

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**КЛАСИФІКАЦІЯ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ. РЕАКЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ
АЛКАНІВ, АЛКЕНІВ, АРЕНІВ, СПИРТІВ ТА ФЕНОЛІВ.**

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів I курсу з дисципліни
«Біологічна та біоорганічна хімія»

Затверджено
Вченою радою ХНМУ
Протокол № 2 від 22.02. 2018

Харків 2018

Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алканів, алкенів, аренів, спиртів та фенолів: вказ. для студентів 1 курсу виклад. Сирова Г.О., Петюніна В.М., Макаров В.О. та ін. – 2-е вид., переробл., випр., доп. – Харків: ХНМУ.2018. – 22 с.

Укладачі:

Г. О. Сирова

В. М. Петюніна

В. О. Макаров

С. В. Андрєєва

Л. В. Лук'янова

С. М. Козуб

Т. С. Тішакова

О. Л. Левашова

О. В. Савельєва

Н. М. Чаленко

О. С. Каліненко

О. О. Завада

Н. В. Копотєва

М. О. Водолаженко

Г.О. Чистякова

Заняття № 2. Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алканів, алкенів, аренів, спиртів та фенолів.

1. Кількість годин – 4

2. Матеріальне та методичне забезпечення теми.

Таблиці:

1. Графологічна структура теми
2. Механізм розриву ковалентного зв'язку
3. Реакція перекисного окиснення ліпідів
4. Схема антирадикальної дії вітаміну Е

3. Навчально – методична література:

1. Біологічна і біоорганічна хімія: базовий підручник: у 2 кн./ кол. авт.; за ред. чл. кор. НАМН України проф. Б. С. Зіменковського, проф. І. В. Ніженковської. – Кн. 1: Біоорганічна хімія / [Б. С. Зіменковський, В. А. Музиченко, У. В. Ніженковська, Г. О. Сирова]; за ред. Б. С. Зіменковського, І. В. Ніженковської. – К.: ВСВ « Медицина », 2014. – 272с.

2. Основи біоорганічної хімії (навчальний посібник) / Сирова Г. О., Петюніна В. М., Макаров В. О., Лук'янова Л. В. .- « Полосата тинографія».- 2018.- 238с.

3. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів I курсу з дисципліни «Біологічна та біоорганічна хімія»: Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алканів, алкенів, аренів, спиртів та фенолів / О. Сирова, Т.С. Тішакова, О.В. Савельєва та ін. – Харків: ХНМУ, 2018 – 21 с.

4. Конспект лекцій.

4. Обґрунтування теми. Перетворення органічних речовин складають основу процесів життєдіяльності. Їх поведінка в організмі визначається їх складом, будовою і хімічними властивостями. Тому знання хімічних властивостей найважливіших класів органічних сполук є основою для розуміння на молекулярному рівні хімічних процесів, які відбуваються в живих організмах в процесі обміну речовин. Хімічна поведінка біополімерів, їх метаболітів, біорегуляторів, а також лікарських речовин визначається формою і просторовим будовою вуглецевого скелета їх молекул, будовою хімічних зв'язків і наявністю функціональних груп. Тому знання питань, що розглядаються в даній темі, необхідно для успішного вивчення біохімії, фізіології, фармакології, гігієни.

5. Мета заняття:

- загальна: використовувати знання електронної будови хімічних зв'язків і функціональних груп для пояснення хімічних властивостей органічних сполук;
- конкретна: характеризувати поведінку органічних сполук в реакціях:

радикального заміщення; електрофільного приєднання; електрофільного заміщення; нуклеофільного заміщення.

а) **знати:** механізми реакцій радикального заміщення, електрофільного приєднання, електрофільного заміщення, нуклеофільного заміщення, хімічні властивості різних класів органічних речовин;

б) **вміти:** пояснювати вплив замісників на реакційну здатність функціональних груп.

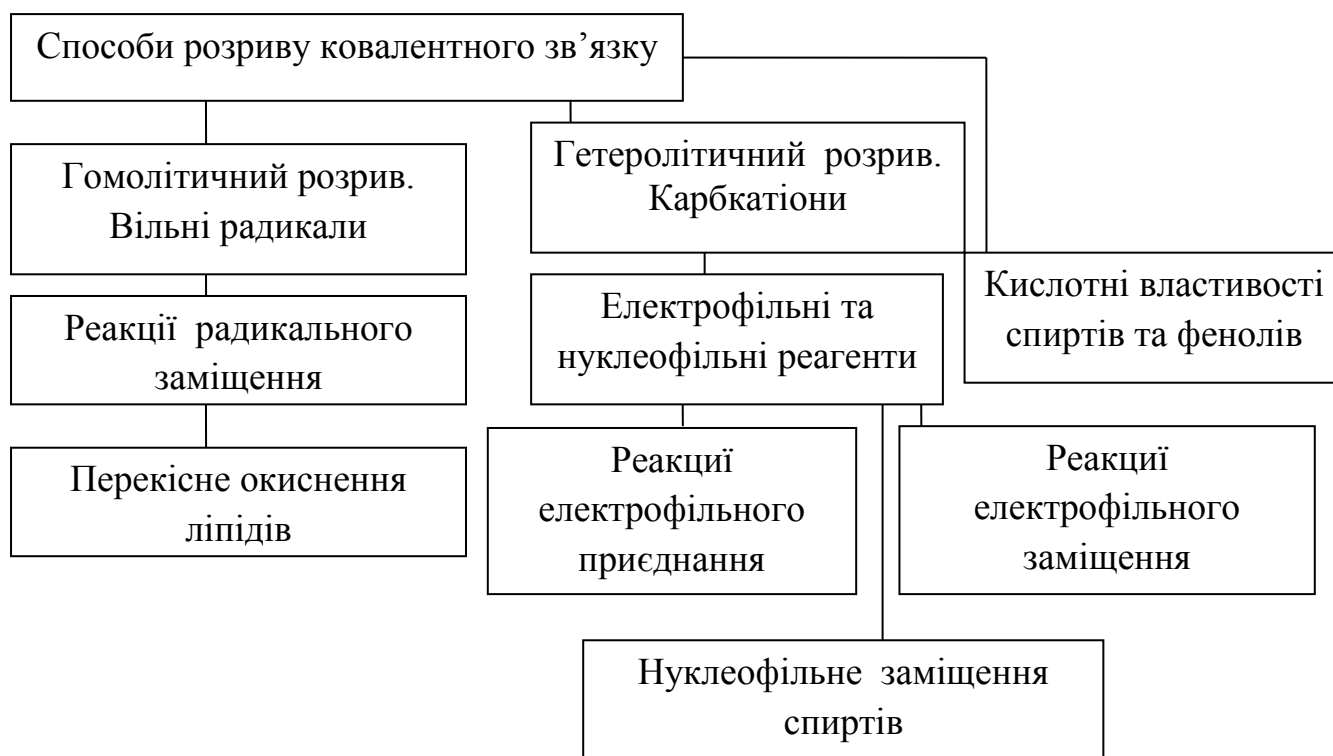
в) **практичні навички:**

- застосовувати знання електронної та просторової будови органічних сполук для прогнозування і характеристики їх хімічних властивостей.

- складати схеми та описувати механізм реакцій: радикального заміщення (S_R), електрофільного приєднання (A_E), електрофільного заміщення (S_E), нуклеофільного заміщення (S_N), елімінування (E).

- виконувати досліди, які характеризують реакційну здатність вуглеводнів, спиртів, фенолів.

1. Граф логічної структури теми.



6. Орієнтована карта роботи студентів.

№ п/п	Етапи	Час (хв.)	Навчальні посібники	Місце проведення
1.	Мотиваційна характеристика та план теми. Відповіді на питання студентів	25	Методичні вказівки	Навчальна кімната
2.	Вхідний контроль	20	Тести	
3.	Самостійна робота студентів з методичною літературою, розв'язання навчальних завдань, заповнення робочого зошиту	50	Довідкові таблиці, методичні вказівки, набір завдань	
4.	Виконання лабораторної роботи	45	Методичні вказівки, лабораторний посуд	
5.	Вихідний контроль знань	25	Тести	
6.	Аналіз заняття та висновки. Домашнє завдання.	15		

2. Завдання для самостійної роботи.

Перелік питань, що підлягає вивченню:

1. Способи розриву ковалентного зв'язку. Радикальні, електрофільні і нуклеофільні реагенти.

2. Хімічні властивості алканів: реакції радикального заміщення. Пероксидне окиснення ліпідів. Механізм реакцій радикального заміщення.

3. Хімічні властивості сполук з подвійними зв'язками: реакції електрофільного приєднання, їх механізм. Правило Марковникова і його сучасна інтерпретація.

4. Реакційна здатність ароматичних сполук. Реакції електрофільного заміщення. Орієнтуюча дія замісників в бензеновому ядрі і гетероатомів в гетероциклах.

5. Хімічні властивості спиртів та фенолів: кислотність одноатомних, багатоатомних спиртів і фенолів; елімінування, окиснення. Поняття про механізми реакцій нуклеофільного заміщення та елімінування.

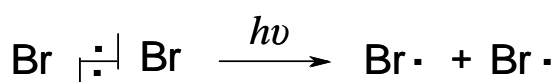
3. Навчальні задачі та алгоритми їх рішення.

Задача №1. Опишіть механізм реакції бромовання ізобутану та циклопентану при опроміненні світлом.

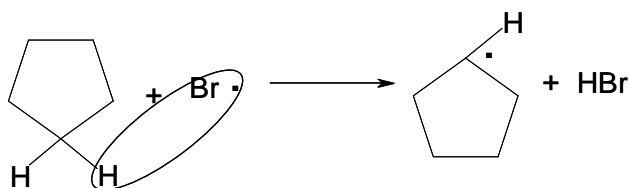
Алгоритм рішення. Молекули ізобутану та циклопентану складаються з sp^3 гібридизованих атомів вуглецю. С - С зв'язки в їх молекулах неполярні, а зв'язки С - Н малополярні. Ці зв'язки достатньо легко піддаються гомолітичному розриву з утворенням вільних радикалів – частинок, що мають неспарені електрони. Таким чином, в молекулах цих речовин повинна протікати реакція радикального заміщення - R_S -реакція або ланцюгова.

Стадіями будь-якої R_S -реакції є: ініціювання, ріст та обрив ланцюга.

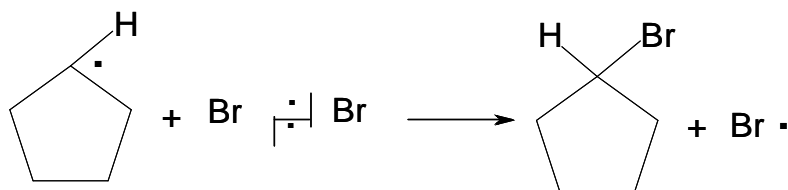
Ініціювання – це процес утворення вільних радикалів при високій температурі або опроміненні ультрафіолетом:



Ріст ланцюга відбувається за рахунок взаємодії високореакційноздатного вільного радикалу з малополярним С - Н зв'язком в молекулі циклопентану з утворенням нового циклопентил-радикалу:

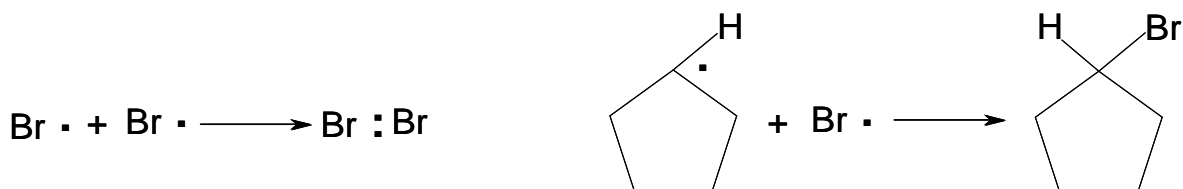


Циклопентил-радикал взаємодіє з новою молекулою броду, викликаючи в ній гомолітичний розрив зв'язку і утворюючи бромциклопентан та новий радикал броду:



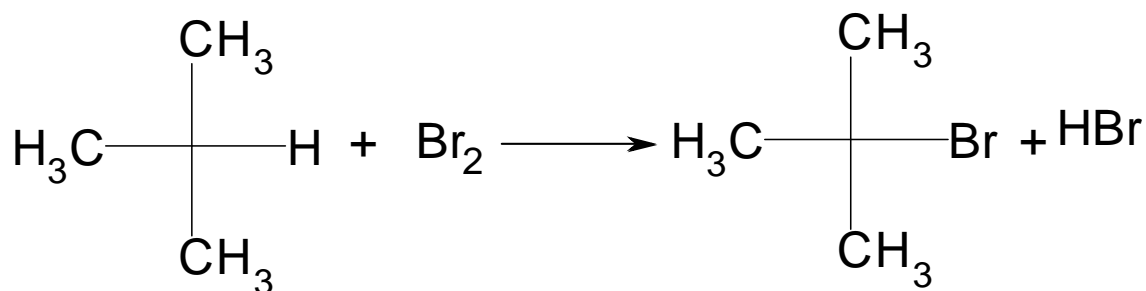
Вільний радикал броду атакує нову молекулу циклопентану. Таким чином стадія росту ланцюга повторюється багатократно, тобто, відбувається ланцюгова реакція.

Обрив ланцюга завершує ланцюгову реакцію за рахунок з'єднання різних радикалів:



Оскільки всі вуглецеві атоми в молекулі циклопентану рівноцінні, утворюється тільки моноциклобромпентан.

В ізобутані С - Н зв'язки не є рівноцінними. Вони відрізняються енергією гомолітичної дисоціації та стабільністю утворених вільних радикалів. Відомо, що енергія розриву С - Н зв'язку збільшується від третинного до первинного вуглецевого атому. Стабільність же вільних радикалів у такому ж порядку зменшується. Саме тому в молекулі ізобутану реакція бромовання протікає регіоселективно – по третинному атому вуглецю:

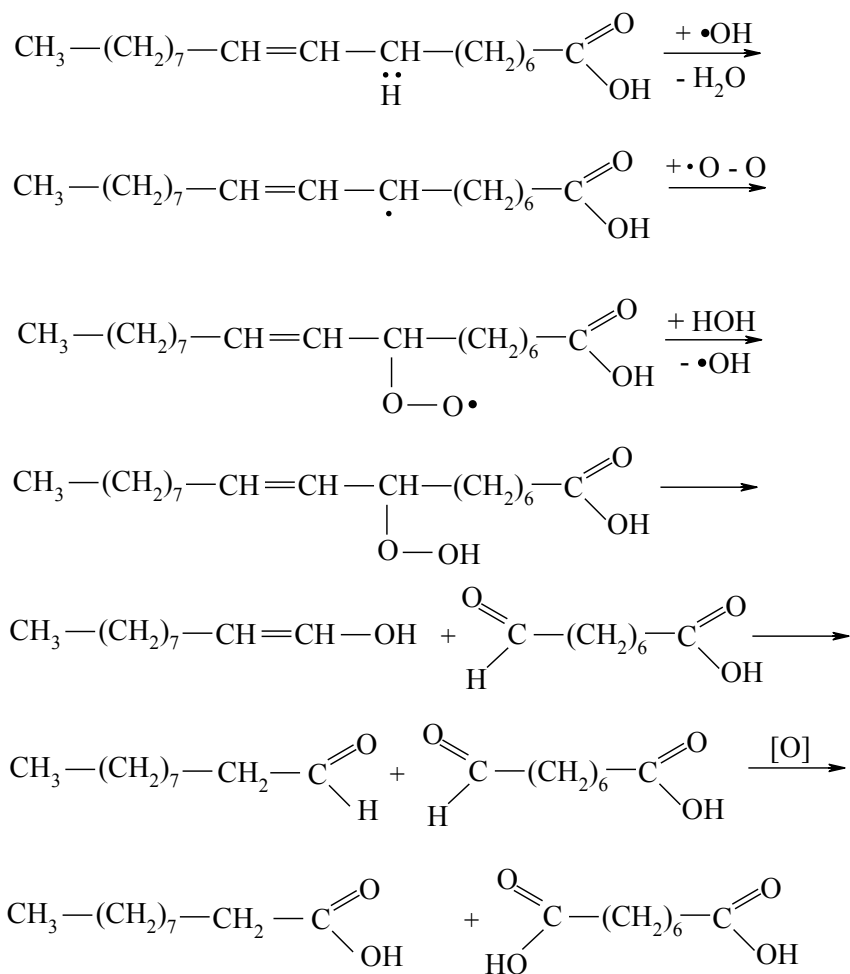


Треба зазначити, що для більш активного радикалу хлору регіоселективність не дотримується в повній мірі. При хлоруванні заміщення можуть підлягати атоми водню при будь-яких атомах вуглецю, але вміст продукту заміщення при третинному вуглецеві буде найбільшим.

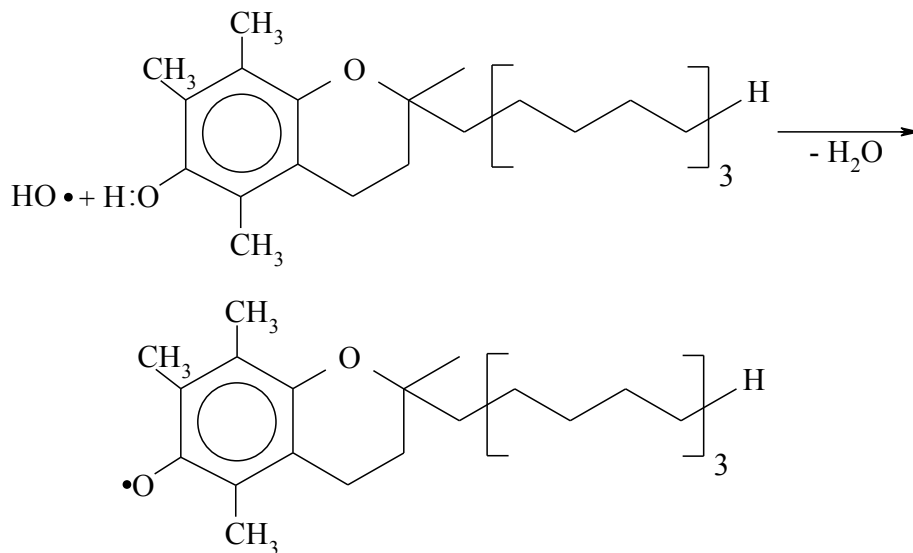
Задача №2. На прикладі олеїнової кислоти опишіть механізм реакції пероксидного окиснення ліпідів, що має місце при променевої хворобі в результаті пошкодження клітинних мембран. Які речовини виконують роль антиоксидантів у нашому організмі?

Алгоритм рішення. Прикладом радикальної реакції є пероксидне окиснення ліпідів, при якому дії радикалів піддаються ненасичені жирні кислоти, що входять до складу клітинних мембран. При радіоактивному опроміненні можливий розпад на радикали молекул води. Гідроксильні радикали атакують молекулу ненасиченої кислоти по метиленовій групі, сусідній з подвійним зв'язком, оскільки при цьому утворюється радикал, стабілізований за рахунок участі неспареного електрона в супряженні з електронами π -зв'язків. Далі органічний радикал взаємодіє з бірадикальною молекулою кисню з утворенням нестабільних гідропероксидів, які

розпадаються з утворенням альдегідів, які окиснюються в кислоти - кінцеві продукти реакції. Наслідком пероксидного окиснення є руйнування клітинних мембран:



Інгібуюча дія вітаміну Е (токоферолу) в організмі обумовлена його здатністю зв'язувати вільні радикали, що утворюються в клітинах:

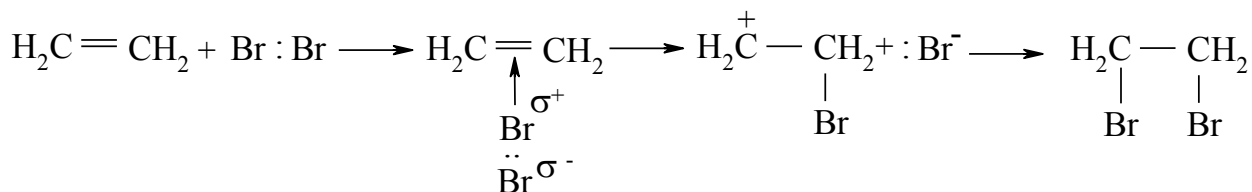


У феноксидному радикалі, що утворився, неспарений електрон знаходиться у супряженні з π -електронною хмарою ароматичного кільця, що призводить до його відносної стабільності.

Задача №3. Наведіть механізм реакції бромовання етилену.

Алгоритм рішення. Для сполук, що складаються з атомів вуглецю в стані sp^2 - чи sp -гібридизації, типовими є реакції, які проходять з розривом π -зв'язків, тобто, реакції приєднання. Ці реакції можуть протікати по радикальному або іонному механізму в залежності від природи реагенту, полярності розчинника, температури, тощо. Іонні реакції протікають під дією або електрофільних реагентів, які мають сродство до електрону, або нуклеофільних, які віддають свої електрони. Електрофільними реагентами можуть бути катіони та сполуки, що мають атоми з незаповненими електронними оболонками. Найпростіший електрофільний реагент – протон. Нуклеофільні реагенти – це аніони, або сполуки з атомами, що мають неподілені електронні пари.

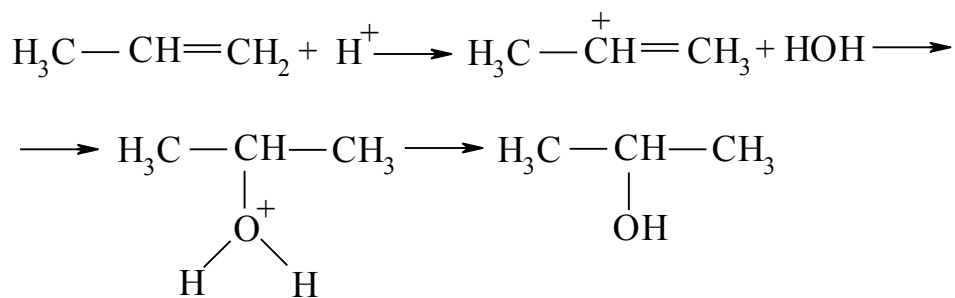
Для алкенів – сполук, що мають sp^2 - чи sp -гібридизований атом вуглецю, типовими є реакції електрофільного приєднання – A_E реакції. В полярних розчинниках у відсутності сонячного світла реакція галогенування протікає по іонному механізму з утворенням карбкатіонів:



Під дією π -зв'язку етилену молекула броду поляризується з утворенням нестійкого π -комплексу, який перетворюється в карбкатіон. В ньому бром зв'язаний з вуглецем σ -зв'язком. Процес завершується взаємодією аніону броду з цим карбкатіоном до кінцевого продукту реакції – диброметану.

Задача №4. На прикладі реакції гідратації пропену обгрунтуйте правило Марковникова.

Алгоритм рішення. Оскільки молекула води – нуклеофільний реагент, її приєднання по подвійному зв'язку без каталізатора неможливе. Роль каталізаторів у таких реакціях виконують кислоти. Утворення карбкатіонів відбувається при приєднанні протону кислоти при розриві π -зв'язку :

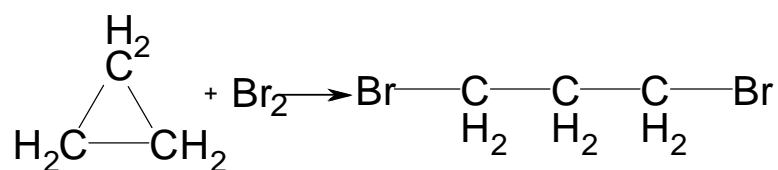


До карбкатиону, що утворився, приєднується молекула води за рахунок спарених електронів атома кисню. Утворюється стійке алкільне похідне оксонію, яке стабілізується з виділенням протона. Продукт реакції – вторпропанол (пропан-2-ол).

В реакції гідратації протон приєднується згідно правила Марковникова – до більш гідрогенованого атома вуглецю, оскільки, внаслідок позитивного індуктивного ефекту CH_3 -групи саме до цього атома зміщена електронна густина. Крім того, утворений внаслідок приєднання протона третинний карбкатион більш стабільний, ніж первинний (вплив двох алкільних груп).

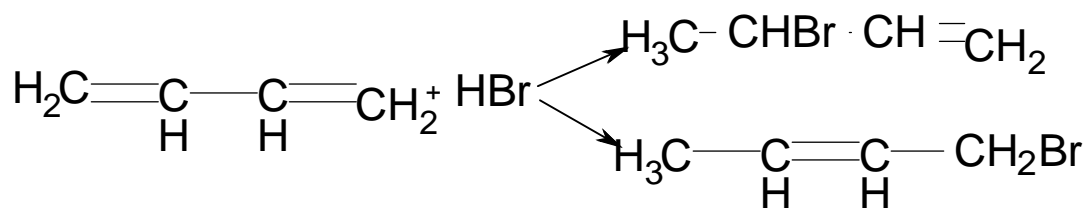
Задача № 5. Обґрунтуйте можливість утворення 1,3 дибромпропану при бромованні циклопропану.

Алгоритм рішення. Молекули, що являють собою трьох або чотирьохчленні цикли (циклопропан та циклобутан) проявляють властивості ненасичених сполук, оскільки електронний стан їх «бананових» зв'язків нагадує π -зв'язок. Тому подібно ненасиченим сполукам вони вступають в реакції приєднання з розривом циклу:

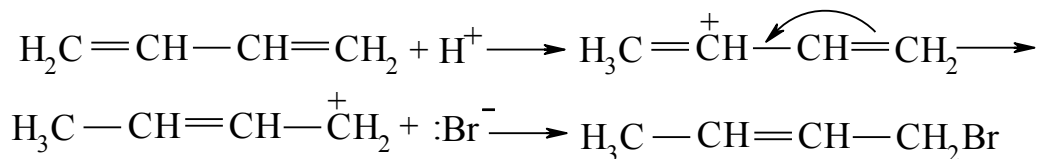


Задача № 6. Опишіть реакцію взаємодії бромводню з бутадієном 1,3. В чому особливість цієї реакції?

Алгоритм рішення. При взаємодії бромводню з бутадієном 1,3 утворюються продукти 1,2 приєднання (1) та 1,4 приєднання (2):



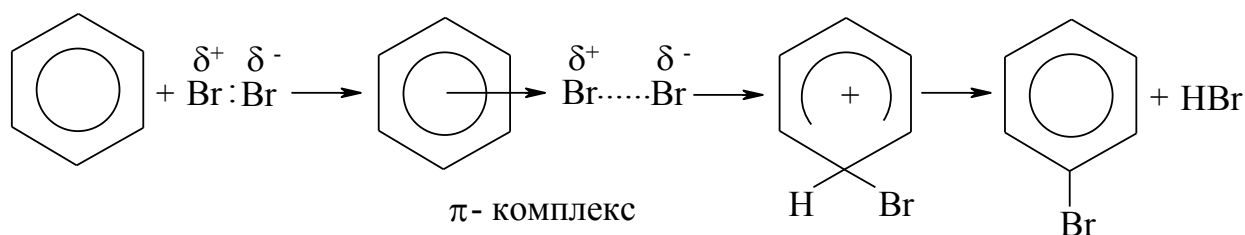
Утворення продукту (2) зумовлене наявністю в супряжених системах загальної для всієї молекули π -електронної хмари, внаслідок чого вона вступає в реакцію електрофільного приєднання (A_E -реакцію) у вигляді цілого блоку:



Задача № 7. Опишіть механізм реакції бромовання бензолу.

Алгоритм рішення. Для ароматичних сполук, що містять замкнуту супряжену π -електронну систему і які мають внаслідок цього значну міцність, характерні реакції електрофільного заміщення. Наявність підвищеної електронної густини по обидві сторони кільця захищає його від атаки нуклеофільними реагентами і навпаки - полегшує можливість атаки катіонами та іншими електрофільними реагентами.

Взаємодія бензолу з галогенами відбувається у присутності каталізаторів - AlCl_3 , FeCl_3 (так званих кислот Льюїса). Вони викликають поляризацію молекули галогену, після чого вона атакує π -електрони бензольного кільця :



На початку утворюється π -комплекс, що повільно переходить в σ -комплекс, в якому бром утворює ковалентний зв'язок з одним з атомів вуглецю за рахунок двох з шести електронів ароматичного кільця. Чотири π -електрони, що залишились, рівномірно розподілені між п'ятьма атомами вуглецевого кільця; σ -комплекс є менш вигідною структурою із-за порушення ароматичності, яка відновлюється шляхом виділення протона.

До реакцій електрофільного заміщення в ароматичних сполуках відносяться також сульфювання та нітрування. Роль нітруючого агента виконує нітроїл-катіон - NO_2^+ , який утворюється при взаємодії концентрованої сірчаної та азотної кислот (нітруюча суміш); а роль сульфюючого агента - катіон SO_3H^+ , або оксид сірки (IV), якщо сульфювання ведуть олеумом.

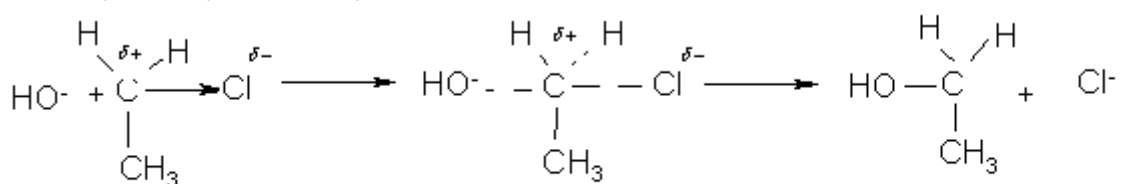
Задача № 8. Отримайте етанол та етилен з хлоретану.

Алгоритм рішення. У молекулі хлоретану є полярний ковалентний зв'язок $\text{C}^{\delta+}-\text{Cl}^{\delta-}$, у зв'язку з чим під час атаки нуклеофільним реагентом (аніоном, наприклад, OH^- ; $\text{H}_2\ddot{\text{O}}$; $\text{H}_2\ddot{\text{S}}$; $\ddot{\text{N}}\text{H}_3$ та іншими.) можливий її гетеролітичний

розрив та заміщення одного нуклеофілу іншим, тобто у даному випадку можлива реакція нуклеофільного заміщення – S_N реакція. Джерелом OH^- -іонів є водний розчин KOH .

Доречно буде припустити, що ця реакція повинна протікати за іонним механізмом. Однак не завжди окремі стадії реакції бувають розмежовані достатньо чітко. Нині під час трактування механізмів реакцій часто використовують поняття «перехідний стан» (активований комплекс), який характеризується тим, що проміжний продукт реакції має схожість як з вихідною речовиною, так і з продуктом реакції.

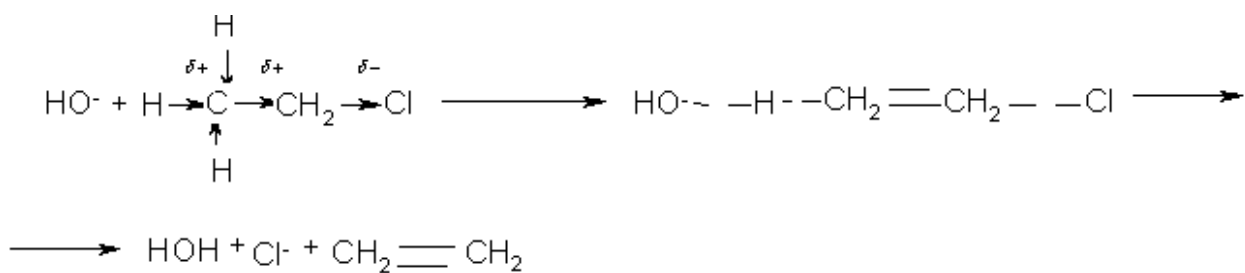
При дії на галогеновуглеводні водного розчину лугів гідроксильний іон атакує позитивно заряджений атом вуглеводню з боку, протилежного негативному атому галогену :



Активований комплекс або перехідний стан

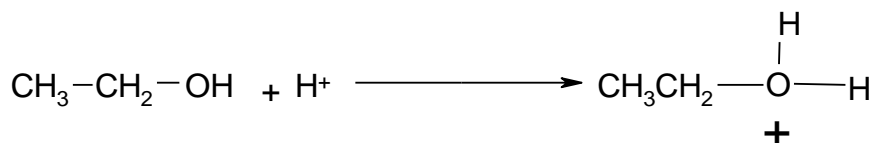
За наявності достатньої енергії іон OH^- наближається на таку відстань, що між ним та атомом вуглецю починає утворюватися зв'язок, а між атомом вуглецю та галогену зв'язок послаблюється. У активованому комплексі, що утворився, атом вуглецю знаходиться у стані sp^2 -гібридизації і цей комплекс має площинну будову. Потім зв'язок між вуглецем та галогеном розривається та утворюється спирт. Реакція протікає в м'яких умовах у зв'язку з тим, що Cl^- більш стабільний, аніж OH^- -іон, що вступає в реакцію, тобто відноситься до груп, що легко відходять. На основі – S_N реакцій за допомогою галогенпохідних отримують гормон адреналін, судинозвужувальний препарат ефедрин, спазматичний засіб тетамон, природні α -гідроксикислоти та інші речовини, що беруть участь у процесах життєдіяльності.

Конкуруючими по відношенню до – S_N реакцій є реакції елімінування (відщеплення), що позначають E-реакції. Так, при дії на алкілгалогеніди спиртового розчину лугу відбувається відщеплення галоген водню та утворюються ненасичені вуглеводні. У цьому випадку нуклеофіл, який у той же час є сильною основою, атакує атом водню у β -вуглецевого атому, на якому із-за –I-ефекту галогену також виникає частковий позитивний заряд (C-H-кислотність). Реакція протікає через стадію утворення активованого комплексу.

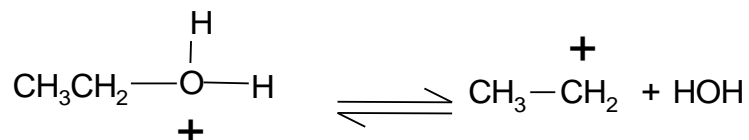


Задача № 9. Опишіть механізм реакції утворення хлоретилу (місцевого знеболювального) конкурентну їй реакцію елімінування.

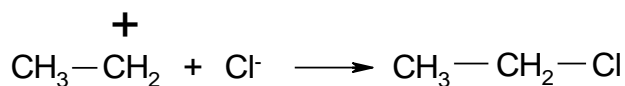
Алгоритм рішення. У S_N -реакціях спиртів гідроксильна група може бути заміщена нуклеофілом, наприклад, галогеном. Реакція нуклеофільного заміщення здійснюється тільки за умови, що іон або молекула, що відходить, більш стабільна, аніж та, що вступає. Так як OH^- -іон менш стабільний, аніж Cl^- , необхідний кислотний каталіз, внаслідок чого OH^- -іон, що важко відходить, перетворюється у молекулу H_2O , що легко відходить. В цьому випадку на першій стадії відбувається приєднання протону за рахунок неподільної пари електронів атому кисню:



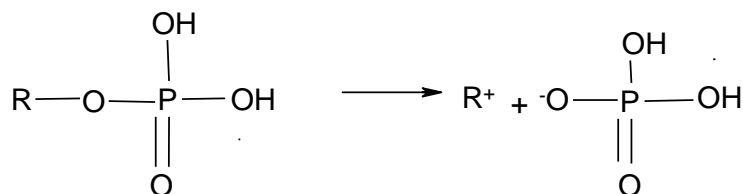
Оксонієва основа, що утворилася, знаходиться у рівновазі з карбокатионом:



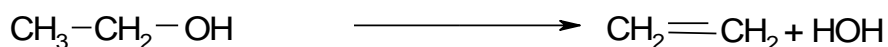
Який стабілізується за рахунок взаємодії з нуклеофільною часткою Cl^- -іоном.



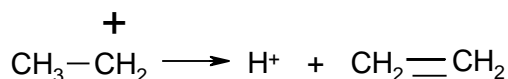
В організмі заміщення спиртової гідроксильної групи здійснюється через стадію перетворення у ефіри фосфорної, діфосфорної або три фосфорної кислот, бо ефіри цих кислот – групи, які легко відходять:



Як і у галогенпохідних, у спиртів реакції нуклеофільного заміщення конкурують з реакціями елімінування. Так, під час нагрівання спирту з концентрованою сірчаною кислотою відбувається дегідратація та утворюються етиленові вуглеводні:



В цьому випадку карбокатиони, що утворилися, стабілізуються, виділяючи протон:



Задача № 10. Охарактеризуйте відношення алканів, алкенів та аренів до окиснення.

Алгоритм рішення. Окиснення органічних сполук - це процес, внаслідок якого відбувається збільшення вмісту кисню в органічному субстраті або відібрання водню, що супроводжується утворенням кратного зв'язку або нового зв'язку між вуглецем та більш електронегативними атомами: киснем, азотом й сіркою та ін. У процесі окиснення здійснюється перенос електронів від субстрату на реагент-окиснювач. Таким чином, роль окиснювача можуть виконувати речовини, що мають високу спорідненість до електрону, наприклад, кисень, пероксиди, нітратна кислота, перманганат калію, діхромат калію та ін.

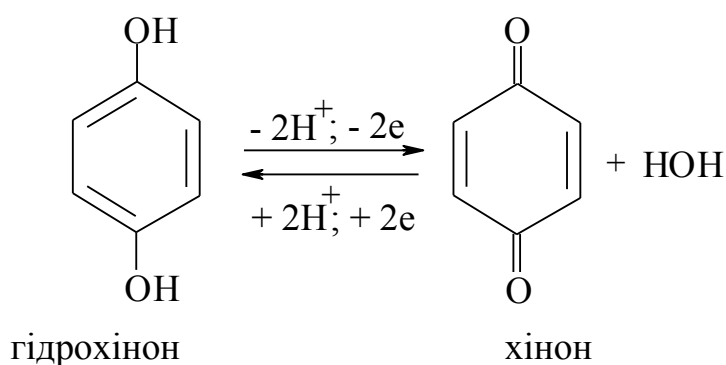
Відновлення - утворення нових зв'язків з воднем, що супроводжується переходом електронів від реагента-відновника на органічний субстрат. У якості відновника використовується водень у присутності гетерогенних каталізаторів (Pt, Pd, Ni), гідриди металів у кислому середовищі (NaH, NaBH₄, ZrBH₄).

Здатність органічних сполук до окиснення залежить від тенденції до віддачі електронів: чим легше субстрат віддає електрони, тим легше він піддається окисненню. У зв'язку з цим найбільш важко окиснити насичені вуглеводні. Для їхнього окиснення необхідні жорсткі умови (гаряча хромова суміш). Під час окиснення алканів проміжними продуктами є спирти, альдегіди або кетони, кінцевими - карбонові кислоти. Причому здатність до окиснення атомів вуглецю посилюється в ряді:



За аналогією з насиченими вуглеводнями окиснюються бокові ланцюги гомологів бензолу та гетероциклів. Сполуки, що містять кратні зв'язки (алкени, алкіни), у порівнянні з алканами окиснюються значно легше. Продуктами окиснення алкенів можуть бути епоксиди, діоли, кетони, карбонові кислоти. В організмі епоксиди утворюються при окисненні конденсованих ароматичних систем і чинять канцерогенну дію.

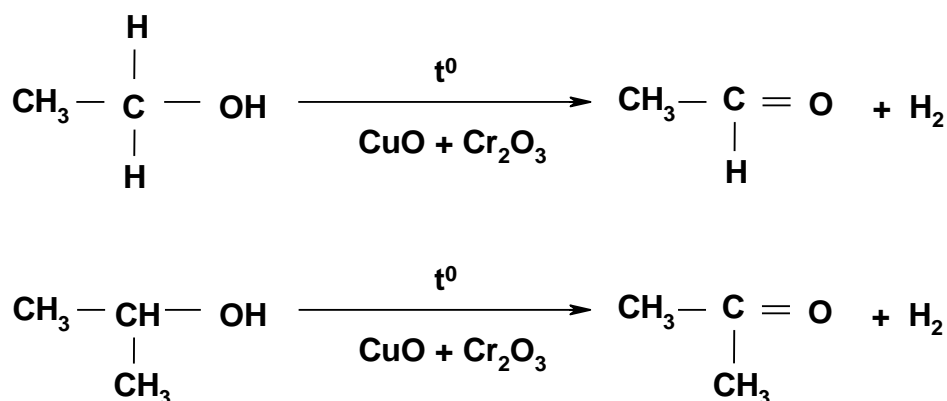
Бензол стійкий до окиснення, його ядро можна окиснити тільки у надзвичайно жорстких умовах. Легше процес окиснення протікає при наявності в ядрі електронегативних заміщувачів, таких, як гідроксигрупа. Особливість окисно-відновної реакції (ОВР), у якій бере участь 1,4-дігідрокси-бензол (гідрохінон), полягає в її оборотності, що є важливим для процесів життєдіяльності. Окисно-відновні властивості системи гідрохінон-хінон можна представити схемою:



Аналогічний процес лежить в основі переносу електронів у дихальному ланцюзі мітохондрій коферментами Q (убіхінонами).

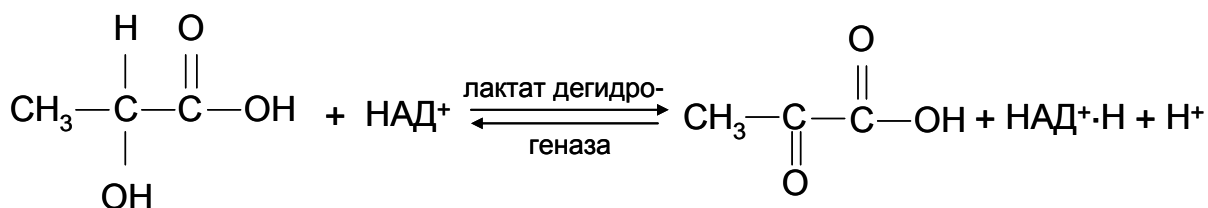
Задача № 11. Наведіть схему реакції окиснення молочної кислоти, що протікає в організмі *in vivo*.

Алгоритм рішення. Первинні та вторинні спирти окиснюються легше відповідних їм алканів. Окиснення спиртів можна проводити при високих температурах у присутності каталізаторів (міді або суміші оксидів міді й хрому):



Дана реакція називається дегідрованням і має місце в організмі при біологічному окисненні. Цей процес у організмі каталізується ферментами дегідрогеназами, коферментами яких є НАД⁺ (нікотинамідаденіндинуклеотид).

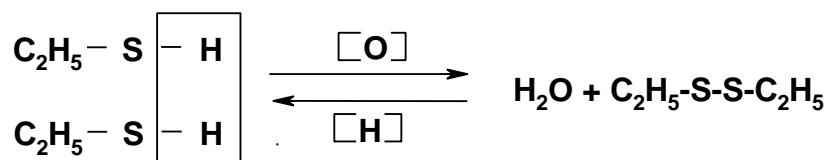
При дегідуванні субстрат віддає два електрони й два протони або один протон й один гідрид-іон, акцептором якого є НАД⁺:



Задача № 12. Наведіть схему окиснення етилмеркаптану.

Алгоритм рішення. На відміну від спиртів у тіолах відбувається окиснення не атому вуглецю, а атому сірки, тому що зв'язок S-H менш міцний, аніж зв'язок O-H. При дії сильних окислювачів послідовно утворюються сульфенові, сульфінові й сульфонові кислоти.

У м'яких умовах (дія пероксидів) іде утворення дисульфідів:



Реакція утворення дисульфідів та зворотня їй реакція відіграють важливу роль у процесах життєдіяльності: взаємоперетворення ліпоєвої та дігідроліпоєвої кислот - у регулюванні ліпідного й вуглеводного обмінів, цистин - цистеїн - у формуванні просторової структури білку.

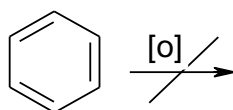
4. Лабораторна робота.

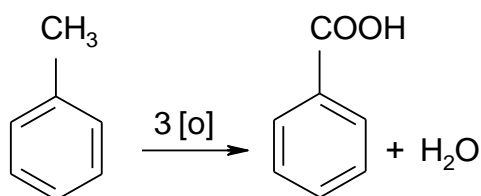
Дослід 1. Реакційна здатність алканів.

На предметне скло нанесіть на невеликій відстані одну від іншої по одній каплі розчину перманганату і концентрованої сульфатної кислоти. Кожну каплю змішайте з вазеліною олією.

Дослід 2. Реакція окиснення аренів.

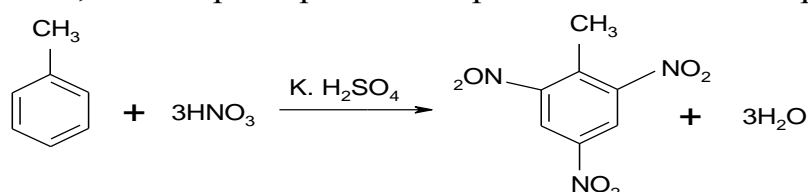
В пробірку з двома краплями води додайте 1 краплю розчину KMnO₄ і 1 краплю розчину H₂SO₄. До отриманого розчину додайте 1 краплю бензену. В другу пробірку з 5 краплями води, 1 краплею розчину KMnO₄ і 1 краплею розчину H₂SO₄ додайте 1 краплю толуену. Енергійно струшуючи, нагрійте на полум'ї пальника.





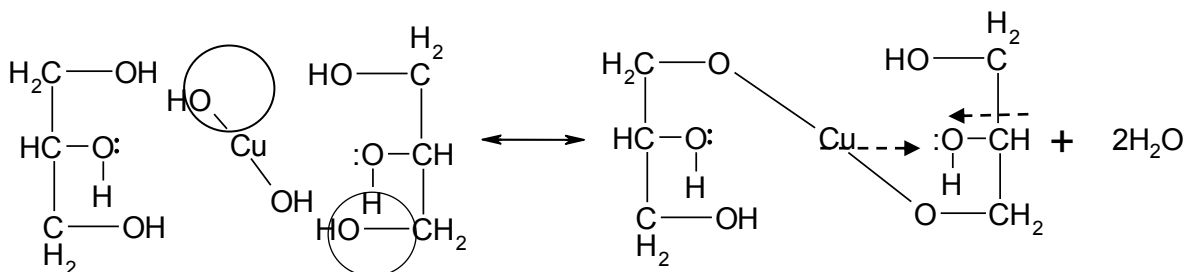
Дослід 3. Нітрування толуелену.

У пробірку внесіть 3 краплі конц. H_2SO_4 і дві краплі конц. HNO_3 . Потім додайте 2 краплі толуелену і нагріваєте до кипіння. Після охолодження вміст пробірки вилийте в іншу пробірку із 8 – 10 краплями води. Збовтайте вміст пробірки і визначіть наявність нітротолуелену за запахом, який нагадує запах гіркою мигдалю, що є характерним для ароматичних мононітросполук.



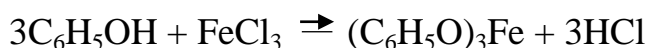
Дослід 4. Реакція гліцеролу з $\text{Cu}(\text{OH})_2$ у лужному середовищі.

У пробірку внесіть 2 краплі 2 % розчину CuSO_4 і 2 краплі 10% розчину NaOH . Утворюється блакитний осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Додайте до нього 1 краплю гліцеролу і збовтайте пробірку. При взаємодії купрум (II) гідроксиду з гліцеролом утворюється хелатна сполука синього кольору.



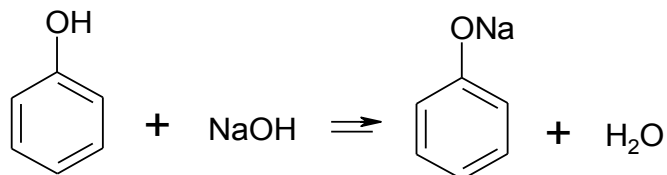
Дослід 5. Кольорова реакція фенолу з ферум (III) хлоридом.

У пробірку внесіть 1 краплю рідкого фенолу і 1 краплю води. При збовтуванні утворюється емульсія фенолу, яка поступово розшаровується. Додайте по краплях воду до того часу, поки не утвориться прозорий розчин фенолу у воді (фенольна вода). В іншу пробірку внесіть 3 краплі виготовленої фенольної води і додайте 1 краплю 1 % розчину феруму (III) хлориду. З'являється фіолетове забарвлення зумовлене утворенням суміші комплексних сполук $\text{C}_6\text{H}_5\text{OFeCl}_2$, $(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_2\text{FeCl}$, $(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_3\text{Fe}$. Інтенсивність забарвлення розчину підсилюється при розведенні водою, слабшає або повністю зникає при додаванні етанолу.



Дослід 6. Доказ кислотного характеру фенолу.

До залишку фенольної води додайте ще 1 краплю фенолу і збовтайте. До знову утвореної емульсії фенолу у воді додайте всього 1 краплю 10 % NaOH. Утворюється прозорий розчин натрій феноляту, який добре розчинний у воді.



Дослід 7. Осадження білкових тіл фенолом.

Помістіть на скельце 1-2 краплі рідкого фенолу і 1 краплю розчину білка. Суміш помутніє внаслідок згортання білка фенолом. На цьому базується застосування фенолу для дезинфекції.

5. Питання та вправи

№1

1. Який продукт виходить в результаті бромовання 2-метилбутану при опроміненні Ультрафіолетом? Опишіть механізм реакції.
2. Опишіть механізм реакції взаємодії бутена-1 з бромоводнем. До якого типу відноситься ця реакція?
3. Напишіть рівняння реакції взаємодії 1-хлорбутану з водним KOH. Наведіть механізм даної реакції.

№2

1. Опишіть механізм реакції хлорування 2-метилпропану при опроміненні Уф-світлом.
2. Наведіть механізм реакції взаємодії бутадієну-1,3 з бромоводнем.
3. Які сполуки одержують при окисненні н-пропілового й ізопропілового спиртів. Напишіть схеми реакцій.

№3

1. Наведіть механізм реакції хлорування циклогексану. Замалюйте переважну конформацію хлорциклогексану.
2. Наведіть механізм реакції приєднання HCl до акрилової (пропенової) кислоти. Поясніть, чому приєднання відбувається проти правила Марковникова.
3. Напишіть рівняння реакції бромовання піридину з урахуванням орієнтуючої дії гетероатома. Яка сполука (бензол чи піридин) бромується легше? Чому?

№4

1. Яка сполука утворюється при хлоруванні толуолу (метилбензолу) при опроміненні Уф-світлом? Опишіть механізм даної реакції.

2. Наведіть механізм реакції хлорування бутендіової кислоти.
3. Напишіть рівняння реакції нітрування фенолу з урахуванням орієнтуючої дії гідроксилу. Що легше нітрується — бензол чи фенол? Чому?

№5

1. Наведіть механізм реакції бромовання пропану. Поясніть, який С-Н зв'язок і чому в даному випадку є місцем атаки вільного радикала.
2. Опишіть механізм реакції взаємодії пропена з водою. Яка роль сірчаної кислоти в даному процесі.
3. Наведіть механізм оборотної окисно-відновної реакції гідрокінон-хінон. Яке значення мають подібного роду реакції для процесів життєдіяльності?

№6

1. Наведіть механізм реакції бромовання циклопентану.
2. Опишіть механізм реакції взаємодії ізопрена (2-метилбутадієна-1,3) з одним молекулою бромоводню.
3. Наведіть рівняння реакції нітрування толуолу (метилбензолу) з урахуванням орієнтуючої дії метильної групи. Полегшує чи затруднює реакцію нітрування група CH_3 ?

№7

1. Напишіть рівняння реакції бромовання циклопропану. Поясніть напрямок реакції.
2. Обґрунтуйте правило Марковнікова на прикладі реакції гідрохлорування 2-метилпропену. Опишіть механізм реакції.
3. Напишіть по стадіях реакцію взаємодії пропанола-2 з HBr . За яким механізмом протікає ця реакція?

№8

1. Яка сполука утворюється при хлоруванні етилбензолу при опроміненні Уф-світлом? Опишіть механізм даної реакції.
2. Опишіть механізм перетворення фумарової кислоти (транс-бутендіової) в яблучну (2-гідроксибутандіову) у процесі обміну речовин в живих організмах на одній із стадій циклу Кребса.
3. Синтезуйте йодистий бензил з бензилового спирту $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ і йодисто-водневої кислоти. Наведіть механізм реакції.

№9

1. Наведіть механізм реакції бромовання ізобутану при опроміненні Уф-світлом.
2. Порівняйте реакційну здатність вінілхлориду (хлоретену), етилену і пропену в реакціях електрофільного приєднання. Для найбільш активного з них напишіть реакцію гідробромовання.

3. Чи здатна лікарська речовина хлоретон (1,1,1-трихлор-2-метилпропанол-2), що є заспокійливим та має легку наркотичну дію, окиснюватися? Відповідь обґрунтуйте.

№10

1. Наведіть механізм реакції хлорування циклогексану при опроміненні Уф-світлом.
2. Наведіть механізм реакції приєднання HBr до акролеїну (пропеналу). Чи працює в даному випадку правило Марковникова? Відповідь обґрунтуйте.
3. Який реагент необхідно взяти для синтезу етилхлориду (засобу для неінгаляційного наркозу), що одержують у промисловості з етилового спирту? Наведіть механізм реакції.

№11

1. Напишіть рівняння реакції взаємодії циклобутану з хлором. Поясніть напрямок реакції.
2. Наведіть механізм реакції гідратації акрилової (пропенової) кислоти. Роль сірчаної кислоти в цій реакції.
3. Напишіть рівняння реакції нітрування толуолу. Що легше нітрується — бензол чи толуол і чому?

№12

1. Опишіть механізм реакції хлорування 2-метилпентану при опроміненні Уф-світлом. Чи спостерігається в цьому випадку регіоселективність?
2. Наведіть механізм реакції хлорування пентена-1.
3. Напишіть рівняння реакції окиснення ментолу (1-ізопропил-4-метилциклогексанола), що входить до складу валідолу, та вкажіть, до якого класу органічних сполук відноситься продукт реакції.

№13

1. Який продукт виходить в результаті бромовання 3-метилпентену при опроміненні Ультрафіолетом? Опишіть механізм реакції.
2. Наведіть механізм реакції взаємодії бутадієну-1,3 з 1 молем HBr.
3. Наведіть схему реакції окиснення етилмеркаптану (етантиолу). Вкажіть умови проведення цієї реакції.

№14

1. Яка сполука утворюється при хлоруванні толуолу при опроміненні Уф-світлом? Опишіть механізм даної реакції.
2. Наведіть механізм реакції бромовання хлорвінілу (хлоретену).
3. Напишіть по стадіях реакцію взаємодії бутанола-1 з HCl. За яким механізмом вона протікає?

1. Наведіть механізм реакції бромовання циклогексану.
2. Наведіть механізм реакції гідратації 2-бутенової кислоти у присутності H_2SO_4 .
3. Напишіть реакцію окиснення ментолу, що входить до складу лікарського препарату валідолу (1-ізопропіл-4-метилциклогексанола), та вкажіть, до якого класу органічних сполук належить продукт реакції.

6. Література.

а) основна:

1. Біологічна і біоорганічна хімія: базовий підручник: у 2 кн./ кол. авт.; за ред. чл. кор. НАМН України проф. Б. С. Зіменковського, проф. І. В. Ніженковської. – Кн. 1: Біоорганічна хімія / [Б. С. Зіменковський, В. А. Музиченко, У. В. Ніженковська, Г. О. Сирова]; за ред. Б. С. Зіменковського, І. В. Ніженковської. – К.: ВСВ « Медицина », 2014. – 272с.
2. Основи біоорганічної хімії (навчальний посібник) / Сирова Г. О., Петюніна В. М., Макаров В. О., Лук'янова Л. В. .- « Полосата типографія».- 2018.- 238с.
3. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів I курсу з дисципліни «Біологічна та біоорганічна хімія»: Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алканів, алкенів, аренів, спиртів та фенолів / О. Сирова, Т.С. Тішакова, О.В. Савельєва та ін. – Харків: ХНМУ, 2018 – 21 с.
4. Конспект лекцій.

б) допоміжна:

1. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биорганическая химия. М.: – Медицина, 1985.
2. Руководство к лабораторным занятиям по биорганической химии. Под ред. Тюкавкиной Н.А. – М.: – Медицина, 1985.
3. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. Вінниця: – Нова книга, 2004.
4. Шаповал Л.Г., Чеховський В.Д., Петюніна В.М. Навчальний посібник з органічної хімії. – Харків: – ХДМУ, 1994.
5. Теоретический курс по биологической и биорганической химии (учебное пособие). Модуль 1. Биологически важные классы биорганических соединений. Биополимеры и их структурные компоненты / Сырoвая А.О., Шаповал Л.Г., Петюнина В.Н., Ткачук Н.М., Шапарева Л.П., Макаров В.А., Чеховской В.Д., Грабовецкая Е.Р., Бачинский Р.О., Наконечная С.А. – Харьков, ХНМУ. – 2013.

Навчальне видання

**Класифікація хімічних реакцій. Реакційна здатність алканів,
алкенів, аренів, спиртів та фенолів**

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів 1 курсу з
біологічної та біоорганічної хімії

Укладачі:

Сирова Ганна Олегівна

Козуб Світлана Миколаївна

Макаров Володимир Олександрович

Петюніна Валентина Миколаївна

Андрєєва Світлана Вікторівна

Лук'янова Лариса Володимирівна

Тішакова Тетяна Станіславівна

Левашова Ольга Леонидівна

Савельєва Олена Валеріївна

Чаленко Наталія Миколаївна

Каліненко Ольга Сергіївна

Завада Оксана Олександрівна

Копотева Наталія Василівна

Водолаженко Марія Олександрівна

Відповідальний за випуск: доц. Тішакова Т.С., ас. Савельєва О.В.