

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Збірник задач і вправ для самостійної та аудиторної
роботи студентів факультету хімії та фармації
першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальностей 102 Хімія та 014 Середня освіта. Хімія

ОДЕСА
Олді+
2023

УДК 547(076.3)

O-644

Укладачі:

Ю. В. Ішков, доктор хімічних наук, ст. н. с, професор кафедри органічної та фармацевтичної хімії;

В. В. Ведута, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри органічної та фармацевтичної хімії;

Рецензенти:

Р. Є. Хома, доктор хімічних наук, професор, професор кафедри аналітичної та токсикологічної хімії та хімічної освіти Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

М. В. Шестакова, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності, екології та хімії Одеського національного морського університету.

Рекомендовано до друку науково-методичною радою

ОНУ імені І. І. Мечникова.

Протокол № 5 від 07.12.2023 р.

O-644 **Органічна хімія:** збірник завдань та вправ для самостійної та аудиторної роботи студентів факультету хімії та фармації першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальностей 102 Хімія та 014 Середня освіта. Хімія / уклад.: Ю. В. Ішков, В. В. Ведута. – Одеса : Олді+, 2023. – 130 с.

Навчальне видання включає перелік завдань та вправ для самостійної та аудиторної роботи для вивчення обов'язкової дисципліни «Органічна хімія», що викладається студентам факультету хімії та фармації Одеського національного університету імені І. І. Мечникова першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 102 Хімія та 014 Середня освіта. Хімія.

УДК 547(076.3)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Теоретичні уявлення в органічній хімії.....	5
1.1. Тестові контрольні завдання	5
1.2. Контрольні завдання	13
2. Фізико-хімічні властивості органічних сполук. Алкани.....	23
2.1. Тестові завдання	23
2.2. Контрольні завдання	31
3. Алкени, алкіни, алкадієни.....	41
3.1. Тестові завдання	41
3.2. Контрольні завдання	48
4. Ароматичні вуглеводні.....	56
4.1. Тестові завдання	56
4.2. Контрольні завдання	65
4.3. Практичні завдання	74
5. Галогенпохідні, спирти, феноли.....	83
5.1. Тестові завдання	83
5.2. Контрольні завдання	91
5.3. Практичні завдання	96
6. Альдегіди та кетони.....	105
6.1. Тестові завдання	105
6.2. Контрольні завдання	113
6.3. Практичні завдання	105
ЛІТЕРАТУРА.....	113

ВСТУП

Навчальний посібник містить тести та вправи з загального курсу органічної хімії, згруповані у відповідності з розділами програми викладання цієї дисципліни на кафедрі органічної та фармацевтичної хімії ОНУ імені І. І. Мечникова. Кожна тема представлена тестовими завданнями та контрольними питаннями розгорнутого типу. Тестові завдання пропонуються для самоконтролю та експрес-контролю знань здобувачів на лабораторних заняттях. Контрольні завдання пропонуються для самостійної роботи та для підготовки до письмових контрольних робіт. Кількість варіантів відповідає кількості здобувачів в академічній групі.

Зміст задач та вправ охоплює питання будови, реакційної здатності та взаємних перетворень органічних сполук. Вони розподілені у відповідності з основними класами останніх.

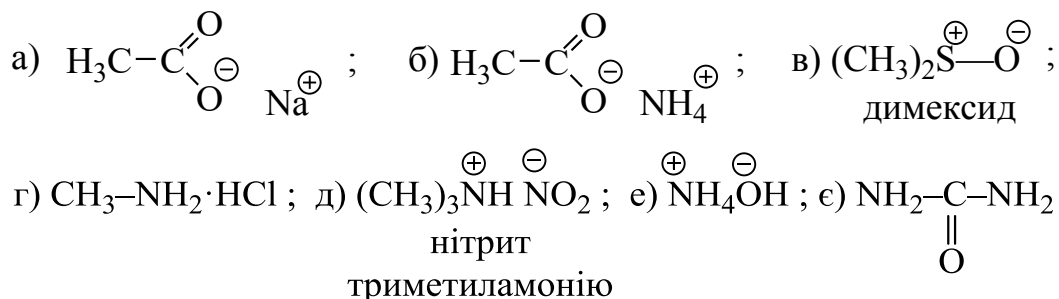
Для полегшення самостійної роботи студентів та для отримання зразка форми, в якій доцільно викладати відповіді, для кожної теми приведені окремі приклади відповідей як на тестові, так і на контрольні завдання.

1. Теоретичні уявлення в органічній хімії

1.1. Тестові завдання

Завдання № 1

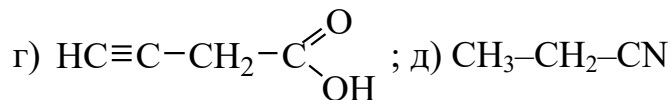
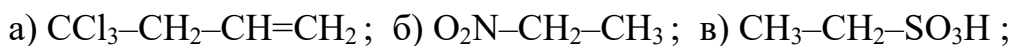
1. В сполуках, в яких є ковалентний зв'язок, утворений по донорно-акцепторному типу, укажіть атоми між якими він утворюється:



Які з цих сполук є амінами або їх солями?

2. Виберіть сполуки (чи частинки), в яких є атоми вуглецю в sp^2 -гібридизації, та укажіть ці атоми: а) CO_2 ; б) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$; в) $\text{CH}_3-\text{CH}^+-\text{CH}_3$; г) - $\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$; д) CH_3CN ; е) CCl_2 ; є) CH_3COONa ; ж) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$.

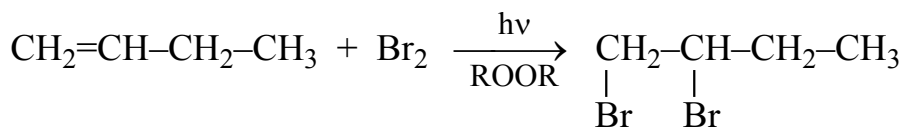
3. Які електронні ефекти (ефект) зумовлюють розподіл електронної густини в молекулах наступних сполук:



+I, -I, +M, -M, гіперкон'югації?

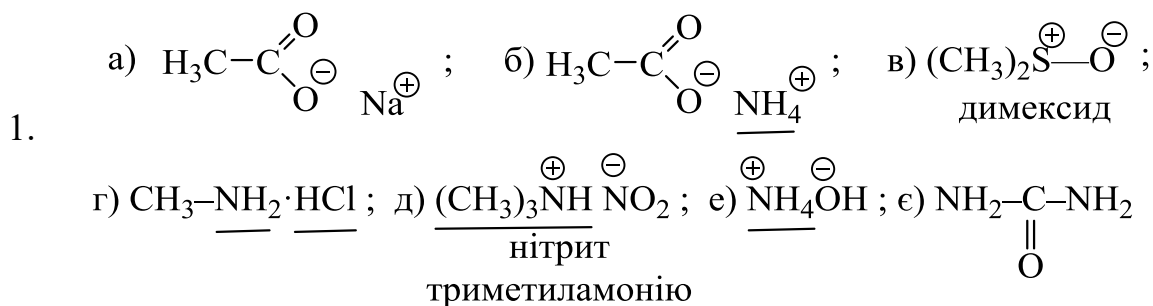
4. У вигляді скількох геометричних ізомерів існує сполука $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{NO}_2$: 2, 4, 6, 8, 10 ?

5. До якого типу реакцій відноситься реакція



S_E , S_R , S_N , A_E , A_R , A_N , E , перициклічна?

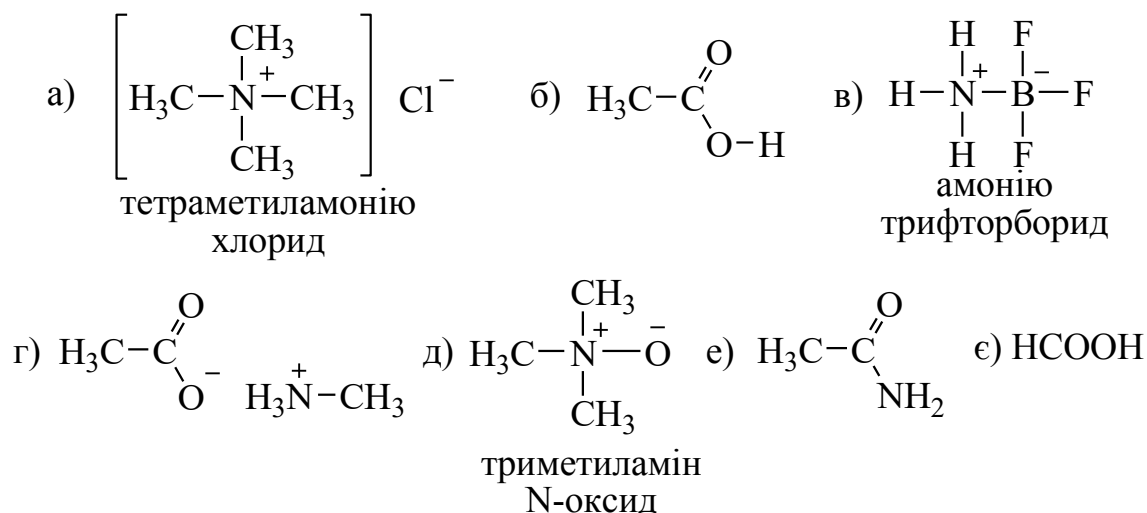
Рішення:



2. а) CO_2 ; б) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$; в) $\text{CH}_3-\text{CH}^+-\text{CH}_3$; г) $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$; д) CH_3CN ; е) CCl_2 ; є) CH_3COONa ; ж) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$.
3. $+I$, $-I$, $+M$, $-M$, гіперкон'югації
4. 2, 4, 6, 8, 10.
5. S_E , S_R , S_N , A_E , A_R , A_N , E, перициклічна.

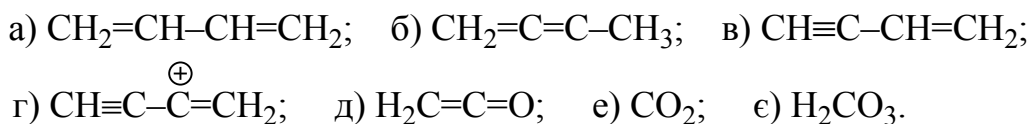
Завдання № 2

1. В сполуках з семіполярним зв'язком покажіть атоми, між якими він здійснюється:

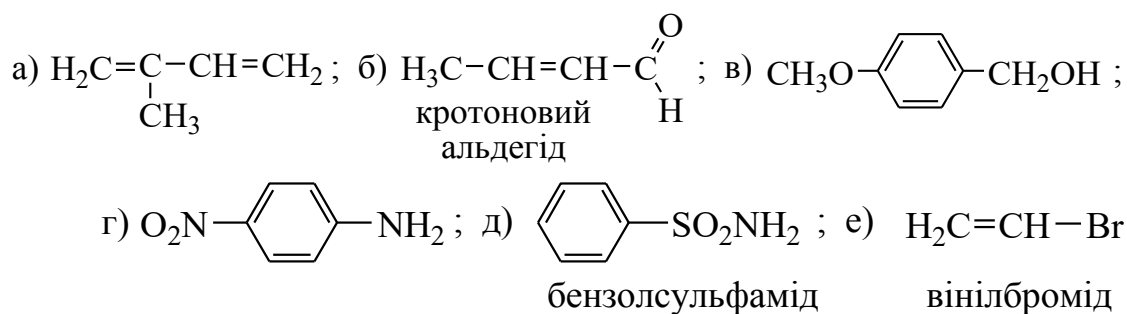


Які з наведених сполук є кислотами чи їх солями?

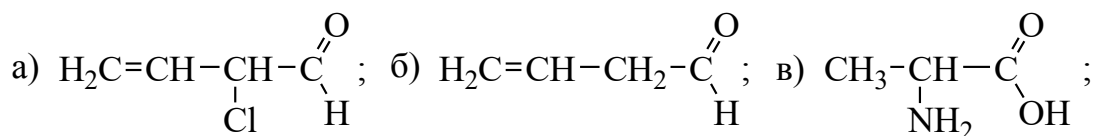
2. Виберіть сполуки (чи частинки), в яких є атоми вуглецю в sp-гібридному стані, та покажіть їх:

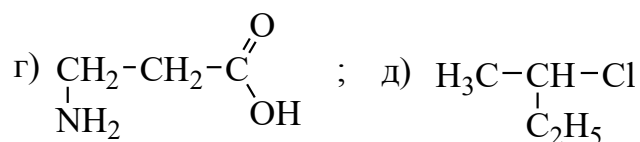


3. Визначте молекули з делокалізованими хімічними зв'язками, в яких делокалізація реалізується за рахунок $-M$ -ефекта відповідного атома чи груп атомів, укажіть їх:

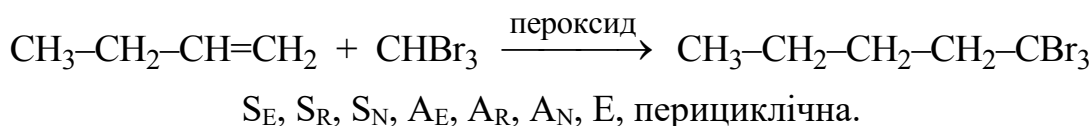


4. Для яких з наведених сполук характерна оптична ізомерія:



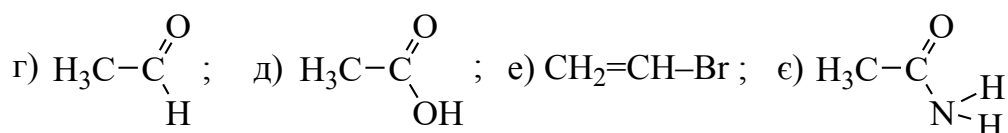
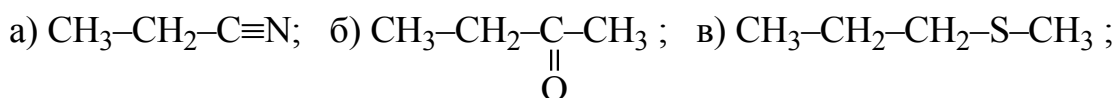


5. До якого типу реакцій відноситься наведена нижче реакція:



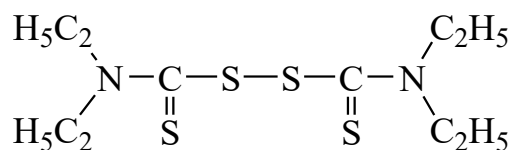
Завдання № 3

1. В сполуках з ковалентним полярним зв'язком покажіть атоми, між якими він здійснюється:

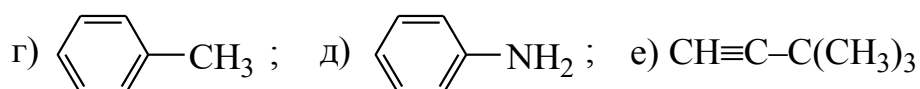


Які з наведених сполук є альдегідами?

2. Скільки атомів вуглецю знаходяться в sp^3 -гібридизації в лікарському препараті тетурамі: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10?

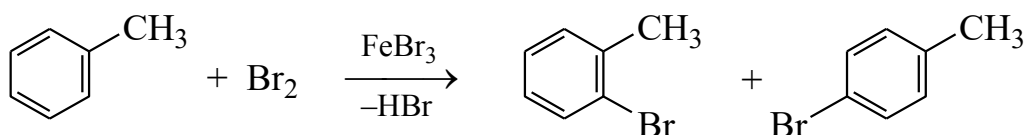


3. В молекулах (чи частинках) з локалізованими хімічними зв'язками укажіть атоми чи групи атомів з позитивним індуктивним ефектом:



4. Скільки поворотних ізомерів (граничних конформацій) по зв'язку $\text{C1}-\text{C2}$ в сполуці $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$: 2, 3, 4, 5, 6?

5. До якого типу реакцій відноситься реакція



$\text{S}_\text{E}, \text{S}_\text{R}, \text{S}_\text{N}, \text{A}_\text{E}, \text{A}_\text{R}, \text{A}_\text{N}, \text{E}, \text{перициклічна?}$

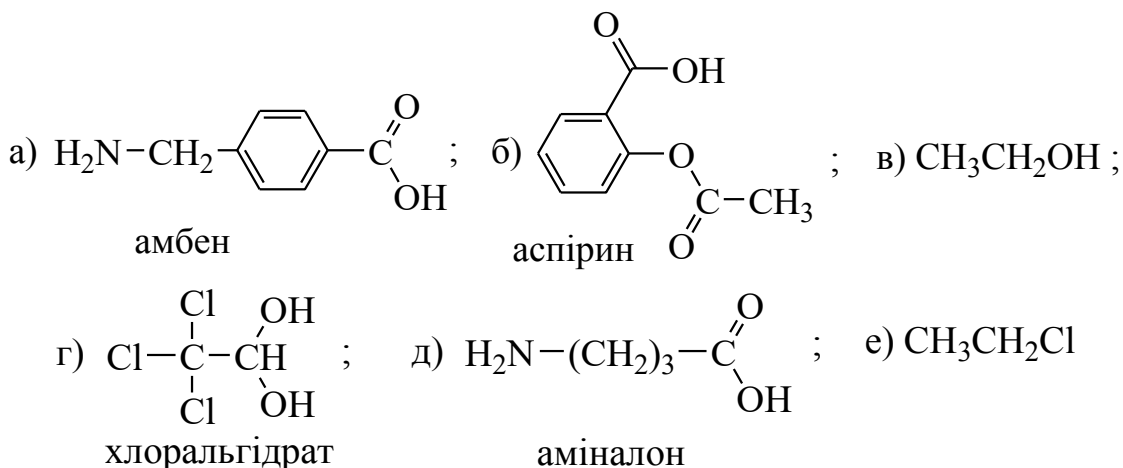
Завдання № 4

1. В яких з наведених сполук є водневий зв'язок: а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$; б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$; в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$; г) CH_2SCH_3 ; д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$; е) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$;

є) CH_3COOH ? Які з наведених сполук є меркаптанами (тіоспиртами) (підкресліть хвилястою лінією)?

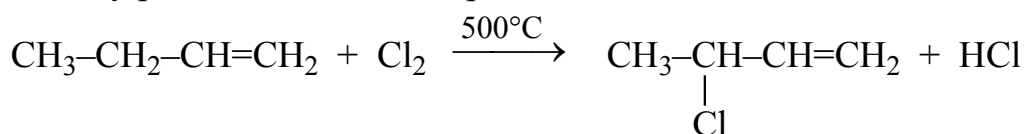
2. Скільки атомів вуглецю знаходяться в sp -гібридизації в сполуці $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{C}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CN}$ – 1, 2, 3, 4, 5, 6 ?

3. В молекулах (чи їх частинах) з локалізованим хімічним зв'язком укажіть атоми чи групи атомів з негативним індуктивним ефектом:



4. У вигляді скількох ізомерів усіх типів (крім поворотних) існує сполука формули $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}$ – 2, 3, 4, 5, 6, 7 ?

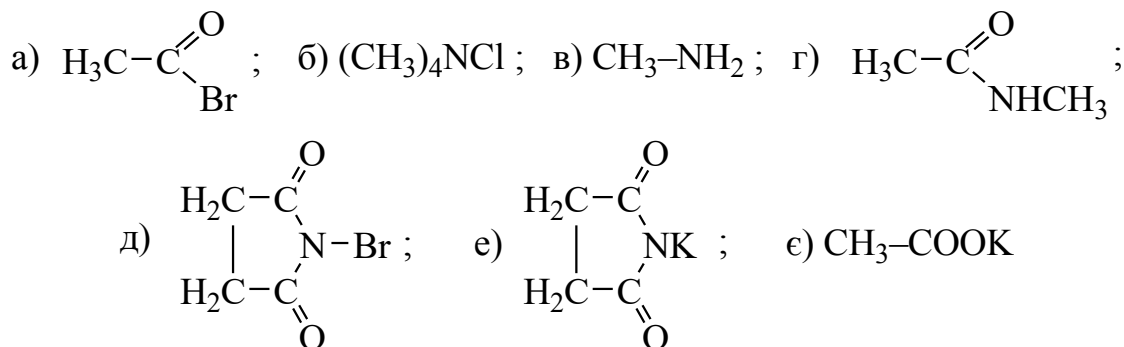
5. До якого типу реакцій відноситься реакція



S_E , S_R , S_N , A_E , A_R , A_N , E , перициклічна?

Завдання № 5

1. В сполуках з іонним зв'язком покажіть атоми, між якими він здійснюється:



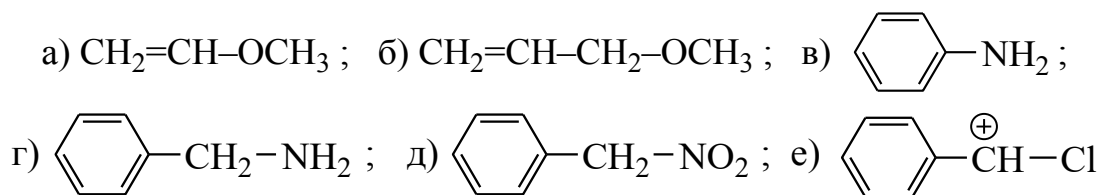
Які з наведених сполук є галогеноангідритами?

2. Виберіть сполуки (чи частинки), в яких є атоми вуглецю в sp^2 -гібридизації, та укажіть ці атоми: а) CO_2 ; б) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$; в) $\text{CH}_3-\text{CH}^+-\text{CH}_3$;

г) $\cdot\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$; д) CH_3CN ; е) CCl_2 ; є) CH_3COONa ; ж) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$.

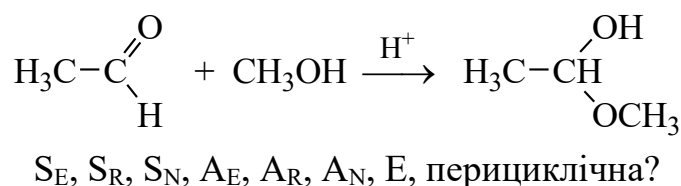
3. В молекулах (чи частинах молекул) з делокалізованим хімічним зв'язком

укажіть атоми (чи групи атомів) з позитивним мезомерним ефектом:



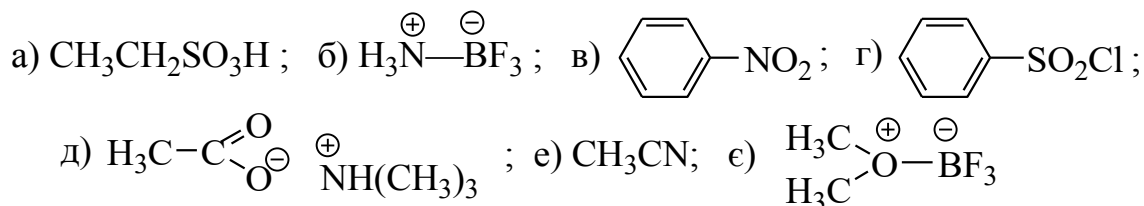
4. У вигляді скількох просторових ізомерів усіх типів (крім поворотних) існує сполука $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}$ – 2, 3, 4, 5, 6, 7?

5. До якого типу реакцій відноситься реакція

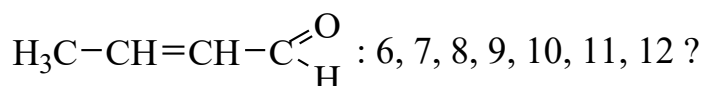


Завдання № 6

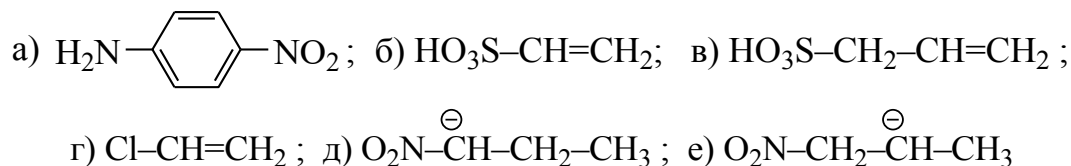
1. Скільки сполук з семіполярними зв'язками є серед наведених нижче: 1, 2, 3, 4, 5, 6? Які з цих сполук є сульфокислотами?



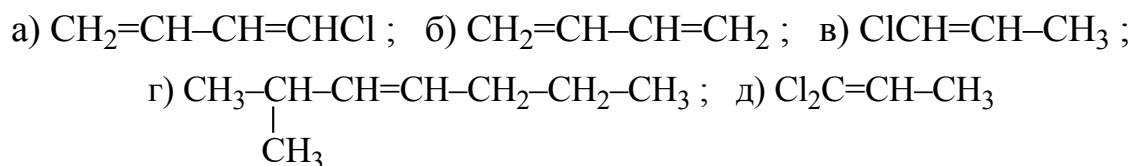
2. Скільки σ -зв'язків в молекулі кротонового альдегиду:



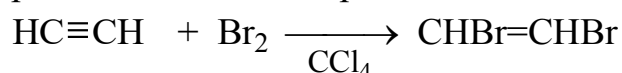
3. В молекулах (чи частинках) з делокалізованим хімічним зв'язком укажіть атоми (чи групи атомів) з негативним мезомерним ефектом:



4. Для яких з наведених сполук реалізується Z,E-ізомерія:



5. До якого типу реакцій відноситься реакція:

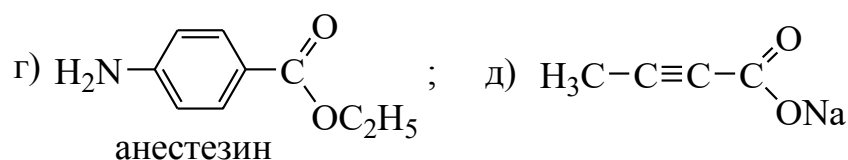
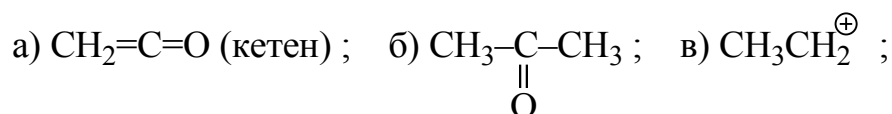


S_E , S_R , S_N , A_E , A_R , A_N , E , перициклічна?

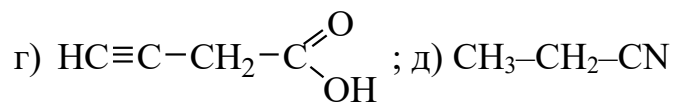
Завдання № 7

1. Етиловий спирт має значно вищу температуру кипіння (78,3 °С), ніж подібні сполуки: $\begin{matrix} \text{H}_2\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \end{matrix} \text{O}$ (етиленоксид) –10,7 °С; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONO}$ (етилнітрит) –17 °С; $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ (етилхлорид) 12,5 °С; $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ (етилбромід) 38 °С; CH_3CHO (ацетальдегід) 21 °С. Наявність яких типів (типу) зв'язків в цій сполуці зумовлює таку аномалію в температурі кипіння цієї сполуки: а) іонного; б) ковалентного полярного; в) ковалентного неполярного; г) водневого; д) семіполярного? Які з наведених сполук є галогенопохідними?

2. Виберіть сполуки (чи частинки), в яких є атоми вуглецю в sp -гібридизації, та укажіть ці атоми:

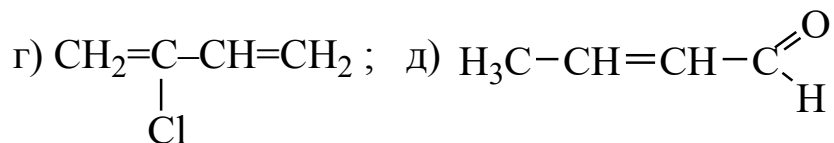
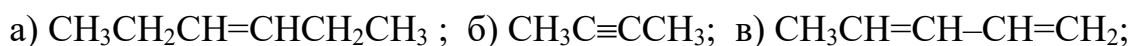


3. Які електронні ефекти (ефект) зумовлюють розподіл електронної густини в молекулах наступних сполук:

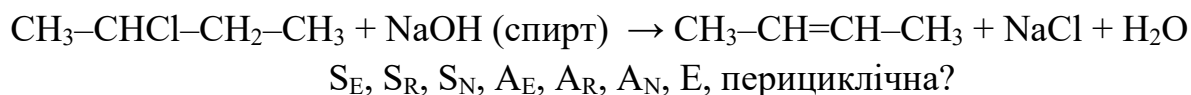


+I, –I, +M, –M, гіперкон'югації?

4. Для яких з наведених сполук характерна геометрична ізомерія (Z-, E-):



5. До якого типу реакцій відноситься реакція:

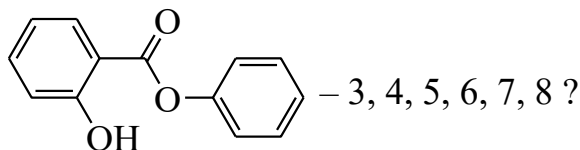


Завдання № 8

1. Оцтова кислота та більшість її похідних (CH_3COCl , $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, CH_3CONH_2 , CH_2ClCOOH) є рідинами, або низькоплавкими речовинами, а ацетат натрію – кристалічна речовина. Яким типом зв'язку зумовлена висока температура плавлення ацетату натрію: а) ковалентним неполярним; б) ковалентним по-

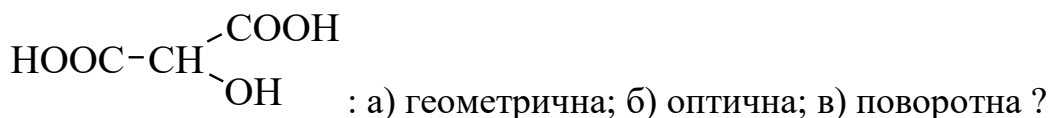
лярним; в) іонним; г) семіполярним; д) водневим? Які (яка) сполуки відносяться до класу амідів?

2. Скільки π -зв'язків в молекулі фенілсаліцилату:

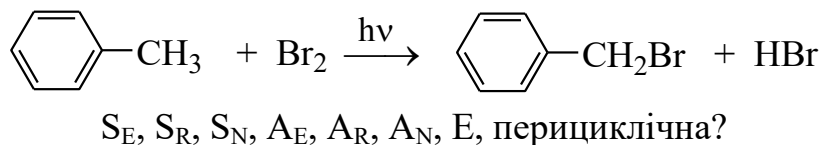


3. Які з наведених груп, якщо вони зв'язані з бензольним кільцем, проявляють +М-ефект: а) $-\text{NO}$; б) $-\text{NO}_2$; в) $-\text{OH}$; г) $-\text{Cl}$; д) $-\text{NH}_2$; е) $-\text{CH}_2\text{CH}_3$; є) $-\text{CH}_2\text{Cl}$?

4. Укажіть, які види стереоізомерії характерні для сполуки

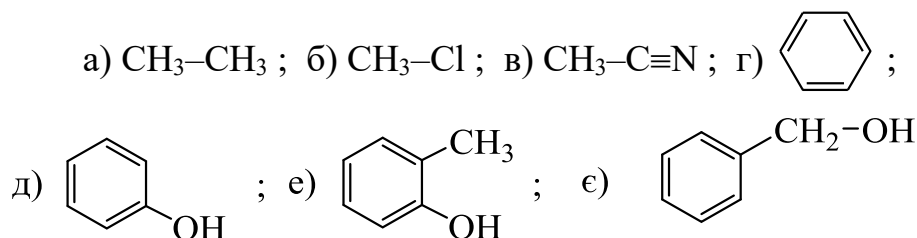


5. До якого типу реакцій відноситься реакція:



Завдання № 9

1. Які з наведених сполук є основами Льюїса:

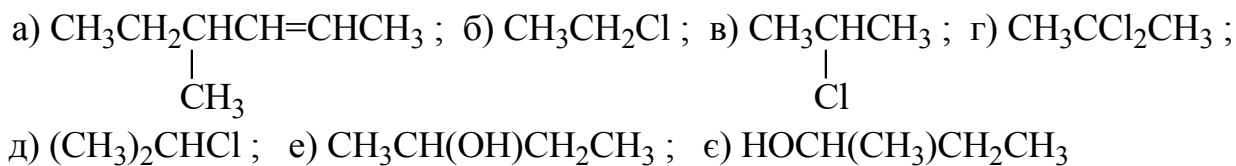


Які з наведених сполук є фенолами (підкресліть)?

2. Під яким кутом спрямовані в просторі гібридні орбіталі при sp^3 -гібридизації? а) 180° ; б) 130° ; в) 120° ; г) $109^\circ 28'$; д) 90° ?

3. З кон'югованою системою зв'язані: а) $-\text{NH}_2$; б) $-\text{NO}_2$; в) $-\text{CN}$; г) $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$; д) $-\text{OH}$; е) $-\text{OCH}_3$; є) $-\text{CO}-\text{CH}_3$. Які з наведених замісників є електронодонорними?

4. Серед наведених нижче сполук укажіть сполуки, які існують у вигляді оптичних ізомерів, укажіть в них хіральні центри:



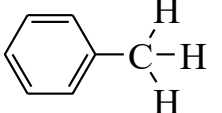
5. Які з наведених реагентів в реакції з пропеном є електрофільними: а) Br_2 (CCl_4); б) Cl_2 (H_2O); в) Br_2 ($h\nu$); г) Br_2 (FeBr_3); д) HOH (H^+); е) HBr ; є) HBr (ROOR) ?

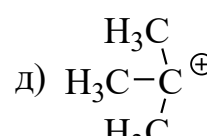
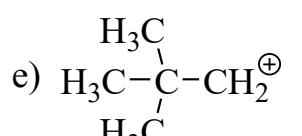
Завдання № 10

1. Які з наведених сполук або частинок є кислотами Льюїса: а) AlCl_3 ; б) SnCl_4 ; в) Br^+ ; г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{—O—CH}_3$; д) OH^- ; е) $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$; є) $\text{H}_3\text{C—C}^{\oplus}=\text{O}$? Які з наведених сполук є етерами (підкресліть хвилястою лінією)?

2. Які зв'язки (зв'язок) утворюються при перекриванні sp^2 -гібридних орбіталей з р-орбітальями: а) σ -; б) π -; в) σ - і π - одночасно?

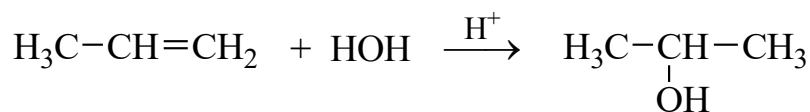
3. В яких молекулах чи частках гіперкон'югація грає значну роль в делокалізації електронів (ізовалентна гіперкон'югація):

а) $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2$; б) $\text{CH}_3\text{—}\dot{\text{C}}\text{H—CH}_3$; в) $\text{CH}_3\text{—C}^{\oplus}\text{H—CH}_3$; г)  ;

д)  ; е)  ; є) $\text{CH}_3\text{—CH=CH}_2$

4. У вигляді скількох геометричних ізомерів існує сполука $\text{CH}_3\text{CH=CHCH}_2\text{NO}_2$: 2, 4, 6, 8, 10 ?

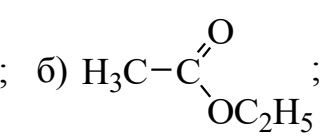
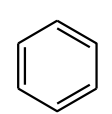
5. До якого типу реакцій відноситься реакція



S_E , S_R , S_N , A_E , A_R , A_N , E , перициклічна?

Завдання № 11

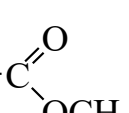
1. Укажіть, в яких з наведених сполук є неполярні ковалентні зв'язки, що легко поляризуються, позначте ці зв'язки:

а) Br_2 ; б)  ; в) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; г) $\text{CH}\equiv\text{CH}$; д)  ;
е) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$; є) H_2 .

Які з наведених сполук відносяться до класу естерів (підкресліть хвилястою лінією)?

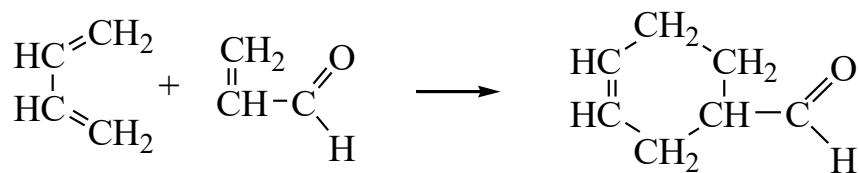
2. Скільки атомів вуглецю в сполуці $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH—C}\equiv\text{C—CN}$ знаходяться в sp -гібридизації: 1, 2, 3, 4, 5, 6 ?

3. Які з наведених замісників є електроноакцепторами, якщо вони зв'язані з кон'югованою системою: а) —NHCH_3 ; б) —N=O ; в) $\text{—N}^{\oplus}(\text{CH}_3)_3$;

д) —OCH_3 ; е)  ; є) —SH .

4. У вигляді скількох структурних ізомерів з третинним атомом вуглецю існує сполука C_6H_{14} : 1, 2, 3, 4, 5 ?

5. До якого типу реакцій відноситься реакція:



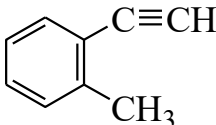
$S_E, S_R, S_N, A_E, A_R, A_N, E$, перициклічна?

Завдання № 12

1. Який з рядів зменшення енергії наведених зв'язків в сполуках: $H-H$, H_3C-CH_3 ; $H-CH_2-CH_3$, $CH_2=CH_2$, $HC\equiv CH$, $Br-Br$ вірний:

- $H-H > H-C > C-C > C=C > C\equiv C > Br-Br$;
- $H-C > C\equiv C > C=C > H-H > C-C > Br-Br$;
- $Br-Br > H-H > H-C > C=C > C-C > C\equiv C$;
- $C\equiv C > C=C > H-H > H-C > C-C > Br-Br$.

Які з наведених сполук відносяться до класу ацетиленових вуглеводнів?

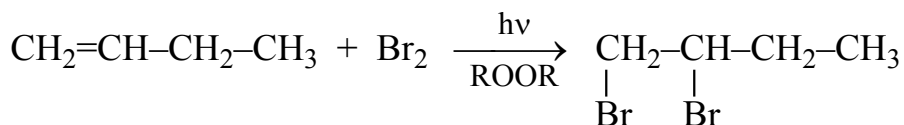
2. Скільки π -зв'язків в сполуці  - 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ?

3. Молекули яких з наведених сполук є кон'югованими системами:

- $CH_2=C=CH_2$; б) $CH_2=CH-CH=CH_2$; в) $Cl-CH=CH_2$;
- г) $CH_2=CH-CH_2-CH=CH_2$; д) $CH_2=CH-NO_2$; е) $CH_2=CH-OCH_3$.

4. Укажіть, які види ізомерії характерні для сполуки $CH_3-CH_2-CH_3$: а) структурна; б) геометрична; в) оптична; г) поворотна.

5. До якого типу реакцій відноситься реакція:



$S_E, S_R, S_N, A_E, A_R, A_N, E$, перициклічна?

1.2. Контрольні завдання

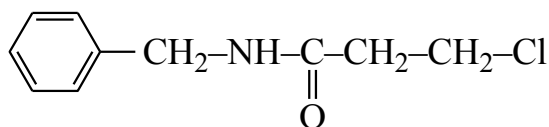
Завдання № 1

1. Дайте визначення поняттям „полярність” та „поляризованість” зв'язку. Наведіть приклади органічних сполук, які мають такі зв'язки. Чим відрізняється полярний ковалентний зв'язок від іонного? Наведіть приклади іонного зв'язку. В наведених вами сполуках покажіть відповідним чином полярні та іонні зв'язки.

2. Дайте визначення поняттю „поворотні” („конформаційні”) ізомери. На прикладі 1-бромпропану за допомогою проекційних формул Ньюмена наведіть конформаційні ізомери відносно зв'язку C1–C2; дайте їм назви. Наведіть діаграму залежності потенційної енергії 1-бромпропану від кута обертання навколо зв'язку C1–C2.

3. Дайте визначення поняттю „гіперкон'югація”. Наведіть приклади двох типів гіперкон'югації: а) „збиткової” або гетеровалентної; б) ізовалентної. Який вид гіперкон'югації грає значну роль в стабілізації нестійких частинок органічних сполук? Які це частинки?

4. Покажіть розподіл електронної густини в хлораконі:



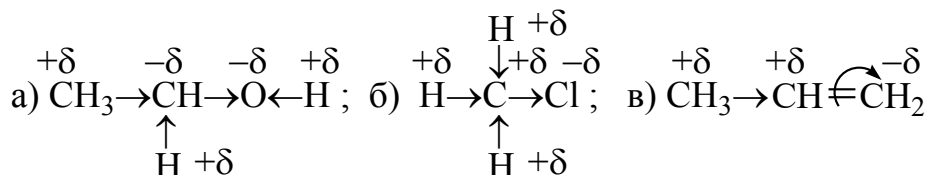
Укажіть вид і знак електронних ефектів відповідних груп чи атомів, які беруть участь в цьому розподілі.

5. Наведіть приклад реакції елімінування (відщеплення) на прикладі 1-хлоропропену. Укажіть, які властивості має реагент, який при цьому використовується.

Рішення:

1. Полярністю зв'язку називають нерівномірний розподіл електронної густини зв'язку, зумовлений різною електронегативністю атомів. Електронегативність – це здатність атомів утримувати електрони. Вона залежить від ефективного заряду ядра атома та виду гібридизації атомних орбіталей. Для оцінки електронегативності найчастіше застосовується шкала електронегативності Л.Полінга. Полярний ковалентний зв'язок здійснюється між атомами з різною електронегативністю, а також між атомами з однаковою електронегативністю, які пов'язані в свою чергу з атомами, що відрізняються від перших своєю електронегативністю.

Приклади:



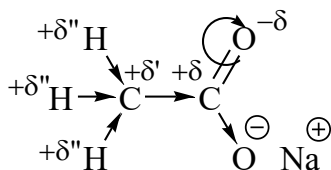
Полярність зв'язку оцінюється дипольним моментом зв'язку. Полярність зв'язків між відповідними атомами показується знаками « δ^+ » і « δ^- ».

Під поляризованістю розуміють здатність електронів зв'язку зміщуватися під впливом зовнішніх факторів (розчинник, атом чи група атомів з полярним зв'язком, реагуюча частинка, каталізатор). Іншими словами, поляризованість – це здатність електронної хмари зв'язку до поляризації під впливом зовнішнього

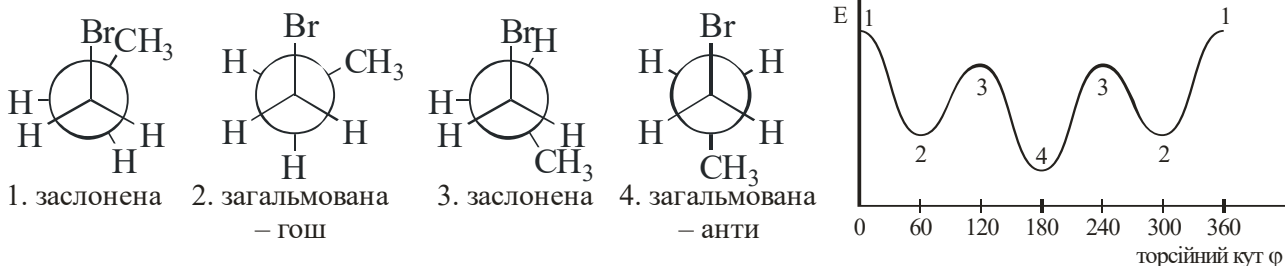
електричного поля або полярності сусідніх зв'язків.

Різниця між термінами „полярність” і „поляризованість”. Полярність зумовлена різною електронегативністю зв'язаних атомів. Поляризованість визначається ступенем рухливості електронів зв'язку. Полярність це статичне явище, поляризованість – динамічне. В наведених прикладах а) $\text{CH} \rightarrow \text{O}$, $\text{O} \leftarrow \text{H}$; б) $\text{C} \leftarrow \text{Cl}$; в) $\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}$ – полярні зв'язки за рахунок різної електронегативності атомів, які їх утворюють, і в а) $\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}$; б) $\text{H} \rightarrow \text{C}$; в) $\text{CH} \rightleftharpoons \text{CH}_2$. Наприклад, молекула з

неполярним зв'язком $\text{Br}:\text{Br}$ під дією каталізатора FeBr_3 поляризується $\text{Br}^{+\delta} \text{FeBr}_4^{-\delta}$. Подвійний зв'язок поляризується більше, чим одинарний. Зв'язок між атомами з більшими радіусами більше, чим з меншими. Найполярніший ковалентний зв'язок називають іонним. Тобто зв'язок між атомами, які дуже сильно різняться електронегативністю – між атомами металу та неметалу. Іонний зв'язок показується знаками «+» і «-». Наприклад, зв'язок $\text{O}^{\ominus} \text{Na}^{\oplus}$ – іонний, всі інші – ковалентні полярні.

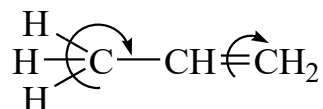


2. Конформаційна (поворотна) ізомерія зумовлена неповністю вільним обертанням окремих фрагментів молекули навколо одинарних зв'язків. В результаті такого обертання молекула може набувати різних просторових форм, званих конформаціями. Для представлення конформацій на площині використовують проекційні формули Ньюмена. Так, молекула 1-бромпропану внаслідок обертання навколо будь-якого $\text{C}-\text{C}$ зв'язку, в тому числі і $\text{C1}-\text{C2}$, може набувати нескінченної множини конформацій, кожна з яких характеризується певним значенням потенціальної енергії. Конформації, які найбільше відрізняються між собою цими енергіями, називаються крайніми конформаціями. Для 1-бромпропану такими крайніми конформаціями відносно зв'язку $\text{C1}-\text{C2}$ є такі:

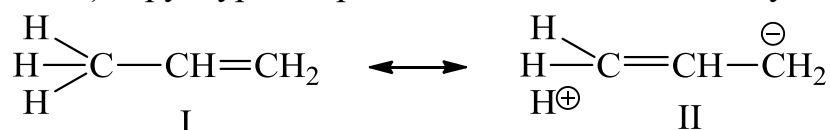


Найвигідніша анти-конформація (4) відрізняється від найменш вигідної (1) на 5-7 ккал/моль, від (3) – на 3,5-4 ккал/моль, і від загальмованої гош (2) на 0,9-1 ккал/моль.

3. У молекулах деяких органічних сполук на розподіл електронної густини впливає особливий тип кон'югації – гіперкон'югація (С-Н– π кон'югація). У молекулах таких сполук електронна густина σ -зв'язків С-Н, зв'язаного з ненасиченим угрупованням, зміщується у бік кратного зв'язку. Таке зміщення електронів називають гіперкон'югацією. Тобто, в утворенні делокалізованого зв'язку беруть участь електрони С-Н зв'язків π -електрони сусідніх зв'язків. Гіперкон'югацію схематично зображують так:



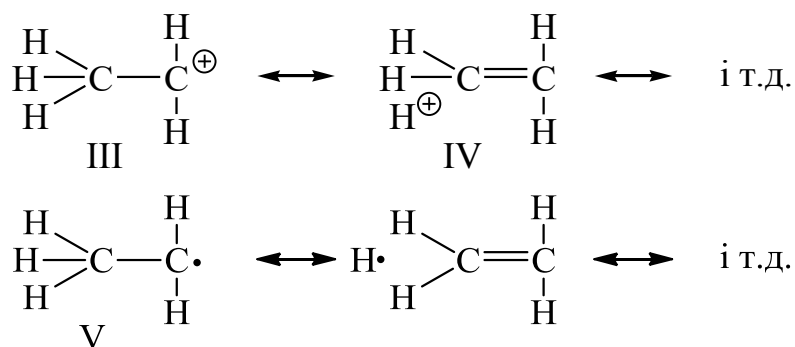
Для сполук, де може проявлятися такий ефект, можна записати декілька граничних (канонічних) структур. Наприклад, для наведеної сполуки:



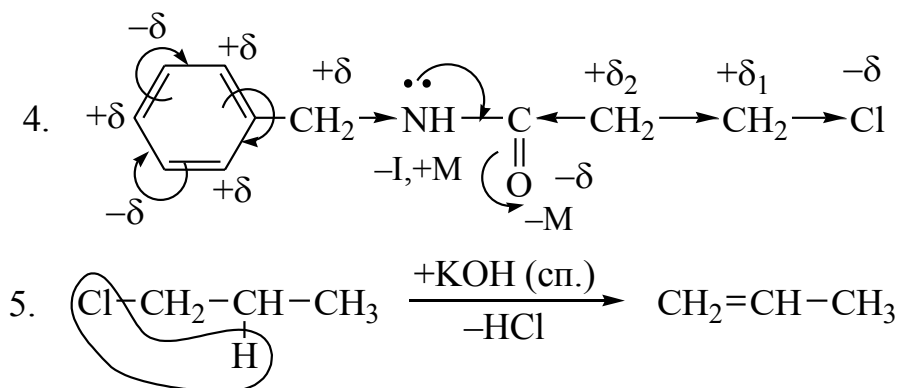
Тобто, вплив цього ефекту на реальну молекулу виражається в тому, що електрони зв'язку С-Н зміщені до вуглецю в більшому ступені, ніж це було б при відсутності вкладу неканонічної структури (II).

На цей час є докази що в нейтральних молекулах в основному стані гіперкон'югація не проявляється, але в карбкатіонах та вільних радикалах дуже важлива. Гіперкон'югацію в нейтральних молекулах називають „збитковою” чи гетеровалентною гіперкон'югацією. При такому варіанті гіперкон'югації розподіл зарядів, який є в канонічній структурі, відсутній в основній формі.

У вільних радикалах та карбкатіонах розподіл зарядів в канонічних формах та головній структурі однаковий:



Тому вклад С-Н– π кон'югації в стабілізацію таких частинок значний, хоча головні структури (III, V) все одно дають більший вклад в резонансний гібрид, чим інші форми. Тип гіперкон'югації в вільних радикалах і карбкатіонах називають ізовалентною гіперкон'югацією.



Реагент в реакціях Е повинен мати сильно основні властивості. В спиртовому розчині КОН є алкоголят К (ROK), хоч і в дуже невеликих кількостях, він є сильнішою основою, чим КОН у водному розчині. Для реакції елімінування краще брати не спиртовий розчин лугу (як в нашому випадку), а розчин алкогляту лужного металу в спирті. В такому разі концентрація лужного реагента буде значно більшою, чим в попередньому випадку, а значить Е-реакція пройде краще.

Завдання № 2

1. В якому випадку донорно-акцепторна взаємодія приводить до створення семіполярного зв'язку? В чому відмінність цього зв'язку від ковалентного, утвореного по донорно-акцепторному механізму? Наведіть у вигляді структур Льюїса формули сполук з семіполярним зв'язком (не менше трьох).

2. Укажіть види стереоізомерії для молочної кислоти $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—COOH}$. Для одного з наведених видів напишіть формули конкретних ізомерів.

3. Опишіть делокалізацію електронів в метиловому естері акрилової кислоти $\text{CH}_2=\text{CH—COOCH}_3$ як за допомогою однієї формули, так і за допомогою декількох граничних структур. Наслідком яких (якого) електронних ефектів є ця делокалізація?

4. Дайте визначення поняттю „основа” по теорії Бренстеда-Лоурі. Розташуйте в ряд по збільшенню основності такі сполуки та іони: а) HF, H_2O , NH_3 ; б) F^- , OH^- , NH_2^- , CH_3^- .

5. Охарактеризуйте енергетичні умови, необхідні для перебігу хімічних реакцій. На прикладі енергетичної діаграми для двостадійної реакції покажіть, що таке енергія активації, перехідний стан, проміжна сполука (інтермедіат), лімітуюча стадія реакції. Дайте визначення цим поняттям.

Завдання № 3

1. В якому випадку донорно-акцепторна взаємодія приводить до утворення ковалентного зв'язку, а не семіполярного? Наведіть у вигляді структур

Льюїса приклади органічних сполук з ковалентним зв'язком, утвореним по донорно-акцепторному механізму (не менше трьох).

2. Дайте визначення поняттю „геометричні ізомери”. Наведіть приклади геометричних ізомерів (для двох сполук), дайте їм назви.

3. Опишіть делокалізацію електронів у фенолі як за допомогою однієї формули, так і за допомогою декількох граничних структур. Наслідком яких (якого) електронних ефектів є ця делокалізація?

4. Дайте визначення поняттю „кислота” згідно теорії Льюїса. Наведіть приклади кислот Льюїса. На прикладі взаємодії метилхлориду з кислотою Льюїса покажіть кислотно-основний процес за Льюїсом.

5. Що означає поняття „механізм реакції”? Навести приклади гомолітичного, гетеролітичного та перциклічного механізмів реакції.

Завдання № 4

1. Дайте визначення ковалентному зв'язку. Дайте характеристику двох типів ковалентного зв'язку. Наведіть за допомогою структур Льюїса формули органічних сполук з ковалентними зв'язками різних типів (не менше чотирьох сполук).

2. Дайте визначення поняттю „оптичні ізомери”. Проілюструйте за допомогою проєкційних формул Фішера на прикладі двох органічних сполук цей тип ізомерії.

3. Опишіть делокалізацію електронів у вінілхлориді як за допомогою однієї формули, так і за допомогою декількох граничних структур. Наслідком яких (якого) електронних ефектів є ця делокалізація?

4. Для будь-якої органічної кислоти (по Бренстеду) наведіть формулу для розрахунку константи кислотності K_a . Що означає величина pK_a ? Виходячи зі значень pK_a , розташуйте наведені кислоти в ряд за зменшенням їх кислотності: оцтова 4,76, мурашина 3,77, хлороцтова 2,86, фтороцтова 2,66, дихлороцтова 1,29, нітрооцтова 1,68, трихлороцтова 0,65.

5. Дайте визначення поняттю „нуклеофіл”. Наведіть приклади нуклеофільних реагентів (не менше п'яти). Наведіть приклад реакції S_N (бажано написати механізм).

Завдання № 5

1. Дайте визначення іонному зв'язку. Наведіть за допомогою структур Льюїса приклади органічних сполук з іонним зв'язком (не менше трьох).

2. Дайте визначення поняттю „поворотні” („конформаційні”) ізомери. На прикладі 1-бромпропану за допомогою проєкційних формул Ньюмена наведіть конформаційні ізомери відносно зв'язку $C1-C2$; дайте їм назви. Наведіть діаграму залежності потенційної енергії 1-бромпропану від кута обертання навколо зв'язку $C1-C2$.

3. Опишіть делокалізацію електронів в N,N-диметилацетаміді $\text{CH}_3\text{-CO-N(CH}_3)_2$ як за допомогою однієї формули, так і за допомогою декількох граничних структур. Наслідком яких (якого) електронних ефектів є ця делокалізація?

4. Для будь-якої органічної основи (по Бренстеду) наведіть формулу для розрахунку константи основності (K_b). Що означає величина pK_b ? Виходячи зі значень pK_b , розташуйте наведені основи в ряд за зменшенням їх основності: CH_3NH_2 (метиламін) 3,35; $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ (диметиламін) 3,26; $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ (триметиламін) 4,22; $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{N}$ (циклогексиламін) 3,29; $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ (анілін) 9,38; $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_2$ (бензиламін) 2,74.

5. Дайте визначення поняттю „електрофіл”. Наведіть приклади електрофільних реагентів (не менше п’яти). Наведіть приклад реакцій A_E (бажано навести механізм).

Завдання № 6

1. Дайте визначення водневого зв’язку. Наведіть приклади утворення різних видів водневого зв’язку в органічних сполуках (не менше трьох).

2. Дайте визначення поняттю „гомологічний ряд”. Наведіть формули чотирьох перших гомологів етиленового ряду, для одного з гомологів наведіть геометричні ізомери. Всім наведеним сполукам дайте назви.

3. Дайте визначення поняттю „мезомерний ефект”. Які два типи мезомерного ефекту існують? Наведіть приклади замісників, які проявляють такі типи мезомерного ефекту. Наведіть приклади дії мезомерних ефектів (двох типів) на прикладі чотирьох органічних сполук.

4. Дайте визначення поняттю „кон’юговані кислоти”. Що показує величина pK_{BH} ? Виходячи зі значень цієї величини, розташуйте наведені сполуки за порядком зростання основних властивостей:



5. Дайте визначення поняттю „вільний радикал”. Наведіть приклади вільних радикалів (не менше п’яти). Наведіть приклад реакції S_R (бажано з механізмом).

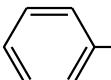
Завдання № 7

1. Дайте визначення поняттю „гібридизація”. Які види гібридизації можливі для атома вуглецю в органічних сполуках? Як змінюється електронегативність атома вуглецю залежно від виду гібридизації? Відповідь аргументуйте. Визначте типи гібридизації атомів вуглецю в $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CN}$.

2. Наведіть усі можливі структурні ізомери загальної формули $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$. До яких класів органічних сполук вони відносяться?

3. Дайте визначення поняттям „кон'югована” („спряжена”) система і „спряження”. В наведених сполуках вкажіть кон'юговану систему та вид кон'югації:

а) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$; б) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$; в) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OCH}_3$;

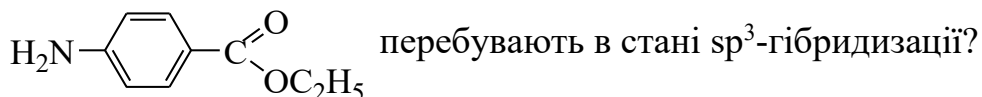
г) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$; д) - NH_2 ; е) $\text{CH}_2=\text{CH}-\overset{\oplus}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$.

4. Дайте визначення поняттю „індуктивний ефект”. Які два типи індуктивного ефекту існують? Наведіть приклади замісників, які проявляють такі типи індуктивного ефекту. Наведіть приклади дії індуктивних ефектів (двох типів) на прикладі чотирьох органічних сполук.

5. Чим відрізняються перициклічні реакції від електрофільних реакцій? Наведіть приклад перициклічної реакції.

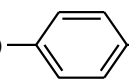
Завдання № 8

1. Дайте загальну характеристику sp^3 -гібридизації. Як спрямовані в просторі гібридизовані орбіталі та які зв'язки (зв'язок) вони утворюють при перекриванні з будь-якими іншими орбіталями. Які атоми вуглецю в анестезині



2. Який вид ізомерів називають стереоізомерами? Дайте характеристику двом видам стереоізомерів: конфігураційним та поворотним (конформаційним). Наведіть приклади стереоізомерів для сполуки $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHC}_2\text{H}_5$, дайте їм назви.

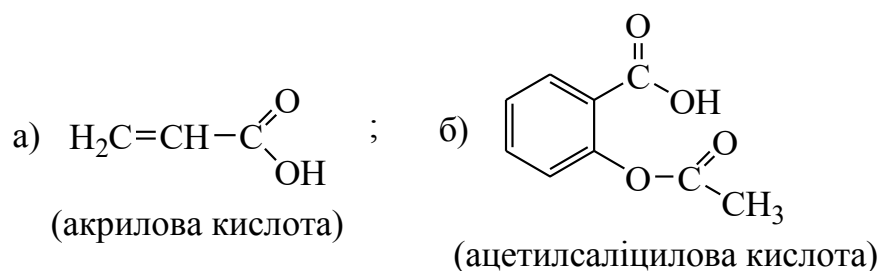
3. Дайте визначення поняттю „гіперкон'югація”. Наведіть приклади двох типів гіперкон'югації: а) „збиткової” або гетеровалентної; б) ізовалентної. Який вид гіперкон'югації грає значну роль в стабілізації нестійких частинок органічних сполук? Які це частинки?

4. Покажіть розподіл електронної густини в *m*-крезолі (). Укажіть вид і знак електронних ефектів замісників, які беруть участь у цьому розподілі.

5. Який тип зв'язків в молекулі пропану? Охарактеризуйте їх полярність та поляризованість. Зробіть на основі цього висновок про механізм більшості реакцій, в які вступає ця сполука.

Завдання № 9

1. Дайте загальну характеристику sp^2 -гібридизації. Які зв'язки утворюють орбіталі вуглецю при цій гібридизації при перекриванні з відповідними орбіталями інших атомів; як вони спрямовані в просторі? Охарактеризуйте типи гібридизації атомів вуглецю в сполуках:



2. Наведіть структурні формули всіх ізомерних радикалів складу C_4H_9 - та дайте їм назви, які дозволені при використанні номенклатури IUPAC.

3. Наведіть приклади локалізованих та делокалізованих хімічних зв'язків. В чому полягає їх відмінність? Відповідь аргументуйте.

4. Покажіть розподіл електронної густини в глутаміновій кислоті $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$. Укажіть вид і знак електронних ефектів замісників, які беруть участь у цьому розподілі.

5. Охарактеризуйте типи зв'язків у пропені, їх просторову спрямованість, полярність і поляризованість. Зробіть на основі цього висновок про механізм реакції $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HOH} \xrightarrow{\text{H}^+}$. Закінчить це рівняння реакції.

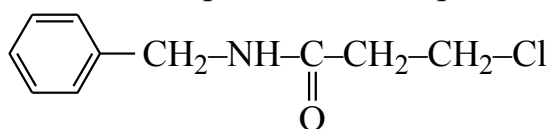
Завдання № 10

1. Дайте загальну характеристику sp-гібридизації. Які зв'язки утворюють орбіталі вуглецю при цій гібридизації при перекриванні з відповідними орбіталями інших атомів, як вони спрямовані в просторі? Охарактеризуйте типи гібридизації атомів вуглецю в сполуках: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (пента-1,3-дієн), $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (пента-1,2-дієн).

2. Наведіть структурні формули всіх ізомерних радикалів складу C_5H_{11} -, дайте їм назви, де можливо, не номенклатурні, а такі, що дозволені при використанні номенклатури IUPAC.

3. Наведіть органічні сполуки з ковалентним полярним та іонним зв'язком. Яким чином показується характер зв'язку в формулах? Наведіть структури Льюїса цих сполук.

4. Покажіть розподіл електронної густини в хлораконі:

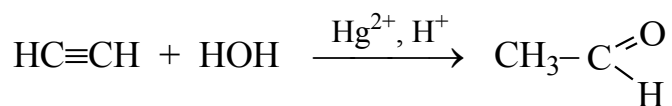


Укажіть вид і знак електронних ефектів відповідних груп чи атомів, які беруть участь в цьому розподілі.

5. Охарактеризуйте типи зв'язків в 1-хлорпропані, їх просторову спрямованість та полярність. Зробіть на основі цього висновок про механізм реакції його з водним розчином луку.

Завдання № 11

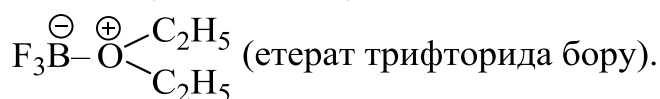
1. Визначте гібридизацію атомів вуглецю у вихідній та кінцевій сполуках реакції



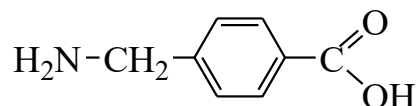
Скільки σ -зв'язків у вихідній та кінцевій сполуках?

2. Наведіть структурні формули всіх радикалів складу C_3H_5 - та дайте їм систематичні назви, та де можливо, тривіальні, які дозволені при використанні номенклатури IUPAC.

3. Запишіть наведені нижче формули у вигляді структур Льюїса, доповніть їх, де необхідно, неподіленими парами електронів, охарактеризуйте типи зв'язків у цих сполуках: COCl_2 – хлорангідрид вугільної кислоти (фосген),



4. Опишіть розподіл електронної густини в молекулі амбену

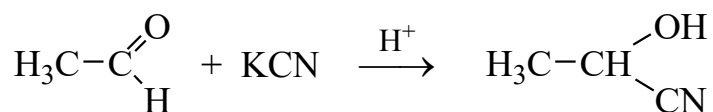


Укажіть вид і знак електронних ефектів відповідних груп чи атомів, які беруть участь у цьому розподілі.

5. Наведіть приклад реакції елімінування (відщеплення) на прикладі 1-хлорпропену. Укажіть, які властивості має реагент, який при цьому використовується.

Завдання № 12

1. Визначте тип гібридизації атомів вуглецю в вихідних та кінцевих сполуках реакції:

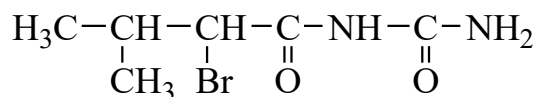


Скільки σ -зв'язків було у вихідних та кінцевій структурах?

2. Наведіть всі можливі структурні ізомери пентану, а також два наступні його гомологи. Дайте їм назви.

3. Запишіть наведені нижче формули у вигляді структур Льюїса, доповніть, де необхідно, неподіленими парами електронів, охарактеризуйте типи зв'язків у цих сполуках: $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ – етилат натрію; $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+ \text{Cl}^-$ – триметиламін гідрохлорид.

4. Опишіть розподіл електронної густини в бромізованалі:



Укажіть вид і знак електронних ефектів відповідних груп чи атомів, які беруть участь у цьому розподілі.

5. Охарактеризуйте в пент-1-ені тип хімічних зв'язків, їх просторову спрямованість, полярність і поляризованість. Зробіть на основі цього висновок про механізм реакції



Закінчить це рівняння реакції.

2. Фізико-хімічні властивості органічних сполук та алкани

1.1. Тестові завдання

Завдання № 1

1. Які фізичні константи необхідно обов'язково визначити при ідентифікації не описаної раніше органічної сполуки, яка знаходиться в твердому агрегатному стані: n_D^{20} , d_4^{20} , т.кип., т.пл., M_{RD} , R_f , λ_{max} , ϵ , ν , % пропускання, σ , J, m/e?

2. Які з методів найбільш придатні для виділення в невеликій кількості органічної сполуки з достатньо високим ступенем чистоти з суміші її з іншими сполуками: екстракція, перегонка, хроматографія, возгонка, перекристалізація?

3. Які методи використовуються для визначення молекулярної маси органічної сполуки: а) ІЧ-спектроскопія; б) мас-спектрометрія; в) ЯМР-спектроскопія; г) кріоскопія; д) ебуліоскопія; е) УФ-спектроскопія?

4. Скільки вуглеводнів утворюються при електрохімічному синтезі Кольтбе з натрієвої солі ізомасляної кислоти $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOONa}$: 1, 2, 3, 4 ?

5. Якими (якою) реакціями можна довести, що алкани стійкі до дії оксидантів: а) KMnO_4 (H^+ , t°); б) Br_2 (CCl_4); в) Br_2 ($h\nu$, t°); г) HCl ; д) HNO_3 (розв., t° , P); е) HNO_3 (конц., t°) ?

Рішення:

1. n_D^{20} , d_4^{20} , т.кип., т.пл., M_{RD} , R_f , λ_{max} , ϵ , ν , % пропускання, δ , J, m/e

2. Екстракція, перегонка, хроматографія, возгонка, перекристалізація?

3. а) ІЧ-спектроскопія; б) мас-спектрометрія; в) ЯМР-спектроскопія; г) кріоскопія; д) ебуліоскопія; е) УФ-спектроскопія?

4. 1, 2, 3, 4 ?

5. а) KMnO_4 (H^+ , t°); б) Br_2 (CCl_4); в) Br_2 ($h\nu$, t°); г) HCl ; д) HNO_3 (розв., t° , P); е) HNO_3 (конц., t°) ?

Завдання № 2

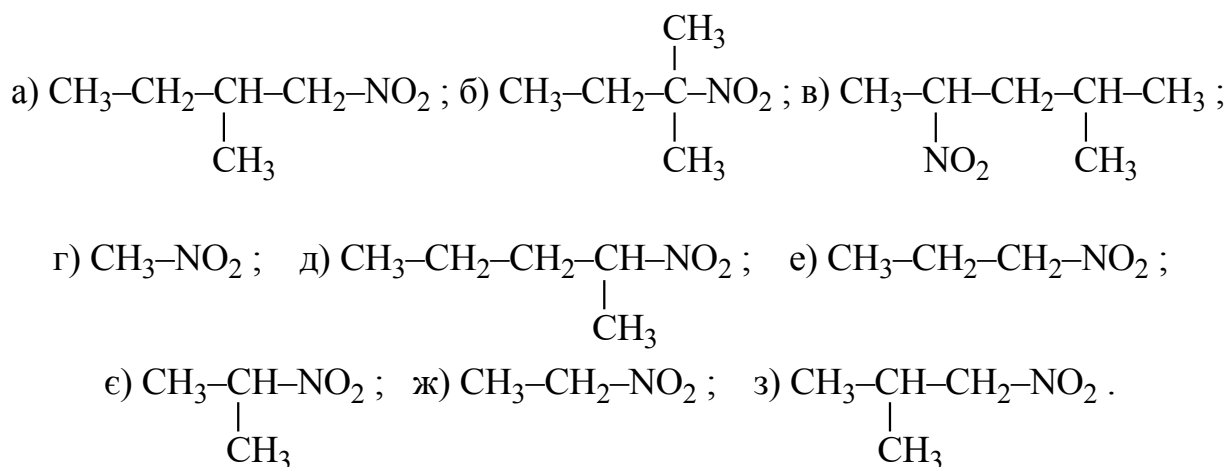
1. Які фізичні константи і спектральні характеристики необхідно обов'язково визначити для ідентифікації описаної раніше твердої органічної сполуки: n_D^{20} , d_4^{20} , т.кип., т.пл., R_f , $\lambda_{\max}$, ϵ , ν , % пропускання, σ , J, m/e?

2. Які методи використовуються для очищення рідких органічних сполук: перегонка з парою, перекристалізація, возгонка, екстракція, фракційна перегонка, хроматографія, фільтрування, центрифугування?

3. Які характеристики ЯМР-спектра використовуються для ідентифікації органічних сполук: процент пропускання, хвильове число, хімічний зсув, оптична густина, інтенсивність сигналу, молярний коефіцієнт вбирання, константа спін-спінової взаємодії, відношення маси до заряду m/e?

4. Якими з наведених методів можна отримати ізопентан без домішок: а) реакцією Вюрца; б) реакцією Дюма; в) електрохімічним синтезом Кольбе; г) гідролізом магнійорганічних сполук (реактиву Гриньяра); д) відновленням галогенопохідних вуглеводнів; е) гідрогенізацією алкенів і алкінів; є) взаємодією алканів з діазометаном; ж) реакцією Кіжнера-Вольфа (з кетонів та гідразину)?

5. Які (який) продукти реакції утворюються при взаємодії ізогексану з концентрованою HNO_3 при нагріванні:



Завдання № 3

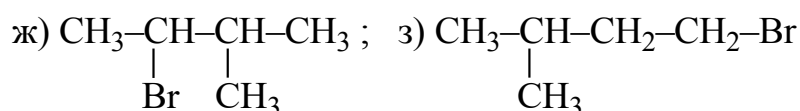
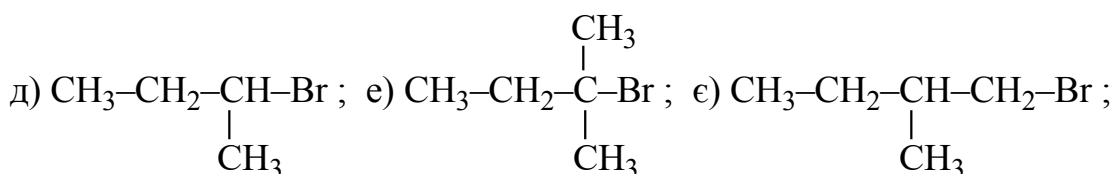
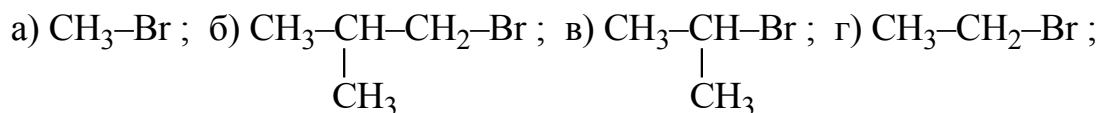
1. Які фізичні константи і спектральні характеристики необхідно обов'язково визначити при ідентифікації не описаної раніше органічної сполуки, яка знаходиться в рідкому агрегатному стані: т.кип., т.пл., n_D^{20} , d_4^{20} , R_f , $\lambda_{\max}$, ϵ , ν , % пропускання, σ , J, m/e?

2. Які методи використовуються для виділення органічних сполук в твердому агрегатному стані із розчинів: перегонка з парою, возгонка, екстракція, фракційна перегонка, хроматографія, фільтрування, центрифугування?

3. Який діапазон довжин хвиль електромагнітного випромінювання використовується в ЯМР-спектроскопії: 10^{-3} -10 нм, 10-200 нм, 200-400 нм, 400-800 нм, 10^3 - 10^5 нм, 10^5 - 10^6 нм, 10^6 - 10^9 нм (1-1000 м)?

4. Які (який) з ізомерів октану можна отримати відносно чистим та з достатнім виходом за реакцією Вюрца: 2,5-диметилгексан, 2,4-диметилгексан, 2,3-диметилгексан, 2,2-диметилгексан, 3,3-диметилгексан, 2,2,4-триметилпентан, 2,3,3-триметилпентан, 2,2,3,3-тетраметилбутан?

5. Які (який) бромопохідні переважно утворюються при монобромованні ізопентана на світлі:



Завдання № 4

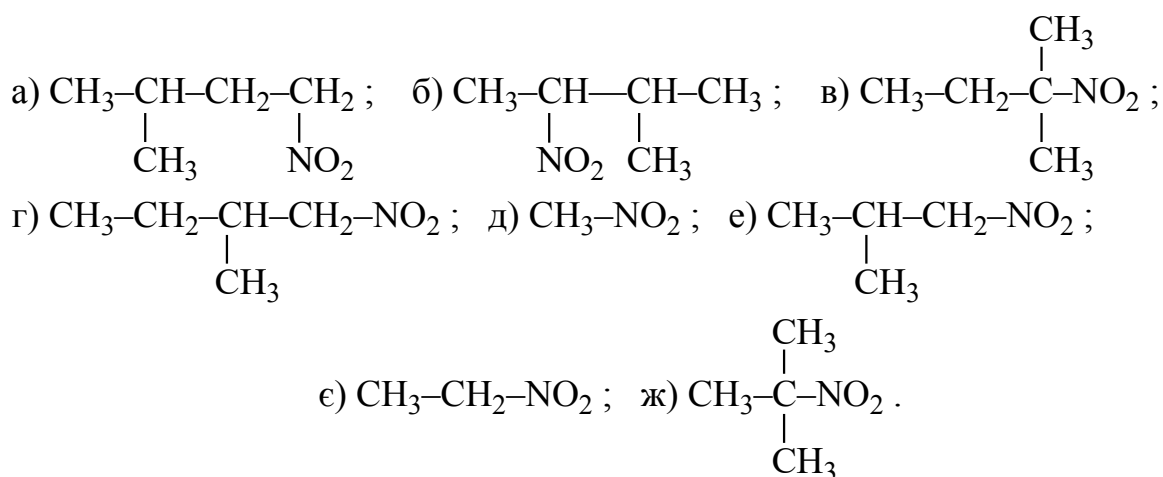
1. Які фізичні константи необхідно обов'язково визначити при ідентифікації не описаної раніше органічної сполуки, яка знаходиться в твердому агрегатному стані: n_D^{20} , d_4^{20} , т.кип., т.пл., M_{rD} , R_f , λ_{max} , ϵ , χ , % пропускання, σ , J, m/e?

2. Які методи можуть бути використані для виділення як рідких, так і твердих органічних сполук із розчинів з іншими сполуками: екстракція, фільтрування, хроматографія, центрифугування, перегонка, перекристалізація, сублімація, перегонка з водяною парою?

3. Які характеристики ІЧ-спектра використовуються для ідентифікації органічних сполук: % пропускання, хвильове число, хімічний зсув, довжина хвилі, оптична густина, інтенсивність сигналу, молярний коефіцієнт вбирання, константа спин-спінової взаємодії, відношення маси до заряду m/e?

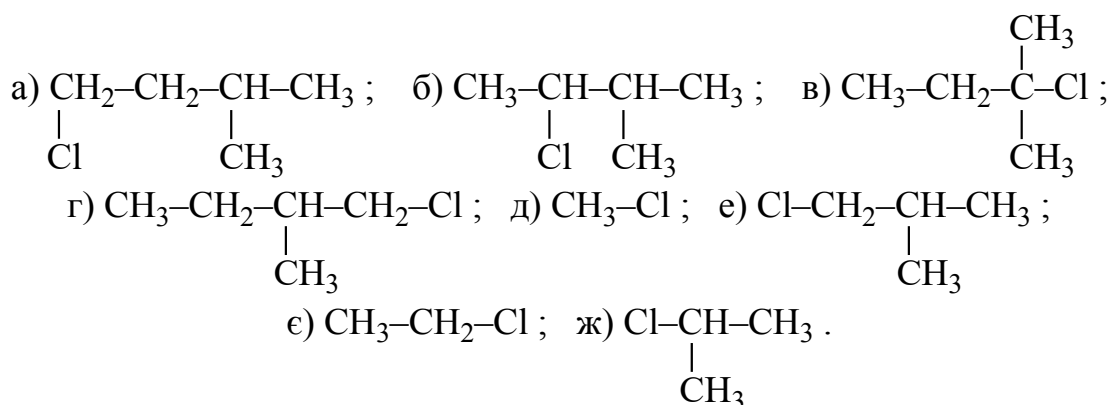
4. Якими з наведених методів можна без органічних домішок отримати 2,3-диметилбутан: а) реакцією Вюрца; б) реакцією Дюма; в) електрохімічним синтезом Кольбе; г) гідролізом магнійорганічних сполук (реактиву Грін'єра); д) відновленням галогенопхідних вуглеводнів; е) гідрогенізацією алкенів і алкінів; є) взаємодією алканів з діазометаном; ж) реакцією Кіжнера-Вольфа (з кетонів та гідразину)?

5. Які (яка) нітросполуки переважно утворюються при мононітруванні ізопентану за Коноваловим:



Завдання № 5

1. Які фізичні константи використовуються для ідентифікації твердих органічних сполук: n_D^{20} , d_4^{20} , т.кип., т.пл., R_f , MR_D ?
2. Які методи використовуються для виділення рідких органічних сполук із розчинів: перегонка з водяною парою, перекристалізація, возгонка, фракційна перегонка, хроматографія, фільтрування, екстракція, центрифугування?
3. Який діапазон довжин хвиль електромагнітного випромінювання використовується в ІЧ-спектроскопії (в нм): 10^{-3} -10, 10-200, 200-400, 400-800, 10^3 - 10^5 , 10^5 - 10^6 , 10^6 - 10^9 ?
4. Які (який) з ізомерів гексану можна отримати без значних домішок електрохімічним синтезом Кольбе: 2-метилпентан; 3-метилпентан, 2,2-диметилбутан, 2,3-диметилбутан?
5. Які (яке) моноклоропохідні утворюються при взаємодії ізопентану з хлором при освітленні і високій температурі:



Завдання № 6

1. Які фізичні константи необхідно визначити для описаної раніше органічної сполуки, яка за звичайних умов перебуває в твердому агрегатному стані, але при порівняно невисоких температурах переходить в рідкий стан: т.кип., т.пл., n_D^{20} , d_4^{20} , MR_D , ІЧ-, УФ-, ЯМР-спектральні характеристики.

2. Які з методів найбільш придатні для виділення в невеликій кількості органічної сполуки з достатньо високим ступенем чистоти з суміші її з іншими сполуками: екстракція, перегонка, хроматографія, возгонка, перекристалізація?

3. Які характеристики УФ-спектра використовуються для ідентифікації органічних сполук: % пропускання, хвильове число, хімічний зсув, довжина хвилі в максимумі поглинання, оптична густина, інтенсивність сигналу, молярний коефіцієнт вбирання, константа спин-спінової взаємодії, відношення маси до заряду m/e ?

4. Якими з наведених методів можна отримати без значних домішок будь-який ізомер декану: а) реакцією Вюрца; б) реакцією Дюма; в) електрохімічним синтезом Кольбе; г) гідролізом магнійорганічних сполук (реактиву Гріньяра); д) відновленням галогенопохідних вуглеводнів; е) гідрогенізацією алкенів і алкінів; є) взаємодією алканів з діазометаном; ж) реакцією Кіжнера-Вольфа (взаємодією кетонів з гідразином)?

5. З якими з наведених сполук взаємодіє ізобутан: а) KOH; б) Br₂ (H₂O); в) Br₂ (hν, t°); г) I₂ (hν, t°); д) HCl (конц., t°); е) HNO₃ (конц., 100°C); є) KMnO₄, H⁺; ж) CH₂N₂ (пероксид, УФ-світло); з) Br₂ (темрява) ?

Завдання № 7

1. Які константи використовуються для ідентифікації рідких органічних сполук: $t_{\text{кип.}}$, $t_{\text{пл.}}$, n_D^{20} , d_4^{20} , MR_D , R_f ?

2. Які методи використовуються для очищення твердих органічних сполук: перегонка з водяною парою, перекристалізація, возгонка, фракційна перегонка, хроматографія, фільтрування, екстракція, центрифугування?

3. Який діапазон довжин хвиль електромагнітного випромінювання використовується в УФ-спектроскопії (в нм): 10⁻³-10, 10-200, 200-400, 400-800, 10³-10⁵, 10⁵-10⁶, 10⁶-10⁹ ?

4. Які (який) ізомери гексану можна отримати без значних домішків реакцією Дюма (декарбоксилюванням солей карбонових кислот): гексан, 2-метилпентан, 3-метилпентан, 2,2-диметилбутан, 3,3-диметилбутан, 2,3-диметилбутан?

5. Яка (які) з реакцій ізогексану з наведеними реагентами ідуть регіоселективно: а) Br₂ (hν); б) HNO₃ (розв., 140 °C, тиск); в) HNO₃ (конц.); г) SO₂ + Cl₂; д) Cl₂ (hν) ?

Завдання № 8

1. Виберіть з наведених величин газо-хроматографічні параметри, які використовуються для якісного визначення органічних сполук: MR_D , n_D^{20} , R_f , t , $t_{\text{виправлений}}$, $t_{\text{відносний}}$, $V_{\text{виправлений}}$, ε , D , δ , ν , λ , R_s .

2. На яких (якій) властивості органічної речовини ґрунтується метод очищення рідких речовин – перегонка: а) адсорбція; б) розподіл між двома фазами; в) характер кристалічних ґраток; г) густина; д) тиск насичених парів над рідиною; е) показник заломлення?

3. Які процеси відбуваються в молекулах органічних сполук при поглинанні ультрафіолетового та видимого світла: а) електронні переходи; б) коливальні переходи; в) ядерні переходи (із переорієнтацією їхнього спіна).

4. Які сполуки використовують для отримання суміші алканів по методу Фішера-Тропша: а) алкени; б) алкіни; в) СО; г) Н₂; д) солі карбонових кислот; е) карбіди металів ?

5. Які сполуки утворюються при взаємодії пропану з киснем повітря в присутності каталізатора (солей мангана, хрому, свинцю тощо) при температурі 150-200 °С: СО₂, Н₂О, СН₃СОСН₃ (ацетон), СН₃СН₂ОН, СН₃ОН, НСНО (формальдегід), СН₃СНО (ацетальдегід), НСООН (мурашина кислота), СН₃СООН (оцтова кислота), СН₃СООСН₃ (метилацетат), СН₃СООС₂Н₅ (етилацетат)?

Завдання № 9

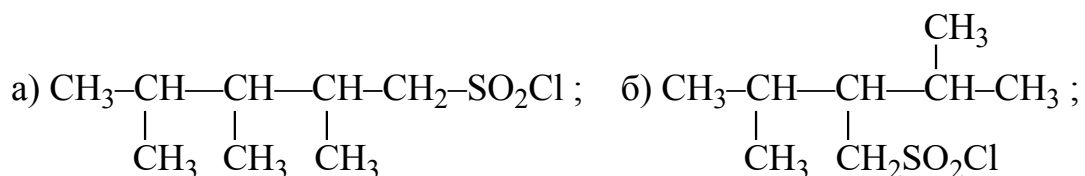
1. Виберіть з наведених величин параметри тонкошарової хроматографії, які використовуються для ідентифікації органічних сполук: MR_D , n_D^{20} , R_f , $t_{\text{ви-}}$ правлений, $t_{\text{відносний}}$, $V_{\text{виправлений}}$, ϵ , D , δ , ν , λ , R_s .

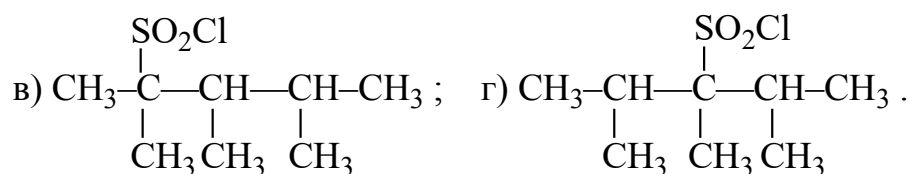
2. На яких (якій) властивостях органічної речовини ґрунтується метод виділення – екстракція: а) адсорбція; б) розподіл між двома фазами; в) характер кристалічних ґраток; г) густина; д) тиск насичених парів над рідиною; е) показник заломлення?

3. Які процеси відбуваються в молекулах органічних сполук при поглинанні випромінювання в діапазоні радіохвиль: а) електронні переходи; б) коливальні переходи; в) ядерні переходи (із переорієнтацією їхнього спіна)?

4. Якими з наведених методів можна отримати вуглеводень з таким же числом вуглецевих атомів, як і в вихідній сполуці: а) реакцією Вюрца; б) реакцією Дюма; в) електрохімічним синтезом Кольбе; г) гідролізом магнійорганічних сполук (реактива Грін'єра); д) відновленням галогенопохідних вуглеводнів; е) гідрогенізацією алкенів і алкінів; є) взаємодією алканів з діазометаном; ж) реакцією Кіжнера-Вольфа (взаємодією кетонів з гідразином)?

5. Які сульфохлориди утворюються при спільній дії на 2,3,4-триметилпентан SO₂ і Cl₂ (сульфохлорування):





Завдання № 10

1. Виберіть з наведених величин газохроматографічні параметри, які використовуються для кількісного визначення чистоти органічних сполук та їх складу: MR_D , R_f , t' , $t_{\text{виправлений}}$, $t_{\text{відносний}}$, $V_{\text{виправлений}}$, h (висота піка), $S = h \cdot t'$, $S = \frac{1}{2} h \cdot \mu$ (μ – ширина у основи піка).

2. На яких (якій) властивостях органічних сполук ґрунтується метод очищення твердих речовин – перекристалізація: а) температура плавлення; б) температура кипіння; в) залежність розчинності від температури; г) густина; д) залежність розчинності від характеру розчинника; е) адсорбція?

3. Які процеси відбуваються в молекулах органічних сполук при поглинанні інфрачервоного світла: а) електронні переходи; б) коливні переходи; в) ядерні переходи (із переорієнтацією їхнього спіна)?

4. Якими (яким) методами найпростіше в лабораторії можна отримати достатньо високої чистоти пропан: а) реакцією Вюрца; б) реакцією Дюма; в) відновленням пропену; г) електрохімічним синтезом Кольбе; д) гідролізом магнійорганічних сполук (реактива Гріньяра); е) відновленням 1-хлорпропану?

5. Скільки ізомерів октану як при монобромованні, так і при монохлорованні будуть давати однаковий і тільки один продукт заміщення: 1, 2, 3, 4 ?

Завдання № 11

1. Чи достатньо для ідентифікації описаної раніше рідкої органічної сполуки визначення тільки її т.кип.? 1) достатньо; 2) ні – потрібно визначити ще: а) ϵ ; б) δ ; в) $\bar{\nu}$; г) n_D^{20} ; д) d_4^{20} ; е) m/e .

2. На яких (якій) властивостях органічної речовини ґрунтується газорідина хроматографія: а) температурі кипіння; б) залежності розчинності від температури; в) адсорбції; г) розподілі між двома фазами; д) залежності розчинності від характеру розчинника; е) густині?

3. Які методи використовуються для визначення молекулярної маси органічної сполуки: а) ІЧ-спектроскопія; б) мас-спектрометрія; в) ЯМР-спектроскопія; г) криоскопія; д) ебуліоскопія; е) УФ-спектроскопія?

4. Якими з наведених нижче методів можна отримати метан: а) реакцією Вюрца; б) реакцією Дюма; в) електрохімічним синтезом Кольбе; г) гідролізом магнійорганічних сполук (реактиву Гріньяра); д) відновленням галогенопохідних вуглеводнів; е) гідрогенізацією алкенів (алкінів); є) взаємодією

алканів з діазометаном; ж) реакціює Кіжнера-Вольфа (взаємодією кетонів з гідразином)?

5. З якими з наведених нижче реагентів взаємодіє пропан: а) H_2SO_4 (конц., 20 °С); б) I_2 (hv, 400 °С); в) Br_2 (400 °С, темрява); г) Na мет. (100 °С); д) HNO_3 (розв., 50 °С); е) O_2 (при запалюванні)?

Завдання № 12

1. Від яких факторів залежить значення температури плавлення: а) від структури речовини; б) від характеру кристалічних ґраток; в) від присутності домішок інших сполук з такою ж чи близькою т.пл.; г) від присутності домішок сполук, що сильно відрізняються т.пл.; д) від зовнішнього тиску; е) від молярної маси речовини?

2. Для яких сполук можна використовувати сублімацію як метод виділення та очистки: а) з високою т.пл.; б) з іонними кристалічними ґратками; в) з молекулярними кристалічними ґратками; г) з великим тиском пари над твердою фазою; д) з малим тиском пари над твердою фазою; е) з великою молярною масою; є) з малою молярною масою ?

3. Для ідентифікації яких сполук використовується УФ-спектроскопія: а) для сполук, які мають тільки σ -зв'язки; б) для сполук з ізольованими π -зв'язками; в) для сполук з кон'югованими π -зв'язками; г) для сполук, які поряд з σ -зв'язками мають атоми з вільними електронними парами; д) для сполук, що мають атоми з вільними електронними парами з π -зв'язками; е) для будь-яких органічних сполук.

4. Скільки вуглеводнів утворюються при електрохімічному синтезі Кольбе з натрієвої солі ізомасляної кислоти $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOONa}$: 1, 2, 3, 4 ?

5. Які вуглеводні утворюються при каталітичному крекінгу: а) алкани з прямим ланцюгом; б) ізоалкани; в) алкени з прямим ланцюгом; г) алкени з розгалуженим ланцюгом; д) алкіни з прямим ланцюгом; е) алкіни з розгалуженнями; є) бензол та його гомологи; ж) алкадієни ?

Завдання № 13

1. Від яких факторів залежить значення температури кипіння: а) від характеру речовини; б) від густини; в) від присутності домішок сполук з близькими т.кип.; г) від присутності домішок сполук, т.кип. яких сильно відрізняється; д) від зовнішнього тиску; е) від молярної маси?

2. Для яких сполук, як метод виділення і очистки, використовується перегонка з водяною парою: а) для твердих; б) для рідких; в) з високою молярною масою; г) із значною пружністю пари при т.кип. води; д) з малою пружністю пари при т.кип. води; е) взаємодіючих з водою; є) з великою густиною ?

3. Для ідентифікації яких сполук використовується ІЧ-спектроскопія:

а) для сполук, які мають тільки σ -зв'язки; б) для сполук з ізольованими π -зв'язками; в) для сполук з кон'югованими зв'язками; г) для сполук, які поряд з σ -зв'язками мають атоми з вільними електронними парами; д) для сполук, що мають атоми з вільними електронними парами поряд з π -зв'язками; е) для будь-яких органічних сполук.

4. Скільки вуглеводнів утворюється за реакцією Вюрца з бромистого етилу та бромистого неопентилу: 1, 2, 3, 4, 5?

5. Якими (якою) реакціями можна довести, що алкани стійкі до дії оксидантів: а) KMnO_4 (H^+ , t°); б) Br_2 (CCl_4); в) Br_2 ($h\nu$, t°); г) HCl ; д) HNO_3 (розв., t° , Р); е) HNO_3 (конц., t°) ?

2.2. Контрольні завдання

Завдання № 1

1. На яких фізико-хімічних властивостях органічних сполук базується метод перегонки з водяною парою? Для рішення яких цілей використовується цей метод? Яким способом попередньо можна визначити, що сполука може переганятися з водяною парою?

2. Наведіть діапазон довжин хвиль електромагнітного випромінювання, які використовуються у відомих вам спектральних методах дослідження органічних сполук. З чим пов'язане його поглинання молекулами в наведених вами діапазонах?

3. Наведіть механізм монохлорування пропану. Що подібне в механізмі цієї реакції і в чому її відмінність порівняно з нітруванням пропану за Коноваловим?

4. Нітроетан можна отримати нітруванням етану за Коноваловим або нітруванням його концентрованою азотною кислотою. Який з цих методів економічно більш вигідний, чому? Наведіть схему та механізм вибраного вами методу.

5. Розрахуйте процентний склад та на його основі виведіть емпіричну формулу органічної сполуки, якщо відомо, що при спалюванні її масою 8,23 мг утворилось 9,26 мг оксиду вуглецю (IV) та 3,94 мг води. Аналіз 5,32 мг цієї сполуки по методу Кариуса дав 13,49 мг хлориду срібла. Наведіть можливі (можливу) структурні формули сполуки.

Рішення:

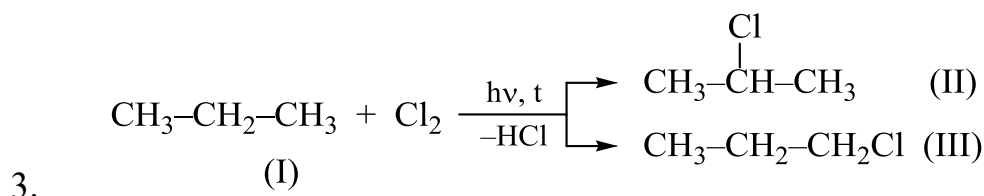
1. Перегонка з водяною парою застосовується для рідких і твердих малорозчинних у воді і не взаємодіючих з нею речовин, що мають значну пружність пари при температурі кипіння води. Склад дистилату не залежить від абсолютних кількостей вихідних речовин, а формується пропорційно парціальним

тискам парів кожного компонента. Ця умова виконуватися не абсолютно, тому що на практиці речовини якоюсь мірою все ж таки розчинні одна в одній. Перегонка з водяною парою використовується для перегонки речовин з т.кип. більше 100 °С, розділення сумішей речовин, одна з яких летка з водяною парою, очищення речовин від смолистих домішок, забезпечення повнішого розділення летких речовин порівняно з перегонкою під зниженим тиском. Здатність переганятися з водяною парою не є специфічною ознакою якоїсь групи речовин. Вона притаманна всім речовинам, які мають достатню величину тиску пари при температурі кипіння води. Наприклад, перегонкою з водяною парою відділяється *o*-нітрофенол (він за рахунок внутрішньомолекулярного водневого зв'язку не утворює водневого зв'язку з водою і має високу пружність пари при т.кип. води) із суміші з *n*-нітрофенолом (який не може утворювати внутрішньомолекулярний водневий зв'язок, а утворює тільки міжмолекулярний з водою, тобто має значно нижчу пружність пари при т.кип. води) і смолистих домішок.

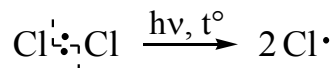
Для попереднього визначення можливості виділення сполуки цим методом проводять пробу на леткість її з парами води. Для цього в маленьку хімічну склянку, накриту склом, чи пробірку поміщають 1-2 мл води та невелику кількість речовини і нагрівають суміш. Якщо пари, що конденсуються, каламутні, то речовину можна переганяти з водяною парою.

2.

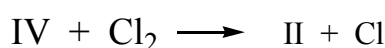
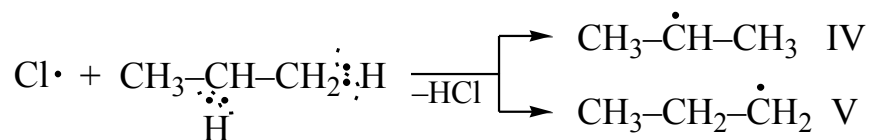
Назва області електромагнітного спектру	Межі довжин хвиль $\lambda_{\text{нм}}$ (хвильові числа ν , см^{-1})	З чим пов'язано поглинання
Рентгенівська	$10^{-3}-10$ ($10^{10}-10^6$)	Зміщення внутрішніх електронних шарів
Ультрафіолетова (УФ): а) ближня б) дальня Видима	$\left. \begin{array}{l} 10-200 \text{ нм} \\ 200-400 \text{ нм} \\ 400-800 \text{ нм} \end{array} \right\} (10^6-10^4 \text{ см}^{-1})$	Зміщення валентних електронів (електронні переходи)
Інфрачервона (ІЧ)	10^3-10^5 (10^4-10^2)	Молекулярні коливання атомів та груп атомів (розтягування-скорочення зв'язків, зміна кута між зв'язками)
Мікрохвильова	10^5-10^6	Обертання молекул
Радіочастотна (ЯМР)	1-100 м	Зміна спінового стану атомних ядер



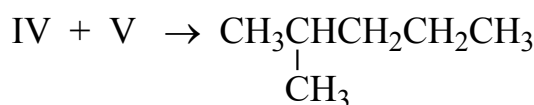
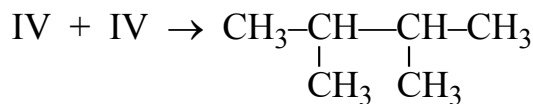
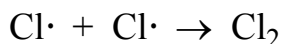
а) стадія ініціювання



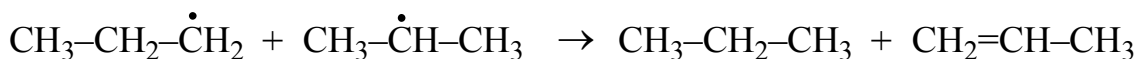
б) стадія зростання ланцюга



в) стадія обриву ланцюга



Ці реакції називаються реакціями рекомбінації.

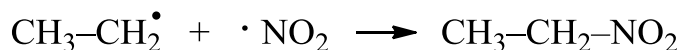
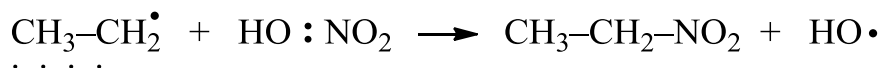
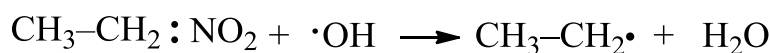
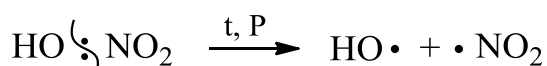
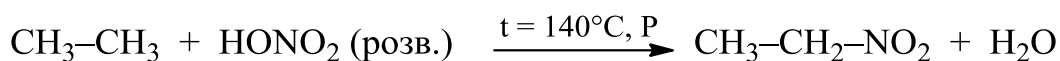


реакція диспропорціонування

Такий механізм реакції називається вільнорадикальним ланцюговим механізмом (вільнорадикальний з високим квантовим виходом). Так як радикал хлору має порівняно високу активність, то регіоселективність цієї реакції низька (швидкості хлорування вторинного та первинного атомів вуглецю відносяться як 3,8:1).

Подібність реакцій нітрування та хлорування пропану – обидві реакції проходять за вільнорадикальним механізмом S_R ; відмінність – реакція нітрування за Коноваловим характеризується значною регіоселективністю та низьким квантовим виходом.

4. Якщо потрібно отримати чистий нітроетан, то його краще отримувати нітруванням за Коноваловим розведеною HNO_3 , під тиском при нагріванні, так як при нітруванні концентрованою азотною кислотою при нагріванні одночасно з нітроетаном буде утворюватись продукт, обумовлений окисними властивостями HNO_3 (конц.) – нітрометан.



Якщо нагрівання припинити, то реакція проходити не буде, так як вона характеризується низьким квантовим виходом. Радикал $\text{HO} \cdot$ дуже реакційноздатний, він відриває $\text{H} \cdot$ від етану, утворюючи радикал етил, який, в свою чергу, вступає в реакцію рекомбінації з $\cdot \text{NO}_2$.

5. Дано:

$$m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{Cl}_k) = 8,23$$

мг

$$m(\text{CO}_2) = 9,26 \text{ мг}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 3,94 \text{ мг}$$

Для метода Каріуса

взято:

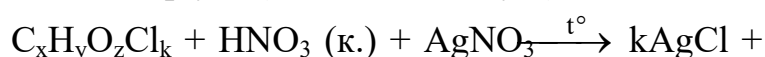
$$m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{Cl}_k) = 5,32$$

мг

$$m(\text{AgCl}) = 13,49 \text{ мг}$$

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{Cl}_k - ?$$

Метод Каріуса (в запаяній ампулі):



...

1. Знаходимо масу хлору в AgCl :

$$n(\text{AgCl}) = \frac{m(\text{AgCl})}{M(\text{AgCl})} = \frac{13,49}{143,4} = 0,094 \text{ мг} \cdot \text{моль}$$

$$n(\text{AgCl}) = n(\text{Cl})$$

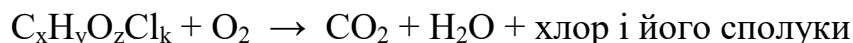
$$m(\text{Cl}) = n(\text{Cl}) \cdot M(\text{Cl}) = 0,094 \cdot 35,5 = 3,3 \text{ мг}$$

2. Знаходимо $m(\text{Cl})$ в зразку для спалювання:

$$m(\text{Cl}) = \frac{m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{Cl}_k) \cdot m(\text{зразку для мет. Каріуса})}{m(\text{Cl по мет. Каріуса})} = \frac{8,23 \cdot 3,3}{5,32} = 5,17 \text{ мг}$$

$$n(\text{Cl}) = \frac{5,17}{35,5} = 0,146 \text{ мг} \cdot \text{моль}$$

3. Спалювання:



$$n(\text{CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2)} = \frac{9,26}{44} = 0,210 \text{ мг} \cdot \text{моль};$$

$$n(\text{C}) = 0,210 \text{ мг} \cdot \text{моль}; m(\text{C}) = 0,210 \cdot 12 = 2,52 \text{ мг}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,94}{18} = 0,219 \text{ мг} \cdot \text{моль}; n(\text{H}) = \frac{0,219 \cdot 2}{1} = 0,438 \text{ мг} \cdot \text{моль}; m(\text{H}) =$$

$$0,44 \text{ мг}$$

$$m(\text{O}) = m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{Cl}_k) - m(\text{C}) - m(\text{H}) - m(\text{Cl}) = 8,23 - 2,52 - 0,44 - 5,17 = 0,1$$

мг

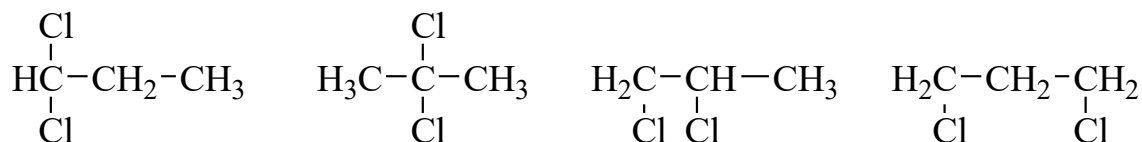
Так як вміст кисню в органічній сполуці набагато менший, чим вміст інших елементів, то його поява пов'язана з помилкою при визначенні кількості продуктів горіння. Отже кисню в сполуці немає і загальна формула органічної речовини $C_xH_yCl_k$.

$$x : y : k = n(C) : n(H) : n(Cl) = 0,21 : 0,44 : 0,15$$

Ділимо на найменше число

$$x : y : k = 1,4 : 2,9 : 1 = 3 : 6 : 2$$

Тобто формула сполуки $C_3H_6Cl_2$. Можливі ізомери:



Завдання № 2

1. На яких фізико-хімічних властивостях хроматографічної системи і сполук, які розділяються, базуються газова та газорідинна (ГРХ) хроматографія? Наведіть загальний вигляд хроматограм та параметрів, які використовуються при якісному аналізі суміші органічних сполук.

2. Охарактеризуйте процеси, які відбуваються в органічній сполуці при поглинанні УФ-світла. Дайте характеристику основним параметрам УФ-спектрів, які використовуються для ідентифікації органічних сполук. Як проводиться ідентифікація сполук на основі їх УФ-спектрів?

3. Відносні швидкості заміщення третинного, вторинного та первинного атомів водню в алканах складають за однакових умов для хлорування та бромовання відповідно 5:4:1 та 1600:80:1. Розрахуйте ізомерний склад сумішей, які утворюються при моногалогенуванні ізобутану. Яка з цих реакцій більш регіоселективна, чому? Наведіть механізм реакції бромовання.

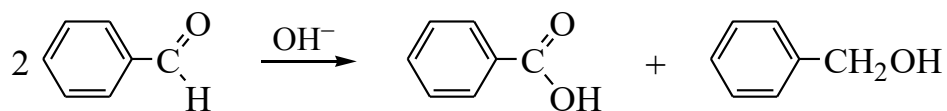
4. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення: пропіонова кислота $CH_3CH_2COOH \rightarrow$ 2-нітробутан. Дайте назви проміжним продуктам.

5. При спалюванні 5,17 мг органічної сполуки утворилось 10,32 мг оксиду вуглецю (IV) і 4,23 мг H_2O . 0,156 г цієї сполуки в газоподібному стані займають об'єм 53 мл при $100^\circ C$ і 760 мм рт.ст. ($10,13 \cdot 10^4$ Па). Визначте молекулярну формулу цієї сполуки. Наведіть структурні формули цієї сполуки, якщо відомо, що вона реагує з металевим натрієм.

Завдання № 3

1. На яких фізико-хімічних властивостях органічних сполук базується метод перегонки з водяною парою? Для рішення яких цілей використовується цей метод? Яким способом попередньо можна визначити, що сполука може переганятися з водяною парою?

2. УФ-, ІЧ- чи ЯМР-спектроскопію доцільніше використовувати для вивчення кінетики реакції Канніццаро? Чому?



3. Наведіть схему та механізм реакції взаємодії бутану з розведеною азотною кислотою (за Коноваловим). Що спільного і які відмінності механізму нітрування порівняно з механізмом бромовання цієї сполуки?

4. Наведіть схеми реакцій, які доцільно використовувати для отримання будь-яких ізомерних диметилгексанів, вкажіть умови їх протікання.

5. Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, якщо за даними аналізу він містить 85,7% вуглецю; густина його по водню $D_H = 21$. Наведіть структурні (структурну) формули сполуки.

Завдання № 4

1. На яких фізико-хімічних властивостях хроматографічної системи і сполук, які розділяються, базується тонкошарова хроматографія (ТШХ)? Наведіть загальний вигляд хроматограми та величини, що використовуються при якісному аналізі суміші органічних сполук.

2. Охарактеризуйте основний принцип, на якому базується ЯМР-спектроскопія. Атоми яких елементів повинні входити до складу органічних сполук, щоб сполуки були об'єктами ЯМР-дослідження? Дайте характеристику основним параметрам ЯМР-спектрів, які використовуються для ідентифікації органічних речовин.

3. Відносні швидкості заміщення третинного, вторинного і первинного атомів водню в алканах складають за однакових умов для хлорування та бромовання відповідно 5:4:1 та 1600:80:1. Розрахуйте ізомерний склад сумішей, які утворюються при моногалогенуванні 2,3-диметилбутану. Яка з цих реакцій більш селективна? Чому? Наведіть механізм реакції хлорування.

4. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення: пропан $\rightarrow$ 2,3-диметилбутан. Дайте назви проміжним продуктам.

5. Кількісний елементний аналіз дає емпіричну формулу органічної сполуки C_nH_m . Визначено, що 0,265 г цієї сполуки в газоподібному стані займають об'єм 105 мл при 99 °С та 733 мм рт.ст. ($9,77 \cdot 10^4$ Па). Визначте: а) молярну масу; б) молекулярну формулу; в) уточнену молекулярну масу. Наведіть структурну формулу цієї сполуки.

Завдання № 5

1. На чому ґрунтується один з найважливіших методів очистки твердих речовин – перекристалізація? Охарактеризуйте основні вимоги до розчинників, якими керуються при підборі їх для проведення перекристалізації. Наведіть коротко методику перекристалізації.

2. Охарактеризуйте процеси, які відбуваються в органічній сполуці при поглинанні інфрачервоного світла. Дайте характеристику основним параметрам ІЧ-спектрів, які використовуються для ідентифікації органічних сполук, та терміну „характеристична смуга поглинання”. Як проводиться ідентифікація органічних речовин на основі їхніх ІЧ-спектрів?

3. Наведіть схему та механізм реакції взаємодії бутану з концентрованою азотною кислотою. Що ускладнює цей процес порівняно з нітруванням за Коноваловим?

4. Запропонуйте методи отримання 2,5-диметилгексану із сполук, що містять 4 та 5 атомів вуглецю. Наведіть схеми та умови протікання цих реакцій.

5. Визначте емпіричну формулу органічної сполуки, до складу якої входить 39,98% вуглецю, 6,6% водню і кисень. Наведіть можливу структурну формулу цієї сполуки, якщо відомо, що вона дає реакцію срібного дзеркала.

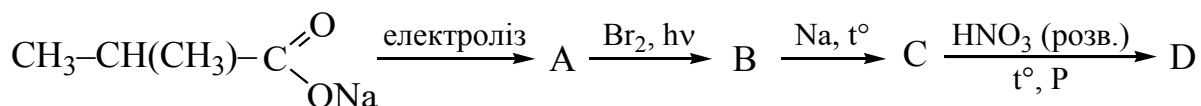
Завдання № 6

1. На якій фізичній властивості рідких сполук базується один з основних методів виділення та очистки рідких речовин – перегонка (дистиляція). Як проводиться перегонка рідких речовин з високими температурами кипіння?

2. Назвіть найважливіші інструментальні методи встановлення будови органічних сполук. В чому їхні переваги перед хімічними методами розв’язання цього завдання?

3. Наведіть схему та механізм реакції монобромовання 2,3-диметилбутану. В чому відмінність цієї реакції від монохлорування?

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам.



5. При проведенні кількісного аналізу органічної сполуки при окисненні її масою 2,3 г утворилось 4,4 г оксиду вуглецю (IV) і 2,7 г води. Густина парів цієї речовини по повітрю $D_{\text{пов}} = 1,59$. Визначте молекулярну формулу цієї сполуки. Наведіть її можливі ізомери та дайте їм назви.

Завдання № 7

1. Дайте визначення поняттю „екстракція” і цілей, для яких вона використовується. На якій фізичній властивості сполук вона базується? Яким вимогам повинен відповідати екстрагент?

2. Наведіть діапазон довжин хвиль електромагнітного випромінювання, які використовуються у відомих вам спектральних методах дослідження органічних сполук. З чим пов’язане його поглинання молекулами в наведених вами діапазонах?

3. З якими з наведених реагентів взаємодіє за поданих умов ізопентан:
а) H_2SO_4 (конц., $100\text{ }^\circ\text{C}$); б) Br_2 (темрява); в) HNO_3 (конц., t°); г) Cl_2 ($h\nu$);
д) CH_2N_2 (УФ-світло); е) Na (мет.)? Наведіть схеми відповідних реакцій, для однієї з них – механізм.

4. Яку будову має сполука C_8H_{18} , якщо відомо, що вона була отримана електролізом водного розчину солі карбонової кислоти, яка при сплавленні з лугом утворювала ізобутан? Наведіть схеми відповідних реакцій та умови їх протікання.

5. Розрахуйте процентний склад сполуки $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$. Наведіть структурні формули ізомерів цієї сполуки та дайте їм назви.

Завдання № 8

1. Дайте визначення поняттю „сублімація”. На якій фізичній властивості речовини ґрунтується цей метод очистки органічних сполук? Для яких органічних сполук доцільна сублімація в вакуумі?

2. Яка фізична властивість молекул органічних сполук використовується в спектральних методах дослідження їхньої будови? Наведіть закони, які лежать в основі цих методів.

3. Наведіть механізм монохлорування пропану. Що подібне в механізмі цієї реакції і в чому її відмінність порівняно з нітруванням пропану за Коноваловим?

4. За допомогою яких реакцій можна здійснити перетворення: оцтова кислота $\rightarrow$ 2-бромбутан? Наведіть схеми цих реакцій та умови їх протікання.

5. Аналіз індіго, важливого барвника, дає такі дані: 73,3% вуглецю, 3,8% водню і 10,7% азоту. Визначення його молярної маси дало величину 250-275. Яка молекулярна формула індіго?

Завдання № 9

1. Дайте визначення поняттю „температура плавлення”. Від яких факторів залежить значення цієї величини для певної сполуки? Яка точність визначення цієї величини сучасними методами?

2. Які з наведених органічних речовин можуть бути використані в якості розчинників для знімання УФ-спектрів: а) ацетон; б) етиловий спирт; в) вода; г) насичені вуглеводні; д) бензол? Яким вимогам вони повинні відповідати?

3. З якими з наведених реагентів взаємодіє ізопентан за поданих умов:
а) KOH ; б) HCl (конц., $150\text{ }^\circ\text{C}$); в) Br_2 ($400\text{ }^\circ\text{C}$, темрява); г) I_2 ($h\nu$, t°); д) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2$ ($h\nu$, t°); е) KMnO_4 ($h\nu$, t°)? Наведіть схеми відповідних реакцій, для однієї з них напишіть механізм.

4. Запропонуйте методи отримання 2,5-диметилгексану із сполук, які мають в молекулі 8 та 9 атомів вуглецю. Наведіть схеми цих реакцій та умови їх протікання.

5. До складу гормону інсуліну входить 3,4% сірки. Визначена методом мас-спектрометрії молярна маса інсуліну 5743. Скільки атомів сірки входить до складу цієї сполуки?

Завдання № 10

1. Дайте визначення поняттю „показник заломлення”. Від яких факторів залежить значення цієї величини? Яка точність визначення цієї величини рефрактометром?

2. Чому неможливе відкриття хімічних елементів безпосередньо в органічних сполуках? Які методи використовуються для мінералізації органічних сполук?

3. На прикладі конкретної реакції покажіть зв'язок між стабільністю і реакційною здатністю вільних радикалів і регіоселективністю радикальних реакцій. Наведіть схему та механізм S_R -реакції, яка йде регіоселективно.

4. За допомогою яких реакцій можна здійснити перетворення: алюмінію карбід $\rightarrow$ 2-бромбутан? Наведіть схеми цих реакцій та умови їх протікання.

5. Визначте емпіричну формулу органічної сполуки, якщо за даними елементного аналізу до її складу входить вуглецю 40,0%, водню 6,7%. Наведіть можливу молекулярну та структурну формулу цієї сполуки.

Завдання № 11

1. Дайте визначення поняттю „температура кипіння”. Від яких факторів залежить значення цієї величини? Які методи використовуються для визначення цієї величини при наявності великих і малих кількостей? Яка точність визначення $t_{\text{кип.}}$ цими методами?

2. На чому базується відкриття азоту і сірки в органічних сполуках? Наведіть рівняння відповідних реакцій.

3. Нітроетан можна отримати нітруванням етану за Коноваловим або нітруванням його концентрованою азотною кислотою. Який з цих методів економічно більш вигідний, чому? Наведіть схему та механізм обраного вами методу.

4. Наведіть приклади реакцій термічного та каталітичного крекінгу. Які каталізатори використовуються при каталітичному крекінгу? Чому каталітичний крекінг економічно більш вигідний, чим термічний?

5. Визначено, що невідомий горючий газ не розчиняється в концентрованій сірчаній кислоті. При пропусканні його через підкислений розчин KMnO_4 чи через розчин бром у CCl_4 забарвлення розчинів не змінюється. 142 мл цього

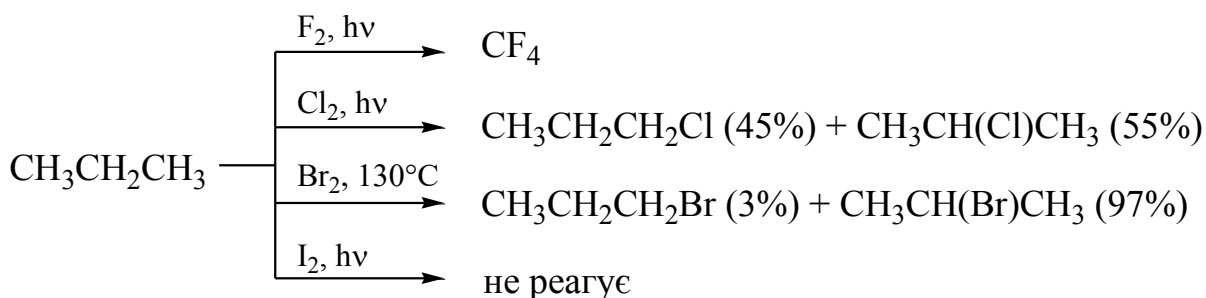
газу при 20°C та 760 мм рт.ст. ($10,13 \cdot 10^4$ Па) мають вагу 0,337 г. Який це газ?

Завдання № 12

1. Дайте визначення поняттю „густина”. Від яких факторів залежить значення цієї величини? Охарактеризуйте коротко методи визначення густини і їхню точність.

2. Який спектральний метод (ІЧ чи УФ) бажано використовувати для розпізнання сполук в наведених парах з однаковою молярною масою та різною будовою: а) *n*-етилфенол та фенетол (етилфениловий етер); б) 2-гідроксипропаналь $\text{CH}_3\text{—CH(OH)—CH=O}$ та пропіонова кислота $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$?

3. Поясніть, чому пропан по-різному реагує з різними галогенами:



Для бромовання наведіть механізм реакції.

4. Вуглеводень C_5H_{12} при хлоруванні утворює тільки одну монохлорзаміщену сполуку. Яку будову має цей вуглеводень?

5. Розрахуйте процентний склад та на його основі виведіть емпіричну формулу органічної сполуки, якщо відомо, що при спалюванні її масою 8,23 мг утворилось 9,26 мг оксиду вуглецю (IV) та 3,94 мг води. Аналіз 5,32 мг цієї сполуки по методу Кариуса дав 13,49 мг хлориду срібла. Наведіть можливі (можливу) структурні формули сполуки.

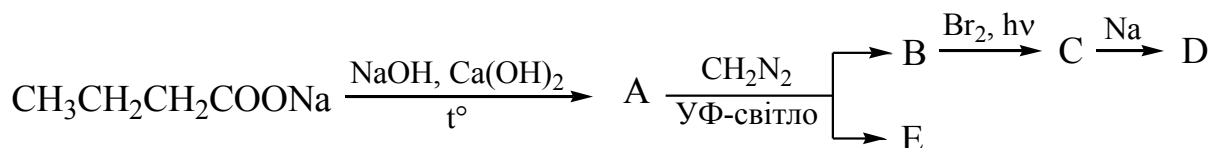
Завдання № 13

1. Наведіть основні методи визначення молекулярної маси органічних речовин в лабораторії. Наведіть рівняння, за допомогою яких визначають молекулярну масу без використання інструментальних методів.

2. На чому базуються відкриття вуглецю, водню та галогенів в молекулах органічних сполук? Наведіть рівняння відповідних реакцій.

3. Бромовання чи хлорування ізопентану більш регіоселективна реакція? Чому? Наведіть механізм реакції хлорування цієї сполуки.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



5. Наведіть емпіричну формулу органічної сполуки, якщо відомо, що в

ній міститься: вуглецю 48,7%, водню 13,6%, азоту 37,8%. Які можливі (можлива) структурні формули цієї сполуки?

3. Алкени, алкіни, алкадієни

3.1. Тестові завдання

Завдання № 1

1. Яка з наведених сполук називається дивінілом:

а) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$; б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$;

в) $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$; г) $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$; д) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$

2. Які реагенти та умови використовуються для отримання з пропену 3-бромпроп-1-єну: а) Br_2 (CCl_4); б) Br_2 (УФ);

в) Br_2 (500 °C); г) $\text{H}_2\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}=\text{NBr}$; д) HBr ?

3. Яку сполуку і який каталізатор використовував С.В.Лебєдєв для отримання бутадієну-1,3? Сполуки: а) *n*-бутан; б) бутандіол-1,4; в) 2-бутєнол-1; г) єтанол; д) бутєн-1; каталізатори: а) $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$; б) Al_2O_3 ; в) $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$; г) H_2SO_4 ; д) MgO/ZnO .

4. При взаємодії з якою сполукою (сполуками) метилмагнійброміду виділиться метан? а) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; б) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$; в) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$; г) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$; д) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$; є) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$; є) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2$.

5. Яка сполука утворюється при окисненні бутину-2 перманганатом калію в кислому середовищі?

а) $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$; б) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$;

в) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$; г) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}$

Рішення:

1. б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$;

2. в) Br_2 (500 °C); г) $\text{H}_2\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}=\text{NBr}$

3. Сполука: г) єтанол; каталізатор: в) $\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$.

4. д) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$.

5. г) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}$

Завдання № 2

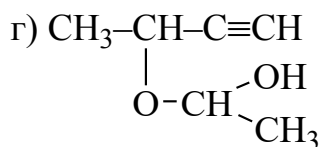
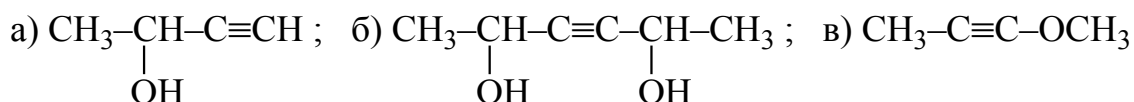
1. Яка головна причина прояви С–Н кислотних властивостей водню СН-групи в пропіні: а) +І-ефект СН₃-групи; б) –І-ефект С≡С зв'язку; в) утворення стабільного карбаніона?

2. Які нові функціональні групи утворюються з 3,3,3-трифторпропену при його: гідратації в кислому середовищі; гідролізі водним розчином лугу? Відповідь: а) первинний гідроксил; б) вторинний гідроксил; в) третинний гідроксил; г) карбоніл; д) карбоксил; е) карбоксилат-аніон (–СОО[–]).

3. Вкажіть положення атомів бромів в продукті взаємодії бутадієну-1,3 при $t > 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ з надлишком НВr: а) 1,2-дибромо-; б) 1,3-дибромо-; в) 2,2-дибромо-; г) 2,3-дибромо-.

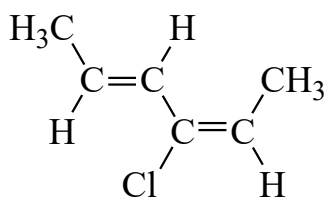
4. Які сполуки (сполука) утвориться при дії на бут-1-ен хлору при 500 °С: а) 1,2-дихлоробутан; б) 3-хлоробут-1-ен; в) 4-хлоробут-1-ен; г) 2-хлоробут-1-ен; д) 1-хлоробут-1-ен?

5. Які сполуки можна отримати з оцтового альдегіду і ацетилену за реакцією Фаворського:



Завдання № 3

1. Яка конфігурація сполуки:



а) Z,Z; б) Z,E; в) E,Z; г) E,E ?

2. Які нові функціональні групи утворюються в продуктах відновлюючого озонування (1. О₃; 2. НОН, Н⁺, Zn) пент-1-єну? а) альдегідна; б) кетонна; в) карбоксильна.

3. Які з наведених сполук проявляють С–Н-кислотність: а) пент-1-єн; б) пент-1-їн; в) пент-2-єн; г) пент-2-їн; д) пент-3-їн; е) ацетилен?

4. Яка сполука утворюється при взаємодії бут-1-єну з НВr в присутності пероксидів: а) 1-бромбутан; б) 2-бромбутан; в) 3-бромбут-1-єн; г) 4-бромбут-1-єн?

5. Бутин-1 реагує з: а) Br₂ (Н₂О); б) КМnО₄ (Н₂О); в) NaNH₂ (NH₃ рідк.);

г) 1. O_3 ; 2. HOH , H^+ , Zn ; д) $[Ag(NH_3)_2]OH$; е) HBr ; є) HOH , H^+ , Hg^{2+} . З якими з цих реагентів не реагує бутин-2?

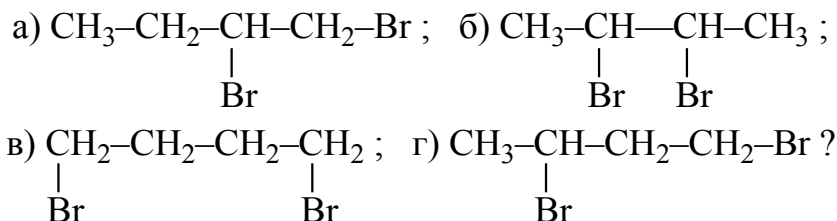
Завдання № 4

1. Чи можлива для пент-2-ену просторова ізомерія? Підкресліть: а) неможлива; б) геометрична; в) оптична.

2. Вкажіть продукти, які утворились при відновлюючому озонолізі (1. O_3 ; 2. HOH , H^+ , Zn) бута-1,2-дієну: а) діоксид вуглецю; б) мурашина кислота; в) оцтовий альдегід; г) оцтова кислота; д) формальдегід.

3. По якому типу реакцій проходить взаємодія бут-1-ену з HBr в присутності пероксиду: A_R , A_E , S_R , S_E , перициклічна?

4. Який головний (головні) продукт утворюється при взаємодії HBr (2 моль) з бута-1,3-дієном при $-15^\circ C$:



5. Який реагент (реагенти) дає якісну реакцію на кінцевий потрійний зв'язок: а) $KMnO_4$, OH^- ; б) Br_2 (CCl_4); в) $[Cu(NH_3)_2]OH$; г) HBr ; д) $[Ag(NH_3)_2]OH$; е) 1. O_3 ; 2. Zn , HOH , H^+ ?

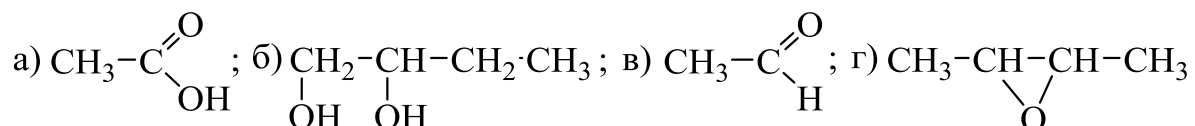
Завдання № 5

1. Який тип взаємного розташування подвійних зв'язків в бутадієні-1,2: а) ізольовані; б) кумульовані; в) кон'юговані?

2. Укажіть тип реакції пент-2-ену з HBr : а) A_R ; б) A_E ; в) A_N ; г) S_N ; д) S_R ; е) S_E .

3. Який продукт утворюється при гідратації бут-1-ину в кислому середовищі в присутності солей Hg^{2+} : а) бутан-1,1-діол; б) бутан-2,2-діол; в) бутан-1,2-діол; г) бутаналь; д) бутанон; е) 1-бутен-2-ол; є) 1-бутен-1-ол?

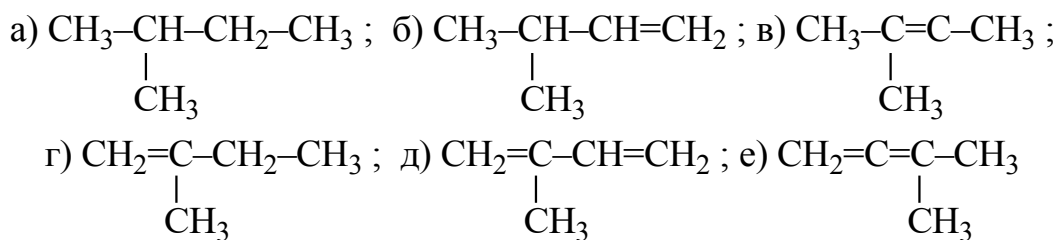
4. Який продукт (продукти) утворюються при окисненні бутену-1 перманганатом калію в лужному чи нейтральному середовищі:



5. За допомогою яких реагентів можна відрізнити бут-1-ин від бут-2-ину: а) Br_2 (H_2O); б) $KMnO_4$, H_2O ; в) $[Ag(NH_3)_2]OH$; г) HBr ; д) $FeCl_3$?

Завдання № 6

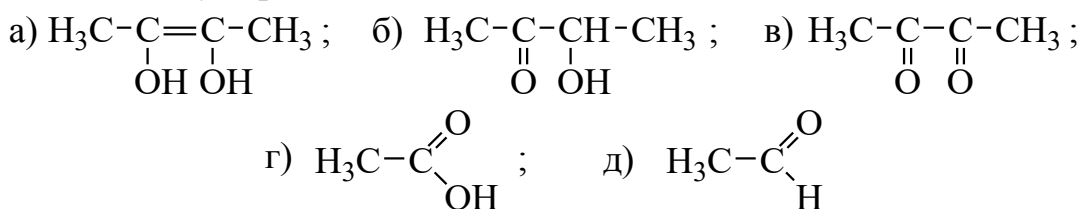
1. Яка з наведених сполук називається ізопреном?



2. Який з рядів зменшення кислотності сполук: 1) HOH ; 2) CH_3OH ; 3) NH_3 ; 4) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; 5) $\text{CH}\equiv\text{CH}$ буде вірним?

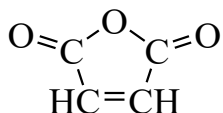
- а) $1 > 2 > 3 > 4 > 5$; б) $1 > 3 > 5 > 4 > 2$; в) $2 > 5 > 3 > 1 > 4$;
 г) $1 > 2 > 5 > 3 > 4$; д) $1 > 5 > 3 > 4 > 2$.

3. Які сполуки (сполука) утворюється при окисненні бут-2-ину перманганатом калію в кислому середовищі:



4. Який продукт утворюється при взаємодії води з пропеном в присутності пероксидів в кислому середовищі: а) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$; б) $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$; в) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}=\text{CH}_2$?

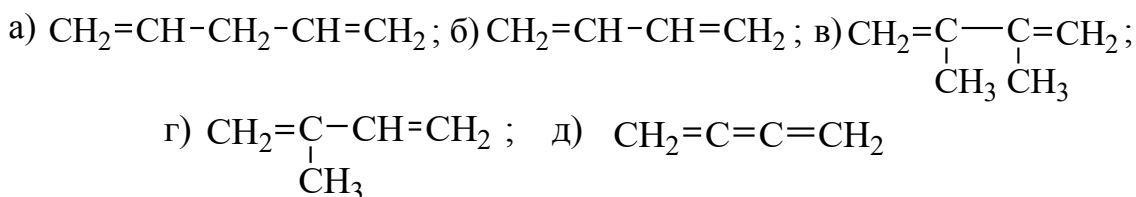
5. За допомогою яких реагентів можна відрізнити бута-1,2-дієн від бута-1,3-дієну: а) Br_2 (CCl_4); б) HBr ; в) KMnO_4 , OH^- ; г) малеїновий ангідрид



; д) 1. O_3 ; 2. HOH , H^+ , Zn ; е) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$?

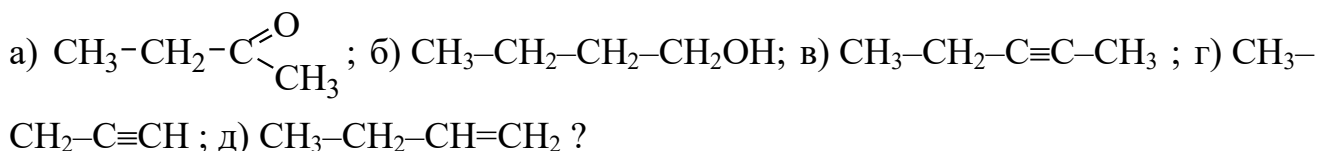
Завдання № 7

1. Яка з наведених сполук називається дивінілом:



2. Дією яких реагентів (реагенту) пропен окиснюється в пропіленоксид (епоксид): а) KMnO_4 , H^+ ; б) HNO_3 (р.); в) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H^+ ; г) H_2O_2 ; д) O_2 , Ag , 300°C ; е) O_2 , акт.вугілля; є) $\text{C}_6\text{H}_5-\underset{\text{O}-\text{OH}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}$; ж) PbO_2 , 400°C ?

3. Який продукт утворюється при взаємодії бут-1-ину з метилмагнійбромідом та подальшою дією на отриманий продукт HBr :



5. Які реагенти використовуються для якісного відкриття подвійних і потрійних зв'язків в молекулах органічних сполук: а) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; б) HBr ; в) $\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O})$; г) $\text{HOH} (\text{H}^+)$; д) $\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{O}$; е) FeCl_3 ?

Завдання № 8

- Який з наведених радикалів називається алілом:
 - $\text{CH}_2=\text{CH}-$; б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$; в) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$; г) $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$;

|
 - $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-$
- Які реагенти та умови використовуються для отримання з пропену 3-бромпропену-1: а) Br_2 (CCl_4); б) Br_2 (УФ); в) Br_2 (500°C); г)

$$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ \text{H}_2\text{C}-\text{C}=\text{O} \end{array} \text{NBr}$$

 д) HBr ?
- З яких сполук в лабораторії можна в одну стадію отримати пропін:
 - $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{OH}$; б) $\text{CH}_3-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}_2}$; в) $\text{CH}_3-\text{CCl}_2-\text{CHCl}_2$;

г) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; д) $\text{CH}\equiv\text{CH}$?
- Бута-1,3-дієн легко взаємодіє з акролеїном $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$ при нагріванні. Який тип цієї реакції: A_E , A_N , A_R , S_E , S_N , S_R , E , перициклічна?
- За допомогою яких реагентів можна відрізнити 2-метилпент-2-ен від 3-метилпент-2-ену: а) Br_2 (CCl_4); б) HBr ; в) KMnO_4 , H^+ ; г) 1. O_3 ; 2. HOH , H^+ , Zn ;

$$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O} \\ \text{HC}=\text{CH} \end{array}$$

(малеїновий ангідрид)?
- $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; е)

Завдання № 9

1. Чи можлива для пента-2,3-дієну просторова ізомерія?
а) не можлива; б) геометрична; в) оптична.
2. Які продукти (продукт) утворюється при взаємодії 3-нітропент-1-ину з водою в кислому середовищі в присутності солей ртуті (II):
- а) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}(\text{NO}_2)\text{—CH=CH—OH}$; б) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}(\text{NO}_2)\text{—C}(\text{OH})=\text{CH}_2$;
- в) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}(\text{NO}_2)\text{—C}(=\text{O})\text{—CH}_3$; г) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}(\text{NO}_2)\text{—CH}_2\text{—C}(=\text{O})\text{H}$

3. Яка сполука вступила в реакцію відновлюючого озонування (1. O_3 ; 2. HOH , H^+ , Zn), якщо в результаті реакції утворились ацетон $CH_3-CO-CH_3$ та ізомаляний альдегід $(CH_3)_2CH-CH=O$?

а) $CH_3-CH=CH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$;

б) $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_3$;

в) $CH_3-CH_2-CH=CH-CH(CH_3)_2$; г) $(CH_3)_2C=CH-CH(CH_3)_2$.

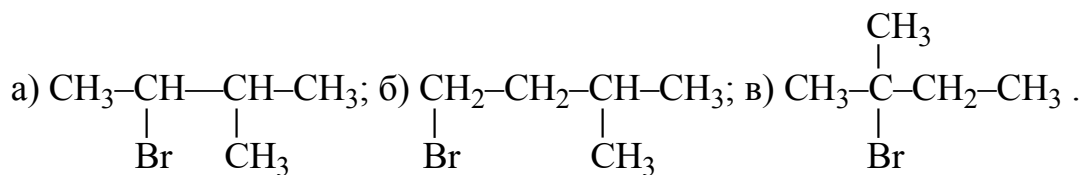
4. Які каталізатори (каталізатор) використовуються при гідратації алкенів: а) KOH ; б) H_2SO_4 ; в) H_3PO_4 ; г) Ni ; д) $FeCl_3$.

5. Загальна формула сполуки C_3H_4 . За допомогою яких реактивів (реактиву) можна однозначно визначити, до яких ненасичених сполук вона відноситься: а) Br_2 (CCl_4); б) $KMnO_4$ (H_2O); в) HBr ; г) $[Ag(NH_3)_2]OH$; д) HOH , H^+ ?

Завдання № 10

1. Які з сполук існують у вигляді *Z,E*-ізомерів: а) пент-1-ен; б) пент-2-ен; в) 2-метилпент-2-ен; г) гекса-1,4-дієн; д) 3-метил-4-етилгекс-3-ен?

2. Які продукти (продукт) переважно утворюються при приєднанні HBr до 3-метилбут-1-ену?



3. Яку сполуку та який каталізатор використовував С.В.Лебєдєв для отримання бута-1,3-дієну? Сполуки: а) *n*-бутан; б) бутан-1,4-діол; в) 2-бутен-1-ол; г) етанол; д) бут-1-ен; каталізатори: а) Cr_2O_3/Al_2O_3 ; б) Al_2O_3 ; в) ZnO/Al_2O_3 ; г) H_2SO_4 ; д) MgO/ZnO .

4. Пропін реагує з CH_3CH_2OH (KOH ; $150\text{ }^\circ C$); CH_3COOH (Hg^{2+}); $CH_3CH_2NH_2$ ($Zn(CH_3COO)_2$, акт.вугілля, $200\text{ }^\circ C$); Br_2 (CCl_4); $KMnO_4$ (H^+); $NaNH_2$ (NH_3 р.); HBr . З якими з наведених реагентів взаємодіє пропен?

5. За допомогою яких реагентів можна розпізнати 2-метилбутан і 2-метилбут-2-ен? а) $NaOH$; б) Br_2 (CCl_4); в) HNO_3 (розв.); г) $FeCl_3$; д) $KMnO_4$, H_2O ; е) $[Ag(NH_3)_2]OH$.

Завдання № 11

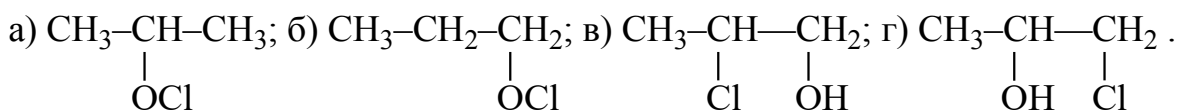
1. Який тип реакції взаємодії алкінів з водою: A_N , S_N , A_E , S_E , A_R , S_R ?

2. Які (який) реагенти в присутності пероксидів приєднуються до пропену проти правила Марковникова: HOH , HCl , HBr , HI , H_2SO_4 ?

3. Які основні продукти (продукт) утворюються при дегідрогалогенуванні 4-бромгекс-1-ену? а) гекса-1,2-дієн; б) гекса-1,3-дієн; в) гекса-1,4-дієн.

4. Які органічні сполуки утворюються при взаємодії гомологів ацетилену з водою в присутності солей Hg^{2+} в кислому середовищі? а) ненасичені спирти; б) гліколі; в) альдегіди; г) кетони; д) карбонові кислоти?

5. Який продукт утворюється при взаємодії пропену з HOCl ?



Завдання № 12

1. Чи можлива для ізобутену просторова ізомерія? а) неможлива; б) геометрична; в) оптична.

2. При дії яких реагентів з ацетилену переважно отримується 1-бromo-2-хлороетан? а) HBr ; б) HCl ; в) HCl (ROOR) ; г) HBr (ROOR) .

3. З якими з реагентів бут-1-ен реагує по типу реакції A_R ? а) $\text{Br}_2 (\text{CCl}_4)$; б) HBr ; в) HBr (ROOR) ; г) HCl (ROOR) ; д) $\text{Br}_2 (500^\circ\text{C})$; е) $\text{HOH (H}^+)$.

4. При взаємодії з якою сполукою (сполуками) метил магній-бромід виділиться метан? а) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; б) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$; в) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$; г) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$; д) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$; е) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$; є) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3$.

5. Яка зі сполук взаємодіє з етанолом в присутності етилату натрію, утворюючи продукт, що широко використовується у промисловості для отримання полімерів? а) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; б) $\text{CH}\equiv\text{CH}$; в) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$; г) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$.

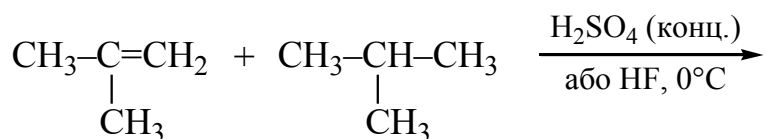
Завдання № 13

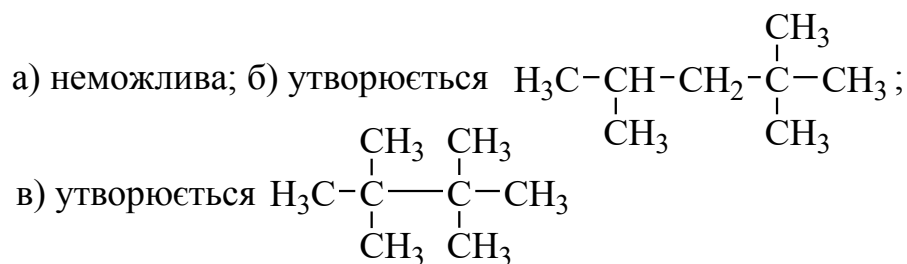
1. Який каталізатор (каталізатори) використовуються в реакції Кучерова? а) FeBr_3 ; б) Ni ; в) H^+ ; г) Hg^{2+} , H^+ ; д) ZnCl_2 ; е) Pt .

2. Які з наведених реагентів в реакціях з алкінами є електрофільними? а) Br_2 ; б) HBr (ROOR) ; г) $\text{HOH (H}^+)$; д) NH_3 ; е) CH_3NH_2 ; є) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH (C}_2\text{H}_5\text{O}^-)$; ж) CH_3MgBr ; з) NaNH_2 .

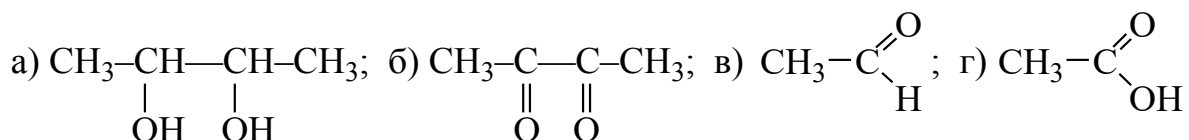
3. Який тип реакції взаємодії HBr з 3,3,3-трифторпроп-1-еном і який продукт при цьому утворюється? а) A_N , A_E , A_R ; б) 1-бromo-3,3,3-трифторпропан; в) 2-бromo-1,1,1-трифторпропан.

4. Чи можлива реакція:





5. Яка сполука утворюється при окисненні бут-2-ину перманганатом калію в кислому середовищі?



3.2. Контрольні завдання

Завдання № 1

1. Наведіть структурну формулу та дайте назву за номенклатурою IUPAC ізомеру сполуки C_7H_{14} , для якого характерна як геометрична, так і оптична ізомерія. Наведіть формули його Z- та R-ізомерів.

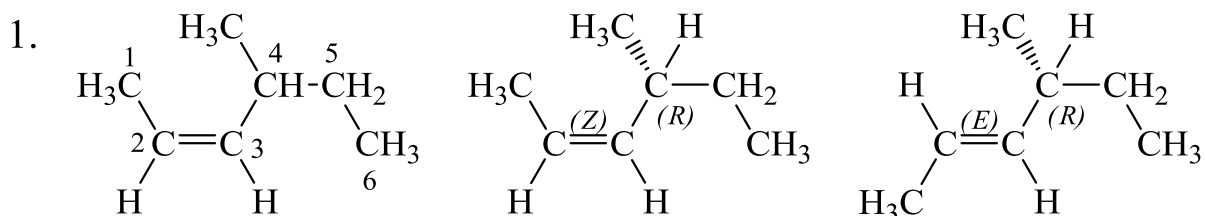
2. В чому відмінність понять „конформація” та „конфігурація”. На прикладі пент-2-ену наведіть конфігураційні та конформаційні (поворотні) ізомери.

3. Наведіть схеми та механізми взаємодії HBr і HCl з пропеном в присутності ROOR. Які продукти утворюються, чому?

4. Наведіть структурні формули і назви дієну та дієнофілу, які використовуються для синтезу 3-метил-4-нітроциклогекс-1-ену. Наведіть схему цієї реакції.

5. Озоноліз натурального каучуку приводить в основному (90%) до сполуки $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}=\text{CH}_2$. Що ви можете сказати про будову натурального каучуку?

Рішення:



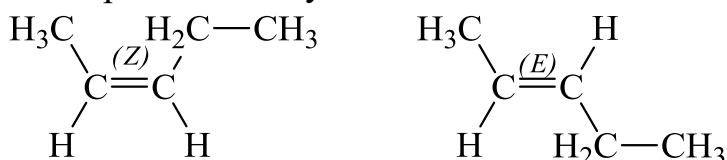
Z-4-метилгекс-2-ен Z-(R)-4-метилгекс-2-ен E-(R)-4-метилгекс-2-ен

Речовини, що мають однаковий склад і порядок зв'язування атомів в молекулі, але відрізняються одна від одної розташуванням атомів чи груп атомів в просторі, називають просторовими ізомерами (стереоізомерами). Для характери-

стики просторових відмінностей у стереоізомерії використовують поняття „конфігурація” та „конформація”. Конфігурація сполуки – це просторове розташування атомів чи груп атомів в молекулі органічної сполуки. Термін “конфігурація” застосовують для: а) характеристики фігури, яка утворюється атомами в молекулі в просторі – тетраедрична конфігурація молекули метану; б) разом з конкретним терміном, який характеризує специфіку розташування атомів чи груп атомів в просторі – *цис-транс*, *Z-E*-конфігурації відносно подвійного зв’язку чи площини циклу (геометричні ізомери); *D-L*-, *R-S*-конфігурації – для хіральних молекул (оптичні ізомери) та ін.

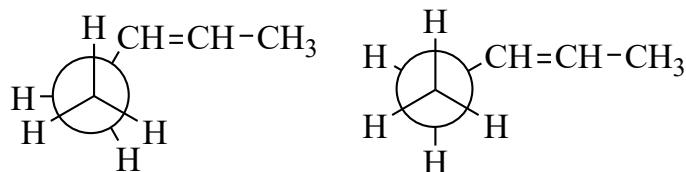
Конформації – це стереоізомери, які мають різне просторове розміщення атомів чи груп атомів, зумовлене обертанням навколо простого вуглецево-вуглецевого зв’язку. Їх інколи також називають поворотними ізомерами.

Конфігураційні ізомери пент-2-ену:

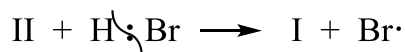
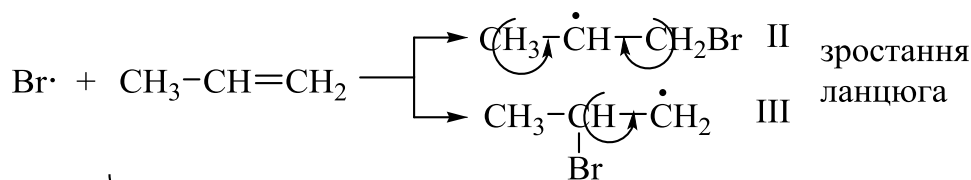
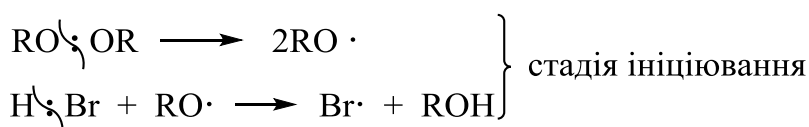
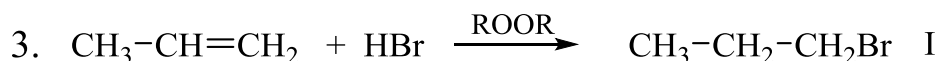


Z-пент-2-ен

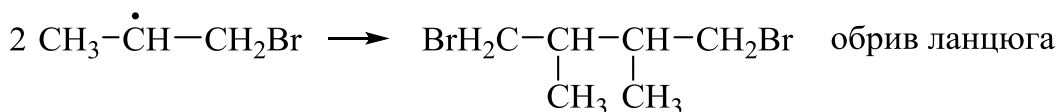
E-пент-2-ен



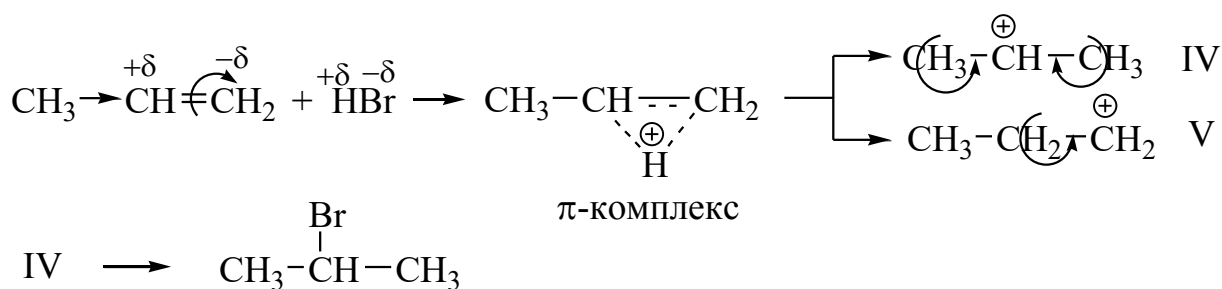
заслонена і загальмована (анти) конфігурації



... .. і т.д.

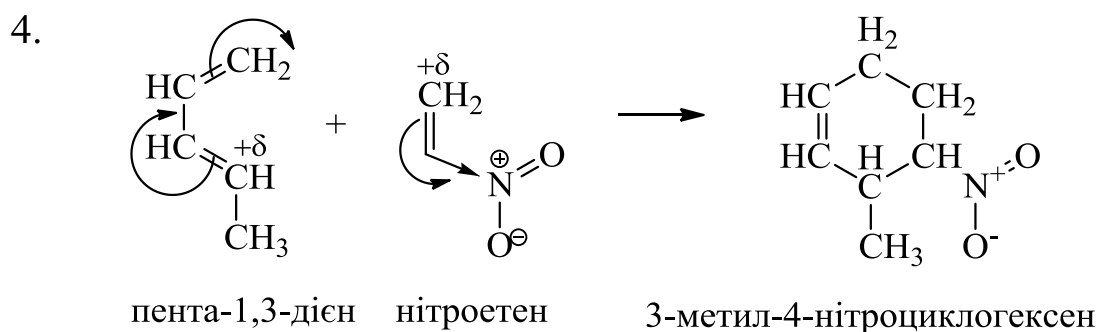


Механізм приєднання HBr в присутності пероксида A_R. Приєднання проти правила Марковникова внаслідок того, що радикал II більш стійкий чим III за рахунок +I та гіперкон’югаційного ефекту.

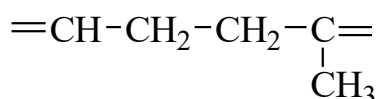


Реакція за відсутності перекису проходить по A_E механізму. Більш стійкий (за рахунок +I ефектів і гіперкон'югації) карбкатіон IV, тому приєднання проходить по правилу Марковникова.

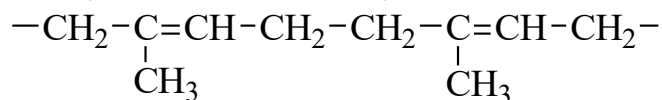
Приєднання HCl до пропену як в присутності перексиду, так і без нього йде по механізму A_E (аналогічно HBr без перексиду), тому утворюється в обох випадках продукт приєднання по правилу Марковникова $\text{CH}_3 - \text{CHCl} - \text{CH}_3$. Зміна механізму в цьому випадку не проходить тому, що $\text{RO}\cdot$ має малу енергію і може розірвати гомолітично тільки зв'язок $\text{H}:\text{Br}$, енергія якого значно менше, ніж $\text{H}:\text{Cl}$. Тому зв'язок $\text{H}:\text{Cl}$ радикалом $\text{RO}\cdot$ не розривається.



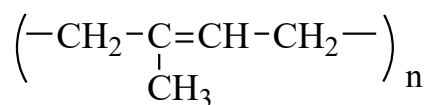
5. При відновлювальному озонолізі подвійний зв'язок $\text{C}=\text{O}$ утворюється замість $\text{C}=\text{C}$ зв'язку в сполуці, яка озонується. Це означає, що в натуральному каучуку є в наступний фрагмент:



А якщо так, то будова його може бути тільки така:



Значить, будову натурального каучуку можна описати формулою:



Тобто це ізопреновий каучук.

Завдання № 2

1. Наведіть всі можливі геометричні ізомери сполуки C_6H_{10} , дайте їм назви за номенклатурою IUPAC та визначте їхню конфігурацію за Z,E-номенклатурою.

2. Який продукт утворюється при взаємодії пент-1-ен-4-іну з бромом (CCl_4), чому? Який тип і механізм цієї реакції?
3. Експериментально встановлено, що при взаємодії 3,3-диметилбут-1-ену з HCl утворюється суміш 3-хлоро-2,2-диметилбутану та 2,3-диметил-2-хлоробутану. На основі механізму реакції поясніть причину їх утворення.
4. Розташуйте в ряд по збільшенню кислотних властивостей етан, етилен, ацетилен, аміак. Поясніть причину такої зміни. Для сполуки, яка проявляє найсильніші кислотні властивості, наведіть 3 схеми реакцій, що їх ілюструють.
5. В результаті нагрівання двох ізомерних спиртів складу $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$ з сірчаною кислотою утворився один і той же алкен. При нагріванні останнього з концентрованим розчином перманганату калію в нейтральному середовищі отримана суміш ацетону $\text{CH}_3\text{--CO--CH}_3$ та валеріанової кислоти $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$. Наведіть схеми відповідних реакцій та на їх основі напишіть структурні формули вихідних ізомерів.

Завдання № 3

1. Наведіть структурну формулу та дайте назву за номенклатурою IUPAC ізомеру сполуки C_7H_{14} , для якого характерна як геометрична, так і оптична ізомерія. Наведіть формули його Z- та R-ізомерів.
2. Які продукти утворюються при пропусканні пропену через насичений розчин бром у воді, в якій розчинено KCl ? Як це узгоджується з механізмом цієї реакції?
3. На прикладі бутану та бут-1-ену порівняйте хімічні властивості алканів і алкенів (не менше п'яти, що відрізняються, і однієї спільної).
4. Запропонуйте схеми перетворень, за допомогою яких можна з пропену отримати 2,3-диметилбут-2-ен. Дайте назви проміжним продуктам.
5. Вуглеводень складу C_5H_8 , приєднуючи HBr при температурах нижче -80°C , утворює як головну сполуку таку, яка при озонолізі з наступною обробкою отриманого озоніду водою в присутності цинку в кислому середовищі дає оцтовий альдегід та 2-бромпропаналь. Наведіть схеми відповідних перетворень та на їх основі напишіть структурну формулу вихідної сполуки.

Завдання № 4

1. Порівняйте будову бут-2-ену та бут-2-ину. Поясніть причину появи геометричних ізомерів тільки для однієї з цих сполук.
2. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких можна розділити суміш пентану, пент-1-ену, пент-1-ину. Дайте назви отриманим продуктам.
3. За яких умов алілбромід при взаємодії з HBr утворює 1,3-дибромпропан? Наведіть механізм цієї реакції.

4. На прикладі пропену та пропіну дайте порівняльну характеристику їх хімічних властивостей (не менше трьох однакових і трьох властивостей, які відрізняються). Поясніть причину.

5. Наведіть формули сполуки C_5H_8 , якщо відомо, що вона реагує з бромною водою, аміачним розчином гідроксиду срібла, а при гідратації дає ізопропілметилкетон $CH_3-CO-CH(CH_3)_2$.

Завдання № 5

1. Розрахуйте кількість г, мл, молей реагентів, необхідних для отримання 50 г 1,2-диброметану (вихід від теоретичного 80%), якщо для отримання 30 г продукту (з таким же виходом) необхідно: етанолу 35,5 г (45 мл, 0,78 моль), бром у 31,2 г (10 мл, 0,2 моль), сірчаної кислоти 166 г (90 мл, 1,69 моль).

2. Навести схеми отримання 3-метилпент-2-єну (не менше чотирьох методів).

3. Наведіть схеми та механізм дієнового синтезу (реакції Дільса-Альдера) бут-1,3-дієну та акролеїну $CH_2=CH-CH=O$.

4. Запропонуйте схеми перетворень, за допомогою яких з 1-бромо-3-метилбутану можна отримати 2-метилбутен-2. Дайте назви проміжним продуктам.

5. Сполука C_5H_8 при взаємодії з $NaNH_2$, а потім ізопропілбромідом утворює сполуку, яка при наступному озонуванні та гідролізі отриманого продукту в присутності цинку в кислому середовищі дає одним із продуктів ізомасляну кислоту $(CH_3)_2CH-COOH$. Наведіть схеми відповідних реакцій та на їх основі напишіть структурну формулу вихідної сполуки.

Завдання № 6

1. Наведіть рівняння реакцій, які лежать в основі отримання 1,2-диброметану.

2. В чому відмінність понять „конформація” та „конфігурація”. На прикладі пентену-2 наведіть конфігураційні та конформаційні (поворотні) ізомери.

3. В яких умовах алілбромід при взаємодії з HBr утворює 1,2-дибромпропан? Наведіть механізм цієї реакції.

4. Наведіть схему та умови отримання бут-1,3-дієну за С.В.Лебєдєвим.

5. Сполука А в присутності платинового каталізатора приєднує 1 моль водню і утворює *n*-гексан. При окисненні її в жорстких умовах перманганатом калію виділяється тільки одна карбонова кислота, яка має 3 атоми вуглецю. Наведіть схеми відповідних реакцій та на їх основі структуру сполуки А.

Завдання № 7

1. Розрахуйте теоретичний та практичний вихід 1,2-диброметану (роз-

рахунок ведеться по бром), якщо з 48 г бром і необхідної кількості етанолу та сірчаної кислоти отримують 46 г дибромостану (по методиці із 31,8 г бром – 30 г продукту).

2. Наведіть схеми загальних методів отримання алкадієнів (не менше чотирьох). Якими з цих методів можна отримати ізопрен? Наведіть схеми відповідних реакцій.

3. Наведіть схеми та механізми взаємодії HBr і HCl з пропеном в присутності ROOR . Які продукти утворюються, чому?

4. Запропонуйте схеми одержання з пент-1-ену пент-2-ину.

5. Сполука C_5H_{10} при каталітичному гідруванні утворює 2-метилбутан. При дії на цю ж сполуку HBr в присутності пероксиду і потім нагрівання отриманого продукту з металевим натрієм утворюється 2,7-диметилоктан. Наведіть схеми відповідних реакцій та на їх основі наведіть структуру вихідної речовини.

Завдання № 8

1. Наведіть рівняння побічних реакцій при синтезі 1,2-дибромостану, за рахунок яких значно знижується вихід цього продукту.

2. Наведіть схеми загальних методів отримання алкінів (не менше чотирьох). Якими з цих методів можна отримати 4-метилбут-2-ин? Наведіть схеми відповідних реакцій.

3. Наведіть схему та механізм взаємодії вінілброміду з HBr .

4. Наведіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити перетворення ацетилен $\rightarrow$ пропін. Дайте назви проміжним продуктам.

5. Визначте будову сполуки C_6H_{10} , яка не реагує з аміачним розчином гідроксиду срібла, а при нагріванні з водою в присутності сірчаної кислоти та HgSO_4 утворює суміш двох кетонів: етилізопропілкетону $\text{C}_2\text{H}_5\text{--CO--}i\text{--C}_3\text{H}_7$ та метилізобутилкетону $\text{CH}_3\text{--CO--}i\text{--C}_4\text{H}_9$. Наведіть схему відповідної реакції.

Завдання № 9

1. Поясніть, чому при розрахунку теоретичного виходу і виходу від методики синтезу 1,2-дибромостану розрахунок ведеться, виходячи з бром. Звичайно, всі розрахунки ведуть по відповідній органічній сполуці.

2. Який продукт утворюється при гідратації пент-1-ину в кислому середовищі в присутності HgSO_4 ? Поясніть причину його утворення.

3. Наведіть механізм реакції взаємодії HBr з бута-1,3-дієном при -80°C . Чому в цьому випадку співвідношення продуктів 1,2-приєднання до продуктів 1,4-приєднання складає 4:1? Що зміниться, якщо вести цю реакцію при $+80^\circ\text{C}$?

4. Наведіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити пе-

ретворення *n*-бутан $\rightarrow$ бут-2-ин. Дайте назви проміжним продуктам.

5. Наведіть структурні формули ізомерів, які мають загальну формулу C_8H_{16} , якщо відомо, що при взаємодії з концентрованою HBr вони утворюють таку ж сполуку, яка є головним продуктом при фотохімічному монобромованні 2,2,3-триметилпентану. Наведіть схеми цих реакцій та на їх основі напишіть структурні формули вихідних ізомерів.

Завдання № 10

1. Поясніть, чому отриманий 1,2-диброметан спочатку обов'язково промивають водою, потім розведеним розчином лугу, а потім знову водою. Може спочатку потрібно промивати розчином лугу?

2. Наведіть загальні методи отримання алкенів (не менше чотирьох). Які з них придатні для отримання 2,3-диметилбут-2-ену?

3. Наведіть механізм приєднання води до пропену. Поясніть, чому у відсутності мінеральних кислот ця реакція не проходить.

4. Наведіть структурні формули і назви дієну та дієнофілу, які використовуються для синтезу 3-метил-4-нітроциклогекс-1-ену. Наведіть схему цієї реакції.

5. При окисненні вуглеводню складу C_8H_{14} перманганатом калію в нейтральному середовищі при нагріванні утворюється тільки ацетон та щавлева кислота. Наведіть схему цієї реакції та на її основі структурну формулу вуглеводню. Дайте йому назву.

Завдання № 11

1. Дайте назви радикалам за номенклатурою IUPAC та, де можливо, тривіальні, які дозволено використовувати в номенклатурі IUPAC. Ідентичні радикали підкресліть:

а) $CH_2=CH-$; б) $CH_2=CH-CH_2-$; в) $CH_2=C-CH_3$; г) $-CH_2-CH=CH_2$.

2. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких з ацетилену можна отримати: а) оцтовий альдегід; б) етилвініловий естер ($C_2H_5-O-CH=CH_2$); в) вінілацетат ($CH_3-CO-OCH=CH_2$); г) вінілацетилен.

2. Наведіть схему та механізм реакції взаємодії пент-1-ену з HCl . Що можна сказати про регіо- та стереоселективність цієї реакції?

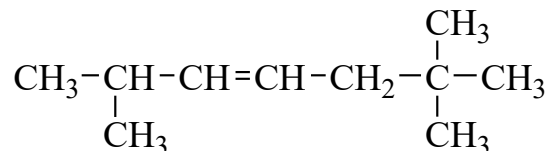
3. Використовуючи тільки неорганічні сполуки, запропонуйте схему одержання бут-2-ину.

4. 1 моль вуглеводню загальної формули C_6H_6 при взаємодії з метилмагнійбромідом (реактив Грин'єра) утворює 2 моля газу, який не знебарвлює бромну воду. Цей же вуглеводень при взаємодії з озоном та подальшим розкладом отриманого озоніду водою в кислому середовищі в присутності цинку дає про-

дукти, одним з яких є бурштинова кислота ($\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$). Наведіть схеми реакцій та на їх основі визначте структуру вуглеводню.

Завдання № 12

1. Дайте назву за раціональною та IUPAC номенклатурами сполуці

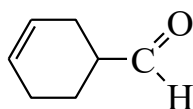


Наведіть структури Z-, E-ізомерів цієї сполуки.

2. Наведіть схеми сополімеризації бута-1,3-дієну з: а) стиролом $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$; б) акрилонітрилом $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$.

3. Наведіть для бут-1-єну приклади реакцій A_E , A_R , S_R . Для однієї з реакцій типу A_E наведіть механізм.

4. Які реагенти потрібно взяти в якості дієну та дієнофілу для одержання циклогекс-3-єнкарбальдегіду?



5. Сполука C_3H_4 не взаємодіє з аміачним розчином гідроксиду срібла, при гідруванні над нікелевим каталізатором утворює пропан. Наведіть схеми відповідних реакцій та на їх основі визначте структуру вихідної сполуки, дайте їй назву.

Завдання № 13

1. Наведіть структурні формули ізомерів сполуки C_5H_8 , які не мають розгалужень. Дайте їм назви. Укажіть, до якого класу сполук, в залежності від будови відноситься кожний з ізомерів.

2. Який продукт утворюється при взаємодії бут-2-єну з водою в присутності пероксиду в кислому середовищі? По якому механізму проходить ця реакція? Наведіть схему реакції та дайте назву продукту реакції.

3. Наведіть для пент-1-єну приклади реакцій A_E , A_N , тримеризації. Наведіть механізм реакції A_N . Чому, на відміну від алкенів, для алкінів можливі такі реакції?

4. Використовуючи як вихідну сполуку бут-1-єн, отримайте 1-хлоробутан-2-ол $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{Cl}$. Наведіть схеми (схему) відповідних реакцій та умови їх проведення.

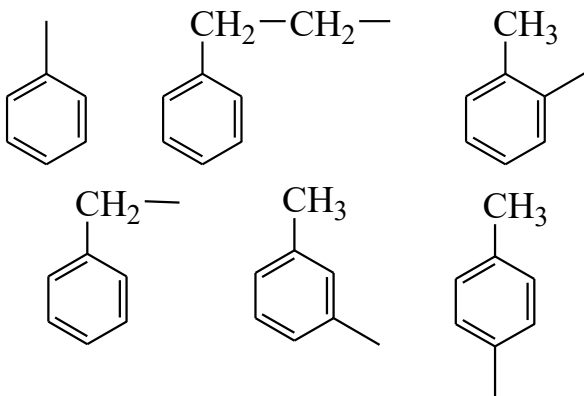
5. Озоноліз натурального каучуку приводить в основному (90%) до сполуки $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \\ \qquad \qquad \qquad || \\ \qquad \qquad \qquad \text{O} \\ \qquad \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$. Що ви можете сказати про будову натурального каучуку?

4. Ароматичні вуглеводні

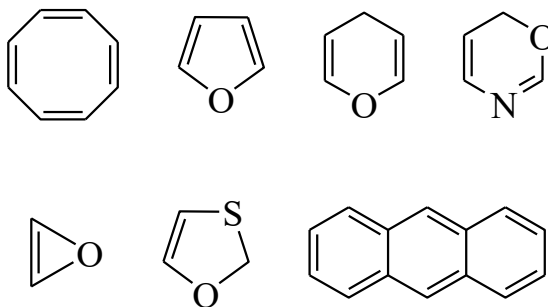
4.1. Тестові завдання

Завдання № 1

1. Який з радикалів називається бензилом?

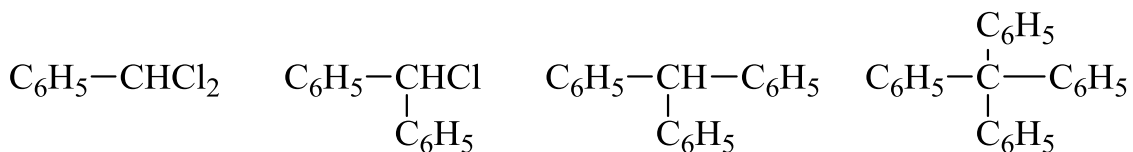


2. Які з наведених сполук проявляють ароматичні властивості?

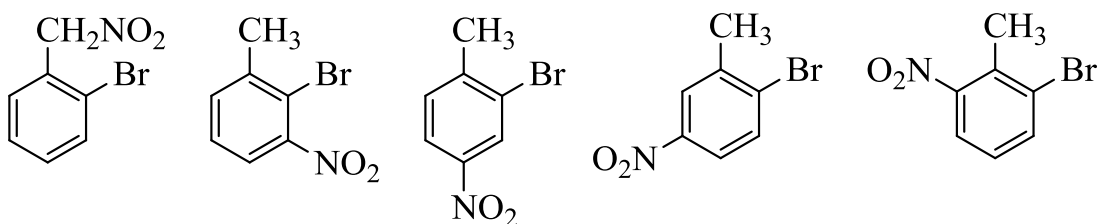


3. Які умови необхідні для введення бромов в боковий ланцюг гомологів бензолу: Fe; AlBr₃; H₂SO₄; Ni; KOH; hν; HgCl₂; низька температура; висока температура?

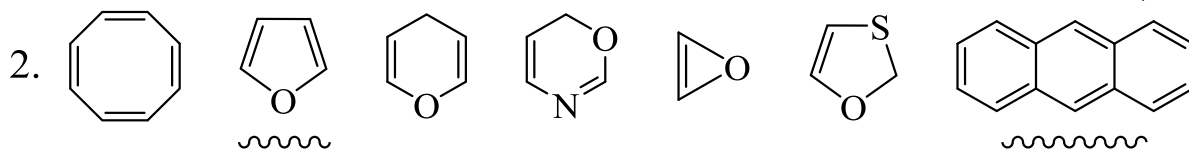
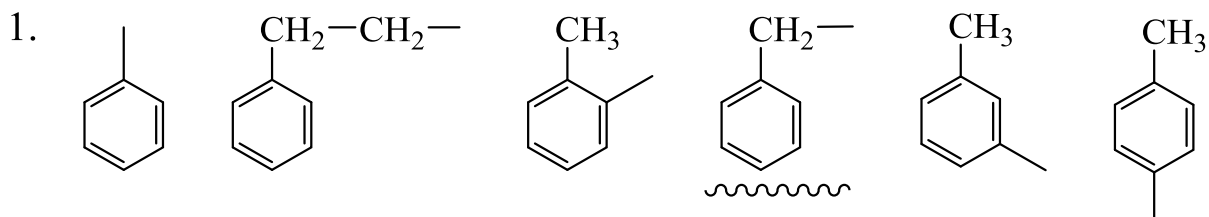
4. Які продукти (продукт) утворюється при взаємодії бензолу з хлороформом (CHCl₃) в присутності AlCl₃ (реакція Фріделя-Крафтса) при співвідношенні реагентів 4:1?



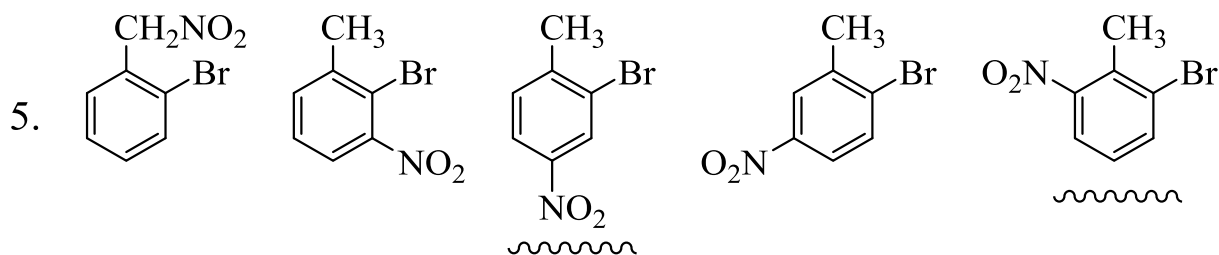
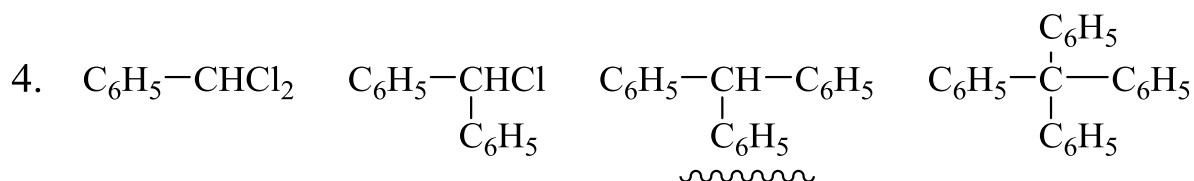
5. Яка сполука (сполуки) переважно утворюються при нітруванні нітруючою сумішшю о-бромтолуолу?



Рішення:

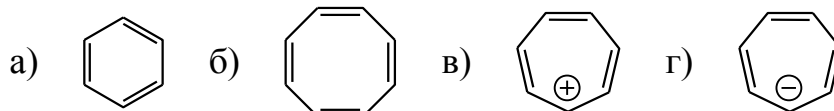


3. Fe; AlBr₃; H₂SO₄; Ni; KOH; hν; HgCl₂; низька температура; висока температура

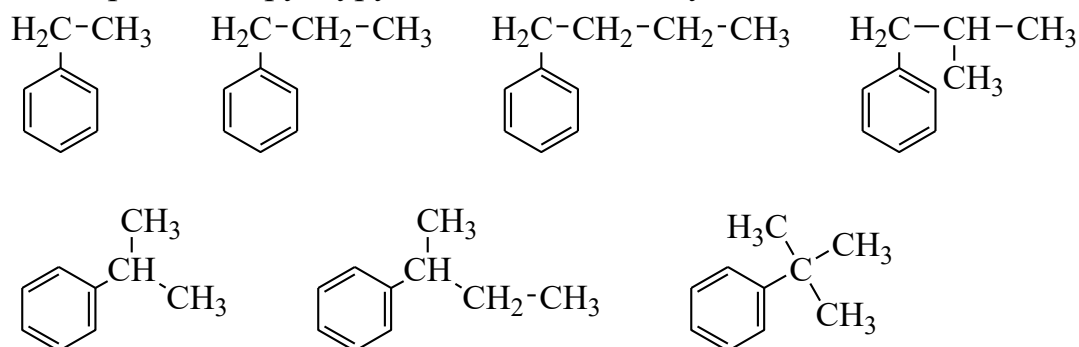


Завдання № 2

1. Які з сполук мають ароматичні властивості?



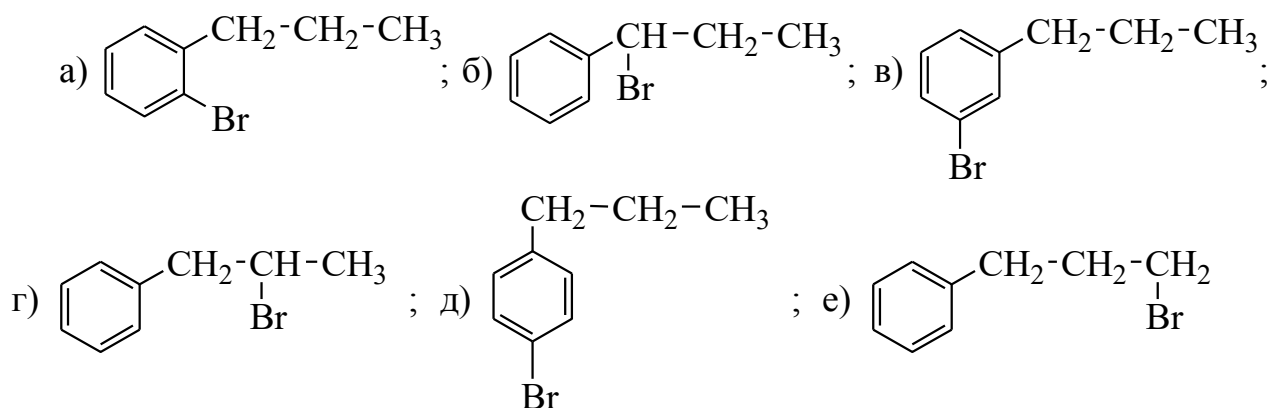
2. Підкресліть структуру, яка називається кумолом.



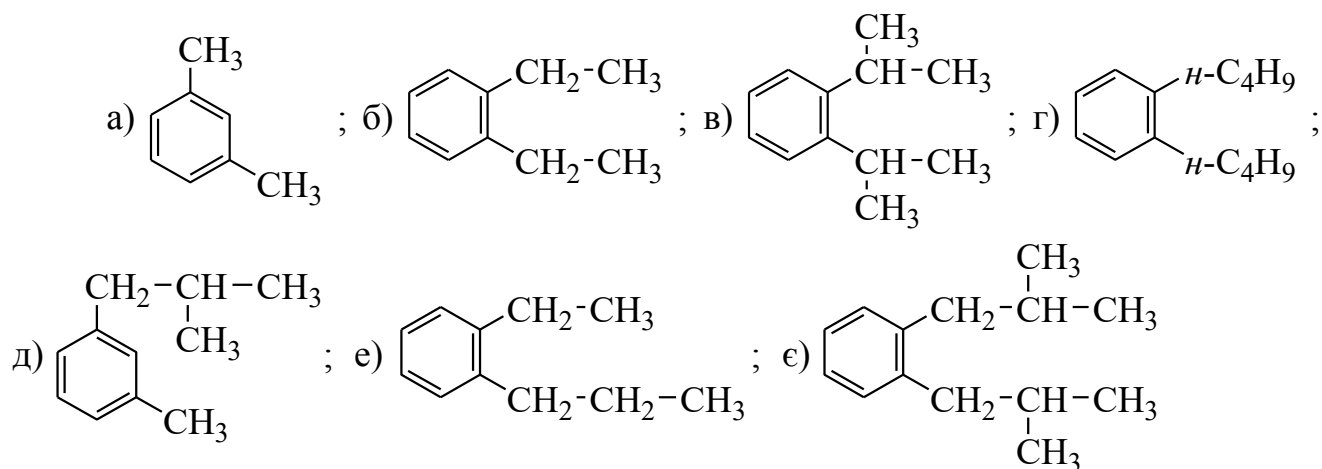
3. Які з наведених нижче сполук знебарвлюють розчин бромної води:

а) *n*-етилтолуол; б) фенілетилен; в) етилбензол; г) *n*-толілацетилен; д) 1-фенілбут-1-ен; е) 1-фенілбу-2-тен.

4. Який (які) з продуктів утворюються при монобромуванні пропілбензолу при освітленні та високій температурі.

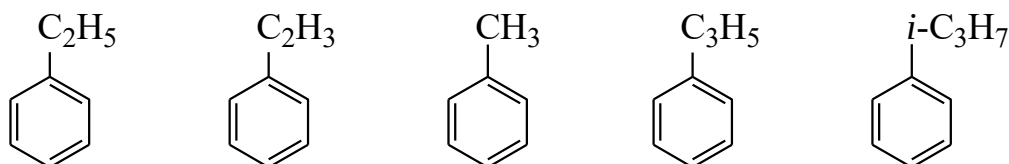


5. Які сполуки при окисленні перманганатом калію в лужному середовищі будуть давати фталеву кислоту (1,2-бензолдикарбонова кислота)?

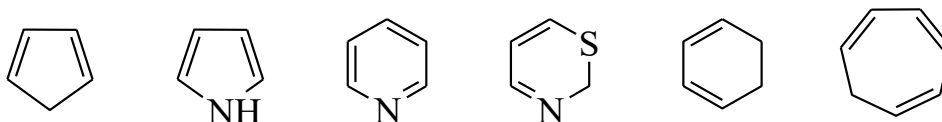


Завдання № 3

1. Яка з наведених сполук називається стиролом?



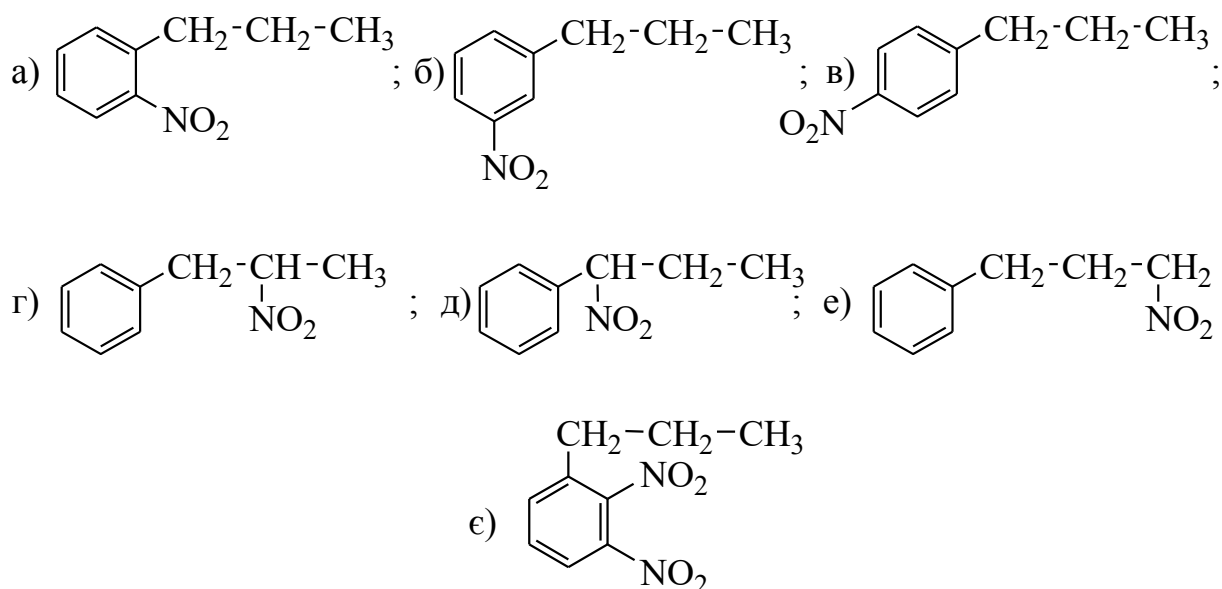
2. Які з наведених сполук мають ароматичні властивості?



3. Який каталізатор використовується в реакції алкілювання бензолу за Фріделем-Крафтсом? Fe, FeBr₃, Pt, Ni, AlCl₃, H₂SO₄, CuCl, Hg₂Cl₂.

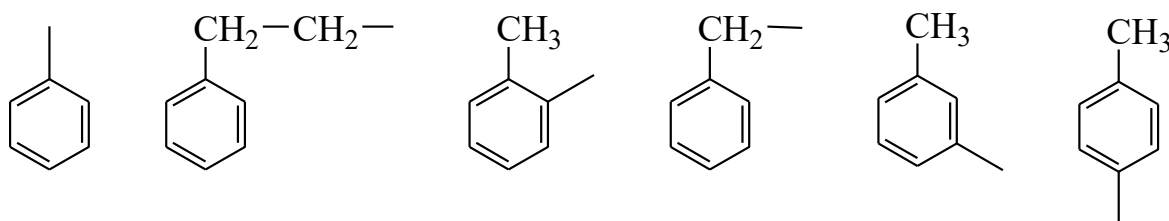
4. З якими з реагентів взаємодіє пропілбензол? а) H₂O, t°; б) H₂SO₄ (конц.), t°; в) HOH, t°; г) Br₂, Fe; д) Br₂, t°; е) HBr.

5. Які сполуки (сполука) утворюються при взаємодії пропілбензолу та розведеної азотної кислоти при нагріванні до 150 °С під тиском?

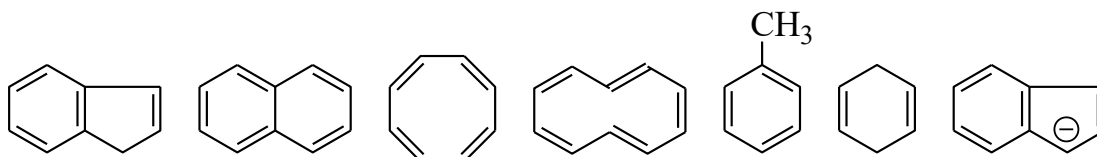


Завдання № 4

1. Який з радикалів називається бензилом?

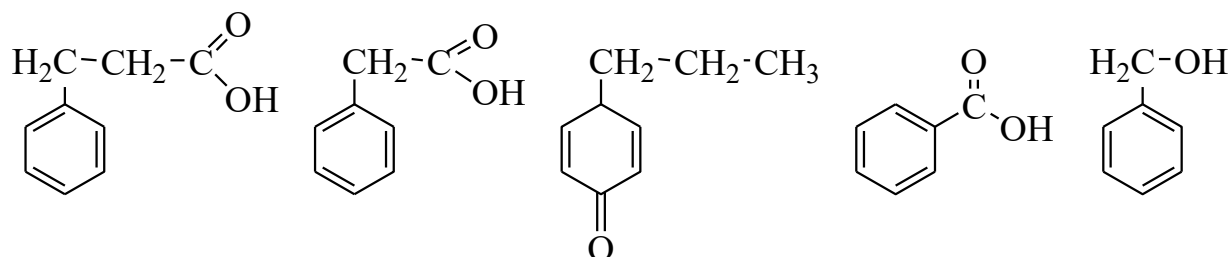


2. Які з наведених сполук проявляють ароматичні властивості?

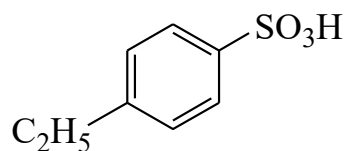
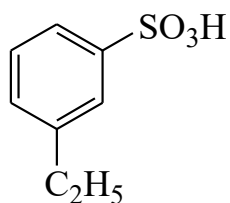
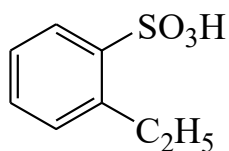


3. З якими з реагентів взаємодіє стирол: а) Br_2 (вода); б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; в) HBr ; г) Br_2 (Fe); д) H_2O (H_2SO_4); е) HNO_3 (конц.); є) H_2SO_4 (конц.); ж) KOH ; з) H_3PO_4 ; и) $\text{CH}_3\text{-COCl}$ (AlCl_3) ?

4. Які сполуки (сполука) утворюються при окисненні пропілбензолу перманганатом калію в лужному чи нейтральному середовищі?

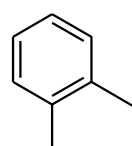
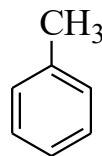
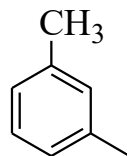
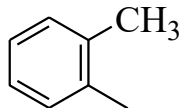
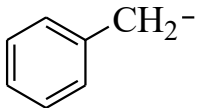
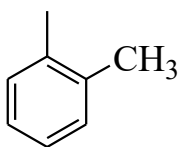
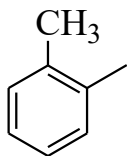


5. Які сполуки (сполука) утворюються при алкілюванні бензолсульфо-кислоти етилбромідом по реакції Фріделя-Крафтса?

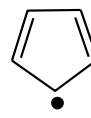
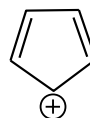
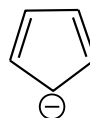
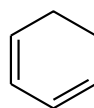
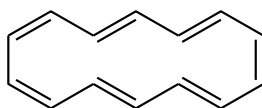
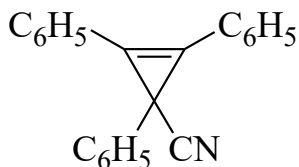


Завдання № 5

1. Який з наведених радикалів називається *м*-толілом?



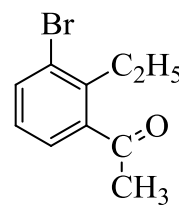
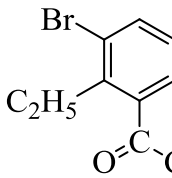
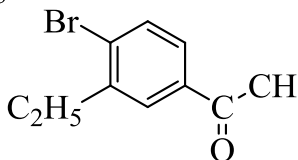
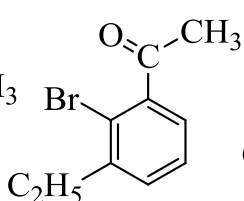
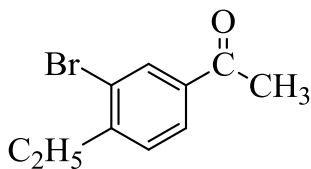
2. Які з наведених сполук проявляють ароматичні властивості?



3. 3-Пропілциклогекс-1-ен реагує з: а) Br_2 (CCl_4); б) KMnO_4 (H_2O , 80°C); в) H_2 (Pd , 30°C); г) O_3 ; д) HOH (H^+); е) HBr ; є) Br_2 (200°C); ж) Br_2 (УФ);

з) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{O}-\text{OH}$. З якими з цих реагентів реагує пропілбензол?

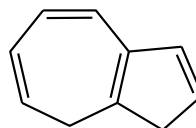
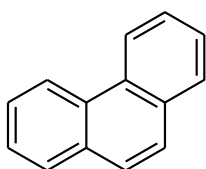
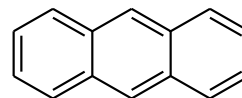
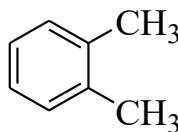
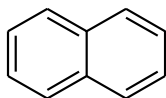
4. Які сполуки (сполука) переважно утворюються при ацилюванні 1-бром-2-етилбензолу ацетилхлоридом по Фріделю-Крафтсу?



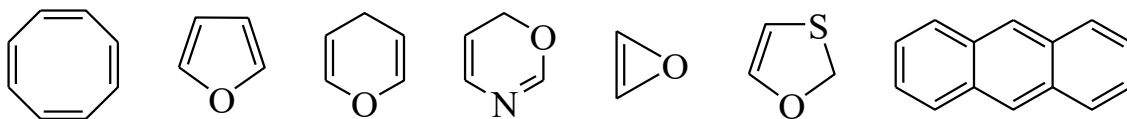
5. За допомогою яких реагентів (реагента) можна відрізнити стирол від етинілбензолу: а) Br_2 (CCl_4); б) KMnO_4 (H_2O); в) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; г) HNO_3 ; д) O_3 ; HOH , H^+ , Zn ; е) H_2SO_4 ?

Завдання № 6

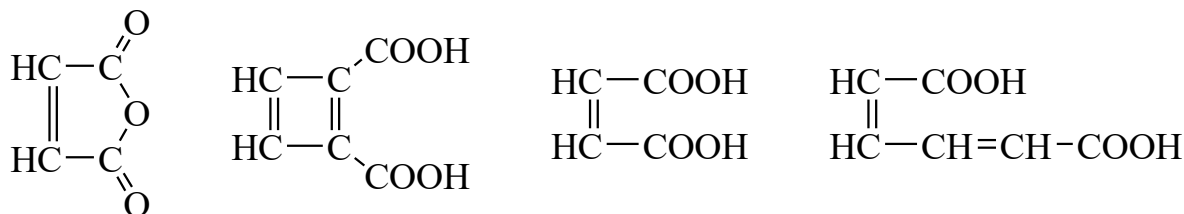
1. Яка з наведених сполук називається антраценом?



2. Які з наведених сполук проявляють ароматичні властивості?

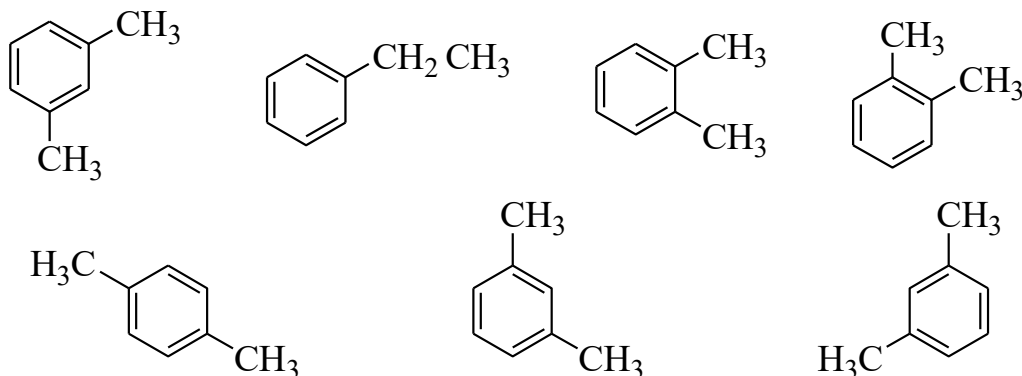


3. Який з продуктів утворюється при окисненні бензолу киснем повітря при 500 °С в присутності V_2O_5 ?



4. Який реагент (реагенти) використовуються при мононітруванні бензолу: а) HNO_3 (розв.); б) HNO_3 (конц.); в) HNO_3 (конц.) + H_3PO_4 (конц.); г) HNO_3 (конц.) + H_2SO_4 (конц.); д) KNO_3 + H_2SO_4 ?

5. Який продукт (продукти) утворюються при алкілюванні по Фріделю-Крафтсу толуолу метилбромідом?



Завдання № 7

1. До якого типу (типів) реакцій відноситься більшість реакцій бензолу та його гомологів: A_R , A_E , A_N , S_R , S_N , S_E , E ?

2. Скільки ізомерів, до складу яких обов'язково входить бензольне кільце, має сполука загальної формули C_9H_{12} : 5, 6, 7, 8, 9, 10?

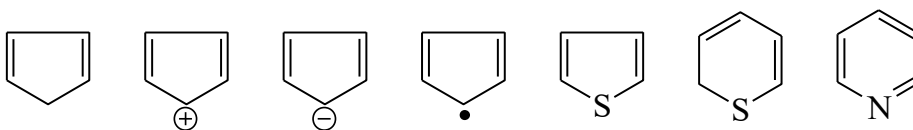
3. Який каталізатор (каталізатори) використовуються при бромуванні бензолу та його гомологів в бензольне кільце: а) H_2SO_4 (конц.); б) Ni ; в) Fe ; г) KOH ; д) Pt ; е) $AlCl_3$; є) $CuCl$; ж) $FeBr_3$?

4. Етилбензол реагує з: а) Br_2 (Fe); б) HNO_3 (конц.) + H_2SO_4 (конц.); в) Br_2 ($h\nu$, t°); г) HNO_3 (розв.), t° , тиск; д) $KMnO_4$ (KOH); е) H_2SO_4 (конц.), t° . З якими з цих реагентів реагує бензол?

5. Який замісник (замісники) в бензольному кільці будуть його активувати і орієнтувати наступні замісники в *o*- і *p*-положення кільця: $-COOH$; $-OH$; $-NHCO-CH_3$; $-CH_3$; $-Cl$; $-Br$; $-NO_2$; $-N^+(CH_3)_3$; $-NH(CH_3)$; $-CHO$?

Завдання № 8

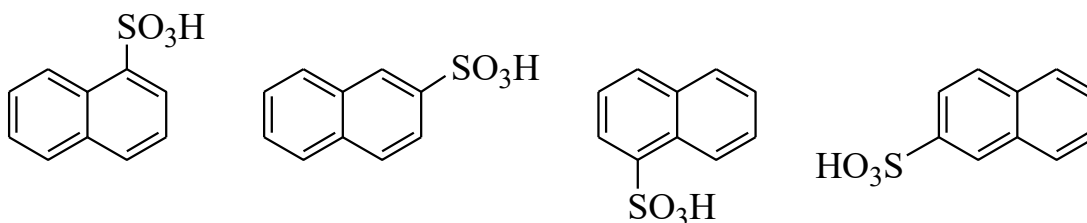
1. Які з наведених сполук є ароматичними?



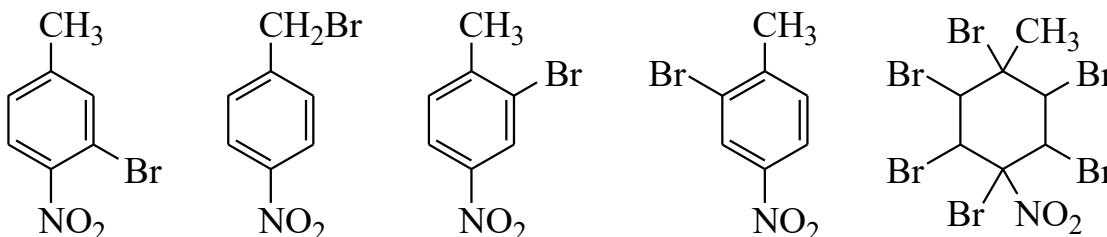
2. Які каталізатори (каталізатор) використовуються з метою отримання бензолу та його гомологів методом каталітичної дегідроциклізації алканів:
а) H_2SO_4 ; б) Pt; в) $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$; г) FeBr_3 ; д) CuCl ; е) KOH ?

3. За допомогою яких реагентів можна відрізнити циклогексан і бензол:
а) Br_2 (H_2O); б) KMnO_4 , KOH ; в) HNO_3 (конц.), H_2SO_4 (конц.); г) KOH ; д) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; е) FeBr_3 ?

4. Які продукти (продукт) утворюються при моноссульфуванні нафталіну при відносно низькій температурі (80°C)?



5. Який продукт (продукти) утворюються при монобромуванні *p*-нітротолуолу в присутності FeBr_3 ?



Завдання № 9

1. До якого типу реакцій відноситься взаємодія етилбензолу з бромом при освітленні та нагріванні: A_R , A_E , A_N , S_R , S_N , S_E , E ?

2. Скільки ізомерів, до складу яких обов'язково входить бензольне кільце, має сполука C_9H_{10} : 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10?

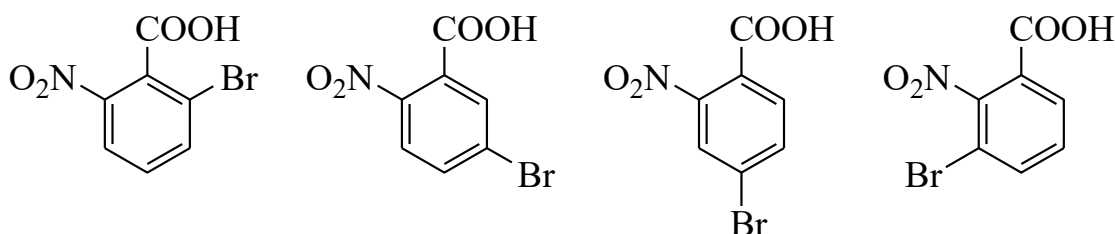
3. Який каталізатор (каталізатори) використовуються при тримеризації ацетилену та деяких його гомологів: а) H_2SO_4 ; б) Fe ; в) Ni ; г) C (акт.); д) Pt; е) AlCl_3 ; є) ZnCl_2 ; ж) $\text{Ni}(\text{CO})_2$; з) $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_2$?

4. За допомогою якого реагенту (реагентів) можна відрізнити бензол від етилбензолу: а) Br_2 (CCl_4); б) KMnO_4 (NaOH); в) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; г) HNO_3 , H_2SO_4 (конц.), t° ; д) O_3 ; HOH , H^+ , Zn ; е) Na ; є) CuSO_4 (NaOH)?

5. Який замісник (замісники) в бензольному кільці будуть пасивувати його і орієнтувати наступні замісники в *m*-положення кільця: $-\text{CN}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{NO}_2$, $-\text{COOR}$, $-\text{COONa}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{CCl}_3$?

Завдання № 10

1. Які з нижче наведених критеріїв згідно з правилом Хюккеля є критеріями ароматичності органічної сполуки: а) ациклічність чи циклічність молекули або її фрагменту; б) їх копланарність чи некопланарність; в) наявність 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 кон'югованих чи некон'югованих р-електронів?
2. Яку загальну назву мають одновалентні радикали ароматичних вуглеводнів: алкіли, алкілідени, алкеніли, феніли, аріли, фенілени, алкініли?
3. Які умови необхідні для введення брому в боковий ланцюг гомологів бензолу: Fe; AlBr₃; H₂SO₄; Ni; KOH; hv; HgCl₂; низька температура; висока температура?
4. З якими з реагентів взаємодіє бензол: а) бромна вода; б) KOH (водн.); в) C₂H₅OH (H⁺); г) Cl₂ (УФ-освітлення); д) HOH (УФ-освітлення); е) HOH (t°); є) O₃; ж) HCl; з) CH₃Br (FeBr₃); и) CH₃Br (Na); і) CH₃COCl (AlCl₃) ?
5. Які продукти (продукт) переважно утворюються при монобромуванні *o*-нітробензойної кислоти в присутності FeBr₃?



Завдання № 11

1. Які з наведених нижче структур є ароматичними?
2. Які каталізатори (каталізатор) використовуються в ацилюванні бензолу та його гомологів по Фріделю-Крафтсу: а) Pt; б) Ni; в) [Ag(NH₃)₂]OH; г) AlCl₃; д) H₂SO₄; е) KOH; є) CuCl ?
3. За допомогою якого (яких) методів отримують без домішків інших ізомерних сполук з бензолу чи бромбензолу *n*-бутилбензол: а) реакцією Вюрца-Фіттіга (бромбензол + *n*-бутилбромід + Na); б) реакцією Фріделя-Крафтса (бензол + *n*-бутилбромід в присутності AlCl₃); в) алкілюванням бензолу бут-1-еном в присутності H₃PO₄; г) отриманням пропілфенілкетону по Фріделю-Крафтсу з подальшим гідрогенолізом цього продукту по Кіжнеру-Вольфу (NH₂-NH₂, етиленгліколь, KOH, 190 °C)?
4. Циклогекса-1,3-дієн реагує з: а) Br₂ (CCl₄); б) HBr; в) HOH (H⁺); г) O₃; д) CH₂=CH-CH=O; е) KMnO₄ (OH⁻); є) Cl₂ (hv); ж) H₂ (Ni, t°); з) Br₂ (hv, t°). З якими з цих реагентів взаємодіє етилбензол?

5. Які замісники будуть пасивувати бензольне кільце і орієнтувати наступні замісники в *o*- і *n*-положення: а) $-\text{COOH}$; б) $-\text{CHO}$; в) $-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_3$; г) $-\text{SO}_3\text{H}$; д) $-\text{Cl}$; е) $-\text{ONa}$; є) $-\text{Br}$; ж) $-\text{CH}_2\text{Br}$; з) $-\text{CBr}_3$?

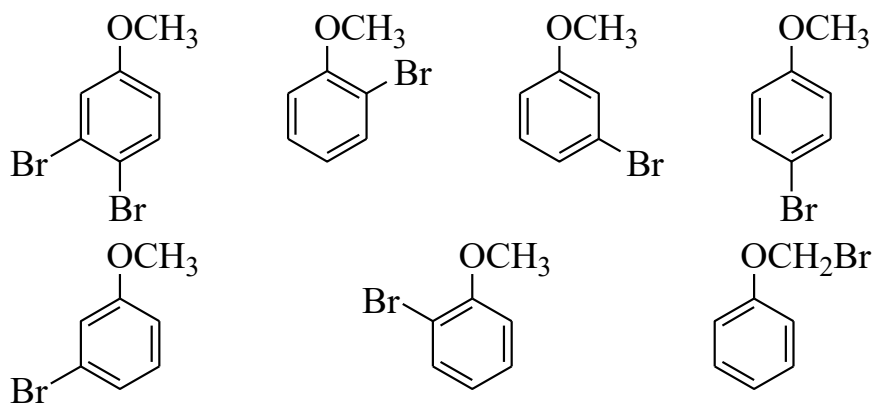
Завдання № 12

1. Які з наведених нижче властивостей бензолу (порівняно зі сполуками, що мають кратні зв'язки) пов'язані з його ароматичністю: а) інертність в реакціях приєднання; б) висока реакційна здатність в реакціях приєднання; в) інертність в реакціях заміщення; г) висока реакційна здатність в реакціях заміщення; д) низька реакційна здатність в реакціях окиснення; е) висока реакційна здатність в реакціях окиснення; є) низька реакційна здатність в реакціях відновлення; ж) висока реакційна здатність в реакціях відновлення?

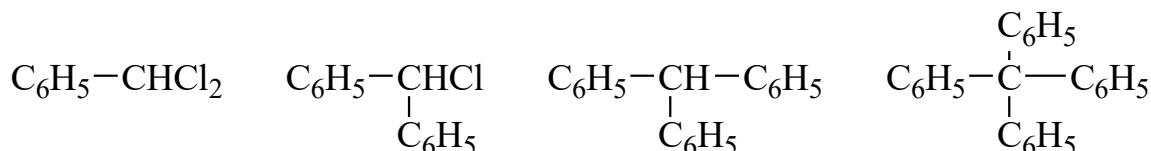
2. За яких умов бромовання етилбензолу йде в боковий ланцюг: а) Br_2 (H_2O); б) Br_2 (H_2SO_4); в) Br_2 ($h\nu$, t°); г) Br_2 (FeBr_3); д) Br_2 (AlCl_3) ?

3. Етилбензол не реагує з: а) Br_2 (CCl_4); б) KMnO_4 (H_2O); в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; г) CH_3Br (Na); д) H_2O (H^+); е) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \text{O}-\text{OH} \end{smallmatrix}$; є) KOH ; ж) HBr ; з) Na . З якими з цих реагентів взаємодіє стирол?

4. Який продукт (продукти) утворюється при взаємодії анізолу (метоксибензолу) з бромом в присутності FeBr_3 ?

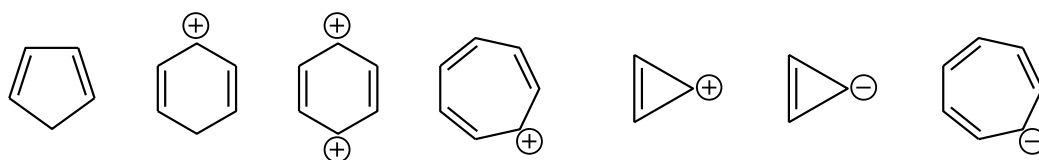


5. Які продукти (продукт) утворюється при взаємодії бензолу з хлороформом (CHCl_3) в присутності AlCl_3 (реакція Фріделя-Крафтса) при співвідношенні реагентів 4:1?

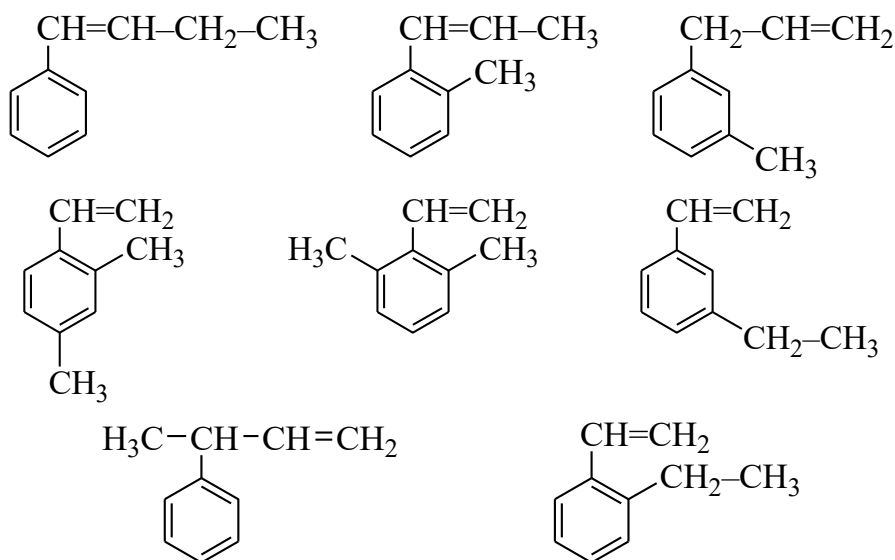


Завдання № 13

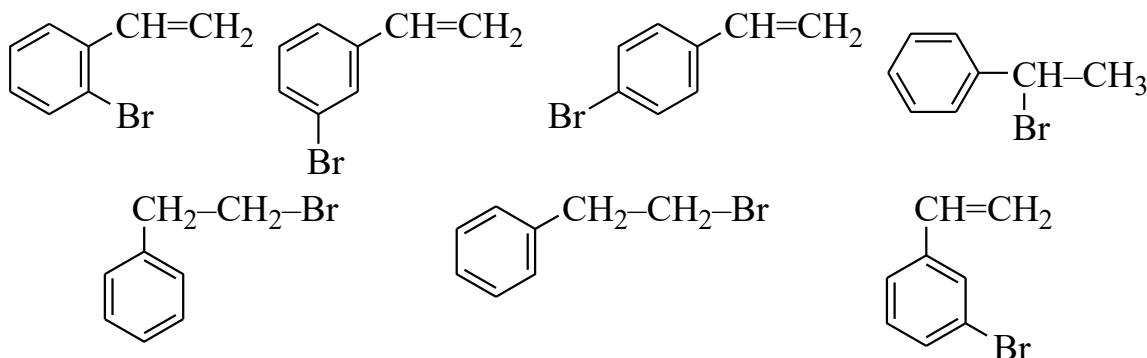
1. Які з наведених сполук є ароматичними?



2. Які (який) з ізомерних ароматичних вуглеводнів складу $C_{10}H_{12}$ існують у вигляді оптичних ізомерів?

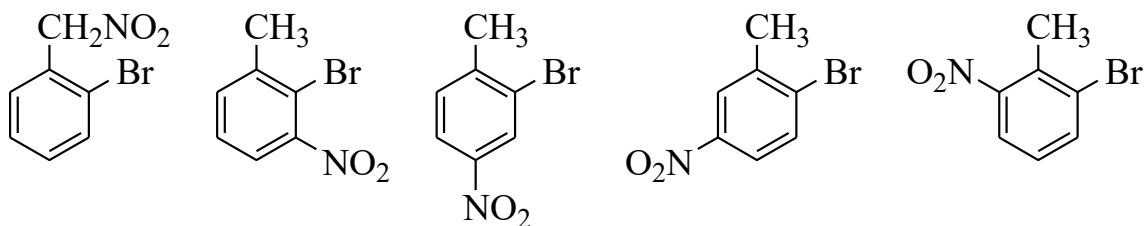


3. Які сполуки (сполука) утворюються при взаємодії HBr зі сти́ролом?



4. За допомогою яких реагентів (реагенту) можна відрізнити толуол від сти́ролу: а) $KMnO_4$, KOH ; б) $[Ag(NH_3)_2]OH$; в) $FeCl_3$; г) Br_2 (CCl_4); д) $NaOH$, $ZnCl_2$?

5. Яка сполука (сполуки) переважно утворюються при нітруванні нітруючою сумішшю *o*-бромтолуолу?



4.2. Контрольні завдання

Завдання № 1

1. Розрахувати необхідні кількості реагентів (моль, г, мл) для синтезу 5

г динітробензолу при його виході від методики (практичному виході) 70%. Згідно методики з 8,3 мл нітробензолу ($d = 1,203$), H_2SO_4 (конц.) 25 мл (% $H_2SO_4 = 98$, $d = 1,83$) і 12,5 г KNO_3 отримується 11 г динітробензолу.

2. Розрахуйте об'єми концентрованої азотної кислоти ($d = 1,40$) і води, які потрібно взяти для приготування 19% розчину азотної кислоти ($d = 1,11$), необхідної для нітрування 47 г фенолу. Згідно методики, при синтезі *o*- і *n*-нітрофенолів на 1 моль фенолу необхідно 2 моля азотної кислоти.

3. Толуол чи β -метилнафталін легше окиснюється розчином хромового ангідриду в оцтовій кислоті? Наведіть рівняння відповідної реакції.

4. Які продукти будуть утворюватись при алкілюванні бензолу по Фріделю-Крафтсу ізобутилбромідом? Який продукт при цьому утворюється переважно?

5. Толуол чи фенілтрихлорметан будуть нітруватися легше? Наведіть схеми цих реакцій та умови їх протікання. Дайте назви продуктам.

Рішення:

1. Згідно методики з 8,3 мл нітробензолу ($d = 1,203$), 25 мл H_2SO_4 (конц., $d = 1,83$) та 12,5 г KNO_3 отримують 11 г *m*-динітробензолу.

а) Перерахуємо всі реагенти в молі.

$$m = V \cdot d; \quad n = \frac{m}{M}$$

$$m(\text{нітробензолу}) = 8,3 \cdot 1,203 = 9,98 \text{ (г)}; \quad n(\text{нітробензолу}) = \frac{9,98}{123} = 0,081$$

(моль).

Концентрована сірчана кислота – це розчин H_2SO_4 з масовою долею $w = 0,98$, тобто:

$$m(H_2SO_4) = m(H_2SO_{4\text{конц.}}) \cdot w(H_2SO_4);$$

$$m(H_2SO_{4\text{ конц.}}) = 25 \cdot 1,83 = 45,75 \text{ г}$$

Звідси:

$$n(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_{4\text{конц.}}) \cdot w(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{45,75 \cdot 0,98}{98} = 0,458 \text{ (моль)}.$$

$$n(KNO_3) = \frac{m(KNO_3)}{M(KNO_3)} = \frac{12,5}{101} = 0,124 \text{ (моль)}.$$

б) Розрахуємо, скільки динітробензолу потрібно отримати при виході його 100% від методики. Масова доля виходу складає:

$$\eta = \frac{m(\text{отримано})}{m(\text{по методиці})} = 0,7 (70\%); \quad m(\text{по методиці}) = \frac{m(\text{отримано})}{\eta} = \frac{5}{0,7} = 7,14$$

(г)

в) Отже, потрібно отримати 7,14 г динітробензолу замість 11 г, які отримуються по методиці, тобто всі кількості вихідних реагентів слід зменшити в $\frac{11}{7,4} = 1,49$ разів. Для реакції слід взяти:

$$\text{нітробензолу: } \frac{8,3}{1,49} = 5,57 \text{ мл; } \frac{9,98}{1,49} = 6,70 \text{ г; } \frac{0,081}{1,49} = 0,054 \text{ моль.}$$

$$\text{сірчаної кислоти конц.: } \frac{25}{1,49} = 16,78 \text{ мл; } \frac{45,75}{1,49} = 30,70 \text{ г; } \frac{0,458}{1,49} = 0,31$$

моль.

$$\text{нітрату калію: } \frac{12,5}{1,49} = 8,39 \text{ г; } \frac{0,124}{1,49} = 0,08 \text{ моль.}$$

Загальні формули для розрахунків можна приводити один раз. Для розрахунків також можна користуватися не формулами, а відповідними пропорціями.

2. Для нітрування згідно методики береться:

$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}{M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})} = \frac{47}{94} = 0,5 \text{ (моль) фенолу.}$$

Азотної кислоти у відповідності до методики береться вдвічі більше, тобто потрібно взяти $n(\text{HNO}_3) = 1$ моль.

Знаходимо масу необхідної азотної кислоти:

$$m(\text{HNO}_3) = n(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) = 1 \cdot 63 = 63 \text{ г.}$$

По довіднику знаходимо, що HNO_3 (конц.) $d = 1,40$ відповідає 67% (масова доля $w = 0,67$) розчину її. Знаходимо масу розчину концентрованої азотної кислоти, в якому міститься 63 г HNO_3 :

$$w(\text{розчину}) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{розчину})}; \quad m(\text{розчину}) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{w(\text{розчину})} = \frac{63}{0,67} = 94 \text{ г.}$$

Обчислюємо об'єм цього розчину:

$$V(\text{розчину}) = \frac{m(\text{розчину})}{d(\text{розчину})} = \frac{94}{1,40} = 67,2 \text{ мл.}$$

Для розрахунку кількості води, необхідної для приготування розведеного розчину, виходячи з концентрованого, скористуємося правилом хреста (квадрата Пірсона):

більша
концентрація

$$\begin{array}{ccc} a & & c - b \\ & \diagdown & / \\ & c & \\ & / & \diagdown \\ b & & a - c \end{array}$$

менша
концентрація

$$\begin{array}{ccc} 67 & & 19 \text{ г HNO}_3 \text{ конц.} \\ & \diagdown & / \\ & 19 & \\ & / & \diagdown \\ 0 & & 48 \text{ г H}_2\text{O} \end{array}$$

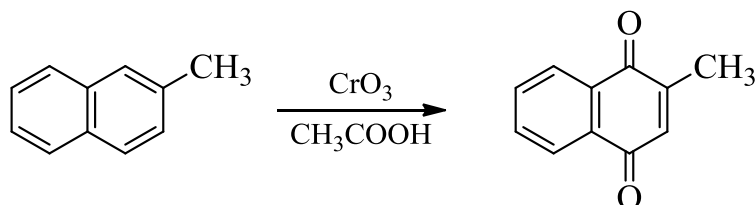
c – необхідна концентрація

Менша концентрація 0, так як концентрований розчин розводиться водою.

Отже, для одержання 19% розчину з 67% потрібно 19 г конц. азотної кислоти розвести 48 г води. Нам потрібно розвести 94 г конц. HNO_3 , тобто води слід взяти в $\frac{94}{19} = 4,95$ разів більше:

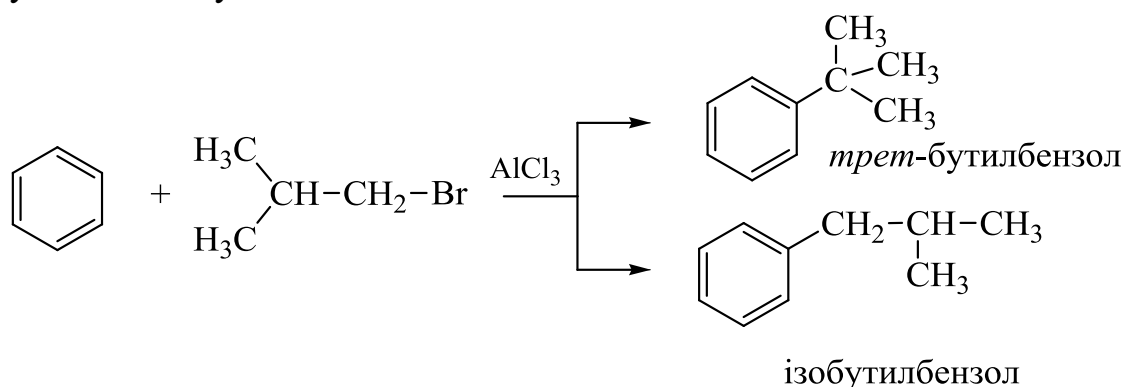
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 48 \cdot 4,95 = 237,6 \text{ г.}$$

3. При окисненні гомологів нафталіну, на відміну від гомологів бензолу, більш чутливе до дії окиснювачів нафталінове ядро:

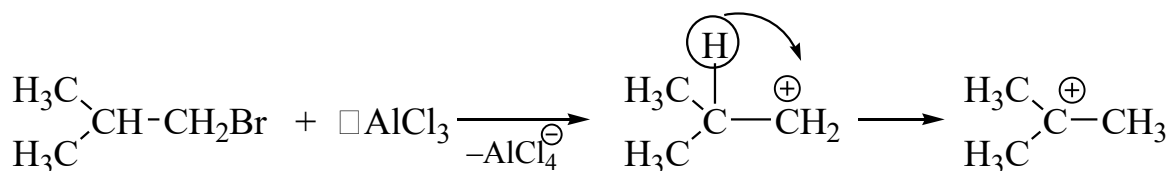


Толуол за таких умов не окиснюється.

4.

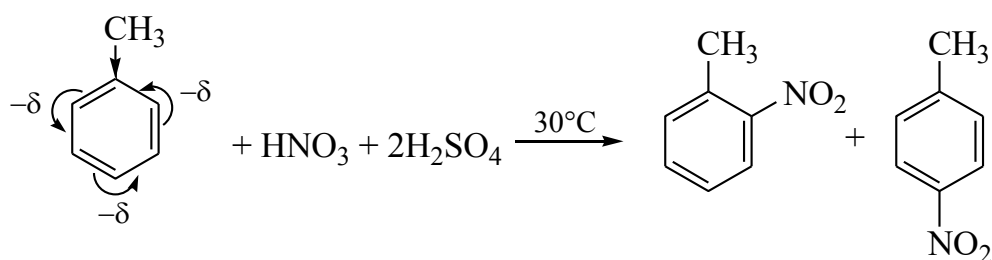


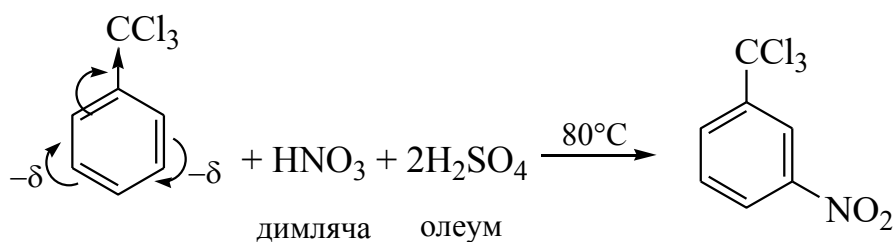
В результаті такої взаємодії в основному буде утворюватись *трет*-бутилбензол, так як на стадії утворення карбокатиону проходить перегрупування первинного в більш стабільний третинний карбокатион:



5. Толуол нітрується значно легше, ніж фенілтрихлорметан, так як CH_3 -група в толуені – електродонорна активує бензольне кільце за рахунок збільшення на ньому електронної густини і утворення більш стабільних σ -комплексів з *o*- і *p*-орієнтацією NO_2 -групи.

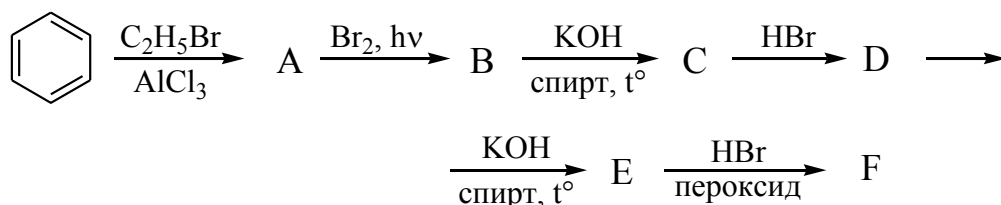
Трихлорметильна група CCl_3 – електроноакцептор, пасивує бензольне кільце, відтягуючи на себе електронну густину, σ -комплекси утворюються менш стабільні. Значить, енергія активації більша.





Завдання № 2

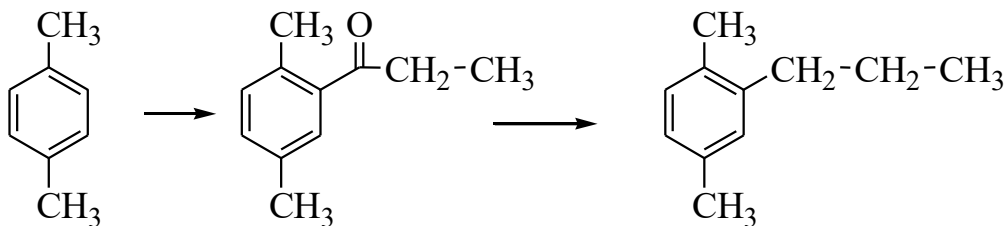
1. При взаємодії 24,9 мл нітробензолу ($d_4^{20} = 1,203$) з відповідними кількостями H_2SO_4 (конц.) та нітрату натрію (згідно методики) було отримано 29 г *m*-динітробензолу. Розрахуйте теоретичний та практичний виходи продукту, якщо відомо, що при нітруванні 0,07 моль нітробензолу отримується 11 г *m*-динітробензолу.
2. Чому *o*- та *n*-нітрофеноли отримують взаємодією фенолу з розведеною 15% азотною кислотою ($d = 1,11$), а не з концентрованою ($d = 1,40$)? Відповідь аргументуйте.
3. Наведіть формули ароматичних сполук, де згідно правила Хюккеля $n = 1$.
4. Який вуглеводень утворюється при взаємодії бензолу з *n*-пропілбромідом (еквімолярні співвідношення) в присутності $AlCl_3$? Відповідь аргументуйте.
5. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



Завдання № 3

1. Які кількості реагентів (г, мл, моль) необхідно взяти для отримання 12 г *o*-нітрофенолу, якщо вихід його складає 40% від теоретичного? Скільки при цьому повинно отриматись *n*-нітрофенолу, якщо теоретичний вихід його складає 25%? По методиці з 28,2 г (0,3 моль) фенолу та 185 мл (0,6 моль) азотної кислоти ($d = 1,11$) отримують 9 г *o*-нітрофенолу та 3,5 г *n*-нітрофенолу.
2. Легше чи трудніше нітрується динітробензол порівняно з нітробензолом? Відповідь аргументуйте. Наведіть схему на умови реакції нітрування *m*-динітробензолу.
3. Наведіть формули ароматичних сполук, де $n \neq 1$ в правилі Хюккеля.
4. Які продукти утворюються при взаємодії етилбензолу з бромом:
а) при нагріванні в присутності Fe; б) при високій температурі та освітленні?
5. Дією яких реагентів і за яких умов можна здійснити такі перетво-

рення:



Дайте назви отриманим продуктам.

Завдання № 4

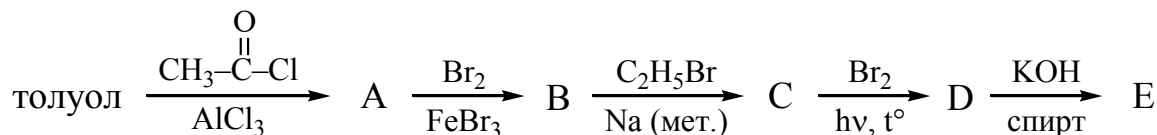
1. Розрахувати необхідні кількості реагентів (моль, г, мл) для синтезу 5 г динітробензолу при його виході від методики (практичному виході) 70%. Згідно методики з 8,3 мл нітробензолу ($d = 1,203$), H_2SO_4 (конц.) 25 мл (% $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$, $d = 1,83$) і 12,5 г KNO_3 отримується 11 г динітробензолу.

2. В які положення бензольного кільця входять нітрогрупи при його динітруванні? Відповідь обґрунтувати.

3. Використовуючи тільки неорганічні сполуки, отримайте етилбензол. Наведіть схеми відповідних реакцій.

4. Напишіть структурні формули ізомерних ароматичних вуглеводнів складу C_8H_{10} . Дайте їм назви за номенклатурою IUPAC та, де можливо тривіальні назви.

5. Здійсніть схему перетворень, дайте назви отриманим продуктам:



Завдання № 5

1. Наведіть схеми реакцій взаємодії фенолу з азотною кислотою густиною $1,1 \text{ г/см}^3$ при температурі $< 20^\circ\text{C}$. Чому беруться м'які умови нітрування? Відповідь обґрунтуйте.

2. Розрахуйте кількості реагентів (моль, г, мл), необхідних для мононітрування 10 г фенолу. По методиці необхідно 28,2 г (0,3 моль) фенолу, 185 мл (0,6 моль) азотної кислоти ($d = 1,11$).

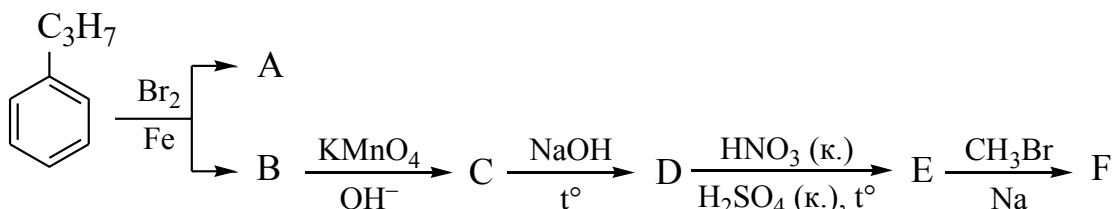
3. Напишіть структурні формули ізомерних ароматичних сполук складу $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ з третинним атомом вуглецю в боковому ланцюзі, дайте їм назви за номенклатурою IUPAC.

4. Який вуглеводень утворюється при алкілюванні бензолу пропіленом? Наведіть рівняння реакції та умови її протікання. Наведіть схему отримання етилбензолу цим методом.

5. Наведіть рівняння реакцій, за допомогою яких з метану можна отримати *o*-ксилол. Укажіть умови їх проведення.

Завдання № 6

1. Чому для нітрування нітробензолу до *м*-динітробензолу використовують нітрат натрію і концентровану сірчану кислоту, а для одержання *о*- і *п*-нітрофенолів використовують 15% азотну кислоту ($d = 1,11$)? Наведіть рівняння реакцій. Відповідь обґрунтуйте.
2. Розрахуйте масу та об'єм концентрованої (61%) азотної кислоти ($d = 1,40$), необхідної для приготування 150 мл 15% азотної кислоти ($d = 1,11$), яка використовується при синтезі *о*- і *п*-нітрофенолів.
3. Наведіть структурні формули ізомерних ароматичних сполук складу C_9H_{10} . Дайте їх назви за номенклатурою IUPAC.
4. В двох пробірках знаходяться бензол і толуол. Як за допомогою хімічних реакцій можна їх визначити? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
5. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



Завдання № 7

1. Чому синтез *о*- і *п*-нітрофенолів ведуть при температурах нижче 20 °С? Які процеси можуть іти при більш високих температурах, чому? Наведіть рівняння відповідних реакцій.
2. Розрахуйте кількість (г і моль) HNO_3 в 150 мл 15%-ної азотної кислоти ($d = 1,11$), необхідної для проведення синтезу *о*- і *п*-нітрофенолів.
3. Напишіть формулу *о*-метилстиролу. Наведіть структурні формули його ізомерів, дайте їм назви за номенклатурою IUPAC.
4. В двох пробірках знаходяться етилбензол і стирол. Як за допомогою хімічних реакцій їх визначити?
5. Використовуючи тільки неорганічні сполуки, отримайте кумол. Наведіть схеми та умови протікання відповідних реакцій, дайте назви отриманим продуктам.

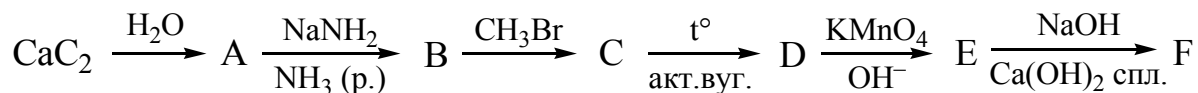
Завдання № 8

1. Чому синтез *м*-динітробензолу із нітробензолу ведуть при значно вищих температурах (130 °С), ніж синтез *о*- і *п*-нітрофенолів із фенолу (20 °С)? Відповідь обґрунтуйте. Наведіть рівняння реакцій.
2. Розрахуйте об'єми концентрованої (61%) азотної кислоти ($d = 1,40$) і води, які потрібно взяти для приготування 19% розчину азотної кислоти ($d = 1,11$), необхідної для нітрування 47 г фенолу. Згідно методики, при синтезі *о*- і *п*-нітрофенолів на 1 моль фенолу необхідно 2 моля азотної кислоти.

3. Які ароматичні вуглеводні утворюються при каталітичній дегідроциклізації таких ациклічних вуглеводнів: гептану, октану, 2-метилгексану, 4-метилгептану? Який каталізатор використовується при цьому?

4. Виходячи з бензолу, отримайте *m*-бромнітробензол. Наведіть схеми відповідних реакцій та умови їх протікання.

5. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



Завдання № 9

1. Чому для виділення *o*-нітрофенолу з реакційної маси, отриманої при синтезі *o*- і *n*-нітрофенолів, застосовують метод перегонки з водяною парою? Відповідь обґрунтуйте.

2. Яку масу динітробензолу можна отримати з 23 мл нітробензолу ($d = 1,203$) при його нітруванні, якщо вихід продукту складає 65% від теорії?

3. В якому порядку необхідно вводити замісники в ароматичне кільце для отримання з бензолу 2,4-динітротолуолу? Наведіть схеми та умови проведення цих реакцій, назвіть проміжні продукти.

4. В пробірках містяться циклогексан, циклогексен, бензол, толуол. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких їх можна визначити.

5. Наведіть схему реакцій та умови їх протікання, на основі яких з неорганічних продуктів можна отримати 3-етилбензолсульфоїкислоту. Дайте назви отриманим продуктам.

Завдання № 10

1. З якою метою після відокремлення *o*-нітрофенолу з реакційної маси, отриманої в ході синтезу *o*- і *n*-нітрофенолів, залишок кип'яють з 10% розчином гідроксиду натрію та активованим вугіллям. Відповідь аргументуйте.

2. Яка кількість реагентів (моль, г, мл) необхідна для отримання 10 г *n*-нітрофенолу, якщо його теоретичний вихід складає 20%? По методиці для синтезу реагенти беруть у співвідношенні 28,2 г (0,3 моль) фенолу, 185 мл (0,6 моль) азотної кислоти ($d = 1,11$).

3. Якими (яким) з методів в лабораторії найпростіше отримати бензол? Наведіть рівняння реакцій (реакції).

4. Наведіть рівняння реакцій (не менше п'яти) та умови їх проведення, які показують, що бензол та його гомологи порівняно легко вступають в реакції S_E .

5. Отримайте з бензолу шляхом послідовних перетворень 3-бромо-5-метилбензолсульфоїкислоту. Наведіть схеми та умови проведення відповідних реакцій, дайте назви отриманим продуктам.

Завдання № 11

1. Нітрування нітробензолу проводять при температурі $\leq 130\text{ }^{\circ}\text{C}$. Які процеси будуть іти при більш високих температурах? Наведіть рівняння відповідних реакцій (реакції).
2. Скільки грамів гідроксиду натрію необхідно взяти для приготування 170 мл 10% розчину NaOH ($d = 1,11$), необхідного при виділенні *n*-нітрофенолу?
3. Тoluол чи α -метилнафталін легше окиснюється розчином хромового ангідриду в оцтовій кислоті? Наведіть рівняння відповідної реакції.
4. Наведіть рівняння та умови протікання реакцій (не менше трьох) гомологів бензолу з участю бокового ланцюга. По якому механізму проходять ці реакції?
5. Дією яких реагентів і за яких умов можна здійснити такі перетворення:
$$\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Br} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{MgBr} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—CH=CH}_2 ?$$
Дайте назви отриманим продуктам.

Завдання № 12

1. З якою метою реакційну масу, отриману після виділення *o*-нітрофенолу та кип'ятіння залишку з активованим вугіллям і розчином NaOH, обробляють при нагріванні розчином 10% соляної кислоти? Відповідь аргументуйте.
2. Розрахуйте об'єм *m*-динітробензолу ($d = 1,575$), який можна отримати з 25 мл нітробензолу ($d = 1,203$) при виході його 80% від теорії.
3. Сполука C_9H_{10} знебарвлює бромну воду та водний розчин перманганату калію без нагрівання. При нагріванні з водним розчином перманганату калію утворює терефталеву (1,4-бензолдикарбонову) кислоту. Наведіть схеми відповідних реакцій та на їх основі встановіть структуру вихідної речовини.
4. Які продукти будуть утворюватись при алкілюванні бензолу по Фріделю-Крафтсу ізобутилбромідом? Який продукт при цьому утворюється переважно?
5. Який продукт (продукти) утворюється при нітруванні нітруючою сумішшю 1-бром-4-метилбензолу? Що таке нітруюча суміш? Дайте назву отриманим продуктам (продукту).

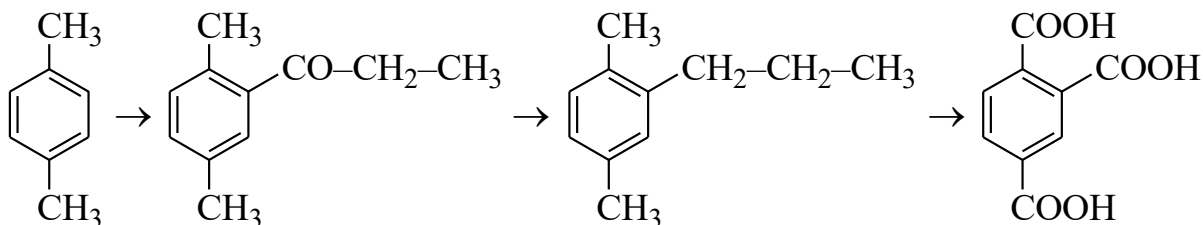
Завдання № 13

1. Чому при синтезі *m*-динітробензолу з нітробензолу нітрування ведуть нітратом натрію і концентрованою сірчаною кислотою при температурі $130\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при синтезі нітробензолу з бензолу – нітруючою сумішшю при температурі менше $50\text{ }^{\circ}\text{C}$? Відповідь аргументуйте.

2. Розрахуйте об'єм концентрованої (36%) соляної кислоти ($d = 1,18$), необхідної для приготування 200 мл 2% ($d = 1,01$) соляної кислоти, необхідної для перекристалізації *n*-нітрофенолу.

3. Бензол чи ксилол окиснюється легше, чому? Наведіть схеми та умови протікання реакцій окиснення цих речовин.

4. Дією яких реагентів і за яких умов можна здійснити перетворення:



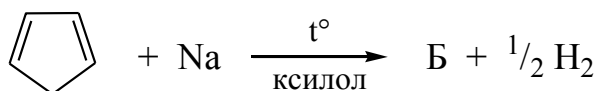
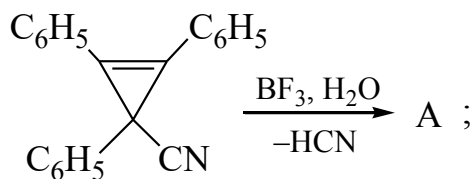
5. Толуол чи фенілтрихлорметан будуть нітруватися нітруючою сумішшю легше? Наведіть схеми цих реакцій та умови їх протікання. Дайте назви продуктам.

4.3. Практичні завдання

Завдання № 1

1. Дайте порівняльну характеристику взаємодії бензолу і пропілбензолу з такими реагентами: а) Br_2 (Fe); б) HNO_3 , H_2SO_4 (конц., 60°C); в) Br_2 ($h\nu$, t°); г) KMnO_4 (H_2O , KOH); д) 1. O_3 , 2. H_2O (Zn, H^+); е) CH_3Br (AlCl_3 , 30°C); є) CH_3COCl (AlCl_3); ж) H_2SO_4 , SO_3 (60°C); з) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ (AlCl_3 , H^+); і) H_2 , Ni чи Pt; к) O_2 , V_2O_5 ($400\text{--}500^\circ\text{C}$). Для однієї з реакцій пропілбензолу наведіть механізм.

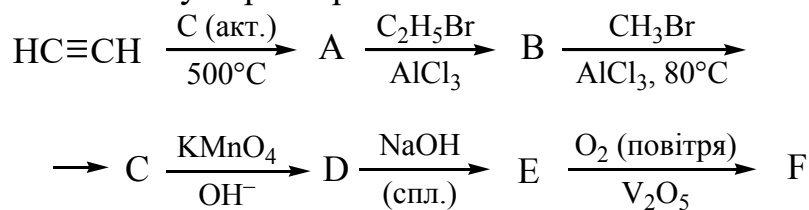
2. Сполуки А і Б утворюються по реакціям:



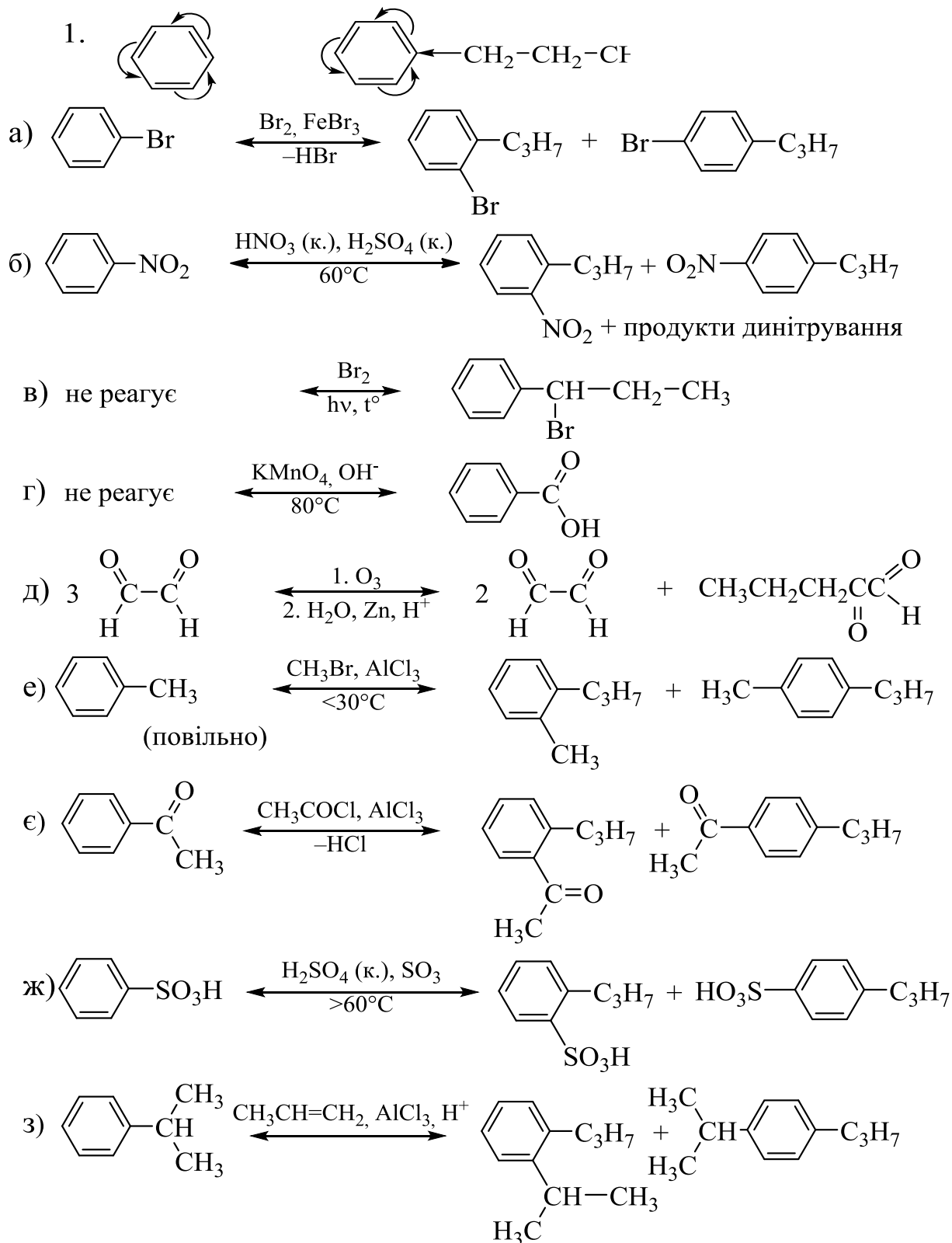
Ці сполуки мають будову солей та проявляють ароматичні властивості. Наведіть формули отриманих сполук та поясніть, чому вони виявляють ароматичні властивості.

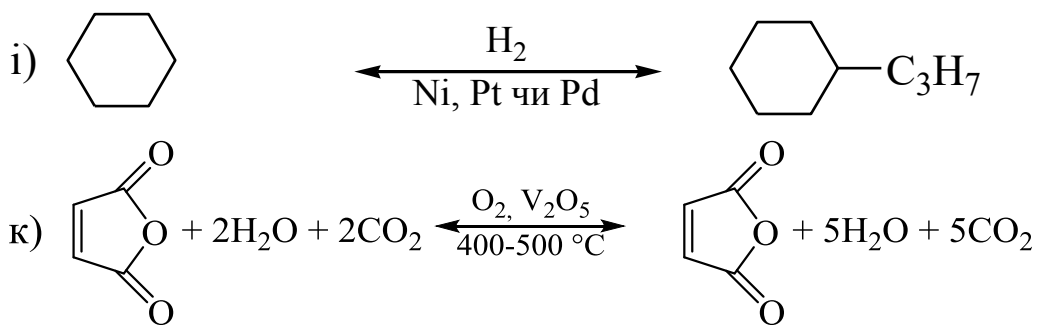
3. Із наведених нижче замісників виберіть: а) сильно активуючі *o*- і *n*-орієнтанти; б) дезактивуючі *o*- і *n*-орієнтанти: $-\text{Br}$; $-\text{NH}_2$; $-\text{N}^+\text{R}_3$; $-\text{SO}_3\text{H}$; $-\text{ONa}$; $-\text{OCH}_3$; $-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_3$; $-\text{CO}-\text{CH}_3$; $-\text{CH}_2\text{Cl}$; $-\text{OH}$; $-\text{CH}=\text{CH}-\text{NO}_2$; $-\text{C}_2\text{H}_5$; $-\text{CCl}_3$. На прикладі одного із замісників кожної групи проілюструйте їх вплив на бензольне кільце та на орієнтацію наступних замісників.

4. Здійснить схему перетворень:



Рішення:

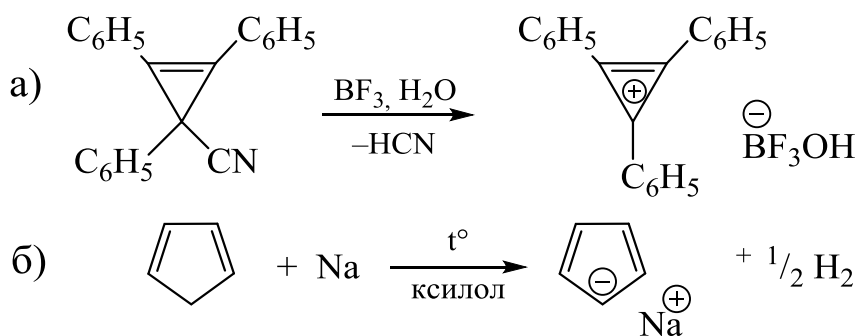




Бензол і його гомологи легко вступають в реакції електрофільного заміщення (S_E). В обох випадках є π -електронна система бензольного кільця, яку легко атакує електрофільна частинка (реакції а-ж). При цьому реакції проходять для пропілбензолу в більш м'яких умовах, ніж для бензолу, тому що пропіл - електронодонор і активує бензольне кільце. Подібно проходять реакції гідрогенізації (і), озонування (д) і окиснення в жорстких умовах (к), внаслідок того, що в усіх цих випадках бере участь стабільне бензольне кільце.

Реакції взаємодії пропілбензолу при освітленні та нагріванні (умови радикальних реакцій) проходять по механізму S_R із заміщенням в α -положення відносно бензольного кільця, тому що при цьому на стадії росту ланцюга утворюється найстабільніший радикал. Ці реакції аналогічні реакціям S_R у вуглеводнів. Так проходить галогенування (в). Окиснювання бокового ланцюга ароматичних вуглеводнів незалежно від його довжини такими окиснювачами, як перманганат калію в лужному середовищі, $K_2Cr_2O_7$ в кислому середовищі призводить до карбоксильної групи $-COOH$.

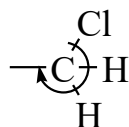
2.



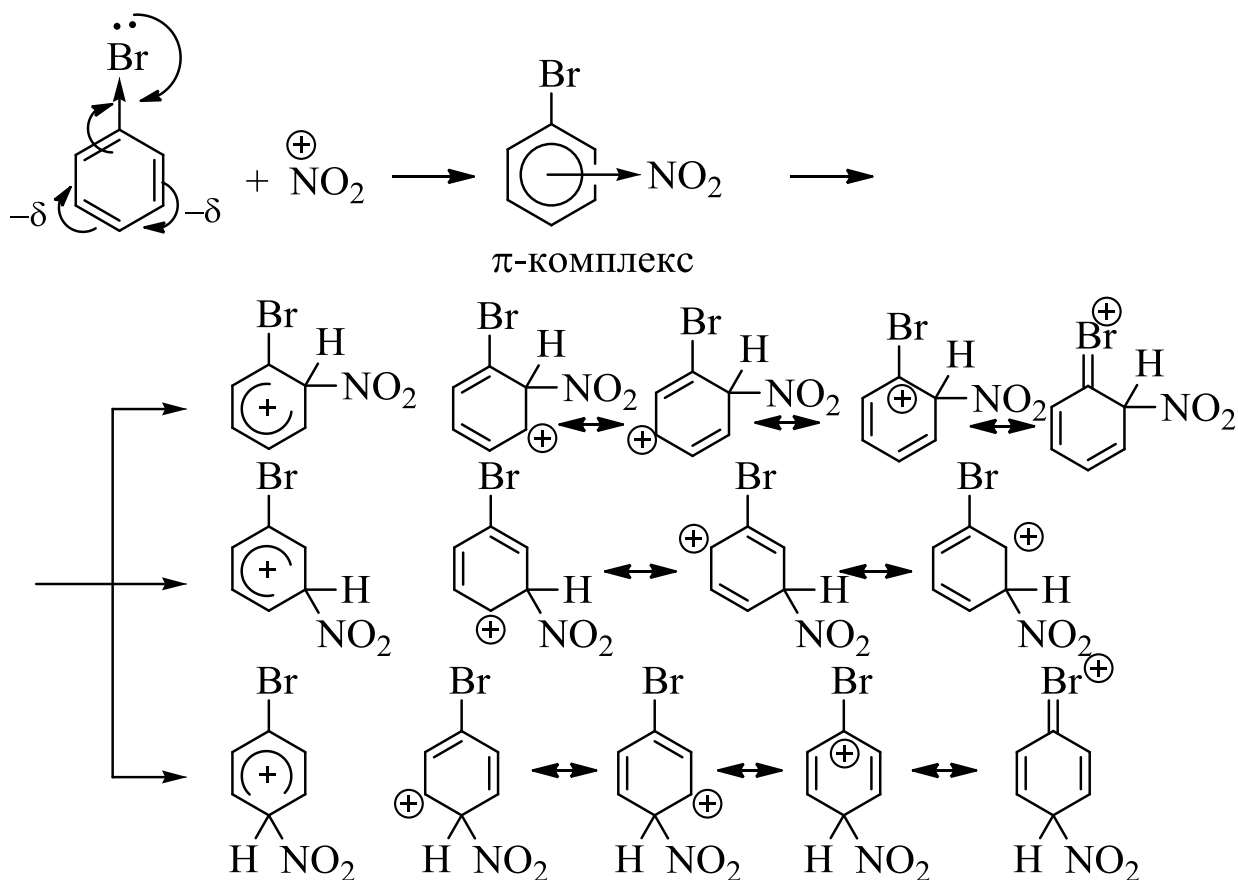
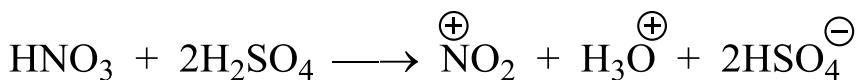
Сполуки А і Б проявляють ароматичні властивості тому, що вони, аналогічно бензолу, відповідають правилу Хюккеля. Їх молекули циклічні, копланарні і мають $4n+2$ кон'югованих π -(р)-електронів. В сполуці А два електрони ($n=0$), в сполуці Б шість електронів ($n=1$).

3. а) Сильно активуючі замісники – замісники, в яких $+M \gg -I$: $-NH_2$, $-O^- Na^+$, $-OH$. Вони активують бензольне кільце, орієнтують наступні замісники в *о*- і *п*-положення, проходять S_E реакції без присутності каталізатора, заміщення одночасно проходить в положення 2, 4, 6 кільця. Наприклад, фенол бромується бромною водою, при цьому одразу утворюється 2,4,6-трибромфенол.

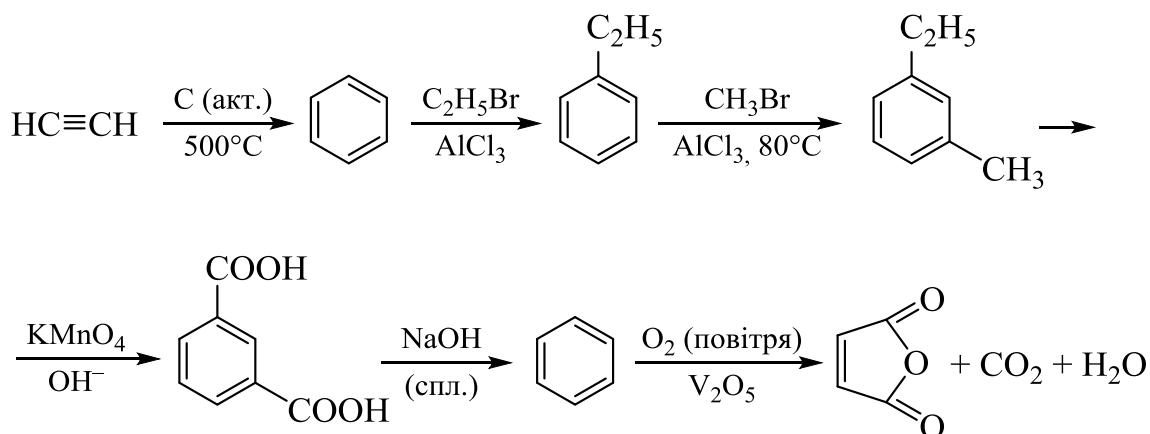
б) дезактивує *o* і *n*-орієнтанти: електроноакцепторні замісники, в яких за рахунок їх +М ефекту утворюється більш стабільний σ -комплекс при *o* і *n*-заміщеннях (ніж при *m*-заміщенні), тобто менша енергія активації при *o*- і *n*-заміщеннях. Це й зумовлює заміщення в цих положеннях. Такими замісниками є галогени: $-\text{Br}$, $-\text{CH}_2\text{Cl}$. Замісник $-\text{CH}_2\text{Cl}$ має $-I$ ефект, але σ -комплекс при заміщенні стабілізується гіперкон'югаційним ефектом:



За рахунок $-I > +M$ (тому на кільці розписаний вплив тільки $-I$ ефекту) бром зменшує електронну густину на кільці, а значить, дезактивує його. σ -Комплекси при *o*- і *n*-орієнтації (розписані тільки граничні структури для *n*-орієнтації, для *o*- вони аналогічні) більш стійкі, тому що в них заряд $+$ більш делокалізований за рахунок +М-ефекту Br (чотири резонансні структури), ніж при *m*-орієнтації (три резонансні структури), +М-ефект бром не бере участі в делокалізації. А характер заміщення зумовлюється енергією активації, тому заміщення переважно проходить в *o*- і *n*-положення.

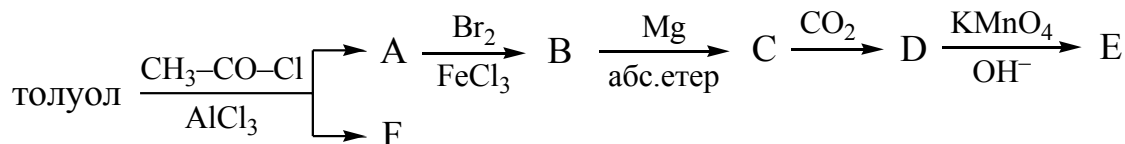


4.



Завдання № 2

1. Наведіть структурні формули ізомерних ароматичних вуглеводнів складу $\text{C}_{11}\text{H}_{14}$, які існують у вигляді оптичних ізомерів. Дайте їм назви.
2. Дайте порівняльну характеристику властивостей бензолу та циклогексену. Поясніть, чому ці сполуки мають як подібні, так і відмінні хімічні властивості. Наведіть схеми відповідних реакцій.
3. *трет*-Пентилбензол в основному утворюється в результаті реакції бензолу в присутності BF_3 з кожним з таких спиртів: а) 2-метилбутан-1-олом; б) 3-метилбутан-2-олом; в) неопентиловим спиртом. Опираючись на механізм реакції, поясніть цей факт.
4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:

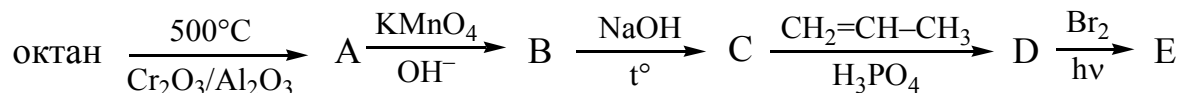


Завдання № 3

1. Наведіть структурні формули (формулу) *Z,E*-ізомерів ароматичних вуглеводнів складу C_9H_{10} . Дайте їм (йому) назви.
2. Дайте порівняльну характеристику властивостей бензолу та пропілбензолу. Поясніть, чому ці сполуки мають як подібні, так і відмінні хімічні властивості. Наведіть схеми відповідних реакцій.
3. Поясніть, чому толуол при алкілюванні метилхлоридом в присутності AlCl_3 при низьких температурах (0°C) дає переважно суміш *o*- і *n*-ксилолів, а при високих температурах (80°C) – *m*-ксилол. Суміш *o*- і *n*-ксилолів, яка утворилася при 0°C , при обробці AlCl_3 та HCl при 80°C легко перетворюється в *m*-ксилол. Наведіть механізм цієї реакції.
4. На основі бензолу та будь-яких інших реагентів запропонуйте економічний шлях синтезу антрацену. Дайте назви отриманим продуктам.

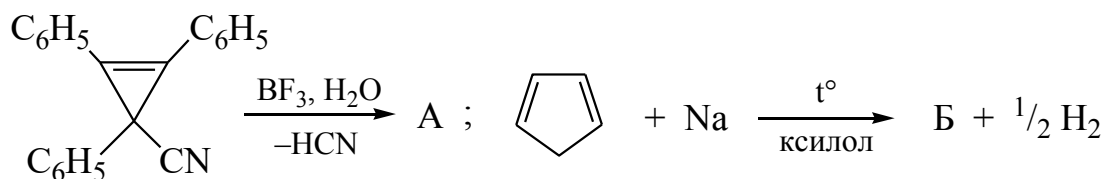
Завдання № 4

1. Наведіть структурні формули (формулу) ароматичних вуглеводнів складу $C_{10}H_{14}$ з третинним атомом вуглецю. Дайте їм (йому) назви.
2. Що означають терміни: ароматичні, антиароматичні, неароматичні сполуки? Проілюструйте відповідь прикладами таких сполук.
3. Наведіть реакції мононітрування етилбензолу та бензолсульфокислоти нітруючою сумішшю. Яка з цих сполук нітрується легше, чому? Для однієї з реакцій наведіть механізм.
4. Здійсніть схему перетворень, дайте назви отриманим продуктам:



Завдання № 5

1. Наведіть структурні формули ізомерів (ізомеру) ароматичної сполуки складу C_9H_8 , які взаємодіють з аміачним розчином гідроксиду срібла. Дайте їм назви.
2. Сполуки А і Б утворюються по реакціям:



Ці сполуки мають будову солей та проявляють ароматичні властивості. Наведіть формули отриманих сполук та поясніть, чому вони виявляють ароматичні властивості.

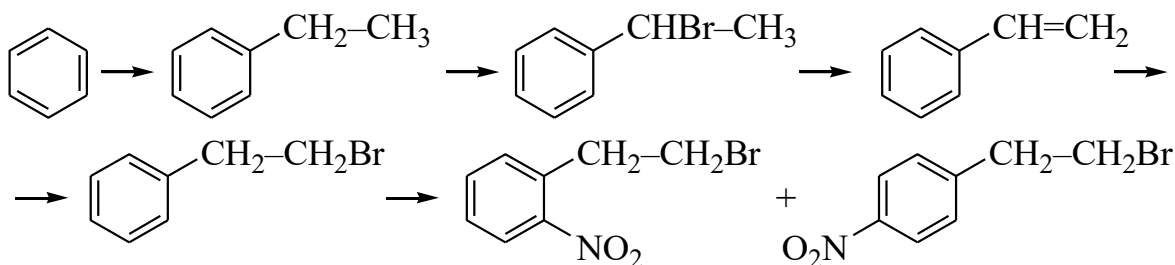
3. Дайте порівняльну характеристику взаємодії циклогексену і бензолу з такими реагентами: а) Br_2 (CCl_4); б) KMnO_4 (H_2O , 0°C); в) H_2 (Pd , 30°C); г) Br_2 (FeBr_3); д) O_3 (H_2O , H^+ , Zn); е) H_2SO_4 (конц., 30°C); є) KMnO_4 (H^+ , 60°C); ж) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}-\text{O}-\text{OH}$ (CH_2Cl_2 , 25°C); з) H_2O (H^+); и) HBr ; і) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ (AlCl_3 , 0°C). Поясніть, чому циклогексен та бензол мають властивості подібні і такі, що відрізняються.
4. Наведіть схеми мононітрування: а) етилбензолу; б) бензолсульфокислоти; в) бромбензолу. Дайте назви отриманим продуктам. Яка зі сполук легше нітрується? Для в) наведіть механізм реакції.

Завдання № 6

1. Найдіть помилки в назвах таких сполук: *o*-бромметилбензол; 1,3,4-тринітробензол; 1,3-хлорбензол. Напишіть структурні формули цих сполук та наведіть їх вірні назви.
2. Що означають терміни: ароматичні, антиароматичні, неароматичні сполуки. Проілюструйте відповідь прикладами таких сполук.

3. На основі бензолу та будь-яких інших реагентів запропонуйте синтез 4-бromo-2-нітrotолуолу. Порядок введення замісників аргументуйте. Наведіть механізм реакції синтезу продукту, отриманого на другій стадії.

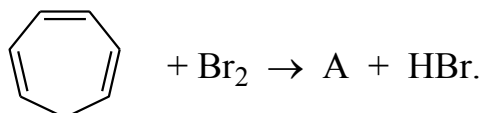
4. Наведіть реагенти та умови, при яких проводять такі перетворення:



Завдання № 7

1. Найдіть помилки в назвах таких сполук: *m*-метилнітробензол; 1-хлоро-3-амінобензол; 1,3,6-тринітробензол. Напишіть структурні формули цих сполук та наведіть їх вірні назви.

2. Сполука А, яку отримують по наведеному нижче рівнянню реакції, має будову солі та проявляє ароматичні властивості. Наведіть будову цієї сполуки та поясніть, виходячи з цього, її ароматичність.



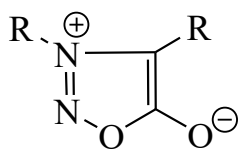
3. Дайте порівняльну характеристику взаємодії бензолу і пропілбензолу з такими реагентами: а) Br₂ (Fe); б) HNO₃, H₂SO₄ (конц., 30 °C); в) Br₂ (hν, t°); г) KMnO₄ (H₂O, KOH); д) 1. O₃, 2. H₂O (Zn, H⁺); е) C₂H₅Br (AlCl₃, 0 °C); є) CH₃COCl (AlCl₃); ж) H₂SO₄, SO₃ (35 °C); з) C₂H₅Br (AlCl₃, 80 °C); и) CH₃OH (H₃PO₄); і) CH₃-CH=CH₂ (H⁺, AlCl₃). Для однієї з реакцій пропілбензолу наведіть механізм.

4. Порівняйте відношення до окиснення бензолу, пропілбензолу, нафталіну, антрацену. Наведіть схеми та умови протікання цих реакцій.

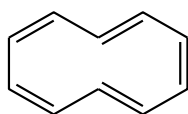
Завдання № 8

1. Наведіть структурні формули ізомерів (ізомеру) ароматичної сполуки загальної формули C₁₁H₁₆, які при окисненні перманганатом калію в лужному середовищі утворюють фталеву (бензол-1,2-дикарбонову) кислоту.

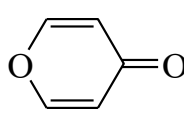
2. Для яких з наведених сполук можна очікувати ароматичних властивостей. Відповідь аргументуйте:



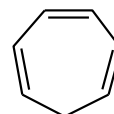
мезоіонна
сполука



[10]-анулен



γ-пірон



3. Із наведених нижче замісників виберіть: а) сильно активуючі *o*- і *p*-орієтанти; б) дезактивуючі *o*- і *p*-орієтанти: $-\text{Br}$; $-\text{NH}_2$; $-\text{N}^{\oplus}\text{R}_3$; $-\text{SO}_3\text{H}$; $-\text{ONa}$; $-\text{OCH}_3$; $-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_3$; $-\text{CO}-\text{CH}_3$; $-\text{CH}_2\text{Cl}$; $-\text{OH}$; $-\text{CH}=\text{CH}-\text{NO}_2$; $-\text{C}_2\text{H}_5$; $-\text{CCl}_3$. На прикладі одного із замісників кожної групи проілюструйте їх вплив на бензольне кільце та на орієнтацію наступних замісників.

4. Наведіть схеми на умови отримання етилбензолу (не менше 4 методів).

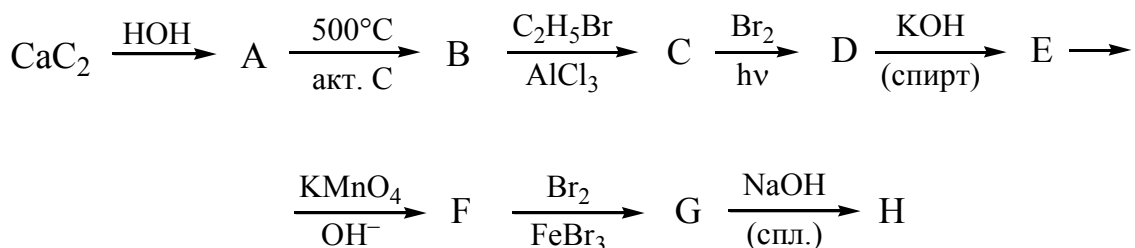
Завдання № 9

1. Наведіть структурні формули Z,E-ізомерів (ізомеру) ароматичної сполуки загальної формули $\text{C}_{10}\text{H}_{12}$, які при окисненні KMnO_4 в лужному середовищі утворюють фталеву (бензол-1,2-дикарбонову) кислоту. Дайте їм назви.

2. Дайте порівняльну характеристику взаємодії етилбензолу та стиролу з такими реагентами: а) Br_2 (Fe); б) HNO_3 (конц.), H_2SO_4 (конц.); в) KMnO_4 (H_2O , OH^-); г) Br_2 (CCl_4); д) 1. O_3 , 2. H_2O (Zn, H^+); е) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ (AlCl_3 , 80°C); є) CH_3COCl (AlCl_3); ж) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{O}-\text{OH}$ (CH_2Cl_2 , 25°C); з) H_2O , H^+ ; и) HBr ; і) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ (AlCl_3 , H^+). Поясніть, чому ці сполуки мають як подібні, так і відмінні властивості. Для однієї з реакцій, яка проходить по S_E механізму, наведіть механізм та поясніть вплив першого замісника в бензольному кільці на орієнтацію наступного.

3. Наведіть приклади небензоїдних ароматичних сполук (не мають бензольного кільця). На основі правила Хюккеля поясніть причину їх ароматичності.

4. Здійсніть схему перетворень:



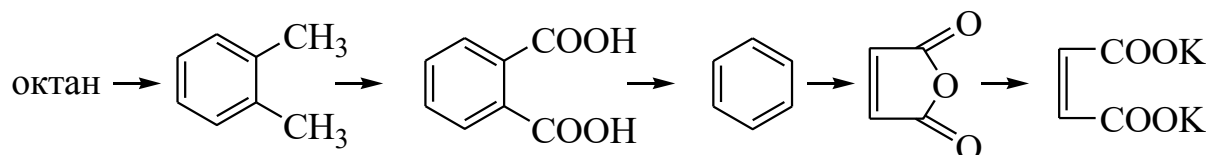
Завдання № 10

1. Наведіть структурні формули ізомерів ароматичної сполуки загальної формули $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$. Дайте їм назви.

2. Реакція бромовання фенолу використовується в фарманалізі для виявлення фенолу. Порівняйте умови проведення бромовання бензолу та фенолу. Наведіть схеми цих реакцій та поясніть причину проведення їх в різних умовах.

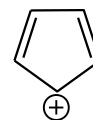
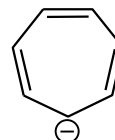
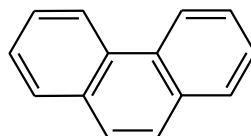
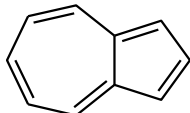
3. На основі бензолу та будь-яких інших реагентів отримайте 4-хлорбензойну кислоту. Наведіть схему та умови протікання. Для другої стадії наведіть механізм. Аргументуйте порядок введення замісників в бензольне кільце.

4. Наведіть умови, за яких проводять такі перетворення:



Завдання № 11

1. Для яких з наведених сполук можна очікувати ароматичні властивості, чому?



2. Із наведених нижче замісників виберіть: а) слабоактивуючі *o*- і *n*-орієтанти; б) дезактивуючі *m*-орієтанти: $-\text{Br}$; $-\text{NH}_2$; $-\text{N}^+\text{R}_3$; $-\text{SO}_3\text{H}$; $-\text{ONa}$; $-\text{OCH}_3$; $-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_3$; $-\text{CH}_2\text{Cl}$; $-\text{CCl}_3$; $-\text{OH}$; $-\text{CH}=\text{CH}-\text{NO}_2$; $-\text{C}_2\text{H}_5$. На прикладі одного із замісників кожної групи проілюструйте їх вплив на реакційну здатність бензольного кільця та на орієнтацію наступних замісників.

3. На основі бензолу та будь яких інших реагентів отримайте терефталеву (бензол-1,4-дикарбонову) кислоту. Для другої стадії наведіть механізм реакції.

4. Поясніть причину утворення різних продуктів при моносульфуванні нафталіну сірчаною кислотою при 80°C та при 160°C . Які це продукти?

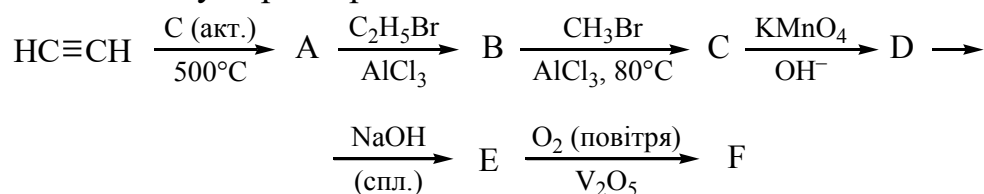
Завдання № 12

1. Поясніть причину значно більшої реакційної здатності циклогекса-1,3-дієну порівняно з циклогекса-1,3,5-триєном. Наведіть приклади реакцій, в які вступає тільки циклогекса-1,3-дієн.

2. Який продукт переважно утворюється при алкілюванні бензолу ізобутилбромідом за Фріделем-Крафтсом? Наведіть механізм реакції та на основі його поясніть утворення цього продукту.

3. На основі бензолу та будь-яких інших реагентів отримайте бензойну кислоту.

4. Здійсніть схему перетворень:



Дайте назви отриманим продуктам.

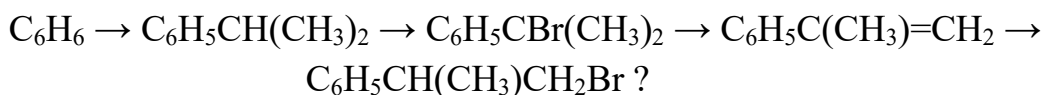
Завдання № 13

1. Наведіть формули ізомерів (ізомеру) ароматичного вуглеводня складу C_9H_{12} , які (який) при взаємодії з бромом в присутності $FeBr_3$ утворюють тільки один ізомер. Дайте їм назви.

2. Які сполуки утворюються при взаємодії: а) бензолу з хлором в присутності заліза; б) бензолу з хлором при високій температурі та дії ультрафіолетового світла. Назвіть типи і механізми цих реакцій.

3. На основі бензолу та будь-яких інших реагентів запропонуйте синтез 2-бromo-5-метилбензолсульфокислоти. В якому порядку доцільно вводити замісники в бензольне кільце, чому? На прикладі введення другого замісника наведіть механізм реакції.

4. Дією яких реагентів і за яких умов можна здійснити такі перетворення:

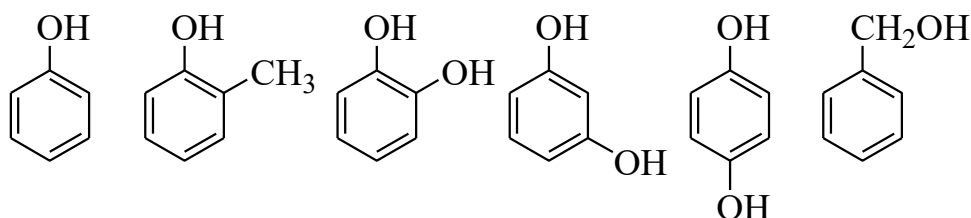


5. Галогенпохідні, спирти, феноли

5.1. Тестові завдання

Завдання № 1

1. Яку з наведених сполук називають резорцином?



2. Скільки граничних конформацій можна навести для 2-бромпропану: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8?

3. Який з рядів зменшення кислотності наведених гідроксипохідних вірний?

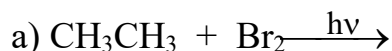
1. CH_3OH ; 2. C_2H_5OH ; 3. C_4H_9OH ; 4. *i*- C_4H_9OH ; 5. *втор*- C_4H_9OH ; 6. *трет*- C_4H_9OH ; 7. C_6H_5OH .

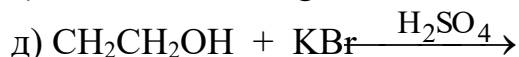
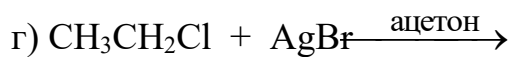
а) $1 > 3 > 4 > 6 > 7 > 5 > 2$; б) $2 > 3 > 1 > 7 > 5 > 6 > 4$

в) $1 > 7 > 2 > 3 > 4 > 6 > 5$; г) $1 > 7 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6$

д) $7 > 1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6$; е) $7 > 1 > 2 > 3 > 5 > 4 > 6$

4. Етилбромід можна отримати по схемам:

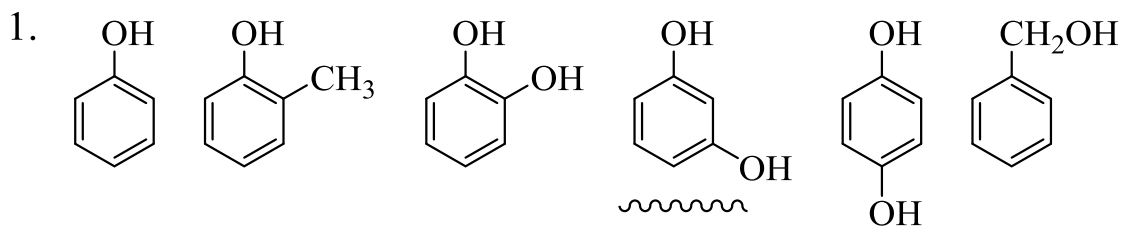




Який з цих методів доцільніше використовувати в лабораторії?

5. За допомогою яких реагентів (реагенту) можна відрізнити розчини пропан-1-олу і гліцерину? а) CuSO_4 (NaOH); б) FeCl_3 ; в) Br_2 (H_2O); г) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; д) NaOH .

Рішення:



2. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

3. Який з рядів зменшення кислотності наведених гідроксипохідних вірний?

1. CH_3OH ; 2. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; 3. $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$; 4. $i\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$; 5. $\text{втор-C}_4\text{H}_9\text{OH}$; 6. $\text{трет-C}_4\text{H}_9\text{OH}$; 7. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

а) $1 > 3 > 4 > 6 > 7 > 5 > 2$

б) $2 > 3 > 1 > 7 > 5 > 6 > 4$

в) $1 > 7 > 2 > 3 > 4 > 6 > 5$

г) $1 > 7 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6$

д) $7 > 1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6$

е) $7 > 1 > 2 > 3 > 5 > 4 > 6$

4. а) $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \xrightarrow{h\nu}$

б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow$

в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{PBr}_5 \rightarrow$

г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{AgBr} \xrightarrow{\text{ацетон}}$

д) $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{KBr} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$

5. а) CuSO_4 (NaOH); б) FeCl_3 ; в) Br_2 (H_2O); г) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; д) NaOH .

Завдання № 2

1. Яку з наведених сполук називають бромистий етилен?
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Br}$; $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Br}$; $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br}$; $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br}$.

2. У вигляді яких ізомерів може існувати спирт загальної формули $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$: структурних, геометричних, оптичних, поворотних?

3. Пропілбромід реагує з: а) Na ; б) Mg (абс.етер); в) HI (конц.); г) NaOH (H_2O); д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$); е) KCN (t°); є) $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Na}$; ж) KNO_2 (ДМФА); з) CH_3COONa (t°). З якими з цих реагентів взаємодіє бромбензол?

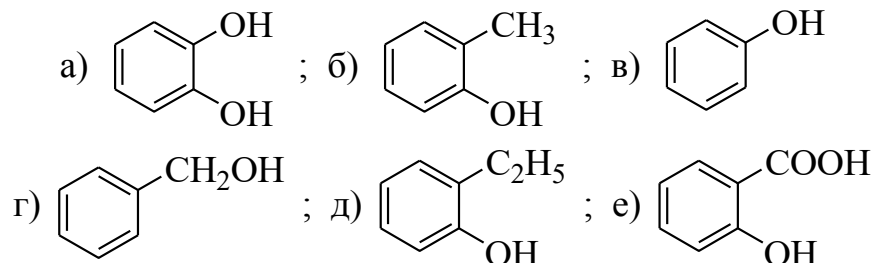
4. Який процес спостерігається при стоянні (R)-бутан-2-олу з водним

розчином кислоти? а) збереження конфігурації спирту; б) обернення конфігурації; в) рацемізація.

5. За допомогою яких реагентів (реагенту) можна розпізнати бутан-1-ол та бутан-2-ол? а) Na; б) HBr; в) ZnCl₂, HCl; г) FeBr₃; д) I₂ та NaOH; е) NaOI.

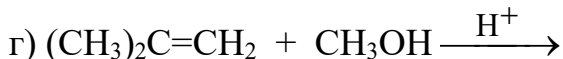
Завдання № 3

1. Яку з наведених сполук називають *о*-крезолом?



2. У вигляді скількох ізомерів (не враховуючи поворотні) існує спирт загальної формули C₄H₈O: 2, 3, 4, 5, 6, 7?

3. Якою з наведених схем можна отримати без домішок інших продуктів неопентильовий спирт?



4. Бензиловий спирт реагує з: а) CH₃COOH (H⁺); б) (CH₃CO)₂O; в) CH₃COCl; г) HBr; д) Na; е) PBr₃; є) SOCl₂; ж) H₃PO₄ (безводна). З якими з наведених реагентів взаємодіє фенол?

5. За допомогою яких реагентів можна відрізнити бутан-1-ол від 1-бромбутану? а) NaOH; б) Na (мет.); в) H₂SO₄; г) CuSO₄ (NaOH); е) проба Бейльштейна.

Завдання № 4

1. Яку з наведених сполук називають хлороформом: а) CH₃Cl; б) C₂H₅Cl; в) CH₂Cl₂; г) CH₂Cl-CH₂Cl; д) CHCl₃; е) CHCl₂-CHCl₂; є) CCl₄; ж) CCl₃-CCl₃?

2. У вигляді скількох геометричних ізомерів існує спирт загальної формули C₅H₁₀O: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ?

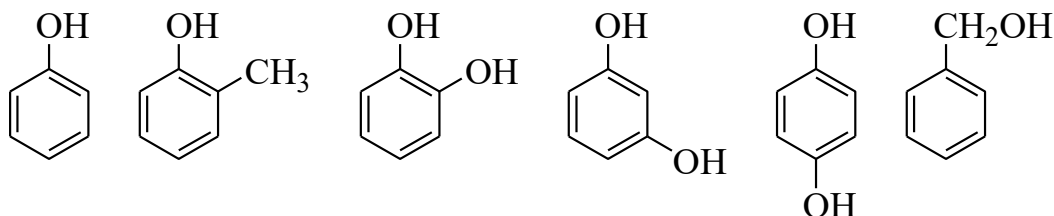
3. В якому випадку при взаємодії з водним розчином луку утвориться більше (як домішки) відповідного алкену: а) *н*-бутилброміду; б) *втор*-бутилброміду; в) *ізо*бутилброміду; г) *трет*-бутилброміду?

4. В яких умовах із стиrolу можна отримати 2-бром-1-фенілетан? 1) HBr; 2) HBr (при освітленні); 3) HBr (FeBr₃); 4) HBr (пероксид).

5. За допомогою яких реагентів (реагенту) можна розрізнити пентан-1-ол і пентан-3-ол? а) Na; б) HBr; в) ZnCl_2 , HCl; г) FeBr_3 ; д) I_2 , NaOH; е) NaOI; є) CuSO_4 (NaOH); ж) NaOH.

Завдання № 5

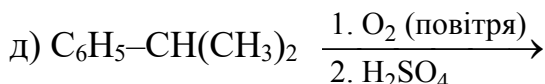
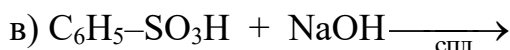
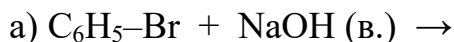
1. Яку з наведених сполук називають резорцином?



2. Скільки граничних конформацій по зв'язку C1-C2 можна навести для бутан-1-олу: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8?

3. В яких (якого) галогенопохідного найвища активність в реакціях S_N ?
а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$; б) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$; в) $\text{CH}_2=\text{CHBr}$;
г) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$; д) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Br}$.

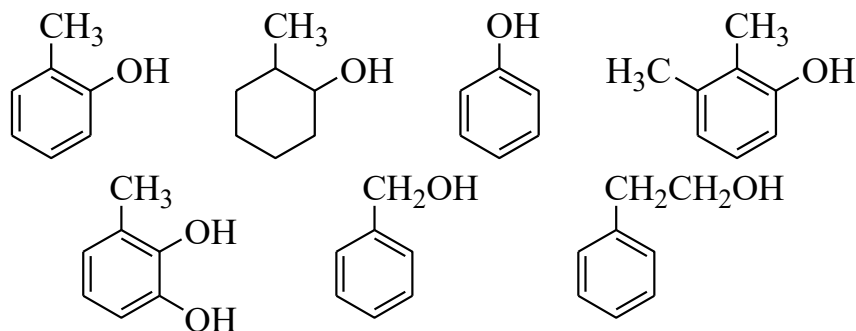
4. Якими методами (методом) можна отримати фенол:



5. За допомогою яких реагентів (реагенту) можна відрізнити пропан-1,2-діол від пропан-1,3-діолу: а) Na; б) I_2 , NaOH; в) NaOI; г) ZnCl_2 (HCl); д) FeCl_3 ; е) HBr; є) KOH; ж) CuSO_4 (NaOH)?

Завдання № 6

1. Які сполуки відносяться до класу фенолів?



2. У вигляді яких ізомерів може існувати сполука загальної формули $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$: а) структурних; б) геометричних; в) оптичних; г) поворотних?

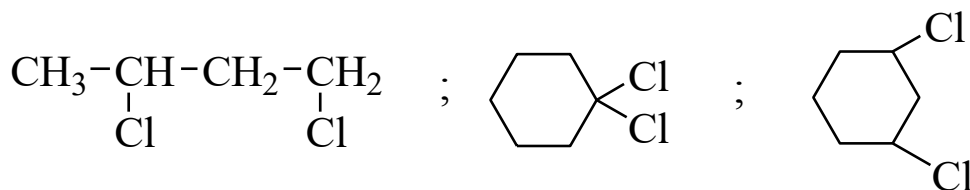
3. Які типи реакцій більш характерні для спиртів: S_E , S_N , S_R , E, A_N , A_E , окиснення, відновлення?

4. Бутилбромід реагує з: а) NaOH (в.); б) NaOH (сп.); в) NaCN; г) NH₃ (т°); д) KNO₂ (ДМФА); е) ArH (AlCl₃); є) NaCH(COOC₂H₅)₂; ж) Na; з) Mg (абс. етер). З якими з цих реагентів взаємодіє бромбензол?

5. За допомогою яких реагентів можна відрізнити фенол від бензилового спирту: а) HBr; б) Br₂ (H₂O); в) NaOH; г) FeCl₃?

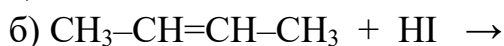
Завдання № 7

1. Які з наведених сполук є гемінальними дигалогенопохідними? CH₂Cl-CH₂Cl; CH₃-CHCl₂; CH₂Cl-CHCl-CH₃; CH₃-CCl₂-CH₂-CH₃;

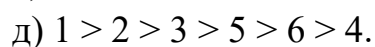


2. Скільки граничних конформацій можна навести для 2-бромпропану: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8?

3. Якими методами (методом) можна отримати 2-йодбутан?



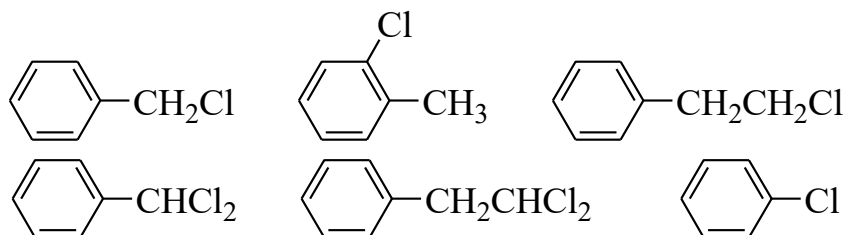
4. Який з рядів реакційної здатності галогенопохідних в S_N2 реакціях вірний? Галогенопохідні: CH₃Br (1); CH₃CH₂Br (2); (CH₃)₂CHBr (3); (CH₃)₃CBr (4); CH₂=CH-CH₂Br (5); (CH₃)₃CCH₂Br (6).



5. За допомогою яких реагентів можна розпізнати в розчинах гліцерин та фенол: а) Br₂ (H₂O); б) KMnO₄ (H₂O); в) Na; г) FeCl₃; д) CuSO₄ (NaOH); е) H₃PO₄?

Завдання № 8

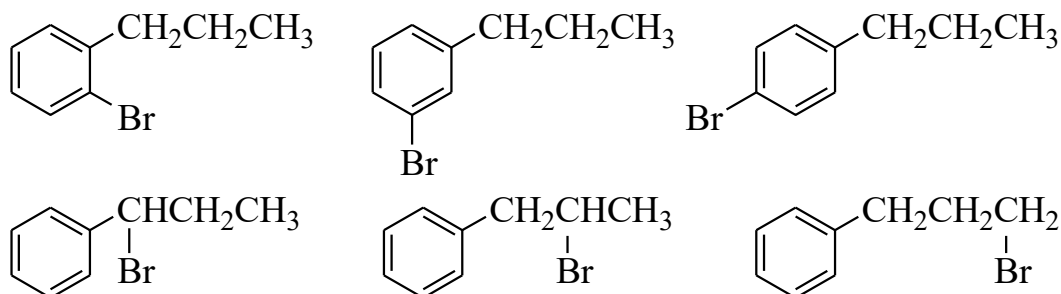
1. Яку з сполук називають бензилиденхлоридом?



2. Які спирти (спирт) можуть існувати у вигляді оптичних ізомерів?

а) C_3H_7OH ; б) C_4H_9OH ; в) C_3H_5OH ; г) C_4H_7OH .

3. Який продукт (продукти) утворюється при монобромованні етилбензолу при освітленні та нагріванні?



4. Які (яка) дибромопохідні при реакції дегідробромовування утворюють бут-1-ин?

а) $CHBr_2CH_2CH_2CH_3$; б) $CH_3CBr_2CH_2CH_3$; в) $CH_3CH_2CBr_2CH_3$;

г) $CH_3CH(Br)CH(Br)CH_3$; д) $CH_2(Br)CH(Br)CH_2CH_3$.

5. За допомогою яких реагентів (реагенту) можна розпізнати фенол і циклогексен: а) Br_2 (H_2O); б) $KMnO_4$ (H_2O); в) $FeCl_3$; г) Na_2CO_3 ; д) $CuSO_4$, $NaOH$?

Завдання № 9

1. У вигляді яких ізомерів може існувати спирт загальної формули C_3H_6O : а) структурних; б) геометричних; в) оптичних; г) поворотних?

2. Який тип (типи) реакцій більш характерний для бромбензолу: S_N , S_R , S_E , E , окиснення, відновлення?

3. Який з рядів зменшення кислотності наведених гідроксипохідних вірний? 1. CH_3OH ; 2. C_2H_5OH ; 3. C_4H_9OH ; 4. *i*- C_4H_9OH ; 5. *втор*- C_4H_9OH ; 6. *трет*- C_4H_9OH ; 7. C_6H_5OH .

а) $1 > 3 > 4 > 6 > 7 > 5 > 2$

б) $2 > 3 > 1 > 7 > 5 > 6 > 4$

в) $1 > 7 > 2 > 3 > 4 > 6 > 5$

г) $1 > 7 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6$

д) $7 > 1 > 2 > 3 > 4 > 5 > 6$

е) $7 > 1 > 2 > 3 > 5 > 4 > 6$

4. За допомогою яких (якого) реагентів з бутену-2 в одну стадію можна отримати бутан-2,3-діол?

а) $KMnO_4$ (H^+); б) $KMnO_4$ (H_2O); в) 1. O_3 ; 2. Zn (H_2O , H^+); г) HNO_3 (розв.); д) HOH (H^+).

5. Що є доказом того, що взаємодія оптичного ізомеру відповідного галогенопохідного (наприклад, (*R*)-*втор*-бутилхлориду) з водним розчином лугу проходить по S_N1 механізму? а) обернення конфігурації; б) рацемізація; в) збереження конфігурації.

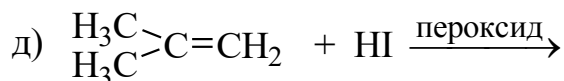
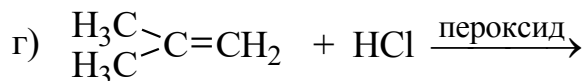
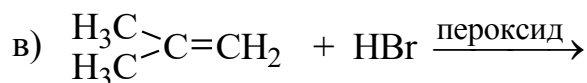
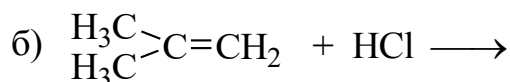
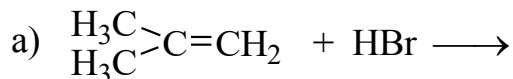
Завдання № 10

1. Які реакції завжди конкурують при взаємодії галогенопохідних з водними розчинами лугів: S_E , S_R , A_E , E , полімеризації, S_N , A_N ?

2. Який каталізатор (каталізатори) використовуються при гідратації алкенів? а) Ni; б) H₂SO₄; в) FeCl₃; г) Pt; д) NaOH; е) AlCl₃.

3. Які з спиртів (спирт) можна окислити до карбонової кислоти водним розчином перманганату калію? а) *н*-бутиловий; б) ізобутиловий; в) *втор*-бутиловий; г) *трет*-бутиловий.

4. По якій (яких) з наведених реакцій утворюється 1-галогено-2-метилпропан?



5. Якими методами (методом) із відповідних галогенопохідних можна отримати 2,3-диметилпентан без домішків? а) реакцією Вюрца; б) через магнійорганічні сполуки (реактив Грин'єра); в) відновленням HI.

Завдання № 11

1. У вигляді скількох ізомерів (враховуючи і поворотні) існує спирт загальної формули C₃H₆O: 1, 2, 3, 4, 5?

2. По якому типу реакцій отримуються ароматичні галогенопохідні бромованню бензолу і його гомологів: а) окиснення; б) S_N; в) відновлення; г) S_E; д) S_R; е) A_E; є) A_R; ж) A_N?

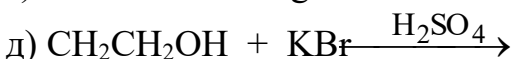
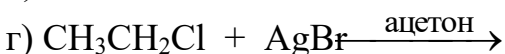
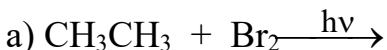
3. Який з рядів зменшення кислотності сполук вірний?

1. спирт; 2. вода; 3. аміак; 4. метан; 5. ацетилен.

а) 1 > 2 > 4 > 3 > 5 б) 2 > 1 > 3 > 4 > 5 в) 1 > 2 > 3 > 4 > 5

г) 1 > 2 > 5 > 3 > 4 д) 2 > 1 > 5 > 3 > 4

4. Етилбромід можна отримати за схемами:



Який з цих методів доцільніше використовувати в лабораторії?

5. За допомогою яких реагентів (реагенту) можна відрізнити розчини

пропан-1-олу і гліцерину? а) CuSO_4 (NaOH); б) FeCl_3 ; в) Br_2 (H_2O); г) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; д) NaOH .

Завдання № 12

1. У вигляді скількох ізомерів (в тому числі й поворотних) існує сполука загальної формули $\text{C}_3\text{H}_5\text{Br}$: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11?

2. Скільки третинних спиртів відповідає сполуці загальної формули $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}$: 1, 2, 3, 4, 5?

3. Яке з наведених бромпохідних найлегше вступає в реакцію дегідрогалогенування при дії спиртового розчину лугу?

а) 2-бром-2-метилбутан; б) 1-бромпентан; в) 2-бромпентан.

4. Який з рядів реакційної здатності в $\text{S}_{\text{N}}1$ реакціях при взаємодії бромпохідних RBr з водним розчином лугів вірний?

R = аліл (1); бензил (2); *n*-бутил (3); ізобутил (4); *втор*-бутил (5); *трет*-бутил (6); метил (7);

а) $1 > 2 > 4 > 3 > 5 > 6 > 7$

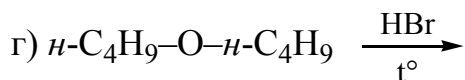
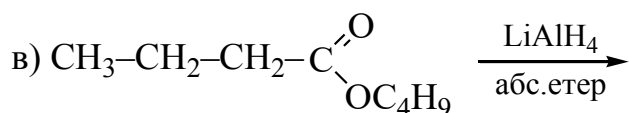
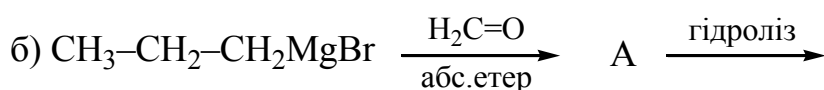
б) $2 > 1 > 4 > 5 > 3 > 6 > 7$

в) $3 > 7 \geq 4 > 6 > 2 > 5 > 1$

г) $1 \geq 2 > 6 > 5 > 4 > 3 > 7$

д) $1 \geq 2 > 6 > 5 > 3 > 7 > 4$.

5. За допомогою яких (якої) реакцій в лабораторії найпростіше отримати бутан-1-ол?



Завдання № 13

1. У вигляді скількох структурних ізомерів існує монозаміщений метилнафталін: 1, 2, 3, 4, 5?

2. Які реакції для бензилброміду більш характерні: S_{R} , S_{E} , S_{N} , A_{R} , A_{E} , A_{N} , полімеризації, окиснення?

3. Який з рядів зменшення основності для наведених іонів вірний?

$\text{HO}^\ominus$ (1); $\text{HC}\equiv\text{C}^\ominus$ (2); $\text{RO}^\ominus$ (3); $\text{H}_2\text{N}^\ominus$ (4); $\text{R}^\ominus$ (5);

а) $1 > 2 > 3 > 4 > 5$

б) $2 > 1 > 4 > 5 > 3$

в) $4 > 2 > 1 > 5 > 3$

г) $5 > 4 > 2 > 3 > 1$

4. Що є доказом того, що взаємодія оптичного ізомеру відповідного галогенопохідного (наприклад, (*R*)-*втор*-бутилхлориду) з розчином лугу прохо-

дять по S_N2 механізму? а) обернення конфігурації; б) рацемізація; в) збереження конфігурації.

5. За допомогою яких (якої) реакцій в лабораторії найкраще отримувати алілбромід?

- а) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr} \rightarrow$
 б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} + \text{PBr}_3 \rightarrow$
 в) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Br}_2, 400^\circ\text{C}}$
 г) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{N-бромсукцинімід} \rightarrow$
 д) $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2}$

5.2. Контрольні завдання

Завдання № 1

1. Наведіть схеми реакцій, які лежать в основі отримання етил броміду. Чи можна по аналогічній схемі одержувати неопентилбромід?

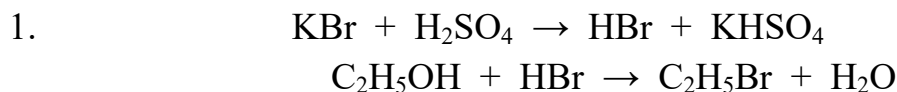
2. Інсектицид ДДТ має формулу $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{CCl}_3)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$. Дайте йому назву. Які сполуки утворюються при дії на нього: а) водного розчину лугу; б) спиртового розчину лугу? Наведіть рівняння відповідних реакцій.

3. Які з запропонованих сполук взаємодіють (при невисоких температурах) з водними розчинами лугів? а) алілхлорид; б) ізобутилбромід; в) бромбензол; г) вінілхлорид; д) *n*-нітрохлорбензол; е) *трет*-бутильодид. Поясніть причини різного відношення наведених сполук до водного розчину лугу. Наведіть схеми відповідних реакцій.

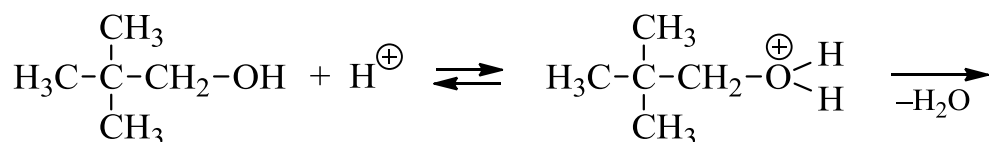
4. Порівняйте дію PCl₅ і HCl на фенол та етанол. Наведіть схеми відповідних реакцій. Відповідь аргументуйте.

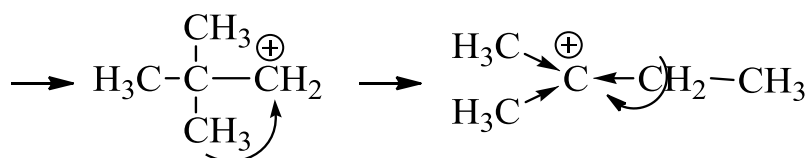
5. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких можна відрізнити 1-хлоропроп-1-ен від 3-хлоропроп-1-ену.

Рішення:



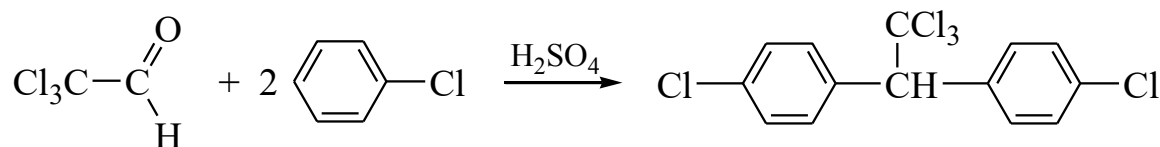
Неопентилбромід по аналогічній схемі отримувати не можна, тому що при взаємодії неопентилового спирту з HBr утворюється карбкатіон, який буде перегруповуватись в більш стабільний третинний по схемі:



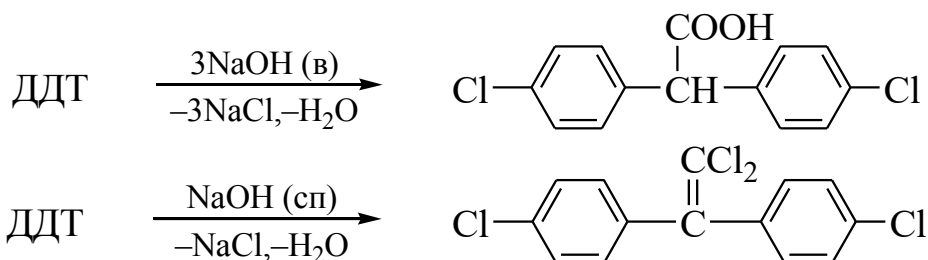


Тому в основному утвориться *трет*-пентилбромід.

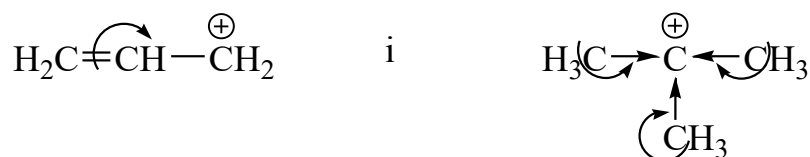
2. ДДТ отримують по схемі:



Стара назва ДДТ – дихлордифенілтрихлорметилметан; за систематичною номенклатурою – 2,2-біс(4-хлорофеніл)-1,1,1-трихлоретан.

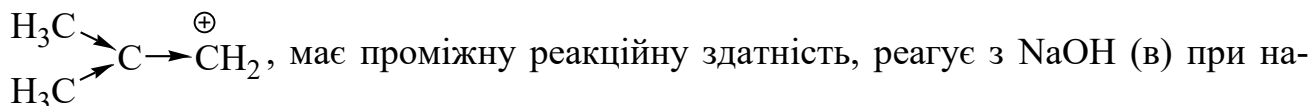


3. При невисоких температурах з водним розчином лугів взаємодіють: алілхлорид $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$ і *трет*-бутилідрид, тому що реакція йде з утворенням на проміжній стадії стійких карбкатіонів(по $\text{S}_{\text{N}}1$ механізму):

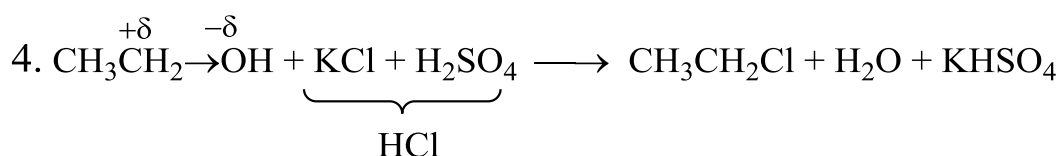
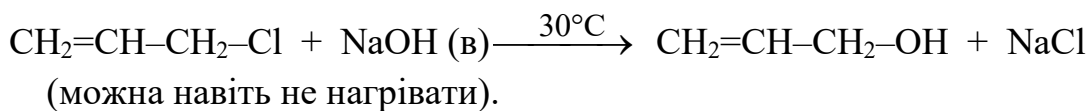


Такі сполуки відносяться до галогенопохідних з підвищеною реакційною здатністю. Бромбензол, вінілхлорид і *n*-нітрохлорбензол відносяться до галогенопохідних з зниженою реакційною здатністю за рахунок того, що зв'язок $\text{C}-\text{Br}$ в них більш стійкий і менш полярний (кон'югація вільної електронної пари галогену з подвійним зв'язком чи бензольним кільцем $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$). Такі сполуки вступають в реакції S_{N} в дуже жорстких умовах (бромбензол з NaOH при сплавленні).

Ізобутилбромід за рахунок меншої можливості утворення карбкатіону

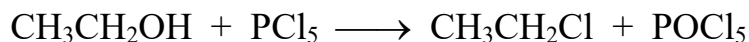


гріванні до 70-80 °С.

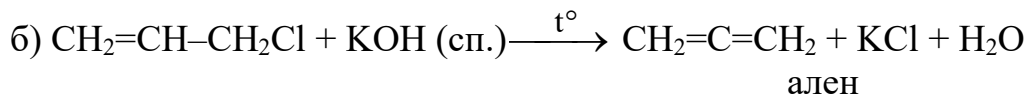
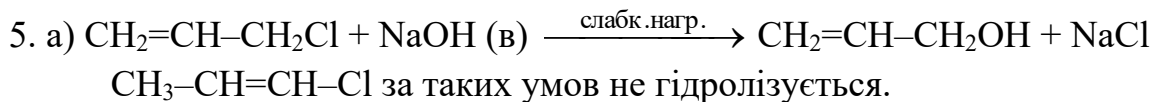


Фенол з HCl не реагує, тому що в ньому за рахунок кон'югації зв'язок $\text{C}-\text{O}$ більш стійкий і менш полярний.

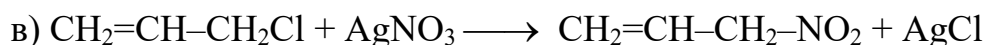
З PCl_5 вони поведуть себе в S_N реакціях аналогічно:



Фенол не реагує.



$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{Cl}$ – не реагує в таких умовах



$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{Cl}$ – не реагує з нітратом срібла.

Останньою реакцією можна якісно визначити алілхлорид. Алілхлорид також легко вступає в інші S_N реакції, тому що легко іонізується (алілкатіон стабільний).

Завдання № 2

1. Наведіть схеми побічних реакцій, які проходять при одержанні бромистого етилу і значно знижують його вихід.
2. Наведіть структурні формули геометричних та оптичних ізомерів спирту загальної формули $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$, дайте їм назви.
3. Отримайте з 1-бромбутану 3-бромбут-1-ен. Наведіть схеми цих синтезів, умови їх проведення та назви проміжних продуктів.
4. Наведіть приклади галогенопохідних з нормальною, зниженою та підвищеною реакційною здатністю в реакціях нуклеофільного заміщення. Поясніть причину їх різної активності.
5. Виходячи з будови, дайте порівняльну характеристику властивостей фенолу та бензилового спирту. Наведіть схеми реакцій, які подібні для обох сполук, та які відрізняються (не менше, ніж по три).

Завдання № 3

1. Чому як осушник етилброміду використовується безводний хлорид кальцію? Відповідь аргументуйте.
2. Навести структурні формули R- і S-ізомерів галогенопохідного гомологу бензолу загальної формули $\text{C}_8\text{H}_9\text{Cl}$.
3. Наведіть схеми реакцій отримання бензилового спирту з бензолу, укажіть умови їх проведення та дайте назви проміжним продуктам.
4. На основі відповідної карбонільної сполуки та магнійорганічної сполуки (реактиву Гріньяра) отримайте третинний спирт загальної формули

$C_5H_{11}OH$. Наведіть схему цієї реакції.

5. Наведіть схеми реакцій та умови їх проведення, за допомогою яких можна розпізнати розчини: бутилового, *трет*-бутилового спиртів та фенолу.

Завдання № 4

1. Наведіть схеми реакцій, які лежать в основі отримання етилброміду. Чи можна по аналогічній схемі одержувати неопентилбромід?

2. Наведіть структурні формули третинних хлоралканів загальної формули $C_6H_{13}Cl$. Дайте їм назви.

3. Наведіть схеми та умови отримання пропан-1,2-діолу: а) гідроксилюванням алкену (за Вагнером); б) гідролізом відповідного дигалогенопохідного; в) гідратацією відповідного оксирану.

4. Які спирти (первинні, вторинні чи третинні) легко окиснюються водним розчином перманганату калію? Наведіть відповідну схему (схеми) реакції.

5. Наведіть схему реакції та умови її протікання, за допомогою якої можна відрізнити бензиловий спирт від будь-якого його ізомеру.

Завдання № 5

1. Розрахуйте кількість реагентів (моль, г, мл), необхідних для отримання 30 г етилброміду (практичний вихід 80%), якщо для синтезу 45 г його за методикою з таким же виходом необхідно: етанолу ($d = 0,8$) 40 мл (0,7 моль); броміду калію 60 г (0,5 моль); H_2SO_4 (конц., $d = 1,84$) 75 мл.

2. Наведіть структурні формули ізомерів (крім поворотних) гліколів загальної формули $C_4H_8O_2$. Дайте їм назви

3. Наведіть схеми та умови протікання реакцій, за допомогою яких з бутану можна отримати бутан-1-ол.

4. Чому з бутан-1-олу при дії HBr майже кількісно утворюється 1-бромобутан, а з ізобутанолу – ізобутилбромід та інший продукт? Який?

5. Наведіть схеми (схему) реакцій та умови їх протікання, за допомогою яких можна відрізнити *n*-бутанол від *трет*-бутанолу.

Завдання № 6

1. Розрахуйте вихід бромистого етилу в грамах, якщо з 0,7 моль етанолу згідно методики отримують 45 г продукту, а в синтез взято 0,5 моль етанолу.

2. Наведіть структурні формули гідроксипохідних з ароматичним кільцем загальної формули C_8H_8O . До яких класів (класу) органічних сполук вони відносяться? Дайте їм назви.

3. Наведіть схеми та умови проведення основних промислових методів синтезу етанолу (не менше трьох).

4. Наведіть схеми та умови протікання реакцій, в які вступає бензилбромід та не вступає бромбензол.

5. За допомогою яких реакцій (реакції) можна визначити аліловий $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$ та пропаргіловий $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ спирти? Наведіть рівняння відповідних реакцій.

Завдання № 7

1. Чому бромистий етил, не дивлячись на значно більшу молярну масу, ніж етанол, кипить при значно нижчій температурі (35 °C) ніж останній (78 °C)?

2. Напишіть структурні формули наведених сполук та розташуйте їх в ряд за збільшенням кислотності: метанол, фенол, етанол, *втор*-бутанол, *трет*-бутанол.

3. Наведіть схеми та умови проведення основних промислових методів синтезу фенолу (не менше двох).

4. Наведіть схеми та умови протікання реакцій, в які вступає фенол та не вступає бензиловий спирт.

5. За допомогою яких (якого) методу можна визначити бензиловий спирт та бензилхлорид? Наведіть схеми відповідних реакцій.

Завдання № 8

1. При отриманні бромистого етилу він завжди має значні домішки діетилового етеру та етанолу (їх температури кипіння не сильно відрізняються). Запропонуйте, як очистити отриманий продукт від цих домішок.

2. Інсектицид ДДТ має формулу $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{CCl}_3)-\text{C}_6\text{H}_4-\text{Cl}$. Дайте йому назву. Які сполуки утворюються при дії на нього: а) водного розчину лугу; б) спиртового розчину лугу? Наведіть рівняння відповідних реакцій.

3. Наведіть схеми та умови проведення реакцій отримання *втор*-бутанолу (не менше чотирьох).

4. Використовуючи будь-які органічні сполуки та фенол, запропонуйте схему (з умовами проведення) синтезу *n*-бромфенілацетату.

5. Наведіть схеми якісних реакцій, за допомогою яких можна відрізнити метанол від етиленгліколю.

Завдання № 9

1. Чому в ході синтезу етилброміду береться значний надлишок сірчаної кислоти (згідно рівняння, необхідно брати кількість H_2SO_4 еквімолярну KBr ,

але реагенти беруть у співвідношенні $\text{KBr} : \text{H}_2\text{SO}_4 = 1 : 2,8$)?

2. Наведіть структурні формули ізомерних спиртів загальної формули $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$. Дайте їм назви. Який з наведених ізомерів існує у вигляді двох енантіомерів? Напишіть для них проекційні формули за R,S-системою.

3. Які з запропонованих сполук взаємодіють (при невисоких температурах) з водними розчинами лугів? а) аллілхлорид; б) ізобутилбромід; в) бромбензол; г) вінілхлорид; д) *n*-нітрохлорбензол; е) *трет*-бутильодид. Поясніть причини різного відношення наведених сполук до водного розчину лугу. Наведіть схеми відповідних реакцій.

4. Наведіть схеми взаємодії пропан-1-олу з: а) Na; б) NaNH_2 ; в) CH_3MgBr ; г) HBr ; д) $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CNa}$; е) CH_3COOH , H^+ ; є) H_2SO_4 (конц.), 170°C ; ж) SOCl_2 . З якими з цих реагентів реагує фенол?

5. Яка якісна реакція використовується для відкриття галогенів в органічних сполуках? Чи можна безпосередньо за допомогою цієї реакції визначити характер галогену в органічній сполуці? Яким чином переводять галоген з ковалентно зв'язаного стану в іонний і після цього визначають його характер в органічній сполуці? Наведіть схеми відповідних реакцій.

5.3. Практичні завдання

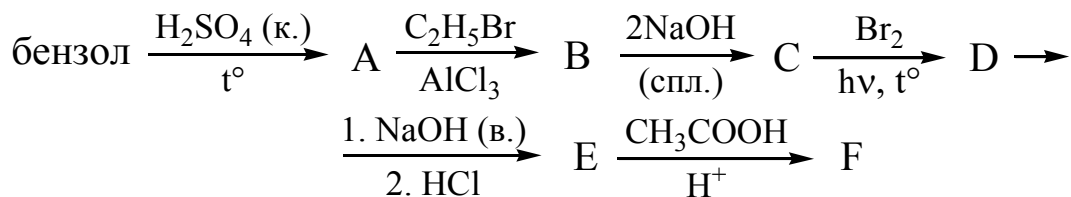
Завдання № 1

1. При хлоруванні бут-1-ену при високій температурі було виділено сполуку $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$, яка при гідролізі перетворилась в суміш двох ізомерних сполук складу $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$. Наведіть схеми відповідних реакцій та структурні формули сполуки $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$ та ізомерів $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

2. Порівняйте відношення до окиснювачів (водного розчину KMnO_4 в нейтральному та кислому середовищах при нагріванні) всіх ізомерних спиртів складу $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. При написанні рівнянь визначаєте ступінь окиснення атомів вуглецю в початкових та кінцевих сполуках.

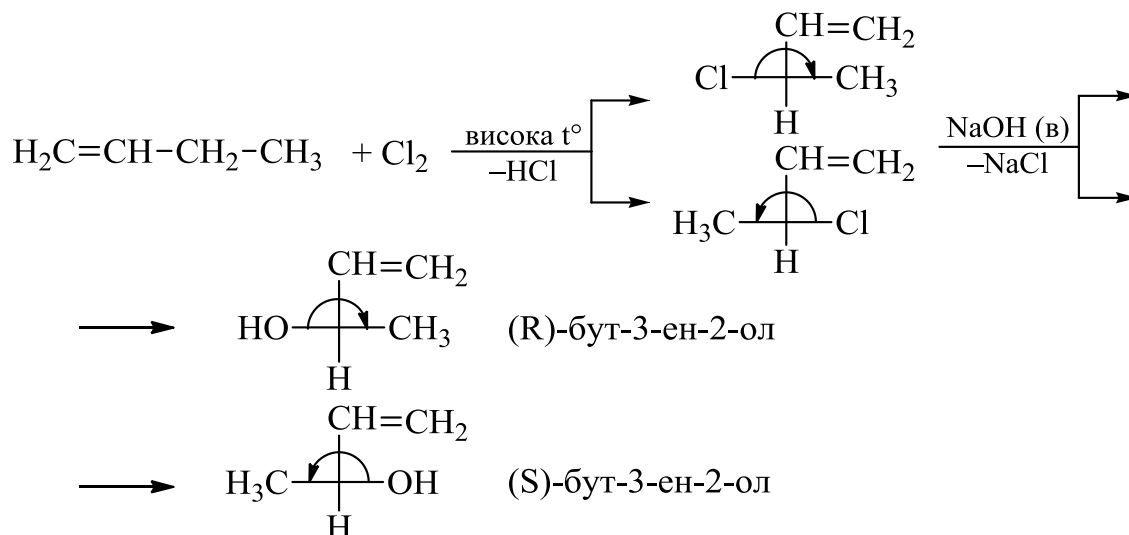
3. Виходячи з механізму реакції, поясніть: а) чому етанол не реагує з KBr (хоча нуклеофіл є); б) чому при взаємодії етанолу з еквімолекулярними кількостями KBr і HCl утворюються рівні кількості двох сполук. Які це сполуки? Продукти конкуруючої реакції до уваги не беріть.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:

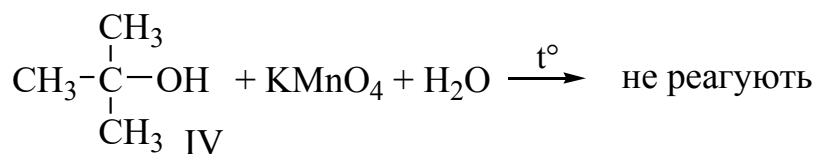
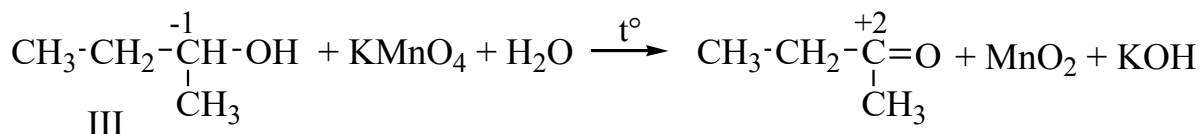
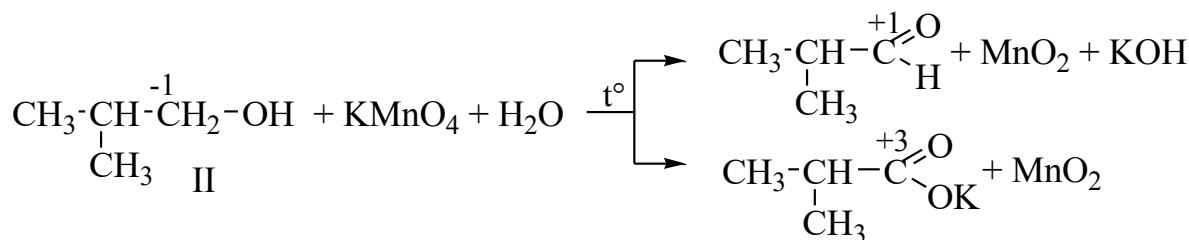
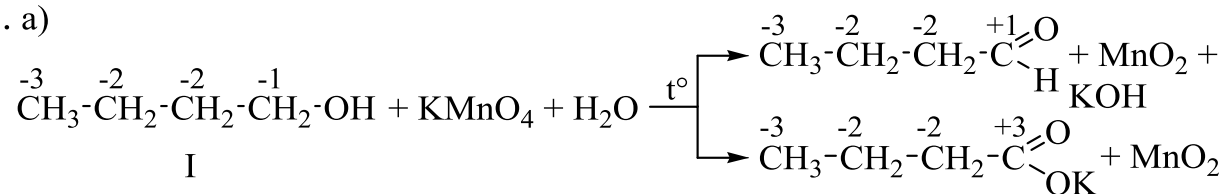


Рішення:

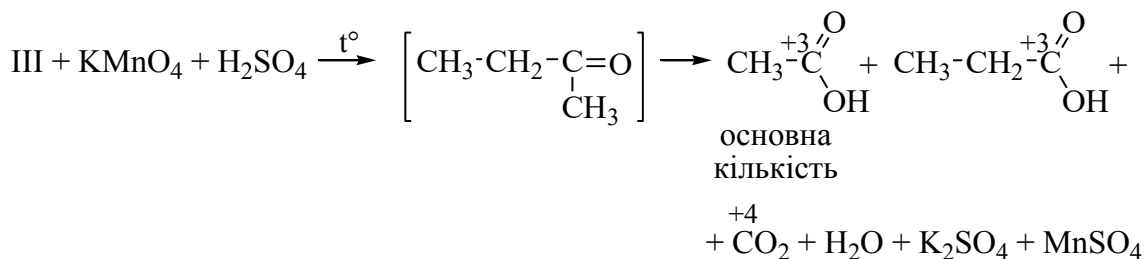
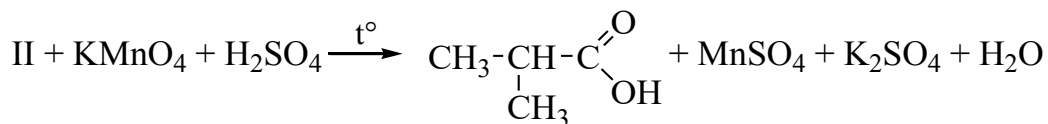
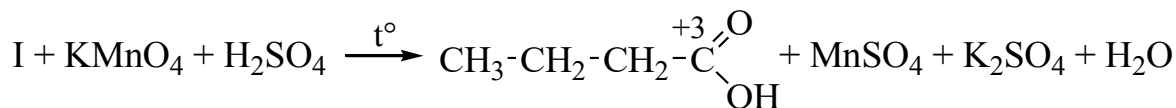
1.

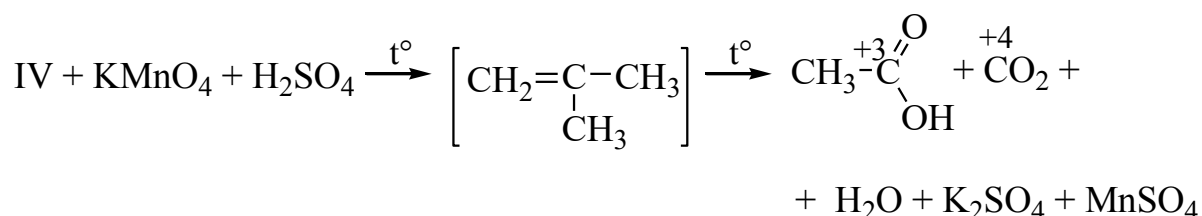


2. а)

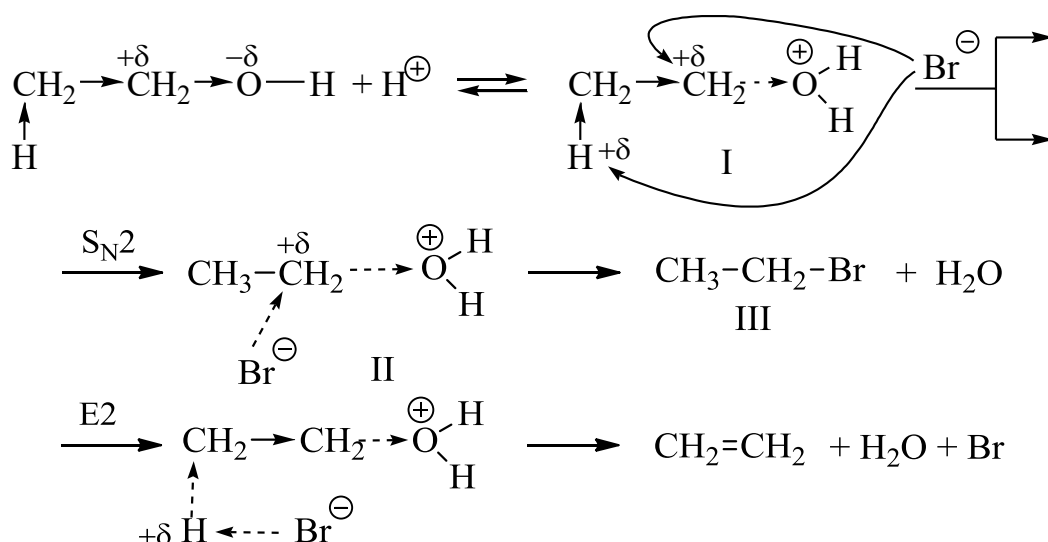


б)



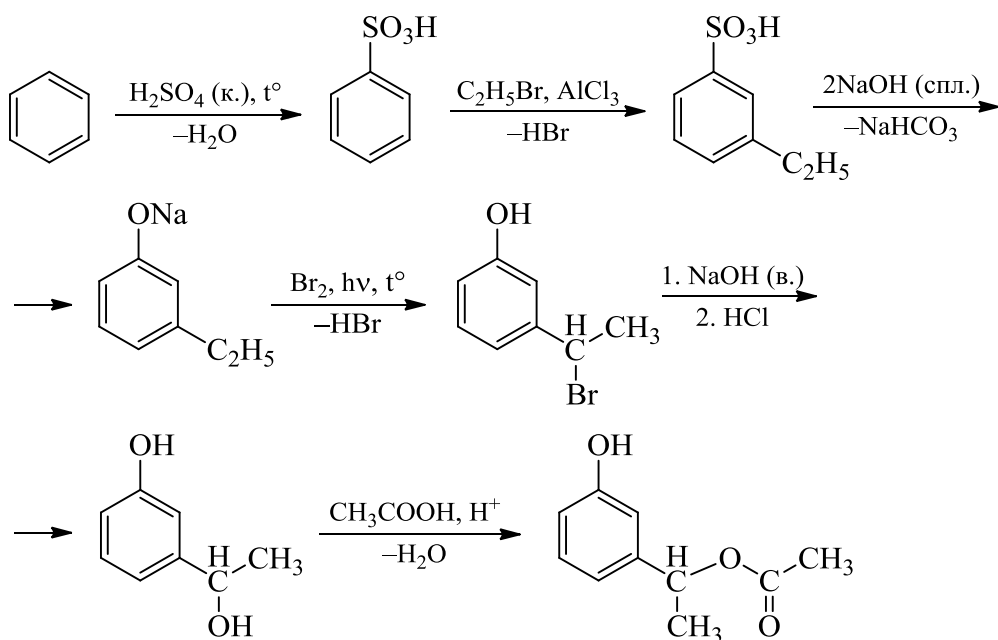


3. Гідроксильна група – погано покидаюча реакційний центр група, вона може заміщуватися на інший нуклеофіл тільки в присутності сильних мінеральних кислот.



Проходять дві конкуруючі реакції $\text{S}_{\text{N}}2$ і $\text{E}2$. Якщо кислоти немає, (I) не утворюється – реакція не йде, хоч і є нуклеофіл Br^- (KBr). В присутності еквімолекулярних кількостей KBr і HCl утворюється (I) і є 2 нуклеофіла Br^- і Cl^- . Тому будуть згідно механізму утворюватись (II) з Cl^- і Br^- , а значить утворюватись рівні кількості двох продуктів: (III) та $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Cl}$. Крім цього, буде утворюватись невелика кількість етилену.

4.



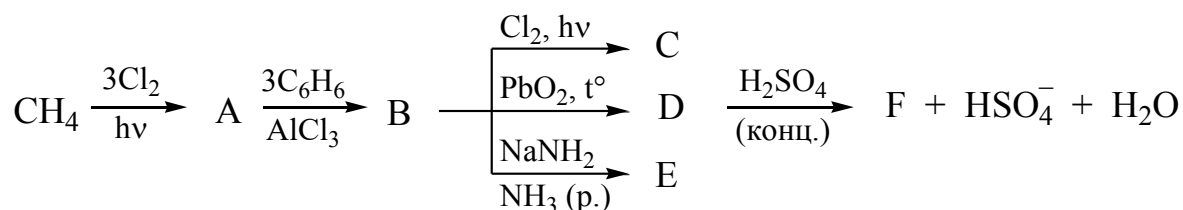
Завдання № 2

1. Наведіть структурну формулу сполуки загальної формули $C_7H_8O_2$, яка: а) утворює солі з лугами; б) при нагріванні з оцтовим ангідридом перетворюється в сполуку $C_{11}H_{12}O_4$; в) при нагріванні з HBr (конц.) утворює сполуку C_7H_7BrO . Вихідну сполуку можна отримати з саліцилового альдегіду. Наведіть схеми відповідних реакцій. До якого (яких) класу органічних сполук вона відноситься? Дайте назву цій сполуці.

2. Дайте порівняльну характеристику хімічних властивостей бромбензолу та 1-бromo-2-фенілетану. Поясніть, чому ці сполуки мають як подібні, так і відмінні властивості. Наведіть схеми відповідних реакцій.

3. Експериментально визначено, що (R)-бутан-2-ол при стоянні з водним розчином мінеральної кислоти втрачає оптичну активність. На основі механізму цього процесу поясніть такий результат. Який термін використовується для показу втрати оптичної активності?

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви продуктам реакцій:



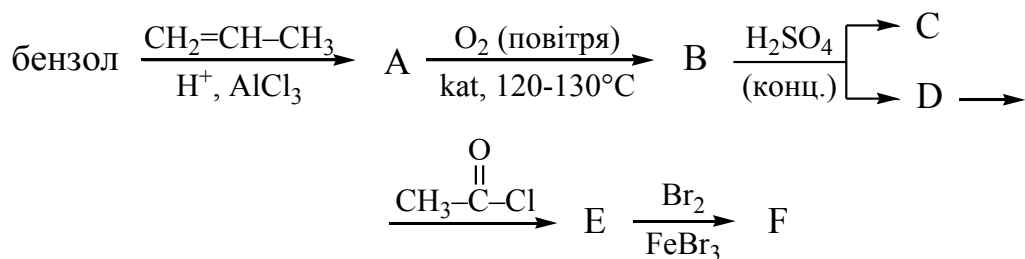
Завдання № 3

1. При хлоруванні бут-1-ену при високій температурі було виділено сполуку C_4H_7Cl , яка при гідролізі перетворилась в суміш двох ізомерних сполук складу C_4H_8O . Наведіть схеми відповідних реакцій, структурні формули сполуки C_4H_7Cl та ізомерів C_4H_8O .

2. Дайте порівняльну характеристику хімічних властивостей фенолу та циклогексанолу. Поясніть, чому ці сполуки мають як подібні, так і відмінні властивості. Наведіть схеми відповідних реакцій.

3. Наведіть схему та механізм реакцій (основної та побічної) взаємодії неопентилового спирту з HBr . Дайте назви кінцевим продуктам реакцій.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви продуктам реакцій:



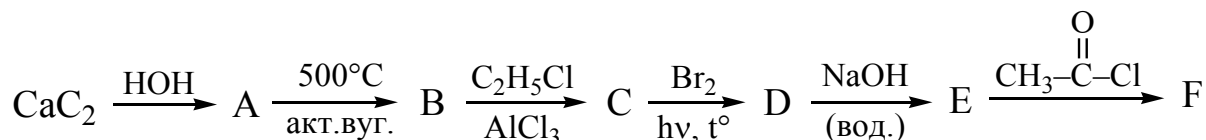
Завдання № 4

1. Наведіть структурну формулу сполуки загальної формули C_5H_8O , при взаємодії 1 моль якої з надлишком метилмагнійброміду виділяється 2 моль газу. При гідруванні на Ni вона перетворюється в 2-метилбутан-2-ол. Наведіть схеми цих перетворень та схеми реакцій, яких можна очікувати від вихідної сполуки.

2. Дайте порівняльну характеристику хімічних властивостей пропанолу-1 і 1-пропенолу-3. Поясніть, чому ці сполуки мають як подібні, так і відмінні властивості. Наведіть схеми відповідних реакцій.

3. Які конкуруючі реакції проходять при взаємодії 1-феніл-2-бромпропану з водним розчином лугу? Яка з них основна? Наведіть механізм цих реакцій та укажіть їх тип.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви продуктам реакцій:



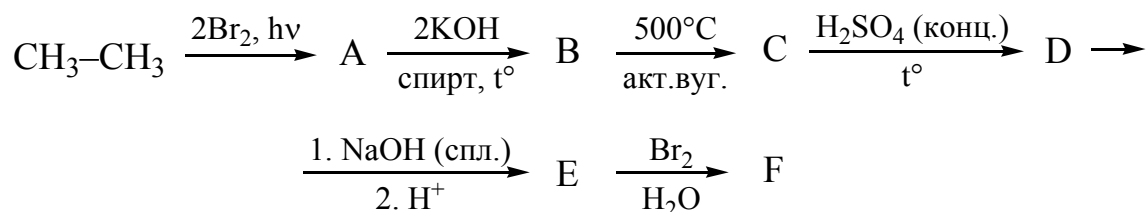
Завдання № 5

1. Наведіть структурну формулу галогенопохідного загальної формули C_4H_9Br , якщо відомо, що при взаємодії з водним розчином лугу (в умовах S_N2 реакцій) воно дає первинний спирт, а при наступному гідробромованні – третинне бромпохідне того ж складу. Наведіть схеми відповідних перетворень та дайте назви продуктам.

2. Порівняйте відношення до окиснювачів (водного розчину $KMnO_4$ в нейтральному та кислому середовищах при нагріванні) всіх ізомерних спиртів складу $C_4H_{10}O$. При написанні рівнянь визначаєте ступінь окиснення атомів вуглецю в початкових та кінцевих сполуках.

3. На конкретному прикладі взаємодії відповідного галогенопохідного з водним розчином лугу опишіть суть механізмів S_N2 та $E2$. Поясніть причину протікання цих двох конкуруючих реакцій. Охарактеризуйте стереохімічний ефект реакції S_N2 , наведіть діаграму зміни потенціальної енергії при реалізації цього механізму.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви продуктам реакцій:



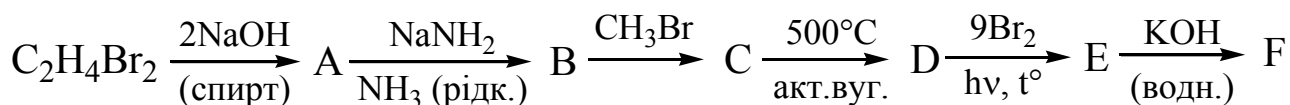
Завдання № 6

1. Наведіть структурну формулу сполуки загальної формули $C_5H_{11}Br$, яка при дегідробромованні ($NaOH$ (сп.)) та наступному озонолізі дає суміш формальдегіду та ізомасляного альдегіду (2-метилпропаналь). Наведіть схеми та умови протікання відповідних реакцій, дайте назви продуктам.

2. Розташуйте в ряд по зменшенню кислотності: а) HOH ; б) $\text{CH}\equiv\text{CH}$; в) фенол; г) бутан-1-ол; д) бутан-2-ол; е) 2-метилпропан-2-ол; є) бензиловий спирт; ж) гліцерин. Відповідь аргументуйте.

3. Які конкуруючі реакції проходять при взаємодії 1-феніл-2-бромпропану з спиртовим розчином лугу? Яка з них основна? Наведіть механізм цих реакцій та укажіть їх тип.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви продуктам реакцій:



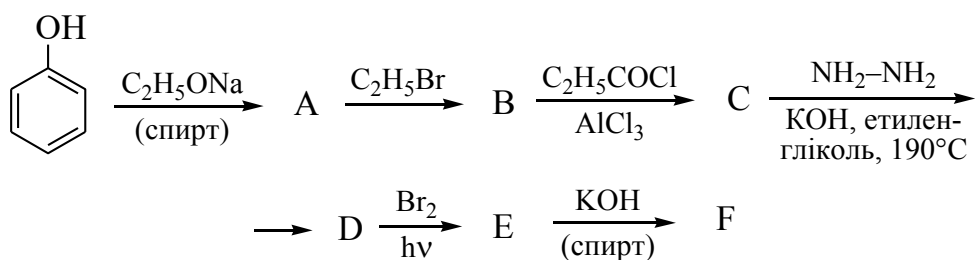
Завдання № 7

1. Наведіть структурну формулу сполуки загальної формули $C_7H_6Cl_2$, яка при перемішуванні з водним розчином соди переходить в сполуку C_7H_7ClO , при окисненні якої водним розчином $KMnO_4$ утворюється *n*-хлорбензойна кислота. Наведіть схеми відповідних реакцій, умови їх протікання та дайте назви проміжним продуктам.

2. Порівняйте відношення до S_N реакцій вінілхлориду та алілхлориду. Проілюструйте це прикладами відповідних реакцій та дайте пояснення наведеним фактам.

3. На конкретному прикладі взаємодії відповідного галогенопохідного з водним розчином лугу опишіть суть механізмів S_N1 та $E1$. Поясніть причину протікання цих двох конкуруючих реакцій. Охарактеризуйте стереохімічний ефект реакції S_N1 , наведіть діаграму зміни потенціальної енергії при реалізації цього механізму.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



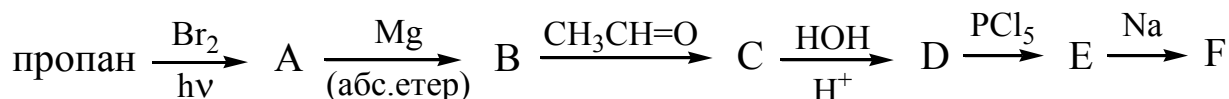
Завдання № 8

1. Наведіть структурну формулу сполуки загальної формули $C_8H_{10}O$, яка дає кольорову реакцію з $FeCl_3$, взаємодіє з етилатом натрію, а потім з метилбромідом, утворюючи продукт, який при окисненні перманганатом калію в лужному середовищі утворює *n*-метоксибензойну кислоту. Наведіть схеми відповідних реакцій та дайте назви отриманим продуктам.

2. Наведіть структурні формули ізомерів гідроксипохідних сполуки C_7H_8O , які включають бензольне кільце. Дайте їм назви за номенклатурою IUPAC та тривіальні. На які класи, в залежності від будови, поділяються ці сполуки? Дайте порівняльну характеристику їх хімічних властивостей. Поясніть, чому не всі властивості у них подібні.

3. Які продукти утворюються при нагріванні бутан-1-олу з HBr , дайте їм назви. Наведіть схеми та механізми реакцій, які при цьому проходять. Який їх тип?

4. Здійсніть наступну схему перетворень та дайте назви продуктам реакцій:



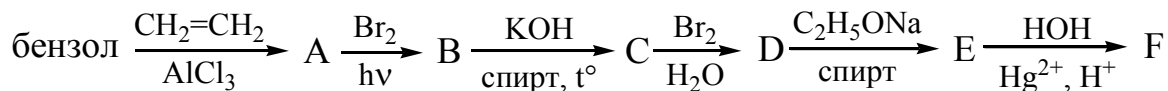
Завдання № 9

1. Наведіть структурну формулу сполуки складу C_7H_8O , яка не дає кольорової реакції з хлоридом заліза (III), при дії PCl_5 перетворюється в сполуку C_7H_7Cl , яка при взаємодії з лужним розчином перманганату калію утворює розчинну в лугах сполуку складу $C_7H_6O_2$. Наведіть схеми відповідних реакцій та дайте назви отриманим продуктам.

2. Наведіть структурні формули ізомерів складу C_4H_9Br та розташуйте в ряд по збільшенню їх реакційної здатності в S_N1 реакціях (умови проведення реакцій однакові). Дайте пояснення.

3. Наведіть механізм взаємодії бензилового спирту з HBr . Наведіть діаграму зміни потенційної енергії системи при реалізації цього механізму. Який був би стереохімічний ефект цієї реакції, якби процес проходив у хірального центру? Відповідь аргументуйте.

4. Здійсніть наступну схему перетворень та дайте назви продуктам реакцій:



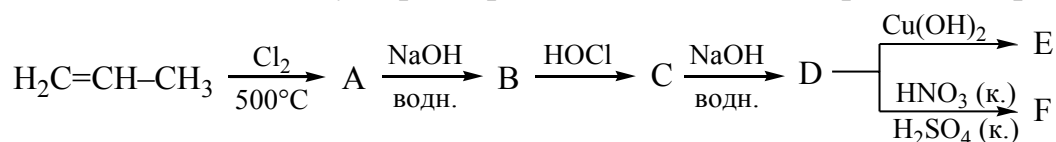
Завдання № 10

1. Напишіть структурну формулу сполуки $C_5H_{12}O$, яка реагує з металевим натрієм з виділенням газу, з реактивом Лукаса (еквімолекулярні кількості хлориду цинку і концентрованої хлороводородної кислоти) не реагує, а з перманганатом калію в кислому середовищі при нагріванні і без відгонки отриманого продукту окиснюється до сполуки, яка при сплавленні з натронним вапном ($NaOH + Ca(OH)_2$) утворює ізобутан. Наведіть схеми відповідних реакцій.

2. Розташуйте в ряд по зменшенню кислотних властивостей такі сполуки: етанол, етиленгліколь, гліцерин. Наведіть схеми реакцій, які показують, що етанол та етиленгліколь мають не однакову кислотність. Наведіть схеми реакцій, які ідентичні для цих сполук.

3. Наведіть механізм взаємодії *трет*-бутилхлориду з водним розчином лугу. Які два продукти утворюються при цьому? Чи буде різниця в співвідношенні подібних продуктів при взаємодії 1-бромбутану з водним розчином лугу? Відповідь аргументуйте.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



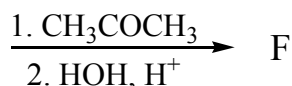
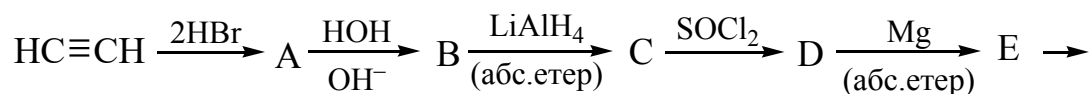
Завдання № 11

1. 1 моль сполуки $C_6H_{14}O_2$ при взаємодії з металевим натрієм виділяє 1 моль газу, при пропусканні над нагрітим до $400-450^\circ C$ Al_2O_3 перетворюється в сполуку C_6H_{10} , яка легко полімеризується. При відновлюючому озонуванні ця сполука утворює 2 моля мурашиного альдегіду та бутадіон-2,3 ($CH_3-CO-CO-CH_3$). Наведіть схеми відповідних реакцій та на їх основі визначте структуру вихідної сполуки.

2. Порівняйте відношення спиртів і фенолів до нуклеофільних реагентів, виходячи з їх будови. Наведіть схеми відповідних реакцій.

3. Виходячи з механізму реакції, поясніть: а) чому етанол не реагує з KBr (хоча нуклеофіл є); б) чому при взаємодії етанолу з еквімолекулярними кількостями KBr і HCl утворюються рівні кількості двох сполук. Які це сполуки? Продукти конкуруючої реакції до уваги не беріть.

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



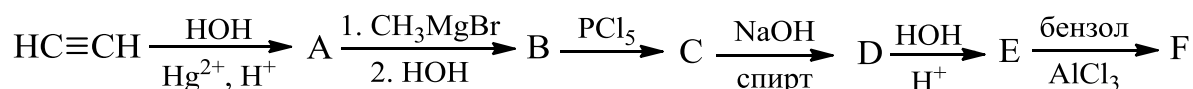
Завдання № 12

1. Напишіть структурну формулу сполуки $C_8H_6Cl_4$, якщо при взаємодії її з водним розчином лугу утворюється 3-метил-4-хлоробензойна кислота. Наведіть схему перетворень.

2. При нагріванні етилату натрію з 1-бромбутаном в етиловому спирті проходять дві конкуруючі реакції. Назвіть їх тип. В якій реакції етилат натрію відіграє роль нуклеофіла, в якій основи? Наведіть схеми і механізми цих реакцій.

3. З якими з перелічених галогенопохідних реакція з водним розчином луку буде проходити переважно по мономолекулярному механізму: а) бромометан; б) 1-бромпропан; в) 2-бromo-2-метилпропан; г) бромопентан; д) 2-бromo-1-фенілпропан? На одному з обраних прикладів наведіть механізм основної та конкуруючої реакцій. Який стереохімічний ефект цієї реакції? На якій з обраних сполук це можна проілюструвати?

4. Здійсніть схеми перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



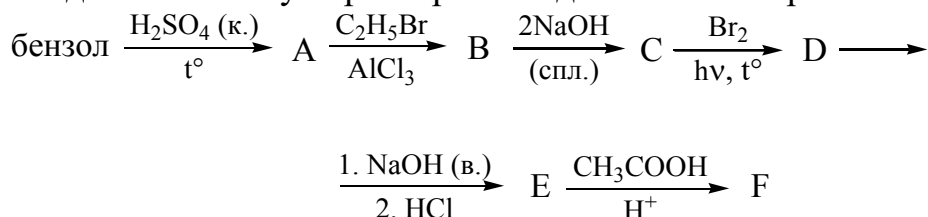
Завдання №13

1. Напишіть структурну формулу сполуки $C_4H_{10}O_2$ (А), яка при взаємодії з метилмагнійбромідом реагує з виділенням 2 молей газу, який не знебарвлює бромну воду та перманганат калію. При нагріванні з кислотою А утворює сполуку, яка легко полімеризується, а вступаючи в реакцію відновлюючого озонування (1. O_3 ; 2. HOH , Zn , H^+), утворює 2 моль мурашиного альдегіду та гліюксаль ($O=CH-CH=O$). Наведіть схеми перетворень та дайте назви отриманим продуктам.

2. Розташуйте ізомерні галогенопохідні складу C_4H_9Br в ряд по збільшенню продукту дегідрогалогенування в ході їх взаємодії з водним розчином лугу. Відповідь аргументуйте.

3. Які з наведених сполук реагують з водним розчином лугу при невеликому нагріванні: а) алілхлорид; б) ізобутилбромід; в) хлористий вініл; г) бромбензол; д) *n*-нітрохлорбензол; е) *трет*-бутилбромід? Наведіть схеми відповідних реакцій. Для сполуки, яка реагує по S_N2 механізму наведіть механізм основної та конкуруючої реакції

4. Здійсніть схему перетворень та дайте назви отриманим продуктам:



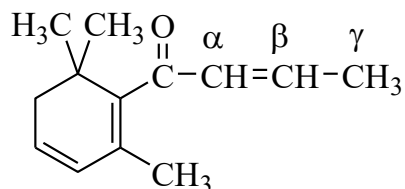
6. Альдегіди, кетони

6.1. Тестові завдання

Завдання № 1

1. Дамасценон входить до складу трояндової олії (0,05%) та надає їй природну духмяність. Чи можлива стереоізомерія для цієї сполуки?

а) неможлива; б) геометрична; в) оптична; г) поворотна.



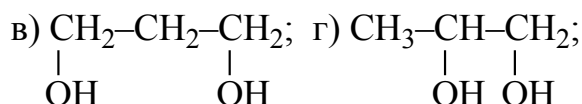
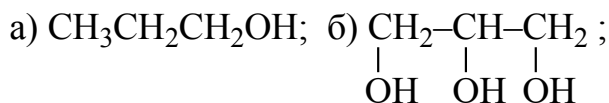
2. В якому з рядів по збільшенню реакційної здатності карбонільної групи в A_N реакціях наведені карбонільні сполуки розташовані вірно?

а) мурашиний альдегід; б) оцтовий альдегід; в) оцтова кислота; г) ацетат натрію; д) етилацетат; е) хлорангідрид оцтової кислоти; є) амід оцтової кислоти; ж) ангідрид оцтової кислоти.

1) $a < б < в < д < г < е < є < ж$; 2) $г < в < є < д < б < а < е < ж$;

3) $д < г < є < в < б < а < е < ж$; 4) $д < є < г < ж < е < а < б < в$.

3. Які сполуки необхідні для отримання акролеїну в лабораторії?



4. Продукти взаємодії альдегідів і кетонів з якими сполуками використовуються для їх виділення із сумішей та ідентифікації? а) H_2O ; б) C_2H_5OH ; в) HCl ; г) NH_3 ; д) NH_2-OH ; е) NH_2-NH_2 ; є) RNH_2 ; ж) $H_2N-NH-CS-NH_2$.

5. Які продукти утворюються при взаємодії магнійорганічних сполук з кетонами з подальшим гідролізом отриманого продукту? Який тип цієї реакції?

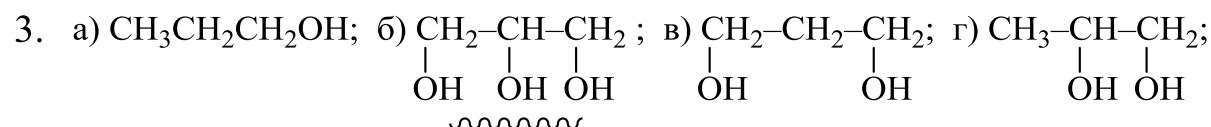
а) насичені вуглеводні; б) ненасичені вуглеводні; в) первинні спирти; г) вторинні спирти; д) третинні спирти; A_N , A_R , A_E , S_R , S_N , S_E , окиснення, відновлення.

Рішення:

1. а) неможлива; б) геометрична; в) оптична; г) поворотна.

2. 1) $a < б < в < д < г < е < є < ж$; 2) $г < в < є < д < б < а < е < ж$;

3) $д < г < є < в < б < а < е < ж$; 4) $д < є < г < ж < е < а < б < в$.



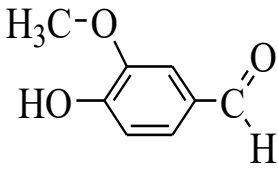
4. а) H_2O ; б) C_2H_5OH ; в) HCl ; г) NH_3 ; д) NH_2-OH ; е) NH_2-NH_2 ;

- є) RNH_2 ; ж) $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}-\text{CS}-\text{NH}_2$.
5. а) насичені вуглеводні; б) ненасичені вуглеводні;
в) первинні спирти; г) вторинні спирти; д) третинні спирти;
 A_N , A_R , A_E , S_R , S_N , S_E , окиснення, відновлення.

Завдання № 2

- До якого класу органічних сполук відноситься циклічний тример формальдегіду – триоксан: а) ацеталь; б) кеталь; в) напівацеталь; г) напівкеталь; д) етер?
- В якому з рядів наведені карбонільні сполуки: а) ацетальдегід; б) ацетон; в) ацетооцтовий естер; г) ацетилацетон; д) трифторацетилацетон – по зменшенню кількості єнольної форми розташовані вірно?
1) $a > б > в > г > д$; 2) $в > б > а > д > г$; 3) $д > г > а > б > в$;
4) $д > г > в > б > а$; 5) $д > г > б > в > а$.
- Виберіть метиленову та карбонільну компоненти для синтезу бензиліденацетону ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{CH}_3$) шляхом кротонової конденсації: а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$; б) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$; в) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$; г) CH_3COCHO ; д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$; е) CH_3COCH_3 .
- Які С–Н зв'язки в молекулі 5-метил-2-феніл-2-гексеналю, одного з 300 компонентів, що дають запах какао, можуть брати участь у конденсаціях альдольно-кротонового типу: а) у 1С атома; б) у 3С; в) у 4С; г) у 5С; д) у 6С?
- Укажіть тип реакцій по карбонільній групі бензиліденацетону: S_R , S_N , S_E , A_N , A_E , A_R , відновлення, окиснення.

Завдання № 3

- До яких класів органічних сполук відноситься ванілін: а) альдегід; б) кетон; в) спирт; г) фенол; д) етер; е) естер?

- В якому з рядів по збільшенню реакційної здатності карбонільної групи в A_N реакціях наведені карбонільні сполуки розташовані вірно?
а) мурашиний альдегід; б) оцтовий альдегід; в) оцтова кислота; г) ацетат натрію; д) етилацетат; е) хлорангідрид оцтової кислоти; є) амід оцтової кислоти; ж) ангідрид оцтової кислоти.
1) $a < б < в < д < г < е < є < ж$; 2) $г < в < є < д < б < а < е < ж$;
3) $д < г < є < в < б < а < е < ж$; 4) $д < є < г < ж < е < а < б < в$.
- При озонолізі якої сполуки з подальшим гідролізом утвореного озоніду отримують тільки метилізопропілкетон: а) 2,5-диметилгекс-3-ен; б) 2,3,5-триметилгекс-3-ен; в) 2,3,4,5-тетраметилгекс-3-ен; г) 2,3,4,5-

тетраметилгекс-2-ен; д) 4,4,5,5-тетраметилгекс-2-ен; е) 3,3,4,5-тетраметилгекс-1-ен?

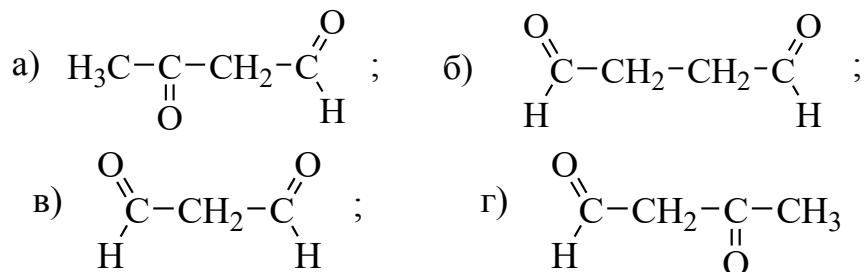
4. Укажіть реагенти, за допомогою яких можна відрізнити ванілін від його гідрованого по циклу аналога: а) HCN; б) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; в) NaHSO_3 ; г) FeCl_3 ; д) HCl?

5. Укажіть реагент та тип реакцій, за допомогою яких можна триоксан (циклічний тример формальдегіду) перетворити в формальдегід: а) H_2O , H^+ ; б) H_2O , OH^- ; в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, H^+ . Реакції: S_R , S_N , S_E ?

Завдання № 4

1. У вигляді яких ізомерів існує карбонільна сполука загальної формули $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$: а) структурних; б) геометричних; в) оптичних; г) поворотних?

2. Яка з наведених сполук називається формілоцтовим альдегідом?



3. З яких з наведених сполук можна отримати бутанон в 1 стадію? а) бут-1-ин; б) бут-2-ин; в) бут-1-ен; г) бут-2-ен; д) бутан-1-ол; е) бутан-2-ол; є) 2,2-дихлоробутан; ж) 1,2-дихлоробутан.

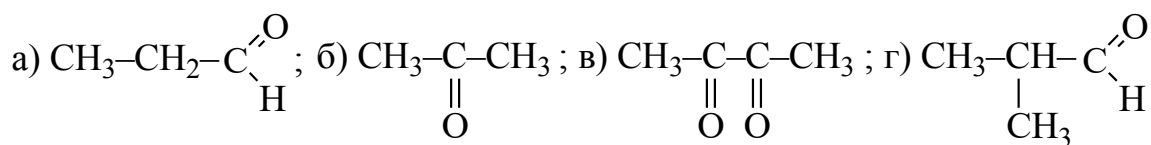
4. Які з наведених структурних признаков сполук є необхідними для того, щоб проходила галоформна реакція (взаємодія з лужним розчином галогену з утворенням галоформу)? а) наявність CH_3 -групи; б) наявність карбонільної групи; в) карбонільна сполука будови $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{R}$; г) карбонільна сполука будови $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{H}$; д) карбонільна сполука будови $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{R}$; е) спирт будови $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{R}$.

5. Який продукт утворюється при естерній конденсації (реакція Тищенко) з оцтового альдегіду? а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$; б) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$; в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$; г) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$. До якого типу реакцій відноситься ця реакція? S_R , S_N , S_E , A_R , A_N , A_E , окиснення, відновлення.

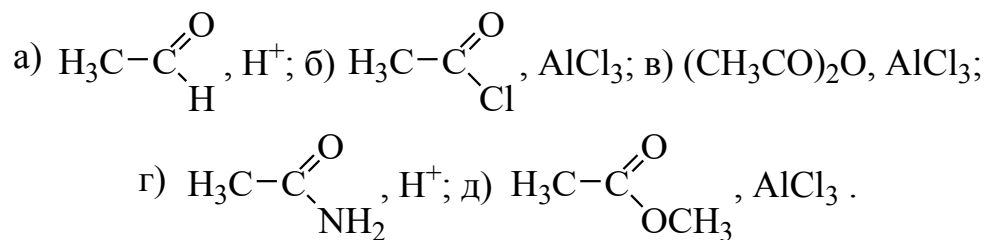
Завдання № 5

1. Чи можлива стереоізомерія для 5-метил-2-феніл-2-гексеналю, одного з 300 компонентів, які дають запах какао? а) неможлива; б) геометрична; в) оптична; г) поворотна.

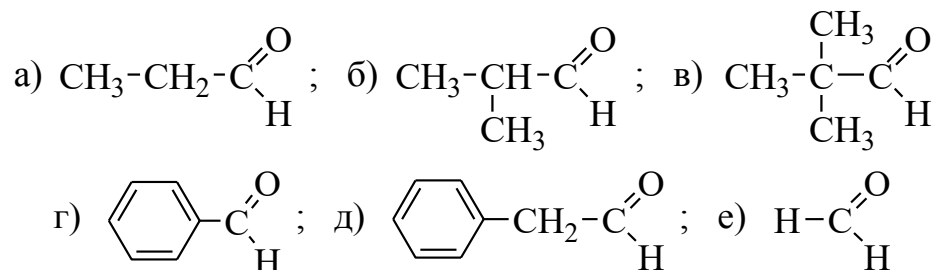
2. Яка з наведених сполук називається діацетилом?



3. Дією яких реагентів на бензол можна отримати ацетофенон?



4. Які з наведених альдегідів вступають в реакцію Канніццаро?



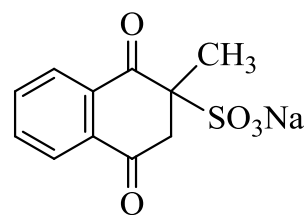
5. Які спирти утворюються при взаємодії кетонів з алюмогідридом літію з подальшим гідролізом отриманих алкоголятів? До якого типу реакцій відноситься ця реакція?

а) первинні; б) вторинні; в) третинні;

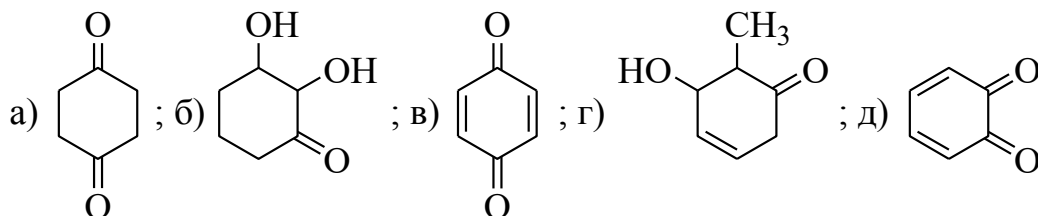
S_R , S_N , S_E , A_R , A_N , A_E , відновлення; окиснення.

Завдання № 6

1. До яких класів органічних сполук можна віднести вікасол – синтетичний вітамін К, який застосовується для зупинки кровотечі та жовтухи? а) альдегід; б) кетон; в) сіль арилсульфокислоти; г) сіль алкілсульфокислоти.



2. Які (яка) з наведених сполук є хінонами?



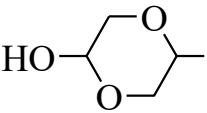
3. Для отримання багатьох альдегідів в промисловості використовується оксосинтез. Виберіть реагенти, які для цього необхідні: а) $\text{R—CH}_2\text{—OH}$; б) $\text{R}_2\text{CH—OH}$; в) $\text{R}_3\text{C—OH}$; г) R—CH=CH_2 ; д) $\text{R—C}\equiv\text{CH}$; е) R—COOH ; є) R—COOR ; ж) CO ; з) H_2 ; и) CO_2 .

4. Які C—H зв'язки проявляють псевдокислотні властивості в 3-метил-3-фенілбутаналі в реакціях конденсації альдольно-кетонового типу? а) C—H

зв'язки бокового ланцюга; б) в CH_3 -групі; в) в CH_2 -групі; г) $\text{C}-\text{H}$ зв'язки ароматичного циклу.

5. Укажіть типи реакцій для вікасола по карбонільній групі: S_R , S_E , S_N , A_R , A_E , A_N , відновлення, окиснення.

Завдання № 7

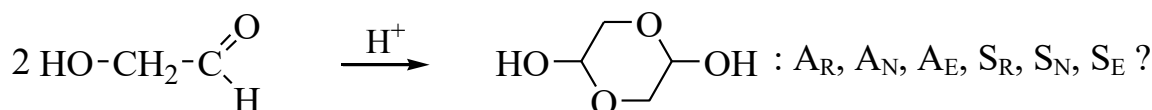
1. До яких класів органічних сполук можна віднести димер гліколевого альдегіду?  а) спирт первинний; б) спирт вторинний; в) спирт третинний; г) етер; д) напівацеталь; е) ацеталь.

2. Чи можлива для димеру гліколевого альдегіду стереоізомерія? а) неможлива; б) геометрична; в) оптична; г) поворотна.

3. Для синтезу багатьох метилалкілкетонів (де алкіл – складний радикал) використовуються синтези на основі ацетооцтового естеру. Які реагенти необхідні для отримання цим методом 3-метилпентан-2-ону? а) ацетооцтовий естер; б) NaOH ; в) HCl ; г) Ni ; д) Na ; е) Pt ; є) CH_3Br ; ж) $(\text{CH}_3)_2\text{CHBr}$; з) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$; и) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$; і) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (абс.); к) HOH .

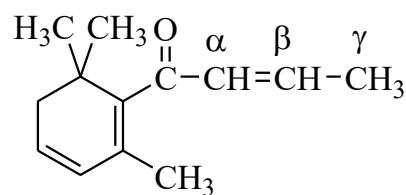
4. Скільки структурних ізомерів карбонільної сполуки загальної формули $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ будуть давати йодоформну реакцію: 0, 1, 2, 3, 4?

5. Який тип реакції отримання димеру гліколевого альдегіду із його мономеру по схемі:

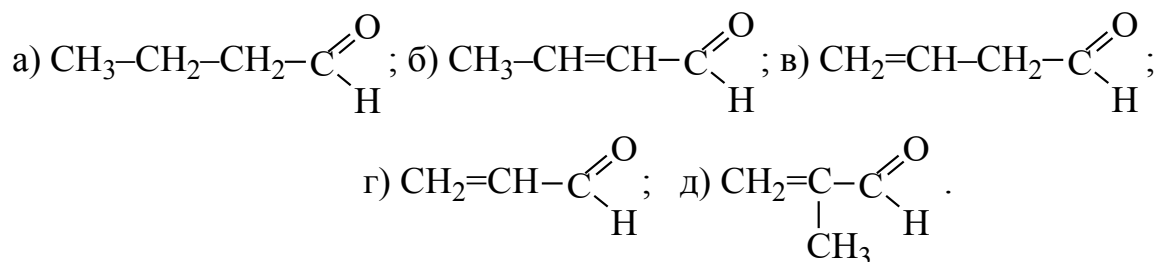


Завдання № 8

1. Дамасценон входить до складу трояндової олії (0,05%) та надає їй природну духмяність. Чи можлива стереоізомерія для цієї сполуки? а) неможлива; б) геометрична; в) оптична; г) поворотна.



2. Яка зі сполук називається кротоновим альдегідом?



3. Піролізом якої з наведених солей карбонових кислот отримують метилізопропілкетон?

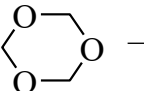
- а) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$; б) $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Ca}$;
 в) $(\text{CH}_3\text{COO})\text{Ca}(\text{OOCCH}(\text{CH}_3)_2)$; г) $(\text{OOCCH}(\text{CH}_3)_2)_2\text{Ca}$.

4. Які С–Н зв'язки дамасценону проявляють псевдокислотні властивості в реакціях типа альдольної конденсації?

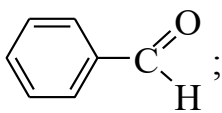
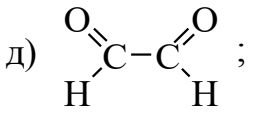
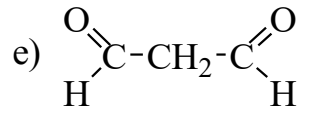
- а) α -СН-зв'язки; б) β -СН-зв'язки; в) γ -СН-зв'язки; г) в $(\text{CH}_3)_2$ -групі;
 д) в CH_3 -групі кільця поряд з подвійним зв'язком.

5. Укажіть положення атома хлору по відношенню до карбонільної групи в продукті взаємодії дамасценону з HCl по подвійному зв'язку бокового ланцюга. а) α -положення; б) β -положення. Який тип цієї реакції? S_R , S_N , S_E , A_N , A_R , A_E , окиснення, відновлення.

Завдання № 9

1. До якого класу органічних сполук відноситься триоксан  – циклічний тример мурашиного альдегіду? а) альдегід; б) ацеталь; в) кеталь; г) напівацеталь; д) напівкеталь; е) етер.

2. Яку з наведених сполук називають акролеїном?

- а) $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$; б) ; в) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$;
 г) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\text{H}$; д) ; е) .

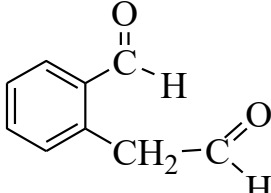
3. Які сполуки необхідні для отримання акролеїну в лабораторії?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$; б) $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$; в) $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$; г) $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2(\text{OH})$;
 д) H_2SO_4 (конц.); е) HCl (конц.); є) KOH ; ж) KHSO_4 .

4. Укажіть реагенти, за допомогою яких можна відрізнити *n*-метилацетофенон від *n*-гідроксиацетофенону: а) I_2 , NaOH ; б) FeCl_3 ; в) KCN , H^+ ; г) Br_2 , H_2O .

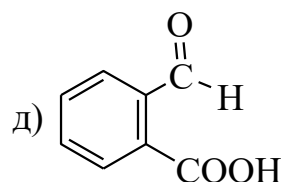
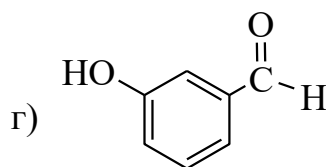
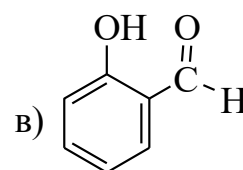
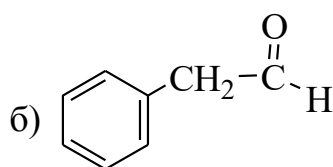
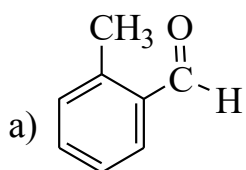
5. Який продукт утворюється в результаті перехресної альдольно-критонової конденсації надлишка бензальдегіду з оцтовим альдегідом в присутності луку? Який тип цієї реакції?

- а) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$; б) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{OH}$; в) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{O}$;

- г) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{O}$; д) 

Завдання № 10

1. Чи можлива стереоізомерія для кротонового альдегіду $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH=O}$? а) неможлива; б) геометрична; в) оптична
2. Яку з наведених сполук називають саліциловим альдегідом?



3. Якими методами (методом) в промисловості отримують оцтовий альдегід? а) синтезом на основі ацетооцтового естеру; б) гідролізом 1,1-дихлоретану; в) реакцією Кучерова; г) окисненням етанолу біхроматом калію в кислому середовищі; д) дегідруванням етанолу на міді; е) піролізом змішаної кальцієвої солі мурашиної та оцтової кислот.

4. Продукти взаємодії альдегідів і кетонів з якими сполуками використовуються для їх виділення із сумішей та ідентифікації? а) H_2O ; б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; в) HCl ; г) NH_3 ; д) $\text{NH}_2\text{—OH}$; е) $\text{NH}_2\text{—NH}_2$; є) RNH_2 ; ж) $\text{H}_2\text{N—NH—CS—NH}_2$.

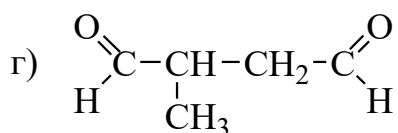
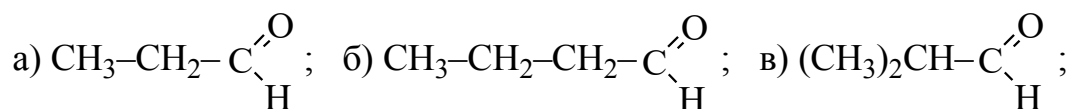
5. Які спирти утворюються при взаємодії кетонів з магнійорганічними сполуками та при подальшому гідролізі отриманого продукту? а) первинні; б) вторинні; в) третинні. Який тип (типи) цієї реакції? S_R , S_N , S_E , A_N , A_R , A_E , окиснення, відновлення.

Завдання № 11

1. Назва кетону за номенклатурою IUPAC 4-пентен-2-он. Виберіть вірну назву цього кетону за радикало-функціональною номенклатурою. а) метилвінілкетон; б) метил-2-пропенілкетон; в) метилалілкетон; г) акролеїн.

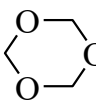
2. Чи можлива стереоізомерія для кетону, наведеного в першому запитанні? а) неможлива; б) геометрична; в) оптична.

3. Які карбонільні сполуки можна отримати з пропілену реакцією оксосинтезу?



4. За допомогою яких реагентів можна розпізнати бензальдегід та оцто-

вий альдегід? а) Br_2 , H_2O ; б) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; в) I_2 , KOH ; г) NH_2OH ; д) NaHSO_3 ; е) $\text{NH}_2\text{—NH}_2$.

5. Укажіть, за допомогою яких реагентів циклічний тример мурашиного альдегіду – триоксан  можна перетворити в формальдегід та тип цієї реакції.

а) H_2O , H^+ ; б) H_2O , OH^- ; в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, H^+ ; г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, OH^- ;
 S_R , S_N , S_E , A_N , A_R , A_E , окиснення, відновлення.

Завдання № 12

1. Тривіальна назва кетону $\text{H}_3\text{C}-\overset{\beta}{\underset{\text{H}_3\text{C}}{\text{C}}}=\overset{\alpha}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ оксид мезитила. Виберіть його вірну назву за номенклатурою IUPAC. а) 2-метилпент-2-ен-4-он; б) 4-метилпент-3-ен-2-он; в) 4,4-диметилбут-3-ен-2-он; г) 1,1-диметилбут-1-ен-3-он.

2. Які типи (тип) ізомерії можливі для кетонів загальної формули $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$? а) структурна; б) геометрична; в) оптична.

3. З якими з наведених реагентів взаємодіє етаналь? а) CH_3NO_2 (KOH); б) KMnO_4 (H^+); в) CH_3MgBr ; г) C_3H_8 ; д) $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$; е) NH_3 ; є) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$; ж) CH_3COOH ; з) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$.

4. Яка сполука утворюється з кетонів по реакції Кіжнера-Вольфа в модифікації Хуанг-Мінлона (взаємодія кетонів з гідразингідратом і лугом в діетиленгліколі при кип'ятінні)? а) спирт первинний; б) спирт вторинний; в) етер; г) напівацеталь; д) вуглеводень.

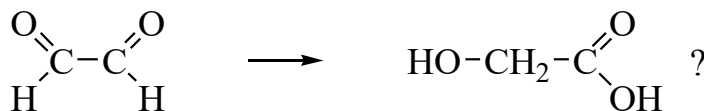
5. Укажіть положення атома Br по відношенню до карбонільної групи в продукті взаємодії оксиду мезитила з HBr . а) α -положення; б) β -положення. Який тип цієї реакції? S_R , S_N , S_E , A_N , A_R , A_E , окиснення, відновлення.

Завдання № 13

1. Тривіальна назва сполуки $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH=CH—CH=O}$ сорбіновий альдегід. Виберіть вірну назву (назви) за номенклатурою IUPAC. а) 5-метилпента-2,4-дієналь; б) гекса-2,4-дієналь; в) 1-метилпента-1,3-дієн-5-аль; г) гекса-2,4-дієн-6-аль; д) 1-формілпента-1,3-дієн.

2. Чи можлива стереоізомерія для сорбінового альдегіду?
а) неможлива; б) геометрична; в) оптична.

3. За яких умов здійснюється перетворення



а) HCl; б) KOH; в) LiAlH₄; г) KMnO₄; д) Zn, HCl.

4. Які з наведених сполук вступають в альдольно-кетонову конденсацію?

- а) (CH₃)₃C–CH=O; б) (CH₃)₂CH–CH₂–CH=O;
в) CH₃–CH₂–CH(CH₃)–CH=O; г) CH₃(CH₂)₃CH=O.

5. Які продукти утворюються при взаємодії магнійорганічних сполук з кетонами з подальшим гідролізом отриманого продукту? а) насичені вуглеводні; б) ненасичені вуглеводні; в) первинні спирти; г) вторинні спирти; д) третинні спирти. Який тип цієї реакції? A_N, A_R, A_E, S_R, S_N, S_E, окиснення, відновлення.

6.2. Контрольні завдання

Завдання № 1

1. Наведіть механізм єнолізації ацетону в умовах кислого та лужного каталізу. Як впливає характер розчинника на положення рівноваги між кетонною та єнольною формами? В якості розчинників використати воду та гексан.

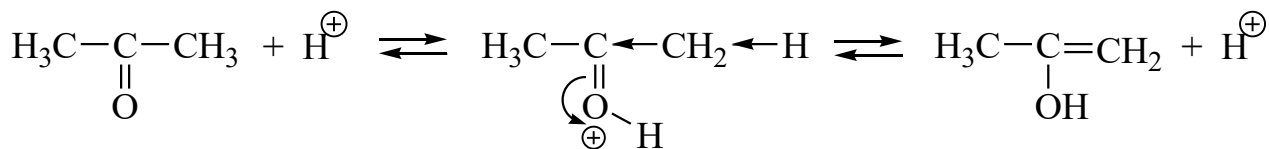
2. Наведіть загальні методи введення карбонільної групи в органічні сполуки. Які з наведених методів можуть бути використані для отримання метилізопропілкетону? Наведіть схеми відповідних реакцій.

3. Наведіть схеми реакцій, за допомогою яких можна розпізнати бензальдегід, ацетофенон, бензофенон.

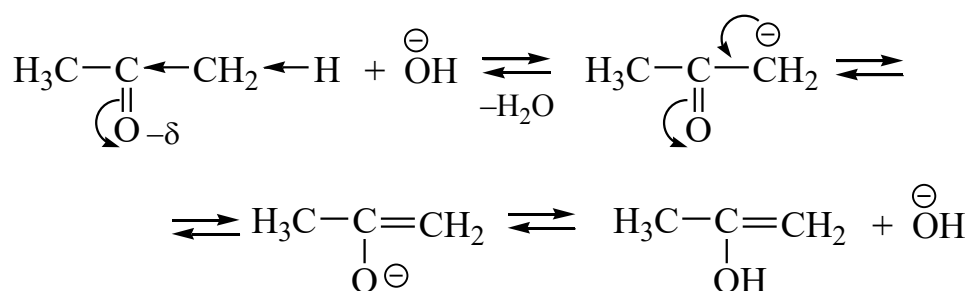
4. Цитраль C₁₀H₁₆O – це терпен, який є основним компонентом коріандрової олії. Він реагує з гідроксиламіном з утворенням сполуки C₁₀H₁₇ON, з реактивом Толленса дає срібне дзеркало і сполуку C₁₀H₁₆O₂. При енергійному окисненні цитралю утворюється ацетон, щавлева кислота (COOH)₂ та левулінова кислота CH₃–CO–CH₂–CH₂–COOH. Наведіть схеми відповідних перетворень та на основі їх та враховуючи ізопренове правило запропонуйте можливу структуру цитралю.

Рішення:

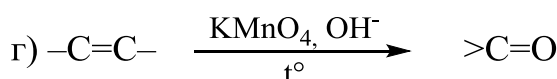
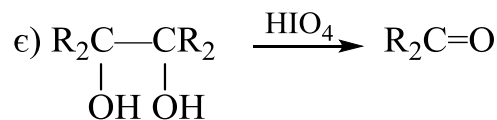
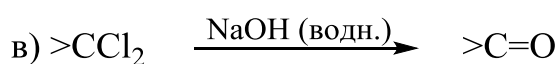
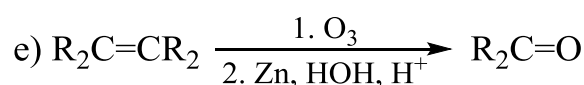
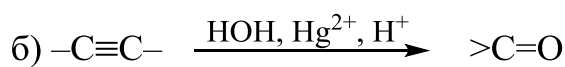
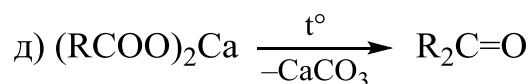
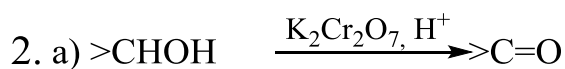
1. а) Єнолізація в умовах кислого каталізу



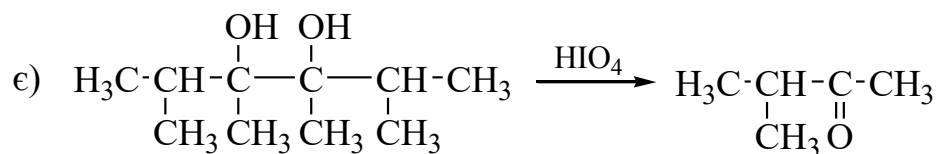
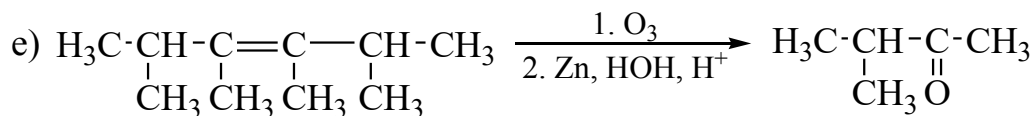
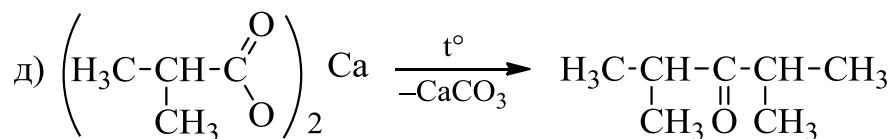
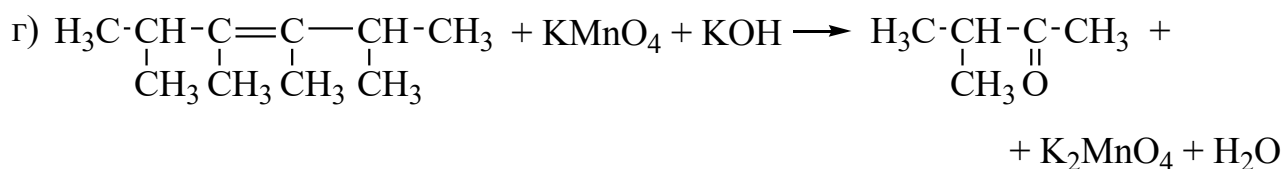
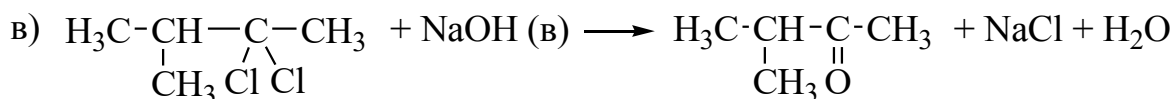
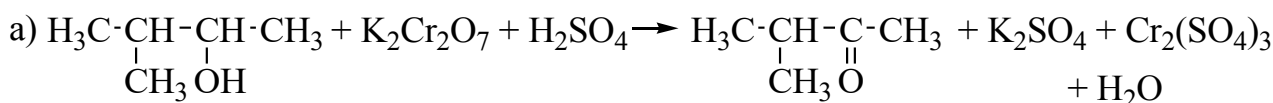
б) Єнолізація в умовах лужного каталізу



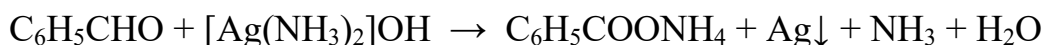
В неполярних розчинниках кількість енольної форми більше, ніж в полярних, тому що в останніх кисень карбонільної групи утворює водневий зв'язок з воднем води, що не сприяє енолізації.



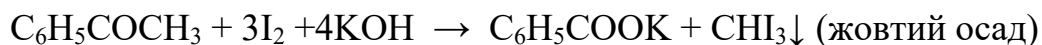
Для отримання метилізопропілкетону можуть бути використані методи:



3. Тільки бензальдегід дає реакцію срібного дзеркала з реактивом Толенса:

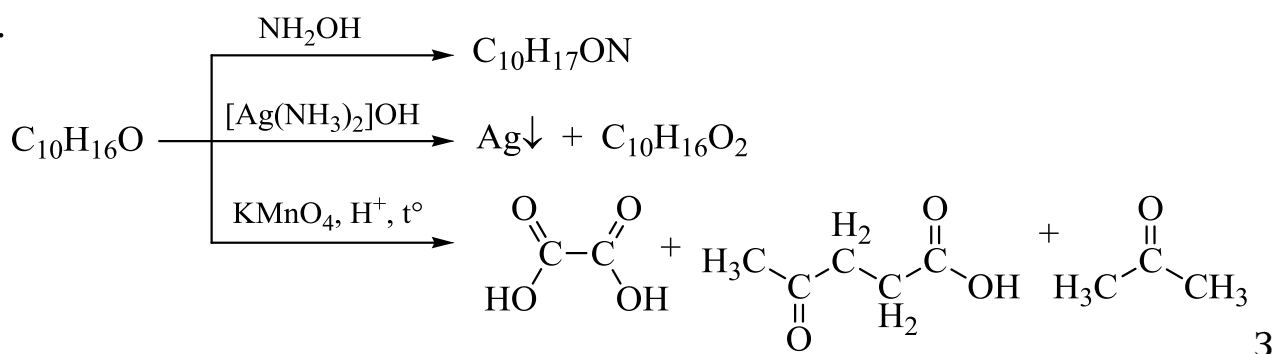


Із залишившихся двох сполук тільки ацетофенон дає йодоформну реакцію:

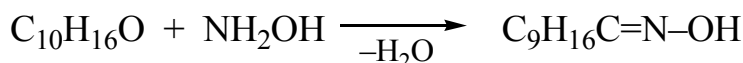


Сполука, що не взаємодіє з цими реагентами – бензофенон.

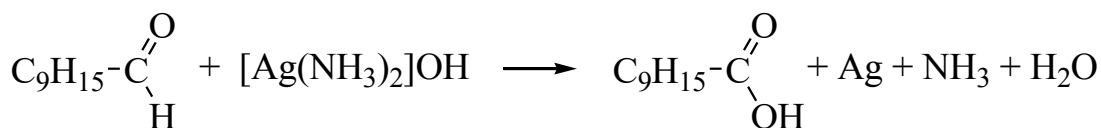
4.



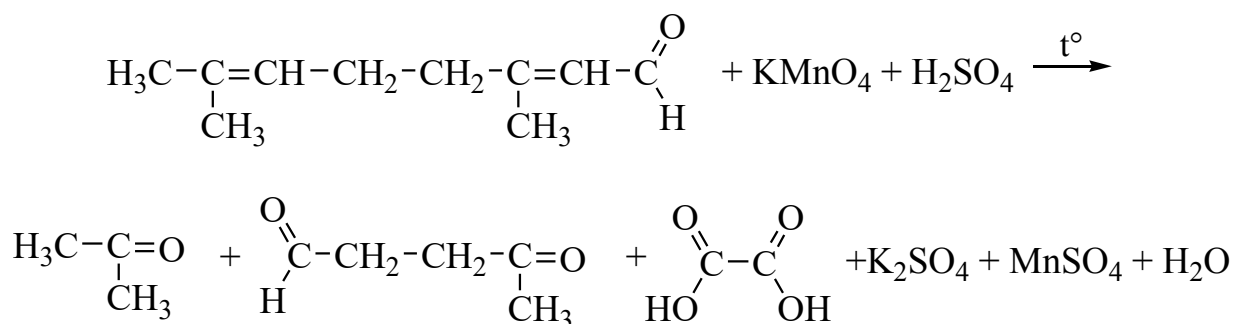
гідно першої схеми



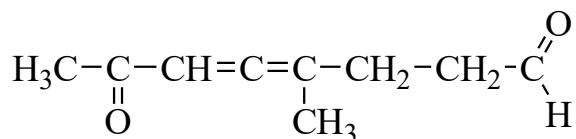
в цитралі є тільки одна карбонільна група, згідно другої схеми – ця група альдегідна:



Окиснення подвійних зв'язків в таких умовах приводить до утворення карбоксильної групи, якщо у вуглеця, зв'язаного подвійним зв'язком, не було алкільної групи, і якщо була, то до карбонільної групи. Крім того, потрібно ще згадати ізопренове правило: в природному каучуку і в терпенах вуглецевий скелет, побудований з ізопренових ланок, сполучених „голова до хвоста”. Тому будова цитралю:



Якщо студент не знає ізопренового правила, то можна розглядати будь-який інший варіант будови, який відповідає продуктам окиснення. Наприклад:



Завдання № 2

1. Поясніть, чому при конденсації Перкіна, на відміну від інших аналогічних конденсацій (альдольно-кетонова, Кляйзена), як каталізатор використовується не сильна основа (NaOH, алкоголяти металів), а сіль – ацетат натрію.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів кетонів складу $C_6H_{10}O$, дайте їм назви за замісничовою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC, де можливо, дайте тривіальні назви. Поворотні ізомери не враховувати.
3. Який процес називається енолізацією? Окремим випадком якого, більш поширеного явища, що реалізується в органічних сполуках, вона є? Наведіть приклади альдегідів та кетонів, які схильні та несхильні до енолізації. Поясніть, чому.
4. Наведіть схему реакцій отримання 3-бензилбутанону за допомогою синтезу на основі ацетооцтового естеру.
5. Наведіть схеми реакцій пентан-2-ону, відмінних від реакцій пентаналу (не менше трьох).

Завдання № 3

1. На яких фізико-хімічних властивостях бензальдегіду ґрунтується його відгонка з реакційної маси з водяною парою? Як можна попередньо перевірити, чи буде якась сполука переганятись з водяною парою?
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук складу C_4H_6O , дайте їм назви за замісничовою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Де можливо, дайте тривіальні назви. (Поворотні ізомери не враховувати.)
3. Поясніть, чому ацетон змішується з водою у будь-яких співвідношеннях, а пропен – ні.
4. Наведіть схему отримання метилбутилкетону на основі нітрилу відповідної кислоти та реактиву Гріньяра.
5. Наведіть схеми реакцій пропаналу, що відбуваються за участю атома водню у α -атома вуглецю (не менше двох). Чим зумовлена активність цих атомів?

Завдання № 4

1. Наведіть схему синтезу коричної (цинамонової) кислоти (за Перкіним) з укаванням умов його проведення.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук з бензольним кільцем загальної формули C_8H_8O . Дайте їм назви за замісничовою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC, де можливо, дайте тривіальні назви.

3. Поясніть, чому температури кипіння альдегідів та кетонів нижче, ніж відповідних спиртів. Чому ця різниця для нижчих гомологів значно більша, ніж для вищих?

4. Наведіть схеми реакцій двох методів отримання бензальдегіду в промисловості.

5. Які з наведених сполук дають позитивну йодоформну пробу?
а) оцтовий альдегід; б) метилетилкетон; в) діетилкетон; г) пропаналь;
д) пропанон; е) ізопропанол. Яке практичне значення має ця реакція?

Завдання № 5

1. Для яких цілей перед відгонкою бензальдегіду з реакційної маси при синтезі коричної кислоти додають розчин гідроксиду калію? Напишіть рівняння відповідної (відповідних) реакції.

2. Напишіть структурні формули ізомерних метилалкілкетонів складу $C_6H_{12}O$, дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC (поворотні ізомери не враховувати).

3. Поясніть, чому за реакцією Кучерова з пропіну отримують не відповідний спирт, а карбонільну сполуку. Наведіть відповідну схему перетворень.

4. Наведіть схему реакцій отримання із бутаналю бутанону.

5. Охарактеризуйте відношення бутаналю і бутанону до різних окисників: а) $[Ag(NH_3)_2]OH$; б) $KMnO_4$, H_2O , $20\text{ }^\circ C$; в) $KMnO_4$, H_2SO_4 , t° ; г) CrO_3 , CH_3COOH ; д) $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , t° ; е) $CuSO_4$, $NaOH$, t° ; є) реактив Фелінга. В тих випадках, коли є взаємодія, наведіть схеми реакцій. Які реакції використовуються для якісного визначення альдегідів?

Завдання № 6

1. Наведіть схему синтезу фенолфталеїну з указанням умов його проведення.

2. Наведіть структурні формули саліцилового альдегіду та всіх його ізомерів. Дайте їм назви за замісничковою номенклатурою IUPAC.

3. Опишіть вплив карбонільної групи на розподіл електронної густини в ізомерних альдегідах складу C_4H_6O .

4. Наведіть схеми реакцій двох методів отримання бензофенону.

5. Які з наведених сполук (формальдегід, пропаналь, 2-метилпропаналь, 2,2-диметилпропаналь, бензальдегід, фенілоцтовий альдегід) можуть вступати в реакцію альдольно-кетонової конденсації? Для однієї з них наведіть схему реакції.

Завдання № 7

1. Для яких цілей при синтезі коричної кислоти в фільтрат, отриманий після кип'ятіння реакційної маси з активованим вугіллям, додають до кислотої реакції концентровану соляну кислоту? Наведіть відповідне (відповідні) рівняння реакції.
2. Наведіть структурні формули коричневого (цинамонового) альдегіду та всіх його ізомерів. Дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC.
3. Наведіть механізм єнолізації пропіонового альдегіду в умовах кислого каталізу.
4. Наведіть схеми реакцій чотирьох методів отримання ацетону. Які з них є промисловими?
5. Наведіть схеми реакцій взаємодії метилізопропілкетону з криптоосновами (не менше двох). Для яких цілей в лабораторії використовуються ці реакції?

Завдання № 8

1. Чим зумовлена зміна забарвлення розчину фенолфталеїну в залежності від pH середовища? Наведіть схему перетворення знебарвленого розчину фенолфталеїну в його червоний колір при дії лугів.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук складу $C_5H_{10}O$, дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC (поворотні ізомери не враховувати).
3. Охарактеризуйте вплив карбонільної групи на розподіл електронної густини в молекулах бензальдегіду та фенілоцтового альдегіду.
4. З бутилового спирту та відповідних неорганічних реагентів отримайте пропіоновий альдегід. Наведіть схему відповідних реакцій.
5. Які з наведених сполук (формальдегід, пропаналь, 2-метилпропаналь, 2,2-диметилпропаналь, бензальдегід, фенілоцтовий альдегід) вступають в реакцію Канніццаро? Для однієї з них наведіть схему реакції.

Завдання № 9

1. Напишіть схеми якісних реакцій, які підтверджують ненасичений характер коричневого альдегіду.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук з бензольним кільцем загальної формули $C_9H_{10}O$ (поворотні ізомери не враховувати). Дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Де можливо, дайте тривіальні назви.
3. Поясніть, чому дикетон ацетилацетон (пентан-2,4-діон) є більш кис-

лим, ніж ацетон, і по кислотності близький до фенолу. Які атоми водню в ньому найбільш кислі? Як називаються кислоти такого типу?

4. Наведіть схеми отримання масляного альдегіду з органічних сполук різних класів (не менше чотирьох).

5. Наведіть схеми реакцій бензальдегіду з реагентами: а) NaOH (конц., t°); б) ацетацельдегід, NaOH (розв.); в) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{O}$, CH_3COOK , t° ; г) KCN (спирт); д) NH_3 .

Завдання № 10

1. Чи можлива стереоізомерія для коричневого альдегіду? Якщо можлива, то наведіть структурні формули відповідних ізомерів та дайте їм назви.

2. Наведіть структурні формули ізомерних кетонів загальної формули $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$ (поворотні ізомери не враховувати). Дайте їм назви за замісничковою номенклатурою IUPAC та, де можливо, тривіальні назви.

3. Наведіть механізм єнолізації масляного альдегіду в умовах лужного каталізу.

4. Наведіть схеми реакцій чотирьох методів отримання ацетофенону.

5. Напишіть структурні формули ізомерів (ізомеру) пентаналу, які вступають в кротонову конденсацію. Наведіть схеми (схему) цієї реакції та умови її проведення.

Завдання № 11

1. Наведіть рівняння реакцій, які проходять при приготуванні реактиву Толленса. Чому його готують безпосередньо перед проведенням реакції „срібного дзеркала”?

2. Наведіть структурні формули геометричних ізомерів альдегіду складу $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$, дайте їм назви за замісничковою і радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Дайте тривіальні назви.

3. Наведіть приклади різних класів органічних сполук, які відносяться до C-H кислот. Від чого залежить їх кислотність?

4. Наведіть схему синтезу за реакцією Раймера-Тімана з фенолу саліцилового альдегіду.

5. Охарактеризуйте хімічні властивості акролеїну. Які реакції відрізняють його від пропаналу? Наведіть схеми відповідних реакцій.

Завдання № 12

1. Наведіть рівняння реакцій, які лежать в основі отримання реактиву Фелінга. Чи можна за допомогою цього реактиву відрізнити *n*-толуїловий альдегід від фенілоцтового?

2. Напишіть структурну формулу ізовалеріанового альдегіду та його структурних ізомерів, дайте їм назви за замісничковою і радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Де можливо, дайте тривіальні назви.

3. Дайте визначення поняттю „таутомерія”. На прикладі двох карбонільних сполук проілюструйте це поняття. Як називається тип такої таутомерії?

4. Наведіть схеми реакцій п’яти методів отримання етаналю. Які з них є промисловими?

5. Наведіть схеми реакцій полімеризації та умови їх протікання для мурашиного та оцтового альдегідів. Дайте назви продуктам реакції.

Завдання № 13

1. Наведіть рівняння реакції взаємодії фуксинсірчистої кислоти з оцтовим альдегідом. Які кетони будуть давати цю реакцію?

2. Напишіть структурні формули оптичних ізомерів альдегіду складу $C_5H_{10}O$. Дайте назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC.

3. Наведіть формули сполук, які в своєму складі мають карбонільну групу, але належать до різних класів органічних сполук. Дайте назви цим класам сполук.

4. Наведіть схеми реакцій отримання з пропаналю метилетилкетону.

5. Наведіть схеми реакцій, які використовуються для ідентифікації альдегідів та кетонів (не менше чотирьох).

6.3. Практичні завдання

Завдання № 1

1. Поясніть, чому при конденсації Перкіна, на відміну від інших аналогічних конденсацій (альдольно-кетонова, Кляйзена), як каталізатор використовується не сильна основа (NaOH, алкоголяти металів), а сіль – ацетат натрію.

2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів кетонів складу $C_6H_{10}O$, дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC, де можливо, дайте тривіальні назви. Поворотні ізомери не враховувати.

3. Який процес називається енолізацією? Окремим випадком якого, більш поширеного явища, що реалізується в органічних сполуках, вона є? Наведіть приклади альдегідів та кетонів, які схильні та несхильні до енолізації. Поясніть, чому.

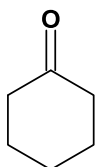
4. Наведіть схему реакцій отримання 3-бензилбутанону за допомогою синтезу на основі ацетооцтового естеру.

5. Наведіть схеми реакцій пентан-3-ону, відмінних від реакцій пентаналю (не менше трьох).

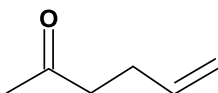
Рішення:

1. Невикористання у реакції Перкіна сильних основ (NaOH, алкоголятів металів) обумовлено тим, що останні реагують як з ароматичним альдегідом (реакція діспропорціонування по Канніццаро с утворенням відповідної пари кислоти та спирту), так і з ангідридом карбонової кислоти (з утворенням відповідних кислоти та солі, або естеру та солі), що призводить до зовсім інших продуктів, ніж очікуються в реакції Перкіна (відповідні коричні кислоти).

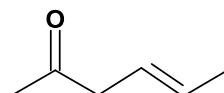
2. Ізомерні кетони $C_6H_{10}O$:



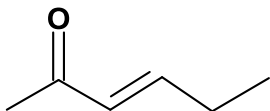
Циклогексанон



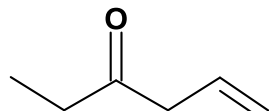
Гекс-5-ен-2-он



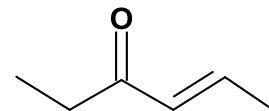
Гекс-4-ен-2-он (Е та Z)



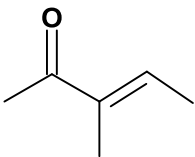
Гекс-3-ен-2-он (Е та Z)



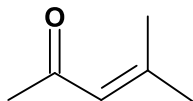
Гекс-5-ен-3-он



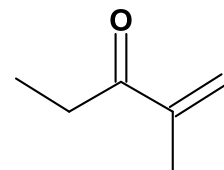
Гекс-4-ен-3-он (Е та Z)



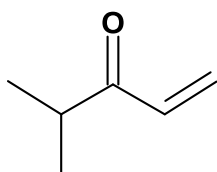
3-Метилпент-3-ен-2-он (Е та Z)



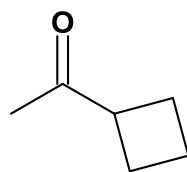
4-Метилпент-3-ен-2-он



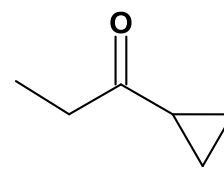
2-Метилпент-1-ен-3-он



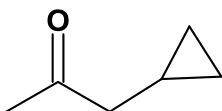
4-Метилпент-1-ен-3-он



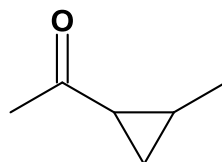
Метилциклобутилкетон
1-циклобутилетанон



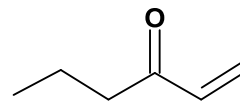
Етилциклопропілкетон
1-циклопропилпропан-1-он



1-циклопропіл-
пропан-2-он



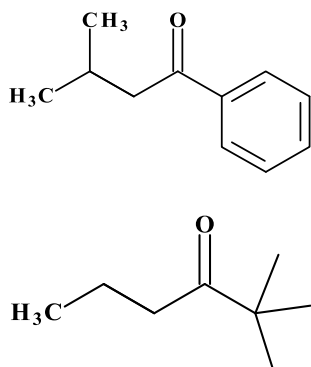
1-(2-метилцикло-
пропіл)етан-1-он
метил-2-метил-
циклопропілкетон



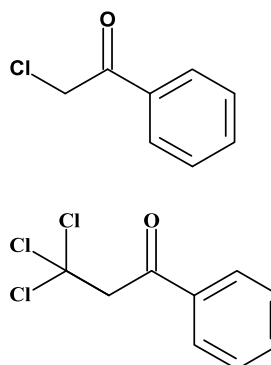
гекс-1-ен-3-он
вінілпропілкетон

3. Енолізація – це процес перетворення карбонільних сполук, що містять α -водневий атом, у відповідні еноли, або α -гідроксиалкени. Енолізацію можна розглядати як окремий випадок більш поширеного явища – таутомерії.

Схильні до енолізації

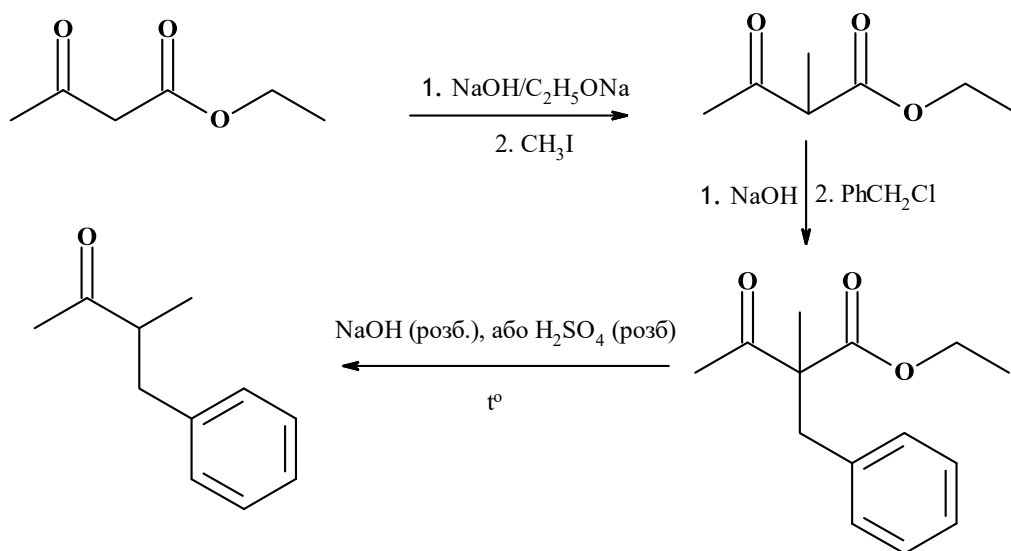


Несхильні до енолізації

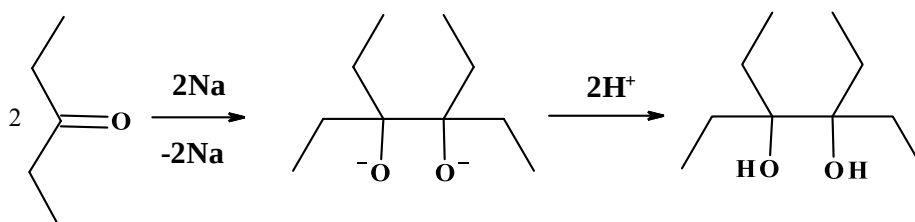


Схильні до енолізації кетони та альдегіди містять біля α -метиленової або α -метинової групи електродонорні замісники (наприклад, алкільні чи алкоксильні групи), напроти, несхильні до енолізації кетони та альдегіди в тих же положеннях мають електроакцепторні замісники (наприклад, галогени чи ціаногрупи). Це пов'язано з можливостями стабілізації позитивного заряду, якій виникає при протонуванні карбонільної сполуки в переходному стані.

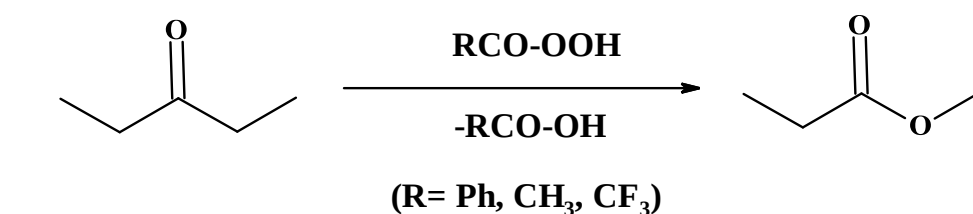
4. Синтез бензилбутанону з ацетооцтового естеру:



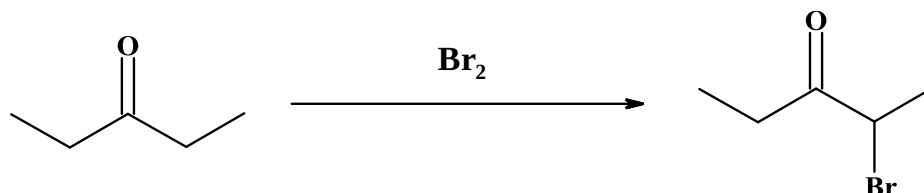
5. Реакція утворення пінаконів



Окиснення за Байером-Віллігером



Галогенування



Завдання № 2

1. На яких фізико-хімічних властивостях бензальдегіду ґрунтується його відгонка з реакційної маси з водяною парою? Як можна попередньо перевірити, чи буде якась сполука переганятись з водяною парою?
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук складу C₄H₆O, дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Де можливо, дайте тривіальні назви. (Поворотні ізомери не враховувати.)
3. Поясніть, чому ацетон змішується з водою у будь-яких співвідношеннях, а пропен – ні.
4. Наведіть схему отримання метилбутилкетону на основі нітрилу відповідної кислоти та реактиву Грін'єра.
5. Наведіть схеми реакцій пропаналю, що відбуваються за участю атома водню у α-атома вуглецю (не менше двох). Чим зумовлена активність цих атомів?

Завдання № 3

1. Наведіть схему синтезу коричної (цинамонової) кислоти (за Перкіним) з укаванням умов його проведення.
2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук з бензольним кільцем загальної формули C₈H₈O. Дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC, де можливо, дайте тривіальні назви.
3. Поясніть, чому температури кипіння альдегідів та кетонів нижче, ніж відповідних спиртів. Чому ця різниця для нижчих гомологів значно більша, ніж для вищих?
4. Наведіть схеми реакцій двох методів отримання бензальдегіду в промисловості.

5. Які з наведених сполук дають позитивну йодоформну пробу? а) оцтовий альдегід; б) метилетилкетон; в) діетилкетон; г) пропаналь; д) пропанон; е) ізопропанол.

Яке практичне значення має ця реакція?

Завдання № 4

1. Для яких цілей перед відгонкою бензальдегіду з реакційної маси при синтезі коричної кислоти додають розчин гідроксиду калію? Напишіть рівняння відповідної (відповідних) реакції.

2. Напишіть структурні формули ізомерних метилалкілкетонів складу $C_6H_{12}O$, дайте їм назви за замісничовою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC (поворотні ізомери не враховувати).

3. Поясніть, чому за реакцією Кучерова з пропену отримують не відповідний спирт, а карбонільну сполуку. Наведіть відповідну схему перетворень.

4. Наведіть схему реакцій отримання із бутаналу бутанону.

5. Охарактеризуйте відношення бутаналу і бутанону до різних окисників: а) $[Ag(NH_3)_2]OH$; б) $KMnO_4$, H_2O , $20\text{ }^\circ C$; в) $KMnO_4$, H_2SO_4 , t° ; г) CrO_3 , CH_3COOH ; д) $K_2Cr_2O_7$, H_2SO_4 , t° ; е) $CuSO_4$, $NaOH$, t° ; є) реактив Фелінга. В тих випадках, коли є взаємодія, наведіть схеми реакцій. Які реакції використовуються для якісного визначення альдегідів?

Завдання № 5

1. Наведіть схему синтезу фенолфталеїну з указанням умов його проведення.

2. Наведіть структурні формули саліцилового альдегіду та всіх його ізомерів.

Дайте їм назви за замісничовою номенклатурою IUPAC.

3. Опишіть вплив карбонільної групи на розподіл електронної густини в ізомерних альдегідах складу C_4H_6O .

4. Наведіть схеми реакцій двох методів отримання бензофенону.

5. Які з наведених сполук (формальдегід, пропаналь, 2-метилпропаналь, 2,2-диметилпропаналь, бензальдегід, фенілоцтовий альдегід) можуть вступати в реакцію альдольно-котонової конденсації? Для однієї з них наведіть схему реакції.

Завдання № 6

1. Для яких цілей при синтезі коричної кислоти в фільтрат, отриманий після кип'ятіння реакційної маси з активованим вугіллям, додають концентровану соляну кислоту? Наведіть відповідне (відповідні) рівняння реакції.

2. Наведіть структурні формули коричневого альдегіду та всіх його ізомерів. Дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC.

3. Наведіть механізм єнолізації пропіонового альдегіду в умовах кислотного каталізу.

4. Наведіть схеми реакцій чотирьох методів отримання ацетону. Які з них є промисловими?

5. Наведіть схеми реакцій взаємодії метилізопропілкетону з криптоосновами (не менше двох). Для яких цілей в лабораторії використовуються ці реакції?

Завдання № 7

1. Чим зумовлена зміна забарвлення розчину фенолфталеїну в залежності від pH середовища? Наведіть схему перетворення знебарвленого розчину фенолфталеїну в його червоний колір при дії лугів.

2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук складу $C_5H_{10}O$, дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC (поворотні ізомери не враховувати).

3. Охарактеризуйте вплив карбонільної групи на розподіл електронної густини в молекулах бензальдегіду та фенілоцтового альдегіду.

4. З бутилового спирту та відповідних неорганічних реагентів отримайте пропіоновий альдегід. Наведіть схему відповідних реакцій.

5. Які з наведених сполук (формальдегід, пропаналь, 2-метилпропаналь, 2,2-диметилпропаналь, бензальдегід, фенілоцтовий альдегід) вступають в реакцію Канніццаро? Для однієї з них наведіть схему реакції.

Завдання № 8

1. Напишіть схеми якісних реакцій, які підтверджують ненасичений характер коричневої (цинамонової) кислоти.

2. Напишіть структурні формули всіх ізомерів карбонільних сполук з бензольним кільцем загальної формули $C_9H_{10}O$ (поворотні ізомери не враховувати). Дайте їм назви за замісничковою та радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Де можливо, дайте тривіальні назви.

3. Поясніть, чому дикетон ацетилацетон (пентан-2,4-діон) є більш кислим, чим ацетон, і по кислотності близький до фенолу. Які атоми водню в ньому найбільш кислі? Як називаються кислоти такого типу?

4. Наведіть схеми отримання масляного альдегіду із органічних сполук різних класів (не менше чотирьох).

5. Наведіть схеми реакцій бензальдегіду з наступними реагентами: а) NaOH (конц., t°); б) ацетацельдегід, NaOH (розв.); в) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{O}$, CH_3COOK , t° ; г) KCN (спирт); д) NH_3 .

Завдання № 9

1. Чи можлива стереоізомерія для коричної (цинамонової) кислоти? Якщо можлива, то наведіть структурні формули відповідних ізомерів та дайте їм назви.

2. Наведіть структурні формули ізомерних кетонів загальної формули $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ (поворотні ізомери не враховувати). Дайте їм назви за замісничковою номенклатурою IUPAC та, де можливо, тривіальні назви.

3. Наведіть механізм енолізації масляного альдегіду в умовах лужного каталізу.

4. Наведіть схеми реакцій чотирьох методів отримання ацетофенону.

5. Напишіть структурні формули ізомерів (ізомеру) пентаналу, які вступають в кротонову конденсацію. Наведіть схеми (схему) цієї реакції та умови її проведення.

Завдання № 10

1. Наведіть рівняння реакцій, які проходять при приготуванні реактиву Толленса. Чому його готують безпосередньо перед проведенням реакції „срібного дзеркала”?

2. Наведіть структурні формули геометричних ізомерів альдегіду складу $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$, дайте їм назви за замісничковою і радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Дайте тривіальні назви.

3. Наведіть приклади різних класів органічних сполук, які відносяться до C-H кислот. Від чого залежить їх кислотність?

4. Наведіть схему синтезу за реакцією Раймера-Тімана з фенолу саліцилового альдегіду.

5. Охарактеризуйте хімічні властивості акролеїну. Які реакції відрізняють його від пропаналу? Наведіть схеми відповідних реакцій.

Завдання № 11

1. Наведіть рівняння реакцій, які лежать в основі отримання реактиву Фелінга. Чи можна за допомогою цього реактиву відрізнити *n*-толуїловий альдегід від фенілоцтового?

2. Напишіть структурну формулу ізовалеріанового альдегіду та його структурних ізомерів, дайте їм назви за замісничковою і радикало-функціональною номенклатурами IUPAC. Де можливо, дайте тривіальні назви.

3. Дайте визначення поняттю „таутомерія”. На прикладі двох кар-

бонільних сполук проілюструйте це поняття. Як називається тип такої таутомерії?

4. Наведіть схеми реакцій п'яти методів отримання етанолу. Які з них є промисловими?

5. Наведіть схеми реакцій полімеризації та умови їх протікання для мурашиного та оцтового альдегідів. Дайте назви продуктам реакції.

Завдання № 12

1. Наведіть рівняння реакції взаємодії фуксинсірчистої кислоти з оцтовим альдегідом. Які кетони будуть давати цію реакцію?

2. Напишіть структурні формули оптичних ізомерів альдегіду складу $C_5H_{10}O$. Дайте назви за замісничовою та радикало-функціональною номенклатурою IUPAC.

3. Наведіть формули сполук, які в своєму складі мають карбонільну групу, але належать до різних класів органічних сполук. Дайте назви цим класам сполук.

4. Наведіть схему реакцій отримання з пропанолу метилетилкетону.

5. Наведіть схеми реакцій, які використовуються для ідентифікації альдегідів та кетонів (не менше чотирьох)

ЛІТЕРАТУРА

1. Черних В.П., Зименковський Б.С., Гриценко І.С. Органічна хімія. В 3 т. – Харків: Основа, 1996. Т.І. 142 с.; Т.ІІ. 479 с.; Т.ІІІ. 254 с.
2. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. Львів: Центр Європи, 2006. 864 с.
3. Чирва В.Я., Ярмолук С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія: підручник. Львів: БаК, 2009. 996 с.
4. Черних В.П., Гриценко І.С., Лозинський М.О., Коваленко З.І. Загальний практикум з органічної хімії. Харків: Вид. НФаУ «Золоті сторінки», 2003. - 591 с.
5. Воронов С. А., Дончак В. А., Когут А. М. Органічна хімія. Львів: Львівська політехніка, 2021. 488 с.
6. Пивоваренко В.Г. Механізми органічних реакцій у розчинах: навч. посіб. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2019. 303 с.
7. Горічко М. В., Пивоваренко В. Г. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук: навч. посіб. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2012. 352 с.
8. Klein D. R. Organic Chemistry. Wiley, 2021. 1232 p.
9. Carey F., Giuliano R., Allison N., Bane S. Organic Chemistry. McGraw Hill, 2019. 1248 p.
10. John McMurry. Organic Chemistry, Ninth Edition. Gengage Learning, 2016. 1518 p.

Навчальне видання

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ

**Збірник задач і вправ для самостійної та аудиторної
роботи студентів факультету хімії та фармації
першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальностей 102 Хімія та 014 Середня освіта. Хімія**

укладачі

**Ішков Юрій Васильович
Ведута Віра Василівна**

В авторській редакції

Підписано до друку 08.12.2023 р. Формат 60х84/16.
Папір офсетний. Гарнітура Times. Цифровий друк.
Ум. друк. арк. 7,55. Наклад 10. Зам. № 1223-071.
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво та друк: ОЛДІ+
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Свідоцтво ДК № 7642 від 29.07.2022 р.

Тел.: +38 (098) 559-45-45,
+38 (095) 559-45-45, +38 (093) 559-45-45
Для листування: 65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
E-mail: office@oldiplus.ua

