні реакції є селективними, їх напрям визначається розподілом електронної густини і залежить від електронних ефектів замісників (для простих випадків виконується правило Марковнікова). При зміні умов приєднання можна

здійснити за радикальним механізмом, тоді напрям процесу змінюється на протилежний (ефект Караша). Для одного й того ж етиленового вуглеводню, наприклад, пропілену, можна здійснити або реакцію приєднання (звичайні умови, кінетичний контроль), або реакцію заміщення в алільному положенні (при термодинамічному контролі). Особливістю ацетиленових вуглеводнів є кислотність кінцевого потрійного C–H-зв'язку, оскільки атом гідрогену в цьому випадку можна замінити на метал (sp -гібридизований атом карбону більш електронегативний, ніж sp^2 - та sp^3 -гібридизовані).

Для **спряжених дієнів** характерне поєднання стійкості (стабілізація за рахунок енергії резонансу) і високої реакційної здатності, зумовлене тим, що при електрофільному приєднанні на першій стадії утворюється стабільний алільний катіон. Наявність спряження з утворенням спільної π -електронної системи пояснює можливість перебігу реакцій приєднання по положенням 1,2 та 1,4.

Реакційна здатність **циклічних вуглеводнів** значною мірою залежить від розміру циклу. При прогнозуванні реакційної здатності цих сполук слід враховувати всі види напруження в молекулах. Малі цикли схильні до реакцій приєднання з розкриттям циклу. В молекулі циклопропану атоми карбону утворюють «бананові» зв'язки, перебувачи при цьому у проміжному між sp^3 - та sp^2 -гібридизованому стані. Для циклоалканів з числом атомів карбону в циклі 5 і більше характерні реакції заміщення.

Ароматичні вуглеводні стабілізуються за рахунок спряження p -електронів sp^2 -гібридизованих атомів карбону і, відповідно, виявляють «ароматичний характер». Один з найбільш важливих проявів хімічного критерію ароматичності – схильність до реакцій заміщення, особливо електрофільного, оскільки реакції приєднання призводять до втрати енергії резонансу). Слід твердо засвоїти електронні ефекти замісників та правила

орієнтації при заміщенні в ароматичних системах. Введення сульфогрупи в ароматичні сполуки, окрім прямої синтетичної мети (добування фенолу, нітрилів кислот та ін.), використовується для забезпечення необхідної орієнтації під час заміщення. Після утворення похідного з замісником у необхідному положенні сульфогрупа легко вилучається внаслідок обробки сполуки перегрітою парою в кислому середовищі (реакція електрофільного заміщення сульфогрупи на H). Рівновага в реакціях сульфонування – десульфонування широко застосовується у препаративному синтезі.

Для **багатоядерних ароматичних вуглеводнів** з конденсованими циклами характерні реакції, які перебігають за загальними для ароматичних вуглеводнів правилами орієнтацій, проте слід також враховувати підвищену активність α -положення (нафталін) та *мезо*-положень (антрацен, фенантрен), зумовлену орієнтацію до максимального збереження ароматичності циклів у перехідному стані та продуктах реакції.

Небензойні ароматичні сполуки є яскравими прикладами систем, що відповідають квантово-механічному критерію ароматичності (правило Хюккеля). Оцінюючи їх реакційну здатність, необхідно керуватися перш за все очевидним положенням: якщо ароматична система утворена з вуглеводню шляхом втрати гідрид-іона і несе на собі позитивний заряд (циклопропенільний катіон, тропілієвий катіон, семичленний цикл в азулені), то вона буде вступати переважно в реакції нуклеофільного заміщення. Негативно заряджені ароматичні цикли (циклопентадієнільний аніон, фєроцен, п'ятичленний цикл в азулені) відповідно реагують тільки з електрофілами.

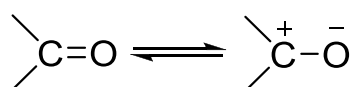
Галогенопохідні аліфатичного і аліциклічного ряду займають чільне місце в органічному синтезі: вони легко добуваються з відповідних вуглеводнів (цей процес реалізується в промисловості) і можуть вступати в

різноманітні перетворення. Реакційна здатність галогенопохідних залежить від будови алкільного радикалу: третинні та алільні похідні реагують за механізмом S_N1 , первинні та вторинні, як правило, – за механізмом S_N2 . Галоген, що знаходиться біля атома карбону з подвійним зв'язком (хлорвініл, ароматичні галогенопохідні), має низьку рухливість і тому майже не вступає в реакції нуклеофільного заміщення. Рухливість атома галогену суттєво підвищується за наявності електроноакцепторних замісників у *орто*- і *пара*-положеннях бензольного ядра. У цьому випадку можуть реалізуватися реакції нуклеофільного заміщення за механізмом S_N2 . Неактивовані ароматичні галогенопохідні реагують за механізмом відщеплення – приєднання (через дегідробензол) і мають відносно невелике препаративне значення.

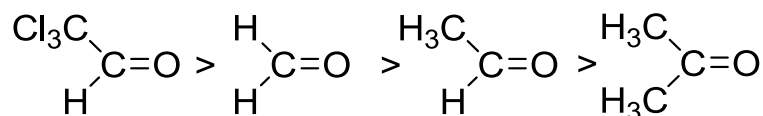
Спирти та феноли є продуктами основного органічного синтезу. Вони широко застосовуються як цільові продукти та для подальших перетворень у функціональні похідні. При цьому першочергове значення мають реакції за участю гідроксильної групи, активність якої суттєво залежить від структури субстрату. На відміну від спиртів, кислотність яких на 2 порядки нижча за кислотність води (вплив позитивного індукційного ефекту алкільних радикалів), феноли проявляють досить сильні кислотні властивості. Причина цього – позитивний мезомерний ефект ОН-групи, що призводить до збільшення електронної густини, особливо в *орто*- і *пара*-положеннях бензольного ядра фенолу, і до послаблення міцності зв'язку О–Н. Такий самий ефект обумовлює стабілізацію фенолят-аніона, що, в свою чергу, пояснює кислотні властивості фенолів. Електроноакцепторні замісники в ядрі підсилюють ефект (константа дисоціації фенолу складає $1,01 \cdot 10^{-10}$, *n*-нітрофенолу – $6,5 \cdot 10^{-8}$, 2,4-динітрофенолу – $8,3 \cdot 10^{-5}$, пікринової кислоти – $4,2 \cdot 10^{-1}$ за $T = 298 \text{ K}$).

Важливо те, що електронодонорний ефект гідроксильної групи фенолу сильно активує бензольне кільце в реакціях електрофільного заміщення. Внаслідок цього феноли взаємодіють із слабкими електрофілами, які не здатні реагувати з ароматичними вуглеводнями (азосполучення з солями діазонію, реакції Кольбе – Шмідта, Тімана – Реймера та ін.).

Висока реакційна здатність **карбонільної групи** визначається полярністю π -зв'язку (внаслідок більшої електронегативності кисню), її легкою поляризованістю, здатністю і прагненням кисню прийняти повний негативний заряд:



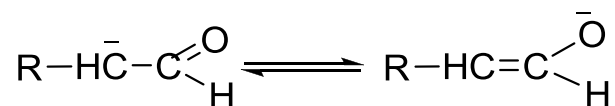
Електронодонорні замісники знижують електрофільність карбону карбонільної групи, електроноакцепторні – підвищують. На цій основі можна скласти ряд реакційної здатності оксосполук:



Реакції приєднання до карбонільної групи починаються атакою нуклеофільного реагенту (приєднання HCN, NaHSO₃, ROH, RMgX та ін.).

У ряді випадків реакції приєднання з подальшим відщепленням спричиняють заміщення кисню карбонільної групи. Так реагують NH₃, NH₂OH, N₂H₄ та інші азотовмісні сполуки.

Електроноакцепторна дія карбонільної групи підвищує активність водню в α -положенні, що обумовлює перебіг реакцій через утворення стабілізованих карбаніонів (енолізація, альдольна і кротонова конденсація, реакція Кляйзена, синтези на основі ацетооцтового та маленового ефірів та ін.). В основі реакційної здатності багатьох оксосполук лежить кетенольна таутомерія.



Карбонові кислоти та їх похідні широко розповсюджені у природі. Досить сказати, що білки є полімерами α -амінокислот, а наші харчові продукти (овочі, фрукти, молоко, м'ясо, олія) містять органічні кислоти у вільному і зв'язаному станах.

Велике значення мають кислоти в органічному синтезі. Аліфатичні карбонові кислоти найчастіше добувають з доступних галогенопохідних через нітрили або магнійорганічні сполуки. Відтак їх використовують у двох напрямках: для добування похідних по карбоксильній групі (**хлорангідридів, ангідридів, естерів, амідів, нітрילів** тощо) і для введення функціональних груп (окси-, аміно-, кратних зв'язків і т.п.) в алькільний радикал, як правило, через галогенування, яке за звичайних умов іде в α -положення. Особливого мистецтва вимагає синтез білків з амінокислот, який включає попередній захист відповідних аміно- і карбоксильних груп.

Проводячи синтези із сполуками ароматичного ряду, варто враховувати, що карбоксильна група направляє електрофільний реагент в *мета*-положення, а нуклеофільний – в *орто*- і *пара*-положення. Надалі можна провести декарбоксилювання (нагріванням за наявності лугу) і таким чином забезпечити введення функціональної групи в потрібне положення. Для введення карбоксильної групи у бензольне кільце крім методів, що застосовуються в аліфатичному ряді, використовують розклад діазосполук за наявності KCN (каталізатор Зандмейєра – $\text{Cu}(\text{CN})_2$), і сплавлення сульфокислот з KCN. Дуже поширене окиснення гомологів бензину. Незалежно від довжини радикала, кількості і характеру замісників у ньому при окисненні завжди утворюється карбоксильна група.

Нітросполуки, аміни і нітрили є важливими напівпродуктами органічного синтезу. Особливе значення мають **ароматичні діазосполуки**, які в функціональному плані займають таке саме положення в ароматичному ряді, як і галогенопохідні в аліфатичному. Із бензену через нітробензол, анілін і далі солі діазонію можна добути практично будь-яке функціональне похідне. При плануванні синтезу слід враховувати те, що нітрогрупа є сильним електроноакцептором і направляє електрофільний агент у *мета*-положення. Важливо також те, що електроноакцепторний вплив нітрогрупи значно полегшує нуклеофільне заміщення в ароматичному ядрі (в *орто*- і *пара*-положеннях). Після перетворення нітрогрупи в аміногрупу маємо сильний *орто*- і *пара*-орієтант у подальших реакціях електрофільного заміщення. При цьому потрібно пам'ятати, що перед нітруванням (або іншою реакцією з окислювачем) аміногрупу необхідно захистити ацилюванням.

Відносно висока стабільність ароматичних діазосполук обумовлена спряженням діазокатіонного центра з π -електронною системою бензольного кільця. Електронодонорні групи зменшують активність діазосполук, а електроноакцепторні – підвищують її (ρ в рівнянні Гаммета позитивне). Цей вплив, протилежний впливу замісників в реакціях S_N1 , пояснюється тим, що для реакцій за участю діазокатіона, стадією, яка лімітує реакцію, є не утворення катіонного інтермедіату, а процес його подальшого перетворення. При добуванні азобарвників потрібно пам'ятати, що ефективно стабілізований спряженням діазокатіон – доволі слабкий електрофіл. Тому в ролі азокомпонента можуть бути тільки активні в реакціях електрофільного заміщення ароматичні сполуки, а саме: феноли, анілін та їх похідні.

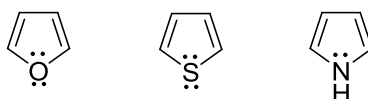
Атом сірки є аналогом атома кисню і здатний утворювати органічні сполуки, подібні до відповідних органічних кисневмісних сполук, – **тіоспирти, тіоефіри, тіоальдегіди, тіокетони** тощо. Завдяки здатності сірки

легко окислюватися, виявляючи при цьому різні валентності, відомі такі класи сполук як дисульфідиди, сульфоксидиди, сульфони, сульфенові та сульфіннові кислоти, сульфокислоти. Останні, в свою чергу, утворюють солі, ефіри, амідиди та ін.

Тіоспирти, тіоефіри і особливо **сульфоксидиди** утворюють комплексні сполуки з багатьма металами. Ці властивості широко використовуються в техніці для розділення металів. У медицині застосовуються антидоти – речовини, які зв'язують важкі метали, що потрапили до організму.

При вивченні **гетероциклічних сполук** слід перш за все чітко засвоїти їх електронну будову, яка зумовлює з одного боку ароматичність, а з іншого специфіку реакційної здатності кожного гетероциклу.

У п'ятичленних гетероциклах – фурані, тіофені, піролі



необхідний для прояву ароматичності секстет електронів утворюється з 4π -електронів подвійних зв'язків та вільної пари електронів гетероатома (згідно з правилом Хюккеля: ароматичною є плоска моноциклічно сполучена система, що містить $(4n+2)$ π -електрони, де $n = 0, 1, 2, 3, \dots$). Шість π -електронів розподілені між п'ятьма атомами циклу і в їх молекулах для атомів карбону характерна більш висока електронна густина, ніж у молекулі бензену. Тому всі п'ятичленні гетероцикли легше, ніж бензен вступають у реакції електрофільного заміщення і практично не реагують з нуклеофільними реагентами. При цьому слід враховувати, що фуран і пірол дуже ацидофобні. За наявності кислоти пірол, як будь-який вторинний амін, протонується по вільній електронній парі. Це виводить 2 електрона із загальної системи спряження, ароматичність порушується, на перший план виступають дієнові властивості гетероциклу, проявляються здатність до полімеризації і

схильність до розкладання – пірол в кислому середовищі осмолюється. Ацидофобні гетероцикли сульфують піридинсульфотриоксидом, нітрують ацетилнітратом, меркурують у присутності CH_3COONa , для реакції Фріделя-Крафтса використовують оцтовий ангідрид за наявності м'яких кислот Льюїса, хлорують за допомогою SO_2Cl_2 .

У шестичленному азотистому гетероциклі – піридині – вільна електронна пара атома азоту не бере участі у створенні спряженої системи, яка забезпечує ароматичність, – секстет електронів утворюється за рахунок π -електронів трьох подвійних зв'язків. Тому піридин не ацидофобний, солеутворення не призводить до осмолення, оскільки ароматичність системи зберігається.

Шість π -електронів у піридині нерівномірно розподілені між шістьма атомами циклу – більш електронегативний атом азоту притягує до себе електрони. При цьому електронна густина на атомах вуглецюкарбонукарбону істотно зменшується. Тому піридин важче, ніж бензен вступає в реакції електрофільного заміщення, а нуклеофільні реакції для нього перебігають легше, ніж для бензолу, і мають важливе значення.

При вивченні гетероциклів необхідно в кожному випадку проводити аналогії з відповідними похідними бензену (або нафталіну), які мають подібний розподіл електронної густини. Тіофен за властивостями дуже близький до бензолу, пірол – електронний аналог фенолу і для нього характерні реакції, в які вступає фенол, але які не відбуваються за участі бензолу (наприклад, азосполучення, реакція Кольбе-Шмідта). Фурфурол дуже схожий на бензальдегід і для нього відомі ті реакції, які відрізняють ароматичні альдегіди від аліфатичних. На відміну від п'ятичленних гетероциклів, близьких за реакційною здатністю до ароматичних сполук з замісниками I роду, шестичленні гетероцикли є аналогами ароматичних

похідних із замісниками II роду, зокрема піридин за хімічними властивостями близький до нітробензолу. Вивчаючи хімію гетероциклів, слід кожену реакцію зіставляти з розглянутими раніше. Таке порівняльне вивчення буде не тільки повторенням і закріпленням загальних закономірностей органічної хімії, а й поглибленням, систематизацією матеріалу, усвідомленням його на новому, більш високому рівні.

Вуглеводи – група природних сполук, близьких за властивостями до сполук зі змішаними функціями – оксиальдегідів та оксикетонів. Їх поділяють на моносахариди (монози), олігосахариди (полімери, що містять від двох до десяти моносахаридних одиниць), полісахариди (полімери з більш, ніж десятьма моносахаридними ланками).

Моносахариди проявляють властивості спиртів, карбонільних сполук, напівацеталей. Найбільш реакційноздатним є глікозидний гідроксил, який легко піддається нуклеофільному заміщенню на алкокси-, аміно- та інші групи з утворенням глікозидів.

У дисахаридах залишки моносахаридів з'єднуються за рахунок: а) глікозидних гідроксилів двох моносахаридів з утворенням невідновлюючих дисахаридів; б) глікозидного гідроксилу одного моносахариду і спиртового гідроксилу іншого моносахариду з утворенням відновлюючих дисахаридів, оскільки вони містять вільний глікозидний гідроксил, тобто в прихованій формі альдегідну групу.

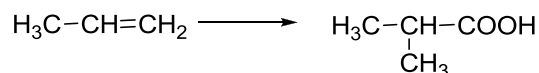
В утворенні молекул полісахаридів крохмалю і целюлози беруть участь глікозидний гідроксил і гідроксил при четвертому вуглецевому атомі глюкози (1,4-глікозидний зв'язок). Крохмаль складається із залишків α -D-глюкози, тоді як целюлоза відрізняється β -конфігурацією зв'язку між циклами і лінійним характером ланцюгів. Серед технічно важливих похідних

целюлози варто відмітити різні її ефіри: етиловий ефір, нітро- та ацетилцелюлозу, ксантогенат целюлози.

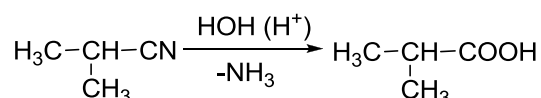
2. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗКУ ТИПОВИХ ЗАДАЧ

Приклад 1. Напишіть ланцюг реакцій, за допомогою яких найкоротшим шляхом із пропілену можна добути ізомасляну кислоту.

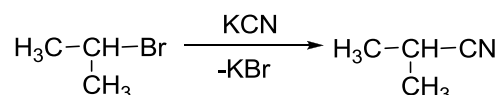
Розв'язок. Необхідно здійснити перетворення



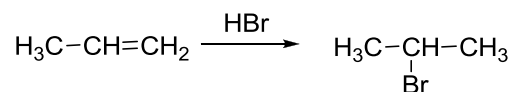
Один з основних способів добування кислот є гідроліз нітрилів:



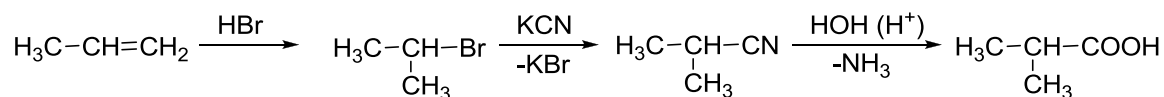
Необхідний нітрил можна синтезувати з 2-бромпропану:



2-Бромпропан утворюється внаслідок гідробромовання вихідного пропілену:



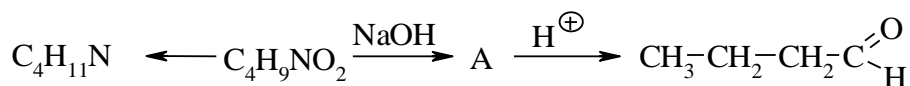
Отже, загальна схема перетворень така:



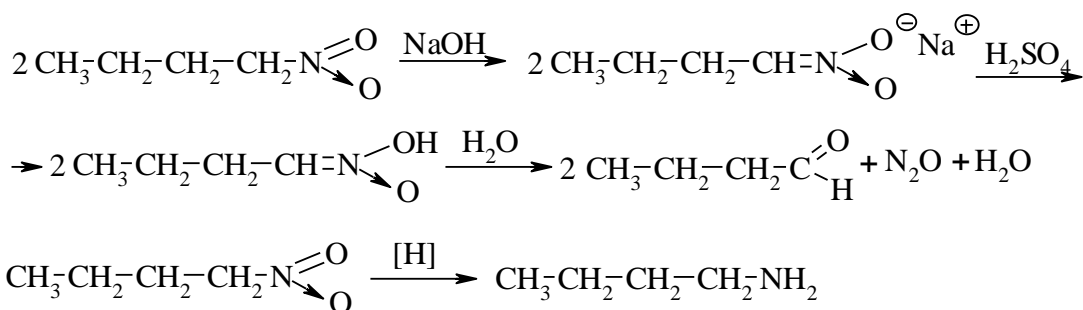
Можна запропонувати й інші шляхи вирішення задачі, враховуючи методи добування карбонових кислот.

Приклад 2. Встановити будову речовини складу $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$, яка в результаті послідовної взаємодії з NaOH і мінеральною кислотою утворює масляний альдегід, а при відновленні – речовину складу $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$.

Розв'язок. Запишемо скорочено умову задачі

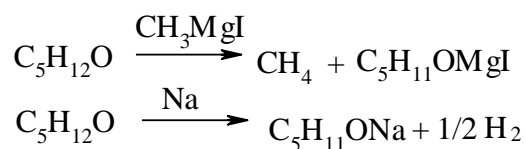


Брутто-формула і здатність відновлюватися до $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ вказують на те, що речовина $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$ – нітроалкан. Солі ациформ у лужному середовищі утворюють первинні і вторинні нітросполуки, але при кислотному розкладі цих солей у водних розчинах альдегіди утворюються тільки у випадку первинних нітроалканів. Отже, сполука $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$ має будову $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NO}_2$ (1-нітробутан). Розв'язуючи задачу, необхідно навести рівняння реакцій, які доводять будову речовини:



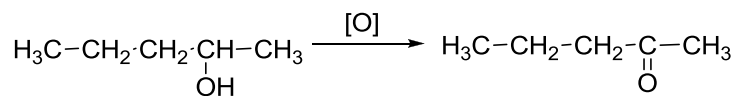
Приклад 3. Визначте будову сполуки складу $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, якщо відомо, що при взаємодії з метилмагніййодидом вона утворює метан, реагує з металічним натрієм, доволі легко окислюється, а внаслідок енергійного окислення дає суміш мурашиної, оцтової, пропіонової та масляної кислот.

Розв'язок. Зіставляючи першу та другу умови завдання, можна зробити висновок, що запропонована сполука є спиртом, тому що саме спирти з реактивом Гріньяра утворюють алкани, а з металічним натрієм – відповідні алкоголяти:

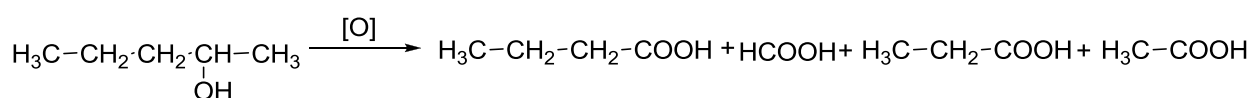


З двох останніх умов завдання випливає, що ми маємо справу з вторинним спиртом. Відомо, що останні легко окислюються до кетонів, які за умов енергійного окислення утворюють чотири різні кислоти (згідно з правилом Попова – Вагнера).

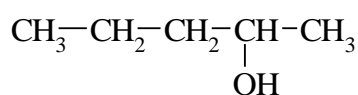
В нашому випадку:



Положення гідроксильної групи встановлюється за результатами окиснення:



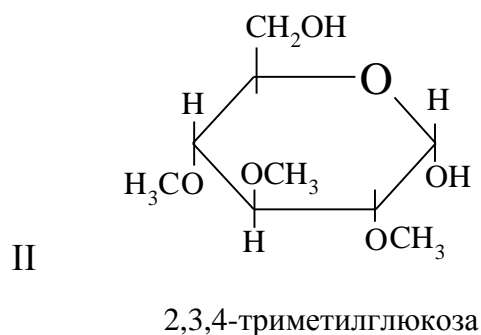
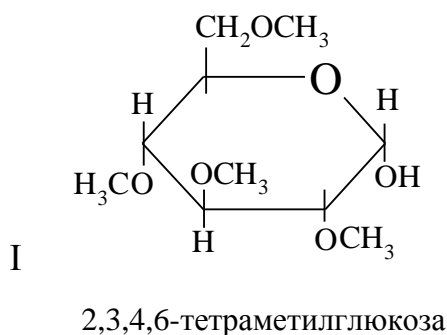
Таким чином, будова сполуки така:



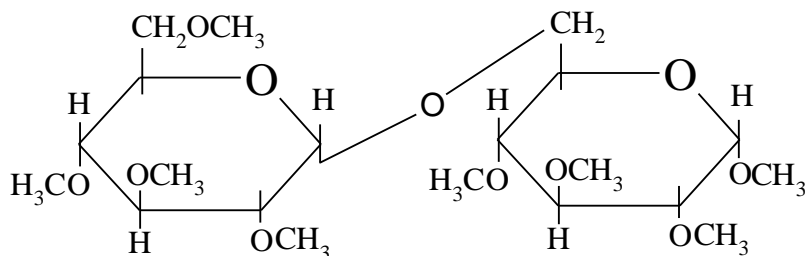
метилпропілкарбінол

Приклад 4. Гідролізом метильованої гептіобіози добули суміш 2,3,4,6-тетраметилглюкози і 2,3,4-триметилглюкози. Наведіть формулу цього дисахариду, якщо гептіобіоза відновлює фелінгову рідину, а залишки монози, які її утворюють, мають δ -оксидну будову.

Розв'язок. Гептіобіоза – це відновлюючий дисахарид. Отже, в його утворенні брав участь тільки один глікозидний гідроксил. Гідроліз метильованої гептіобіози дає дві частково метильовані глюкози:

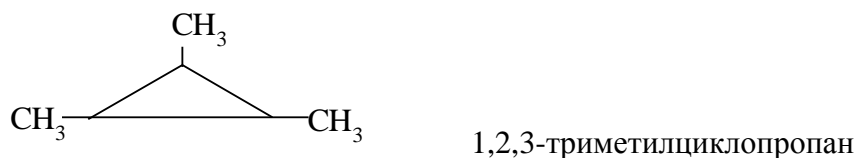


Утворені внаслідок гідролізу вільні гідроксили – глікозидний (молекула I) і звичайний (молекула II) – свідчать проте, що дисахарид утворився за рахунок глюкозидного гідроксили молекули I і шостого гідроксили молекули II. Отже, метильована гептіобіоза має будову



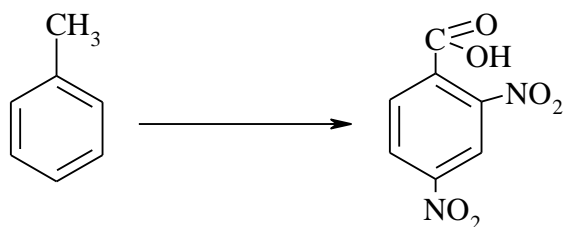
Приклад 5. Визначте структурну формулу вуглеводню складу C_6H_{12} , який не знебарвлює за кімнатної температури водний розчин $KMnO_4$, реагує з HI з утворенням сполуки $C_6H_{13}I$, а внаслідок гідрування утворює єдиний продукт – метилдіетилметан.

Розв'язок. Вуглеводень з брутто-формулою C_6H_{12} може належати до циклоалканів або алкенів. Оскільки речовина не знебарвлює на холоді водний розчин перманганату калію, то вона є циклоалканом. Взаємодія з HI дозволяє припустити, що ця сполука являє собою тричленний цикл. Розкриття циклу при гідруванні підтверджує цей факт. На основі викладених вище міркувань можна рекомендувати таку структурну формулу для вуглеводню:

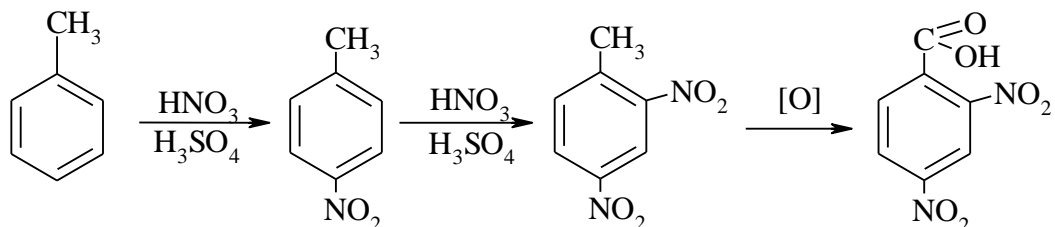


Приклад 6. З толуолу синтезуйте 2,4-динітробензойну кислоту.

Розв'язок. Запишемо скорочено умову задачі:

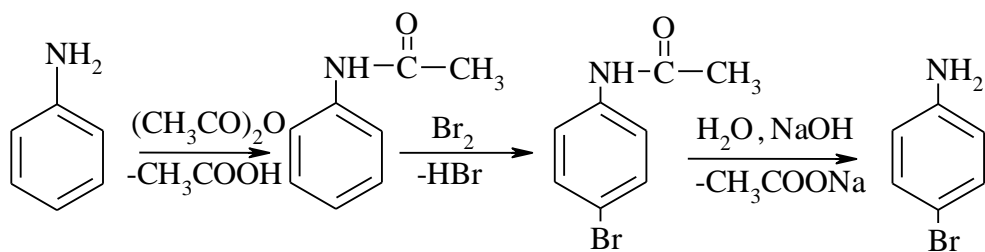


Розв'язок цієї задачі зводиться до встановлення послідовності стадій окиснення і нітрування. В молекулі цільового продукту присутні замісники, які є *мета*-орієнтантами, але нітрогрупи розташовані відносно групи COOH в положеннях, характерних для *орто*-, *пара*-орієнтантів. Таким чином, потрібно використати направляючу дію CH₃-групи в толуолі і спочатку його прони́трувати (добути 2,4-динітротолуол), а потім вже провести окиснення. Відповідно:



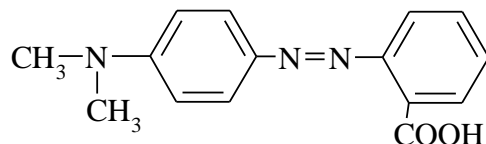
Приклад 7. Із аніліну синтезуйте *n*-броманілін.

Розв'язок. Пряме бромовання аніліну часто супроводжується окисненням. Крім того може утворитися суміш продуктів різного ступеня заміщення, в тому числі і триброманілін (аміногрупа є сильним активуючим *орто*-, *пара*-орієнтантом). Щоб уникнути цих процесів, аміногрупу спочатку захищають (ацилюють), а потім бромують (група –NHCOCH₃ є менш активним орієнтантом, ніж група –NH₂):



Після бромовання проводять гідроліз з метою відновлення аміногрупи (остання стадія).

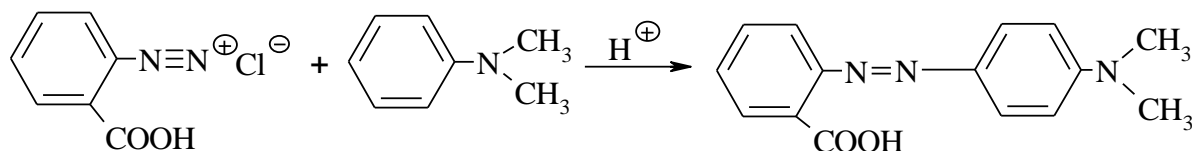
Приклад 8. Які діазо- і азоскладові необхідно використати для синтезу азобарвника метилового червоного



Розв'язок. Азоскладовий компонент повинен мати сильні електронодонорні групи, як правило, $-\text{OH}$, $-\text{NR}_2$, $-\text{NHR}$, $-\text{NH}_2$. Інакше випадку діазоній-катион не буде вступати в реакцію азосполучення, оскільки він є слабким електрофілом.

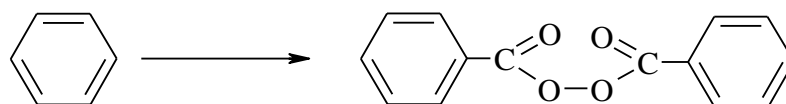
У молекулі цього азобарвника присутні два замісники: електронодонорний $((\text{CH}_3)_2\text{N}-)$ і електроноакцепторний $(\text{HOOC}-)$. Таким чином, азоскладова – диметиланілін, а діазоскладова – *o*-карбоксіфенілдіазоній хлорид.

Азобарвник добувають шляхом взаємодії цих речовин у слабкокислому середовищі:

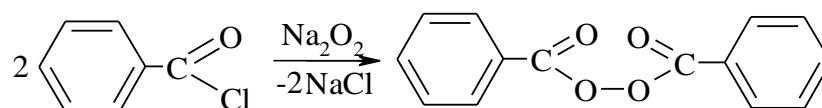


Приклад 9. Як добути пероксид бензоїлу з бензолу?

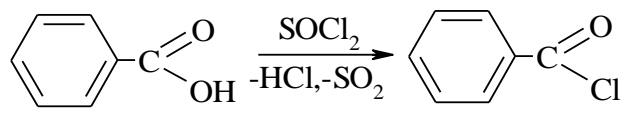
Розв'язок. Запишемо завдання у вигляді структурних формул



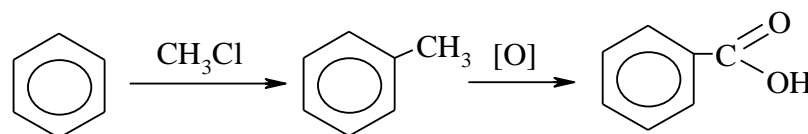
Пероксид бензоїлу можна добути за реакцією з бензоїлхлоридом:



Необхідний для цієї реакції бензоїлхлорид можна синтезувати з бензойної кислоти:



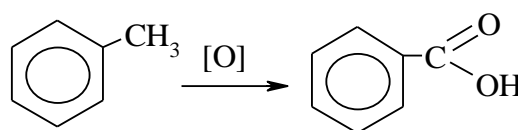
а бензойну кислоту наступним шляхом:



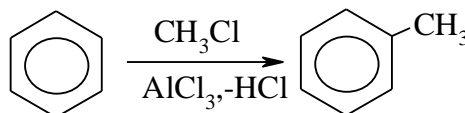
Бензол

толуол

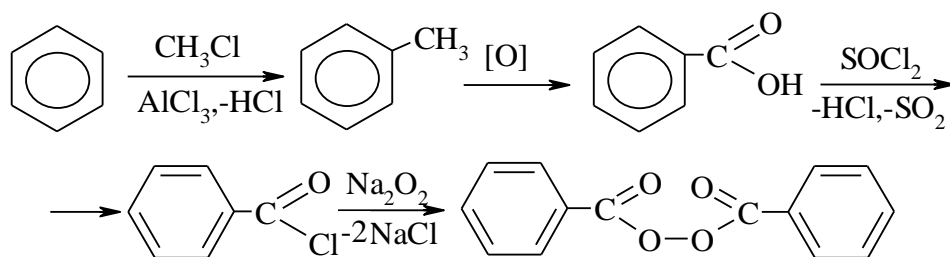
Ця кислота легко утворюється при окисненні якого-небудь з гомологів бензолу, наприклад, толуолу:



Толуол можна синтезувати з бензолу за реакцією Фріделя-Крафтса:

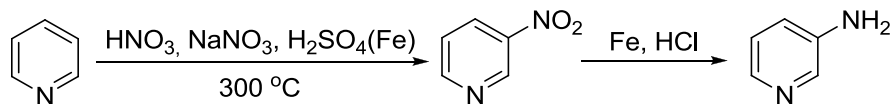


Загальна схема розв'язку задачі:

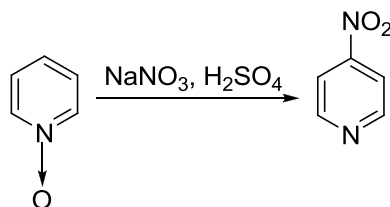


Приклад 10. З піридину добудьте всі ізомерні амінопіридини. Які з них діазотуються?

Розв'язок. Найбільш розповсюджений загальний спосіб добування амінів – відновлення нітропохідних. Нітрування піридину проводять в жорстких умовах, при цьому з виходом 20 % утворюється 3-нітропіридин, який в результаті відновлення перетворюється на 3-амінопіридин:

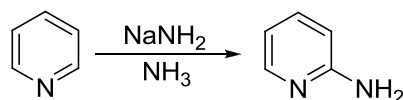


Для синтезу 4-нітропіридину доцільно застосувати *N*-оксид піридину, в якому атом кисню з високою електронною густиною діє як сильний замісник І роду, збільшуючи за рахунок мезомерного ефекту електронну густину в α - та γ -положеннях:

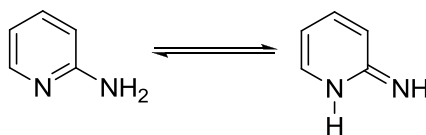


(вихід 90%)

В результаті відновлення *N*-оксиду 4-нітропіридину утворюється 4-амінопіридин. 2-Амінопіридин синтезують в одну стадію з високим виходом за реакцією Чичибабіна:

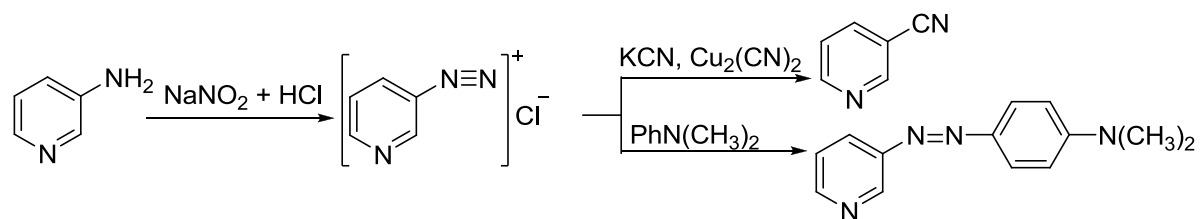


2- і 4-Амінопіридини існують у таутомерній рівновазі з іміноформами, наприклад, для 2-амінопіридину:



Тому властивості цих сполук як ароматичних амінів значно послаблені, зокрема, вони не дають стійких діазосполук. Для 3-амінопіридину така таутомерна рівновага неможлива. Він вступає у всі характерні для ароматичних амінів класичні реакції, здатний діазотуватися. Діазогрупа, що

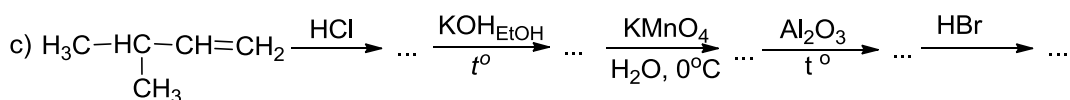
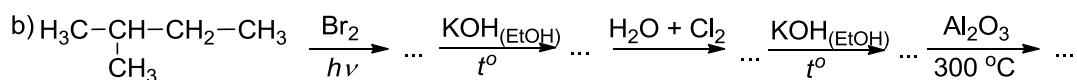
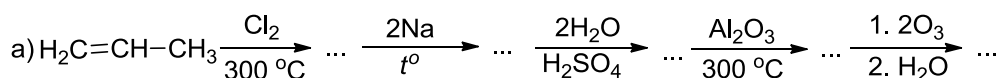
утворюється при цьому, може заміщуватися галогеном, нітрильною та іншими групами, а також вступати в реакцію азосполучення з фенолами і амінами:



3. ПРИКЛАДИ ВАРІАНТІВ ДЛЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

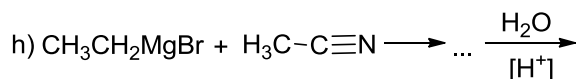
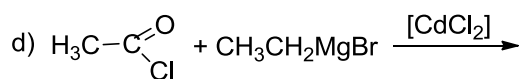
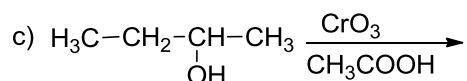
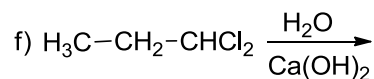
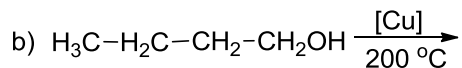
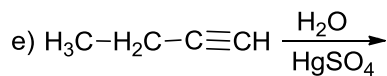
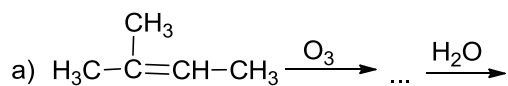
Варіант I

1. Наведіть реакцію нітрування за Коноваловим для наступних вуглеводнів: (а) етан; (б) *n*-пентан; (с) 2-метилбутан. Зазначте умови перебігу реакції. Який з наведених вуглеводнів найлегше буде вступати в перетворення? Відповідь обґрунтуйте.
2. Назвіть сполуки, які утворюються у наступних реакціях:



3. Запропонуйте шляхи наступних перетворень: (а) 1-бромобутан \rightarrow 2-хлоробутан; (б) ізопентан \rightarrow 2-бromo-3-метилбутан; (с) ізобутилен \rightarrow 1-йодо-2-метилпропан.
4. Наведіть реакції дегідрування наступних спиртів (Cu, 200-300 °C): (а) 1-пропанолу; (б) 2-пропанолу; (с) 3-метил-1-бутанолу; (д) 3-метил-2-бутанолу. Чи можна застосувати цю реакцію для того, щоб розрізнити первинні та вторинні ізомерні спирти?
5. Поясніть, чому нітрометан, який є відносно слабкою кислотою (слабший за карбонатну), із сильними основами утворює нейтральні розчини солей. Також поясніть, чому процес нейтралізації в такому випадку не є миттєвою реакцією, а потребує часу.

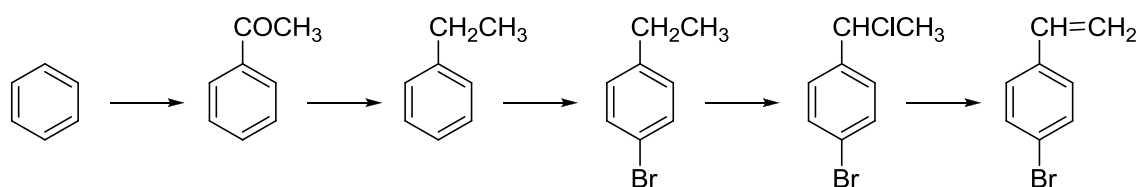
6. Наведіть назви карбонільних сполук, які утворюються в результаті наступних перетворень:



7. Здійснить перетворення: (a) етилен \rightarrow етиловий естер α -бромпропіонової кислоти; (b) пропілен \rightarrow амід α -аміномаєляної кислоти; (c) ацетилен \rightarrow амід α -оксипропіонової кислоти; (d) 1,3-бутадиєн \rightarrow β,γ -дибромовалеріанова кислота.

8. Зобразить просторові формули наступних сполук: (a) (R)-2-хлоробутану; (b) (S)-3-гексанолу; (c) (S)-1,2-дибромпропану; (d) (R)-2,3-диметилпентану; (e) (S)-2-хлоро-2-бромобутану. На прикладі цих сполук порівняйте можливості R, S- та D, L- номенклатур.

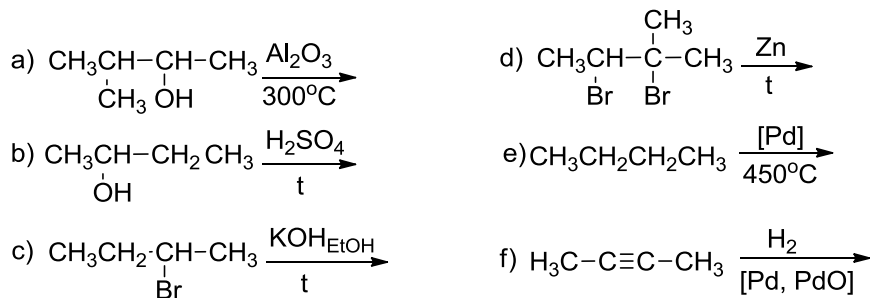
9. Дією яких реагентів можна здійснити наступні перетворення:



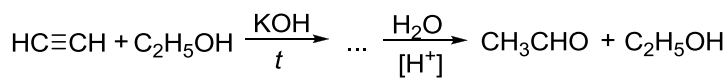
10.3 карбїду кальцію синтезуйте бензол. Здійснить перетворення бензолу на гліоксаль, малеїновий ангїдрїд, адїпїнову кислоту, етилбензол, циклогексан, фенол (три способи).

Варіант II

1. Наведіть продукти наступних перетворень:



- Здійсніть наступні перетворення: (а) 1-бутен \rightarrow 2-бутин; (b) пропілен \rightarrow метилізопропілацетилен; (c) 1-бутен \rightarrow бутилетилацнтілен.
- Порівняйте реакційну здатність в реакціях з азотистою кислотою усіх ізомерних нітросполук складу $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_2$. У випадках, коли відбувається взаємодія, наведіть рівняння реакцій.
- Наведіть схеми отримання *n*-бутиламіну, використовуючи як вихідні наступні сполуки: (а) *n*-бутилбромід; (b) 1-бутанол; (c) 1-нітробутан; (d) 1-бутен; (e) амід масляної кислоти.
- Поясніть утворення ацетальдегіду в ході наступних реакцій:

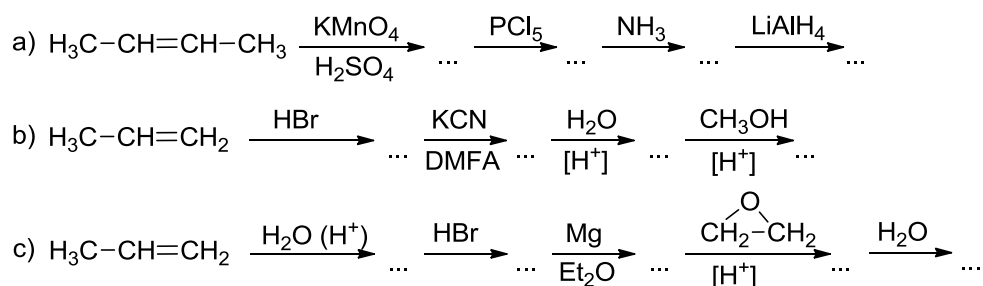


- У чому перевага методу отримання ацетальдегіду з ацетилену, використовуючи вінілалкілові етери, порівняно з методом Кучерова?
- Назвіть сполуки, які утворюються в результаті наступних реакцій: (а) $\text{CH}_3\text{COCl} + \text{NH}_3$; (b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COBr} + \text{CH}_3\text{NH}_2$; (c) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$. Порівняйте основні властивості продуктів та вихідних амінів.
 - З дигалогеноалканів отримайте: (а) етилциклопропан; (b) 1,2-диметилциклобутан; (c) метилциклопентан. В якому випадку можна очікувати високий вихід продукту? Чому?
 - Наведіть структурну формулу вуглеводню складу C_9H_{12} , внаслідок окиснення якого хромовою сумішшю утворюється фталева кислота.

9. Охарактеризуйте вплив замісників у бензойному кільці на швидкість нітрування ароматичних сполук. Розташуйте наступні сполуки в порядку зростання їх реакційної здатності: (a) толуен; (b) бензен; (c) хлорбензен; (d) нітробензен; (e) *m*-нітробензен; (f) фенол.
- 10.3 метану синтезуйте ізопропілбензол. Поясніть, чому в результаті алкілювання бензену бромистим ізопропілом або бромистим пропілом за наявності $AlCl_3$ головним продуктом виявляється ізопропілбензол? Наведіть механізм реакції. Напишіть механізм нітрування ізопропілбензолу сумішшю азотної та сірчаної кислот.

Варіант III

1. Вуглеводень C_5H_{12} в результаті хлорування утворює тільки одне монохлоропохідне. Яку будову має вихідний вуглеводень?
2. Запропонуйте три способи отримання 1-пентену з різних органічних сполук.
3. Напишіть схеми реакцій, за допомогою яких можна отримати з ацетилену: (a) ацетальдегід; (b) етилвініловий етер; (c) вінілацетат; (d) вінілацетилен; (e) 2-бутин-1,4-діол; (f) 1,4-бутандіол; (g) 1,3-бутадієн.
4. З етилену та будь-яких органічних сполук отримайте: (a) етиламін; (b) пропіламін; (c) етилпропіламін; (d) діетилпропіламін; (e) бромід триетилпропіламонію; (f) 2-аміноетанол; (g) 1,2-етандіамін.
5. Запропонуйте декілька методів синтезу 1-бромбутану з різних органічних сполук.
6. Заповніть схеми перетворень. Назвіть всі органічні сполуки:



7. Наведіть проєкційні формули Фішера для наступних амінокислот: (a) L-ізолейцин [(2S,3S)-2-аміно-3-метилпентанова кислота]; (b) L-треонін [(2S,3R)-2-аміно-3-гідроксибутанова кислота].
8. Напишіть рівняння взаємодії бензену з наступними реагентами: (a) Cl₂ (Fe); (b) 3Cl₂ (hν); (c) HNO₃ (H₂SO₄); (d) O₂ повітря (V₂O₅, 450 °C); (e) 3O₃, потім H₂O (Zn); (f) H₂SO₄ (олеум); (g) 3H₂ (Ni, 200 °C, P). В чому полягає особливість реакцій приєднання для бензену?
9. З метану синтезуйте хлористий бензил. Здійсніть перетворення хлористого бензилу на етилбензиловий ефір, дибензиловий ефір, бензилацетат, фенілнітрометан, фенілоцтову кислоту, фенілбензилкарбінол, дифенілметан.
10. Маючи за вихідну сполуку анілін, синтезуйте наступні речовини: (a) 2,6-діброманілін; (b) *n*-нітрозозо-*N,N*-диметиланілін; (c) *m*-нітро-*N,N*-диметиланілін; (d) дифеніламін.

Варіант IV

1. З яких алкілгалогенідів можна отримати *n*-гексан за реакцією Вюрца. Запропонуйте найбільш доцільний варіант.
2. Наведіть рівняння озонолізу та окиснення за жорстких умов для наведених нижче алкенів: (a) 2-метилбут-2-ен; (b) бут-2-ен; (c) бут-1-ен; (d) 2,3-диметилбут-2-ен.

3. Вуглеводень складу C_6H_{10} відновлюється натрієм у спирті з утворенням сполуки C_6H_{12} , в результаті озонолізу якої утворюється суміш ізомасляного та оцтового альдегідів. Визначте будову сполуки C_6H_{10} та наведіть схеми всіх реакцій.
4. Доповніть схеми перетворень:
- a) $H_3C-CH=CH_2 \xrightarrow{Br_2} \dots \xrightarrow[EtOH, t]{2KOH} \dots$
- b) $H_3C-CH_2-CH_2-\overset{O}{\parallel}C-H \xrightarrow[-POCl_3]{PCl_5} \dots \xrightarrow[EtOH, t]{2KOH} \dots$
- c) $H_3C-C \equiv CH \xrightarrow[-NH_3]{NaNH_2} \dots \xrightarrow[-NaBr]{CH_3CH_2Br} \dots$
5. З пропілового спирту отримайте наступні сполуки: (a) $CH_3OCH_2CH_3$; (b) $(CH_3CH_2CH_2)_2O$; (c) $(CH_3)_2CHCN$; (d) $HCOOCH_2CH_2CH_3$; (e) CH_3COCH_3 ; (f) CH_3CH_2COOH .
6. Порівняйте відношення до азотистої кислоти метиламіну, диметиламіну та триетиламіну. Назвіть сполуки, які утворюються в результаті перетворень. Чому реакції перебігають не однаково?
7. Наведіть схеми синтезу наступних сполук, маючи за вихідну речовину пропіоновий альдегід: (a) *n*-пропілового спирту; (b) пропіонової кислоти; (c) α -оксимасляної кислоти; (d) *втор*-бутилового спирту; (e) метилетилкетону; (f) 2-метил-3-пентанолу.
8. Визначте будову сполуки складу $C_7H_6Cl_2$, яка а) при кип'ятінні з водою за наявності гідроксиду кальцію утворює речовину C_7H_6O , що реагує з гідроксиламіном і гідразином; б) при окисненні перманганатом калію перетворюється в бензойну кислоту.
9. Розташуйте сполуки в кожній групі у порядку зростання основності: (a) анілін, бензиламін, *N,N*-диметиланілін; (b) анілін, *n*-хлороанілін, *n*-толуїдин, *n*-нітроанілін; (c) *N*-метиланілін, дифеніламін,

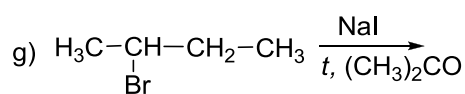
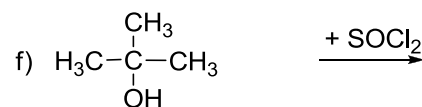
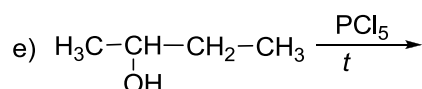
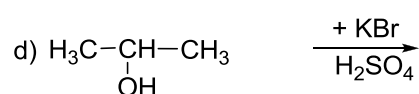
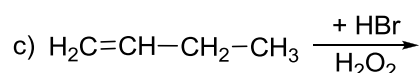
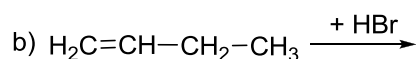
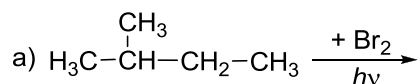
фенілбензамін; (d) *N,N*-диметиланілін, метилдифеніламін, трифеніламін. Дайте пояснення.

10. З метану синтезуйте бензол. Здійсніть перетворення бензолу на *o,n,m*-фталеві кислоти, стирол, фенілацетилен, хлористий бензил, *n*-хлортолуол, *n*-толуолсульфокислоту.

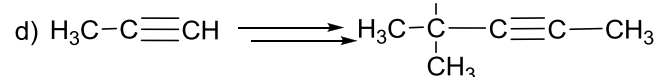
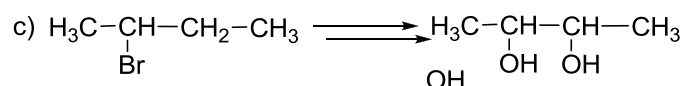
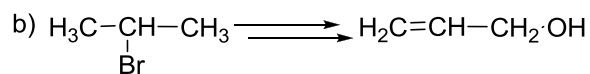
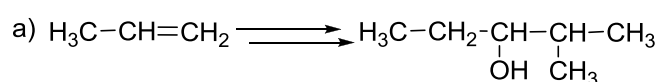
Варіант V

1. Визначте будову алкілйодиду, який в результаті нагрівання з HI утворює ізобутан, а з Na – 2,5-диметилгексан. Наведіть схеми відповідних реакцій.

2. Закінчить схеми перетворень:



3. Використовуючи лише неорганічні реагенти, здійсніть наступні перетворення:

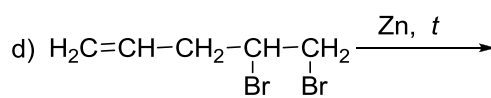
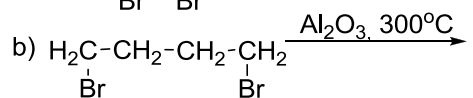
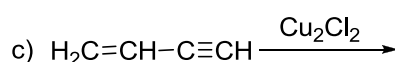
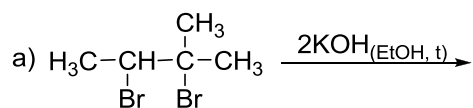


Варіант VI

1. З якими з наведених сполук *n*-бутан взаємодіє за зазначених нижче умов. Наведіть рівняння відповідних реакцій. Для реакцій, відмічених (*), наведіть механізми: (a) KMnO_4 (H_2O , 20°C); (b*) HNO_3 (розв.), 140°C , P; (c) O_2 , нагрівання; (d) HBr ; (e) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2$, опромінення, 20°C ; (f) I_2 , опромінення, 20°C .

2. Яким чином можна розрізнити сполуки у наступних парах: (a) *n*-гексан та 2-гексен; (b) 2-гексен та 3-гексен; (c) 2-метил-2-пентен і 3-метил-2-пентен?

3. Закінчить схеми перетворень:



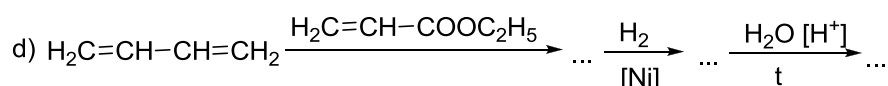
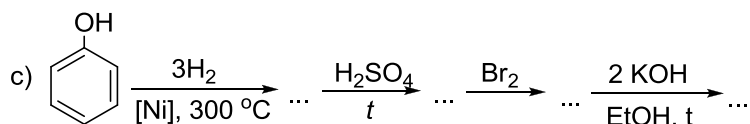
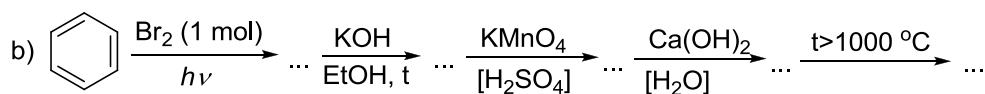
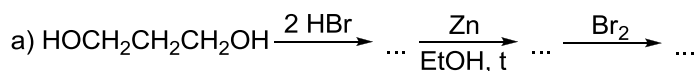
4. Наведіть схеми синтезу 2-бутанолу, виходячи з наступних сполук: (a) 2-хлоробутану; (b) *n*-бутану; (c) 1-бутену; (d) 2-бутанону; (e) 2-бутину.

5. Визначте будову сполуки складу $\text{C}_6\text{H}_6\text{NCl}$, яка внаслідок дії азотистої кислоти і подальшому нагріванні утворює *o*-хлорфенол.

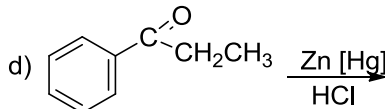
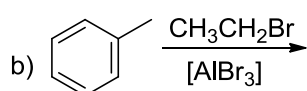
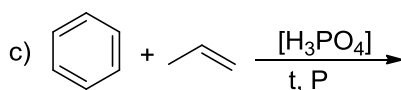
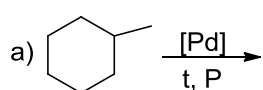
6. З якими реагентами нітроетан буде взаємодіяти як кислота: (a) Na_2CO_3 (H_2O); (b) NaOH (H_2O); (c) NaNH_2 (NH_3); (d) ацетиленід натрію (NH_3); (e) CH_3ONa (CH_3OH)? Наведіть відповідні рівняння реакцій.

7. Наведіть рівняння реакцій амінів з кислотами, в результаті яких утворюються: (a) бромід метил амонію; (b) гідросульфат діетиламонію; (c) хлорид триетиламонію; (d) йодиди ізопропіламонію. Які властивості виявляють аміни у цих реакціях?

8. Здійснить перетворення:



9. Закінчить схеми перетворень:

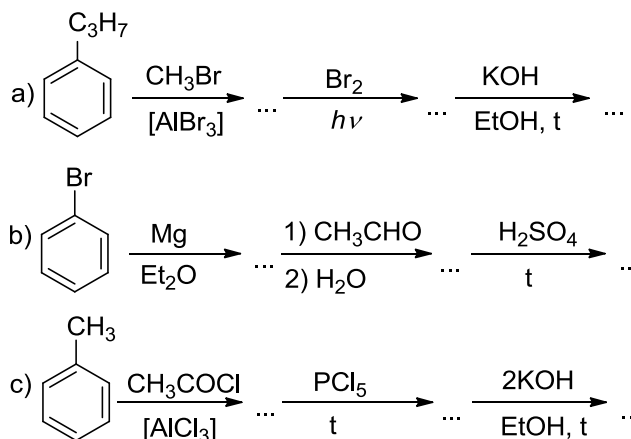


10. З етану синтезуйте бензол. Здійснить перетворення бензолу на м-сульфобензойну кислоту, 1,3,5-тринітробензол, 2,4,6-тринітробензойну кислоту; 2,4,6-тринітрофенол.

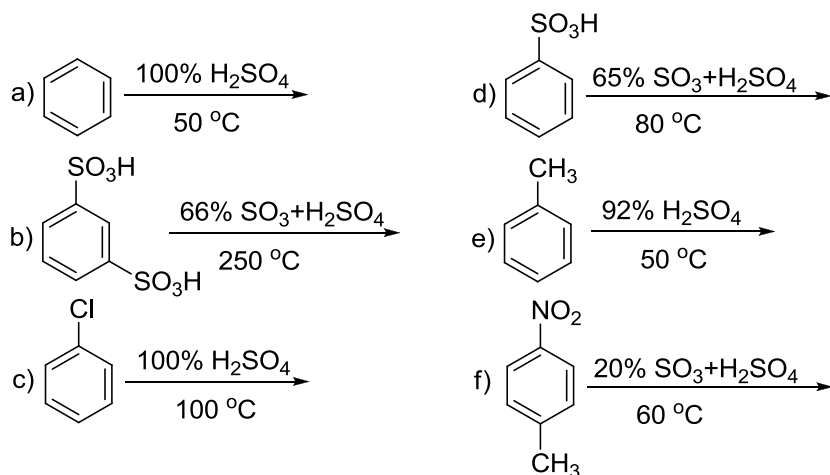
Варіант VII

- Запропонуйте схеми наступних перетворень: (а) 2-метилпентан \rightarrow 2-метил-2-пентен; (б) пропілен \rightarrow 2,3-диметил-2-бутен; (с) 1-бутен \rightarrow 2-бутен.
- Отримайте 1,3-бутадієн: (а) дегідратацією двоатомного спирту; (б) дегідрохлоруванням дихлоропохідного; (с) за методом С.В. Лебедєва; (д) дегідруванням бутану.
- Порівняйте реакційну здатність пропілену та метилацетилену до наведених нижче реагентів. Наведіть схеми перетворень. Для випадків,

9. Здійсніть наступні перетворення:

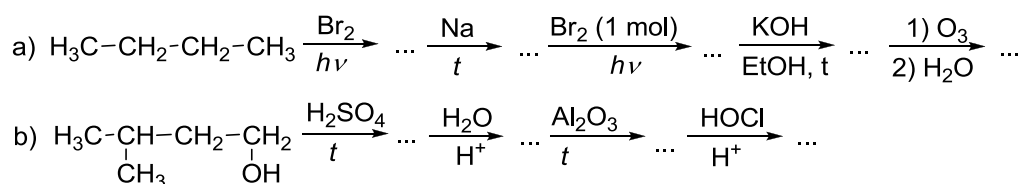


10. Здійсніть наведені далі перетворення. Поясніть, чому умови сульфування заміщених бензинів відрізняються від умов сульфування безпосередньо бензену.



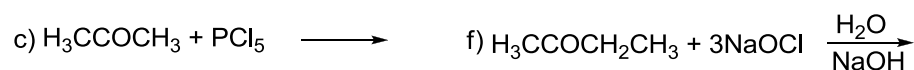
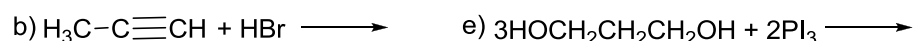
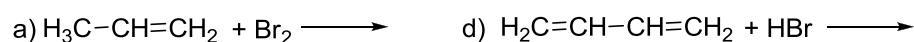
Варіант VIII

- Наведіть способи синтезу *n*-бутану із зазначених сполук: (а) *n*-бутилброміду; (б) *втор*-бутилброміду; (с) хлористого етилу; (д) 2-бутену; (е) валеріанової кислоти; (ф) пропіонової кислоти.
- Доповніть схеми перетворень:



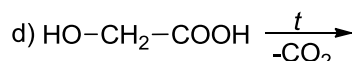
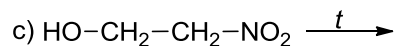
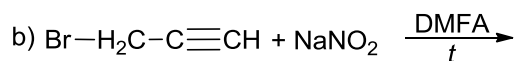
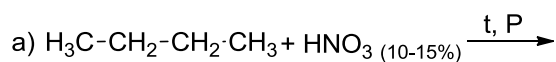
3. Визначте будову сполуки C_5H_8 , яка з аміачним розчином оксиду міді утворює осад червоного кольору, а внаслідок окиснення перманганатом калію у кислому середовищі перетворюється в ізомасляну кислоту.

4. Закінчіть схеми перетворень:



5. Напишіть структурну формулу сполуки $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, яка взаємодіє з металічним натрієм з виділенням водню, а при окисленні утворює кетон.

6. Здійсніть наступні перетворення:



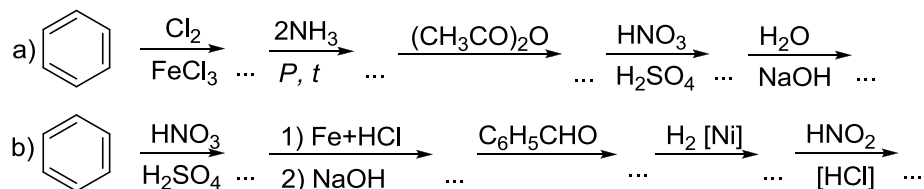
7. Наведіть схеми отримання вказаних сполук з пропіонового альдегіду:

(a) *n*-пропілового спирту; (b) пропіонової кислоти; (c) α -оксимасляної кислоти; (d) *втор*-бутилового спирту; (e) метилетилкетону; (f) 2-метил-3-пентанолу.

8. Наведіть схеми отримання ізомасляної кислоти з відповідних реагентів зазначеними методами: (a) окисненням спирту; (b) гідролізом нітрилу; (c) реакцією Гриньяра; (d) алкілування малонного ефіру.

9. Розташуйте наведені сполуки в порядку зростання їх здатності до взаємодії з водою: (а) бензилбромід; (б) *n*-нітробензилбромід; (с) *o*-метоксибензилбромід; (д) *n*-диметиламінобензилбромід. Відповідь обґрунтуйте.

10. Здійсніть наступні перетворення:

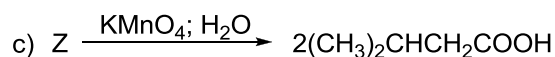
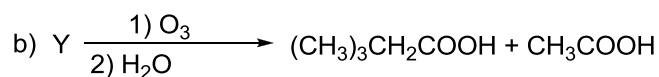
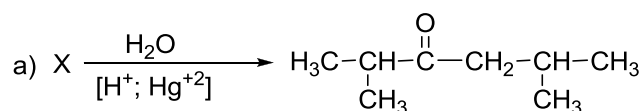


Варіант ІХ

1. Запропонуйте схеми наступних перетворень: (а) 1-бутен \rightarrow 2-бутен; (б) 1-пентанол \rightarrow 2-пентен; (с) 1-бром-3-метилбутан \rightarrow 2-метил-2-бутен.

2. З якими з наведених сполук *n*-бутан взаємодіє за зазначених нижче умов. Наведіть рівняння відповідних реакцій. Для реакцій, відмічених (*), наведіть механізми: (а) H_2SO_4 (конц.), 20 °С; (б) HNO_3 (конц.), 20 °С; (с) Na , 20 °С; (д) Br_2 , без світла, 20 °С; (е*) Br_2 , опромінення, 20 °С.

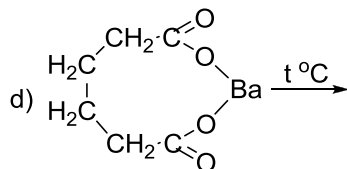
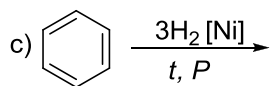
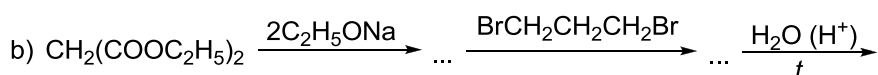
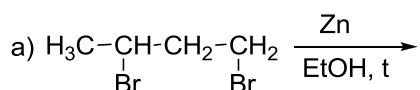
3. Які алкіни (X, Y, Z) необхідно використати у наведених реакціях:



4. Визначте структуру сполуки $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, яка внаслідок окиснення утворює метилізопропілкетон. В результаті дегідратації $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ одержують алкен,

окиснення якого призводить до утворення ацетону та оцтового альдегіду.

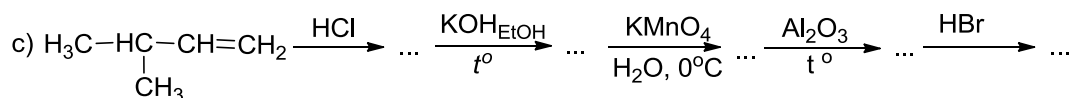
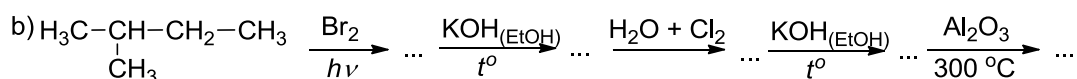
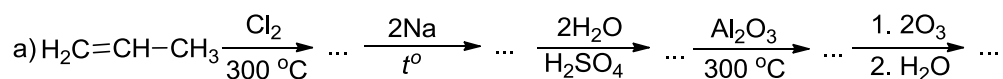
5. Наведіть способи синтезу пропіонової кислоти з наступних сполук: (а) 1-пропанолу; (б) пропену; (с) бромистого етилу; (д) 3-пентанону; (е) маленового естеру.
6. Наведіть рівняння взаємодії хлорбензену з наступними реагентами: (а) H_2SO_4 ; (б) HNO_3 (H_2SO_4); (с) Br_2 (FeBr_3); (д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ (AlBr_3); (е) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ (AlCl_3). Наведіть механізм реакції (с) та охарактеризуйте вплив атома хлору на реакційну здатність хлорбензену і напрямок заміщення.
7. Маючи за вихідну сполуку анілін, синтезуйте наступні речовини: (а) *n*-броманілін; (б) *n*-нітроанілін; (с) сульфанілову кислоту; (д) 2,6-диброманілін.
8. Охарактеризуйте вплив замісників у бензойному кільці на швидкість нітрування ароматичних сполук. Розташуйте наступні сполуки в порядку зростання їх реакційної здатності: (а) толуен; (б) бензен; (с) хлорбензен; (д) нітробензен; (е) *m*-нітробензен; (ф) фенол.
9. Здійсніть наступні перетворення:



10. Сполука $C_6H_{13}Br$ внаслідок гідролізу утворює вторинний спирт, а в результаті дегідробромовання – алкен, який при озонолізі утворює пропаналь. Визначте її будову.

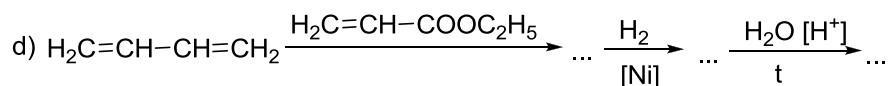
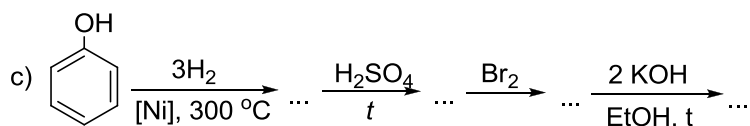
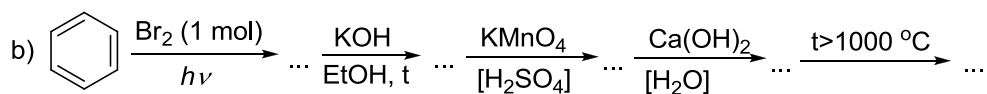
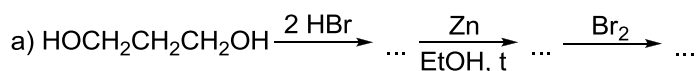
Варіант X

- Запропонуйте три способи отримання 1-гексену з різних органічних сполук.
- Здійсніть наступні перетворення: (а) *n*-бутан → 2-бутин; (б) 3-метил-1-бутен → 3-метил-1-бутин; (с) 1-бутен → 2-бутин.
- Назвіть сполуки, які утворюються у наступних реакціях:



- Визначте структуру сполуки $C_5H_{10}O_3$, яка внаслідок нагрівання перетворюється в сполуку $C_5H_8O_2$. Остання в результаті окиснення утворює суміш пропанової і щавлевої кислот.
- Зобразіть проєкційні формули Фішера для наступних амінокислот: (а) L-ізолейцин [(2S,3S)-2-аміно-3-метилпентанова кислота]; (б) L-треонін [(2S,3R)-2-аміно-3-гідроксибутанова кислота].
- Визначте будову сполуки складу $C_7H_7NO_2$, яка внаслідок хлорування без каталізатора перетворюється на продукт $C_7H_7Cl_3NO_2$, останній в результаті гідролізу утворює *n*-нітробензойну кислоту.

7. Запропонуйте способи синтезу з толуену: (а) *n*-нітробензойної кислоти; (б) *n*-бромфенілнітрометану; (с) *m*-амінобензойної кислоти.
8. Розташуйте наведені сполуки в порядку зростання їх здатності до взаємодії з водою: (а) бензилбромід; (б) *n*-нітробензилбромід; (с) *o*-метоксибензилбромід; (д) *n*-диметиламінобензилбромід. Відповідь обґрунтуйте.
9. Здійсніть перетворення:



- 10.3 етану синтезуйте бензол. Здійсніть перетворення бензолу на *m*-сульфобензойну кислоту; 2,4,6-тринітрофенол; дифеніл- і трифенілметан.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ластухін Ю. О. Органічна хімія / Ю. О. Ластухін, С. А. Воронов – Л.: Центр Європи, 2000. – 864 с.
2. Петров А. А. Органическая химия / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко – М.: Высшая школа, 1981. – 574 с.
3. Кери Ф. Углубленный курс органической химии. Книга первая. Структура и механизмы / Ф. Кери, Р. Сандберг – М.: Химия, 1981. – 520 с.
4. Кери Ф. Углубленный курс органической химии. Книга вторая. Реакции и синтезы и механизмы / Ф. Кери, Р. Сандберг – М.: Химия, 1981. – 456 с.
5. Смит В. Органический синтез. Наука и искусство / В. Смит, Ф. Бочков, Р. Кейпл – М.: Мир, 2001. – 573 с.
6. Терней А. Современная органическая химия. В 2-х томах / А. Терней – М.: Мир, 1981. – Т. I. – 670 с.; Т. II. – 615 с.
7. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии / П. Сайкс – М.: Химия, 1991. – 447 с.
8. Потапов В. М. Стереохимия / В. М. Потапов – М.: Химия, 1975. – 217 с.
9. Бакстон Ш. Введение в стереохимию органических соединений / Ш. Бакстон, С. Робертс – М.: Мир, 2005. – 312 с.
10. Илиел Э. Основы органической стереохимии / Э. Илиел, С. Вайлен, М. Дойл – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 704 с.
11. Марч Дж. Органическая химия. В 4-х томах / Дж. Марч – М.: Мир, 1987, 1988. – 864 с.
12. Ли Дж. Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций / Дж. Дж. Ли – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 456 с.

13. Ласло П. Логика органического синтеза в 2-х томах / П. Ласло – М.: Мир, 1998. – 230 с.
14. Джоуль Дж. Химия гетероциклических соединений / Дж. Джоуль, К. Миллс – М.: Мир, 2009. – 728 с.
15. Джилкрест Т. Химия гетероциклических соединений / Т. Джилкрест – М.: Мир, 1996. – 464 с.