

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології і землеустрою
Кафедра хімії та фізики

05/06-166М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни
«Органічна та фізична хімія» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності «Будівництво та
цивільна інженерія» денної форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБАД
Протокол № 8 від 28.04.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Органічна та фізична хімія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» денної форми навчання [Електронне видання] / Буденкова Н. М., Мисіна О. І. – Рівне : НУВГП, 2026. – 37 с.

Укладачі: Буденкова Н. М., к.х.н., доцентка кафедри хімії та фізики;
Мисіна О. І., ст. викладачка кафедри хімії та фізики.

Відповідальний за випуск: Мороз М. В., д.х.н., професор, завідувач кафедри хімії та фізики.

Керівник групи забезпечення спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»
Шадура В. О.

© Н. М. Буденкова,
О. І. Мисіна, 2026
© НУВГП, 2026

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕДМОВА	4
Тема 1. Теорія будови та номенклатура органічних сполук.....	5
Тема 2. Алкани, циклоалкани, алкени, алкіни, алкадієни.....	10
Тема 3. Арени. Галогено- та гідрокси – похідні вуглеводнів.....	15
Тема 4. Альдегіди та кетони. Карбонові кислоти. Естери.....	19
Тема 5. Полімеризаційні та поліконденсаційні високомолекулярні органічні сполуки	24
Тема 6. Хімічна термодинаміка.....	28
Тема 7. Хімічна кінетика. Хімічна рівновага.....	31
Тема 8. Поверхневі явища. Адсорбція. Фазові рівноваги.....	34
ЛІТЕРАТУРА	37

ПЕРЕДМОВА

Головна мета методичних вказівок до виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Органічна та фізична хімія» – допомогти здобувачам вищої освіти засвоїти питання будови, номенклатури та властивостей органічних сполук, які здатні до утворення полімерів; основних понять фізичної хімії; законів термодинаміки; закономірностей термохімії; кінетики та рівноваги хімічних реакцій.

До кожної теми навчальної дисципліни, згідно силабусу 05/06-84S наведений перелік теоретичних питань, приклади розв'язання типових завдань, завдання для самостійного опрацювання.

Мета навчальної дисципліни: надання здобувачам вищої освіти фундаментальних знань з основ органічної та фізичної хімії; обґрунтування значення хімічної науки і технології в розв'язанні практичних завдань.

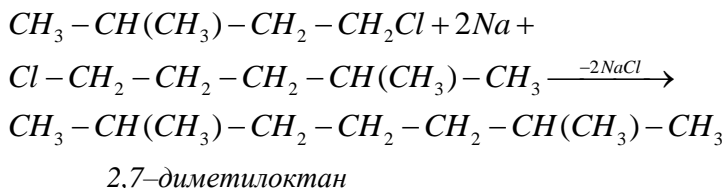
Завдання навчальної дисципліни: формування у студентів сучасних уявлень про основні положення та закономірності хімічної науки, практичне значення органічної та фізичної хімії, компетентностей щодо здатності використовувати інформацію та спеціальні знання в теоретичних та практичних цілях у сфері професійної діяльності, розвиток хімічного мислення і здатності аналізувати явища, формування наукового світогляду з проблем базових технологій, раціонального природокористування; ознайомлення студентів з фізико-хімічними явищами, які зустрічаються в різноманітних процесах будівництва та технологіях будівельних матеріалів.

Вивчення дисципліни базується на курсах дисциплін Хімія, Фізика, Вища математика, Екологія та вивчається одночасно з дисциплінами: В'язучі речовини, Бетони та бетонні розчини, фахові дисципліни в обсязі, необхідному для створення нових технологій; аналізу, прогнозів та рекомендацій щодо зменшення та ліквідації наслідків впливу техногенезу (або його запобігання) на довкілля.

Якщо для одержання 2,7-диметилоктану використати два галогеналкани різної будови, то одержимо домішки інших алканів, які утворюються взаємодією двох однакових галогеналканів.

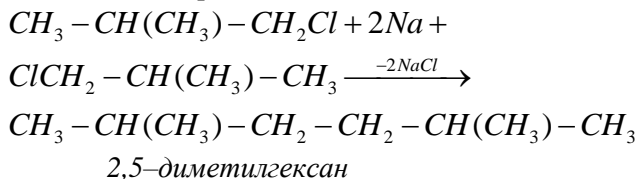
Наприклад, якщо для синтезу 2,7-диметилоктану використати суміш 2-метил-1-хлоропропану та 4-метил-1-хлоропентану, то крім основного продукту, одержують ще, як домішку, суміш 2,5-диметилгексану та 2, 9-диметилдекану:

1) основний продукт

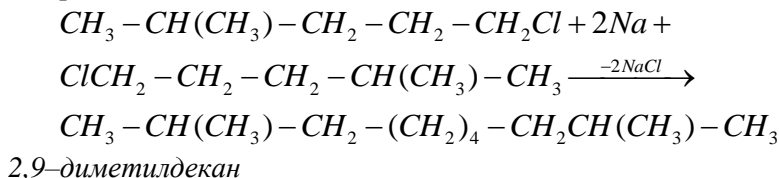


2) побічний продукт:

а) взаємодія двох молекул 2-метил-1-хлоропропану з металічним натрієм:

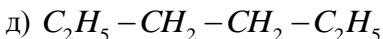
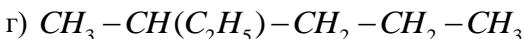
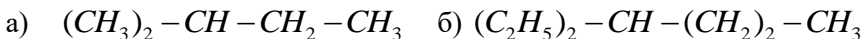


б) взаємодія двох молекул 4-метил-1-хлоропентану з металічним натрієм:



1.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

1.2.1. Назвати за систематичною номенклатурою наведені нижче сполуки:



1.2.2. Визначити структурну формулу вуглеводню складу $C_{10}H_{22}$, який одержують з первинного хлоралкану за реакцією В'юрца без побічних продуктів, а при його нітруванні утворюється третинний 2-нітроалкан.

1.2.3. За реакцією В'юрца синтезуйте такі сполуки:

а) 2,3-диметилбутан;

б) ізобутан;

в) 2,2,5,5-тетраметилгексан;

1.2.4. Назвати основні та побічні продукти, які утворюються при дії металічного натрію на такі суміші:

а) хлорометан та 1-хлоропропан;

б) 2-метил-1-хлоропропан та 1-хлоропропан;

в) йодетан та 1-йодбутан;

1.2.5. Написати формули кислот, з яких (при переведенні їх в солі) можна одержати за реакцією Кольбе такі алкани:

а) бутан;

б) 2,3-диметилбутан;

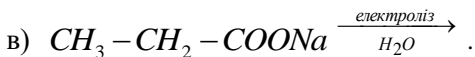
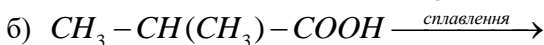
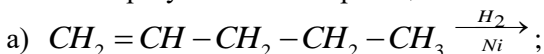
в) декан.

1.2.6. Алкан складу C_5H_{12} при нітруванні утворює тільки один мононітроалкан. Визначити будову цього алкану. Назвіть алкан та продукти реакції.

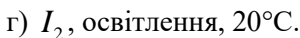
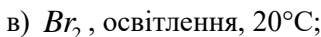
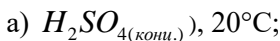
1.2.7. Скласти рівняння реакцій взаємодії пропану з хлором, нітратною кислотою. Назвіть продукти реакцій.

1.2.8. Продукти повного згоряння 6,72 л суміші етану та пропану обробили надлишком вапняної води, внаслідок чого утворилось 80 г осаду. Визначити масовий склад суміші.

1.2.9. Написати структурні формули та назвіть алкани, які утворюються в результаті таких реакцій:



1.2.10. З якими з наведених сполук реагує пропан за наведених умов? Напишіть рівняння реакцій:



1.2.11. Складіть структурні формули третього члена ряду алканів та його радикала розгалуженої будови.

1.2.12. Напишіть структурні формули речовин по їх назвам:

а) 2,2,4-трихлоропентан, б) 2,2,3-триметилбутан; в) 3,3-диметил-6-етилнонан; г) 2-метил-2-хлор-4-етилгексан.

1.2.13. Підтвердить основні положення теорії хімічної будови органічних сполук прикладами. Напишіть структурну формулу 4-іопропіл-2 метилгексану.

1.2.14. Напишіть структурні формули речовин по їх назвам:

2,3-диметилбутан; 2,2,4-триметилгексан; 4,4-диетилпентан; 3-етил-2-метил-гексан.

1.2.15. Визначте об'єм повітря, необхідний для спалювання 75 м³ природного газу, який містить 98% метану.

1.2.16. Записати структурні формули сполук, назви яких:

а) 2,5-диметилгексан; б) 4-етил-2,3-диметилгептан; в) 2,2-дибромобутан; г) 3-етил-3-хлороктан.

1.2.17. Обчислити масові частки елементів, які входять до складу метану.

1.2.18. Напишіть структурні формули ізомерів: а) п'ятого, б) шостого членів гомологічного ряду загальної формули C_nH_{2n+2} .

1.2.19. Скільки ізомерних алканів можуть відповідати молекулярної формулі C_5H_{12} ? Напишіть структурні формули та назвіть їх.

1.2.20. Визначити об'єм природного газу, який містить 5% домішок, що необхідний для реакції з 20 л хлору (н.у.), якщо утворюється хлороформ?

ТЕМА 2

АЛКАНИ, ЦИКЛОАЛКАНИ, АЛКЕНИ, АЛКІНИ, АЛКАДІЄНИ

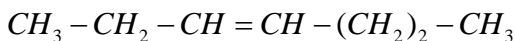
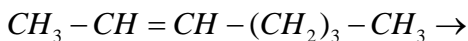
Структурна ізомерія аліфатичних вуглеводнів. Добування, фізичні та хімічні властивості алканів. Дегідрування, крекінг та ізомеризація алканів. Природні джерела, способи виробництва та напрями застосування найважливіших алканів. Номенклатура та структурна ізомерія алкенів та алкінів. Геометрична (цис-транс) ізомерія. Добування, фізичні та хімічні властивості алкенів. Каталітичне гідрування, приєднання галогеноводнів. Правило приєднання галогеноводнів та води до несиметричних алкенів. Природні джерела, способи виробництва та напрями застосування найважливіших представників. Номенклатура, ізомерія та загальна характеристика алкінів та алкадієнів. Ацетилен. Добування, властивості. Застосування. Дивініл. Ізопрен. Природний та синтетичний каучуки.

2.1. Приклади розв'язання задач та вправ

2.1.1. Синтезувати гепт-3-ен з гепт-2-ену.

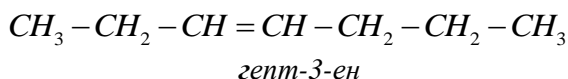
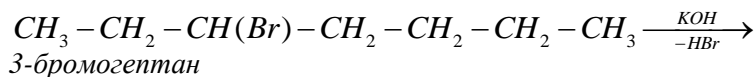
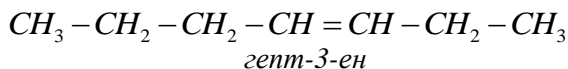
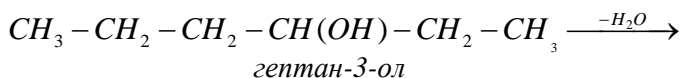
Розв'язання. Для розв'язання цієї та подібних задач необхідно детально вивчити закономірності дегідратації спиртів та дегідрогалогенування галогеналканів.

Схематично напишемо умову задачі:

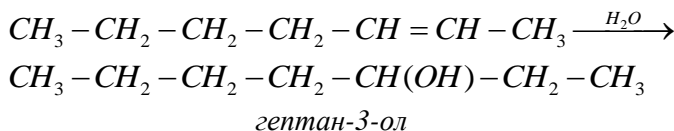
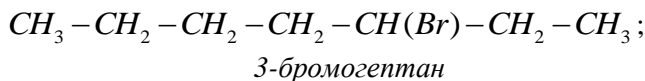
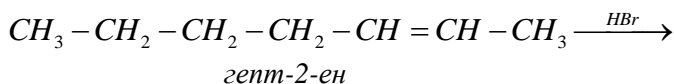


Далі підберемо таку вихідну речовину з відповідним карбоновим скелетом, з якої шляхом ряду перетворень можна одержати гепт-3-ен.

Гепт-3-ен можна одержати, наприклад, дегідратацією гептан-3-олу, або дегідробромованням 3-бромгептану:

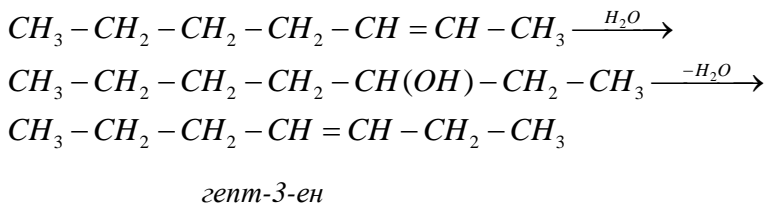


З іншого боку, гептан-3-ол або 3-бромогептан можна одержати з гепт-2-ену відповідно шляхом його гідробромовання або гідратацією:

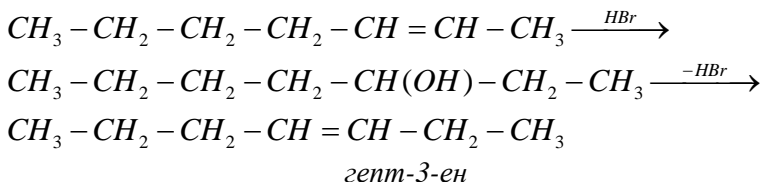


Таким чином, одержати гепт-3-ен з гепт-2-ену можна двома шляхами, загальні схеми яких наведені нижче:

1) гідратація гепт-2-ену з утворенням гептан-3-олу та дегідратації останнього:

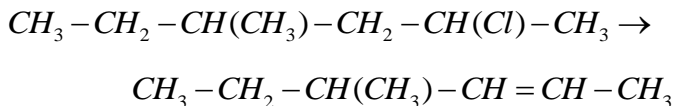


- 2) гідробромовуванням гепт-2-ену з утворенням 3-бромгептану і дегідробромовування останнього:

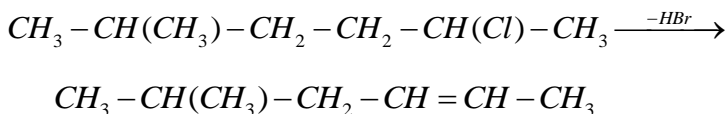


2.1.2. Синтезувати 5-метил-гекс-2-ен з 5-метил-2-хлоргексану.

Розв'язання. Представимо умову задачі структурними формулами:



Відомо, що алкени можна одержати дегідрогалогенуванням галогеноалканів за допомогою спиртового розчину калій гідроксиду. При розв'язуванні таких задач потрібно знати, що в таких реакціях при відщепленні гідрогенгалогеніду гідроген відщеплюється від менш гідрогенізованого карбонового атома, сусіднього з атомом карбону, який зв'язаний з галогеном:

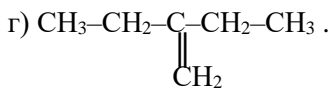
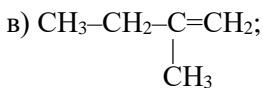
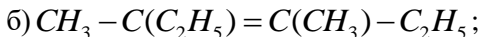
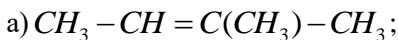


2.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

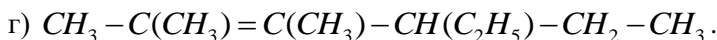
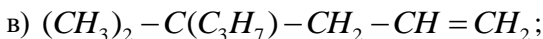
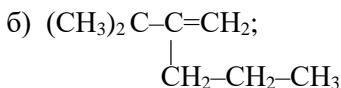
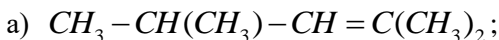
2.2.1. Напишіть структурні формули наведених нижче алкенів:

- 3-метилпент-2-ен ;
- 2, 4-диметилгекс-2-ен;
- 2-етил-5-метилгекс-1-ен.

2.2.2. Назвіть за систематичною номенклатурою наведені нижче алкени:



2.2.3. Назвіть за систематичною номенклатурою наведені нижче алкени:



2.2.4. Визначити будову алкену, при взаємодії якого з гідрогенгалогенідами можна одержати наведені нижче галогеналкани:

а) 2-метил-2-хлоропропан;

б) 2-бромопентан;

в) 2,3-диметил-2-хлоропентан;

2.2.5. За допомогою реакцій гідратацій та дегідратації з алкену „а” одержати ізомерний йому алкен „б”:

алкен „а”

алкен „б”

1) бут-1-ен;

1) бут-2-ен;

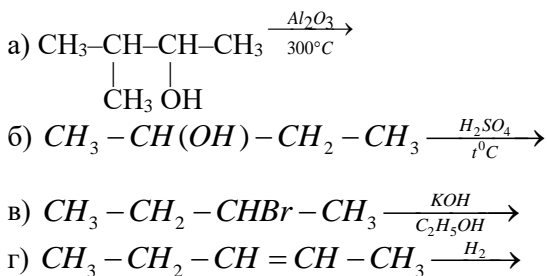
2) 4-метилпент-1-ен.

2) 4-метилпент-2-ен.

2.2.6. Написати структурні формули таких алкенів: бут-1-ен; пент-1-ен; 2,3-диметилбут-2-ен; 3,4-диметилгекс-2-ен; 3-метилпент-2-ен.

2.2.7. Скласти рівняння реакцій, характерні для алкенів на прикладі 2-бутену. Назвіть одержані сполуки.

2.2.8. Напишіть рівняння реакцій та назвіть алкени, що утворюються:



2.2.9. Напишіть рівняння реакцій метилацетилену:

- а) з водою у присутності солі Hg^{2+} ;
 б) з бромом;
 в) з гідроген бромідом;
 г) з аміачним розчином аргентум(І) оксиду.

2.2.10. На основі кальцій карбїду та деяких інших сполук синтезувати бензен.

2.2.11. Який об'єм повітря витрачається на спалювання 10 л ацетилену?

2.2.12. Який об'єм водню (н.у.) необхідний для гїдрування 100 л етилену, який містить 10% домішок?

2.2.13. При сухї перегонці натурального каучуку одержали 567 мл рїдкого мономеру(густина 0,6). Визначити процент розкладу каучуку. Розрахунок вести на одну елементарну ланку.

2.2.14. Написати реакцію гїдратації пропіну в присутності Hg^{2+} .

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

метан \rightarrow ацетилен \rightarrow вінілацетилен \rightarrow поліхлорвініл;
 вапняк \rightarrow кальцій карбїд \rightarrow ацетилен \rightarrow бензен.

2.2.16. Напишіть реакції одержання етилену – мономеру поліетилену.

2.2.17. З якого галогеналкана дією спиртового розчину *KOH* можна одержати пропен? Написати відповідну реакцію.

2.2.18. Напишіть рівняння реакції, яке підтверджує кислотний характер атомів гідрогену в ацетилені.

2.2.19. Напишіть рівняння реакції полімеризації пропілену.

2.2.20. Напишіть рівняння реакції полімеризації вінілхлориду.

ТЕМА 3. АРЕНИ. ГАЛОГЕНО – ТА ГІДРОКСИ – ПОХІДНІ ВУГЛЕВОДНІВ

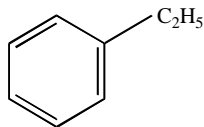
Номенклатура, ізомерія та загальна характеристика аренів. Добування, властивості, найважливіші реакції та застосування бензену та його гомологів. Реакція приєднання хлору до бензену. Гексахлоран. Номенклатура, ізомерія та загальна характеристика моногалогенопохідних вуглеводнів. Окремі представники галогенопохідних та їх значення в тваринництві: метил- та етилхлорид, метиленхлорид, хлороформ, йодоформ, тетрахлорометан, вінілхлорид, фреони. Номенклатура, ізомерія та загальна характеристика одно- та багатоатомних спиртів. Залежність властивостей спиртів від складу та будови вуглеводневого радикалу та числа гідроксильних груп в їх молекулах. Найважливіші реакції, промислове виробництво та застосування одноатомних спиртів: етиленгліколю та гліцеролу. Феноли. Взаємний вплив гідроксильної групи та бензенового ядра на їх реакційну здатність. Найважливіші реакції, промислове виробництво та застосування фенолу. Поняття про епоксидні смоли. Етери, номенклатура, добування та застосування.

3.1. Приклади розв'язання задач та вправ

3.1.1. Написати структурні формули ізомерних ароматичних вуглеводнів складу C_8H_{10} та назвати їх.

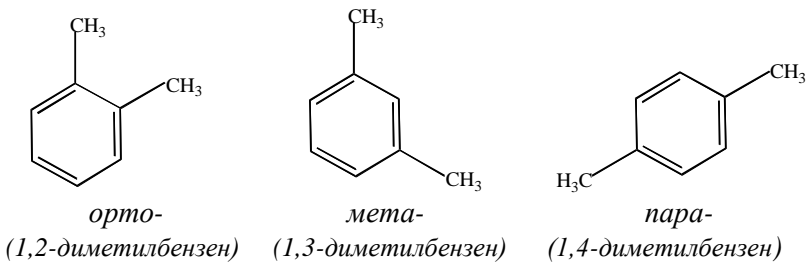
Розв'язання. З восьми атомів Карбону шість атомів утворюють бензенове кільце, та два входять до складу замісників (бокових ланцюгів). Існує два варіанта розподілу двох атомів Карбону по бокових ланцюгах.

- 1) один замісник — C_2H_5 :



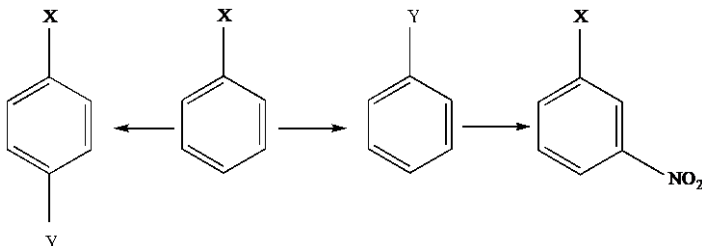
етилбензен

- 2) два замісники — CH_3 (три ізомери — орто-, мета- та пара-) :



Отже існує чотири ізомери.

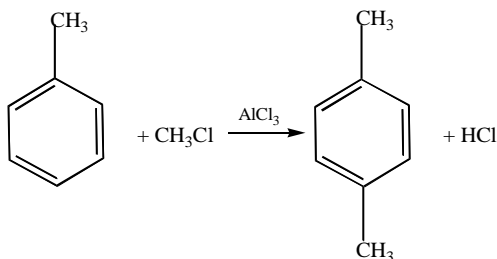
3.1.2. Написати рівняння реакцій, які відповідають наступній схемі:



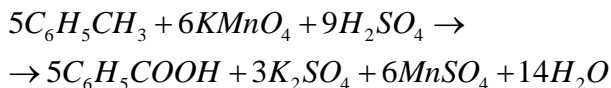
Визначити функціональні групи X та Y. Вказати умови проведення реакцій.

Розв'язання. Зі схеми видно, що група X-орієтант першого роду, а Y – другого роду, до того ж X може бути перетворена в Y. Якщо уважно вивчити перелік орієтантів першого та другого роду, можна знайти єдину пару замісників, які відповідають цим умовам: X – CH_3 , Y – $COOH$

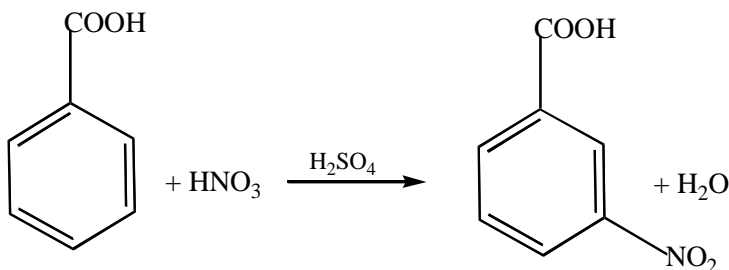
Толуен може бути перетворений в пара-ксилен за реакцією Фріделя–Крафтса дією хлорметану в присутності каталізатора $AlCl_3$:



Метильна група CH_3 може бути перетворена в карбоксильну – COOH під дією кислого розчину калій перманганату:

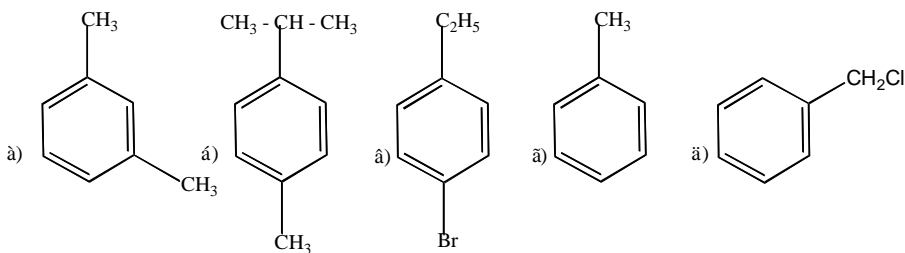


Нарешті, 3-нітробензойна кислота утворюється з бензойної кислоти під дією нітруючої суміші:



3.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

3.2.1. Назвати такі сполуки:



3.2.2. Які сполуки одержують: при нітуванні нітробензену, бромбензену, при бромуванні фенолу, бензойної кислоти, н-бутилбензену? Написати відповідні рівняння реакцій.

3.2.3. Маючи за вихідну речовину бензен, одержати м-дибромбензен. Назвати всі сполуки проміжних реакцій.

3.2.4. Написати рівняння реакцій дії брому на сполуки: толуен, бромбензен за таких умов:

- при підвищення температури і яскравому світлі,
- в присутності каталізатора на холоді.

3.2.5. Використовуючи бензен та етилен, синтезувати стирен, описати хімічні властивості та застосування для одержання полімерних матеріалів.

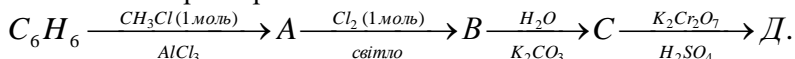
3.2.6. Написати формули таких сполук:

- n-метилетилбензен;
- всіх ізомерів загальної формули C_9H_{12} та їх назви.

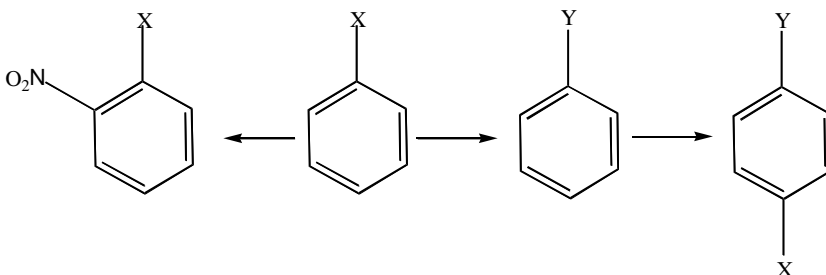
3.2.7. Написати рівняння реакцій за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



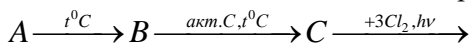
3.2.8. Написати рівняння реакцій за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



3.2.9. Написати рівняння реакцій, що відповідають наступній схемі:



3.2.10. Вказати невідомі речовини та написати рівняння реакцій, за якими можна здійснити такі перетворення:



1, 2, 3, 4, 5, 6 – гексахлорциклогексан

3.2.11. Написати декілька реакцій одержання бензену.

3.2.12. Напишіть реакцію одержання дивінілового каучуку з етанолу.

3.2.13. Скільки грамів нітробензену одержують з 39 г бензену і 39 г нітратної кислоти.

3.2.14. Написати рівняння реакцій по здійсненню таких перетворень:

вапняк \rightarrow CaC_2 \rightarrow *ацетилен* \rightarrow *бензен* \rightarrow *хлоробензен*

3.2.15. Напишіть реакцію полімеризації стирену.

3.2.16. Напишіть рівняння реакцій етанолу і фенолу з: а) металічним натрієм; б) розчином натрій гідроксиду.

3.2.17. Яку масу технічного кальцій карбїду, що містить 20% домішок, треба взяти для одержання 1 л бензену (густина 0,8 г/мл)?

3.2.18. Як, застосувавши мінімум реактивів, розпізнати бензен, фенол та гліцерол?

3.2.19. Напишіть структурні формули таких сполук: а) 2-пропанол; б) 2-метил-пентан-3-ол; в) 1,2,3-пропантріол.

3.2.20. Напишіть реакцію естерифікації між метанолом та мурашиною кислотою.

ТЕМА 4

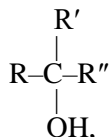
АЛЬДЕГІДИ ТА КЕТОНИ. КАРБОНОВІ КИСЛОТИ. ЕСТЕРИ

Номенклатура, ізомерія та загальна характеристика альдегідів та кетонів. Електронна будова карбонільної групи. Реакції приєднання, окиснення та відновлення карбонільних сполук. Найважливіші альдегіди та кетони: формальдегід, ацетальдегід, ацетон, їх промислове виробництво та застосування. Фенолоформальдегідні смоли. Номенклатура, ізомерія та загальна характеристика аліфатичних (насичених, ненасичених) та ароматичних кислот. Електронна будова карбоксильної групи та її вплив на фізичні та хімічні властивості карбонових кислот. Реакції естерифікації. Найважливіші карбонові кислоти та їх функціональні похідні: мурашина, оцтова, вищі жирні кислоти, їх солі та естери, олії та тверді жири, мила. Ненасичені карбонові кислоти: акрилова, метакрилова, малеїнова кислоти.

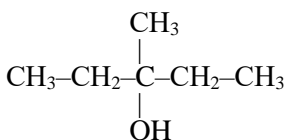
4.1. Приклади розв'язання задач та вправ

4.1.1. Написати структурні формули всіх третинних спиртів складу $C_6H_{13}OH$. Назвати ці сполуки.

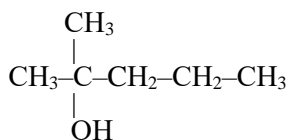
Розв'язання. Загальна формула третинних спиртів має вигляд:



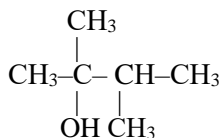
де R, R', R'' - насичені вуглеводневі радикали. Розбити радикал C_6H_{13} - на три радикали можна двома способами: 1) один радикал CH_3 - і два радикали C_2H_5 - ; 2) два радикали CH_3 - і один радикал C_3H_7 - . Останньому способу відповідають два ізомери, тому що існують два радикала складу C_3H_7 - : $CH_3-CH_2-CH_2-$ (пропіл) та $(CH_3)_2CH-$ (ізопропіл). Таким чином, всього існує три третинних спирту складу $C_6H_{13}OH$:



3-метилпентан-3-ол

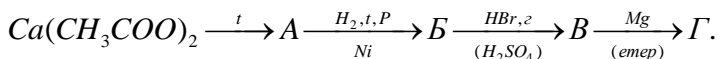


2-метилпентан-2-ол

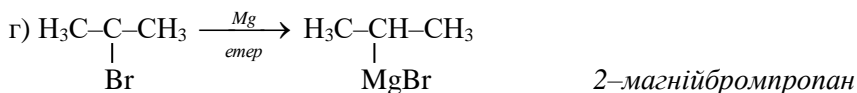
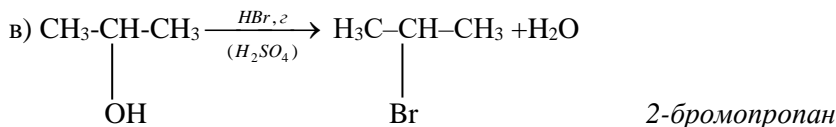
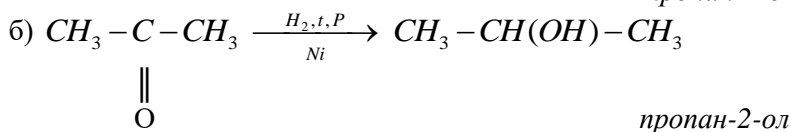
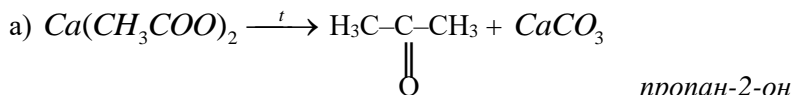


2,3-диметилбутан-2-ол

4.1.2. Розшифрувати речовини, позначені літерами в наступній схемі перетворень:



Розв'язання.



4.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

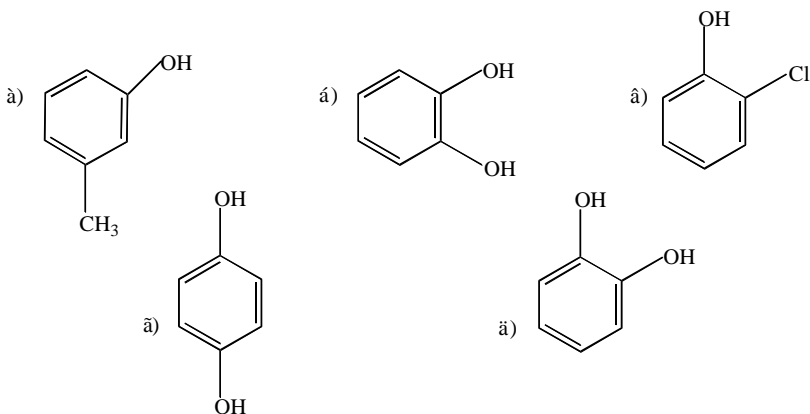
4.2.1. Написати схеми реакцій бутилового спирту з такими реагентами:

- а) Na ;
- б) HBr ;
- в) HNO_3 ;
- г) H_2SO_4 ;
- д) CH_3COOH ;
- е) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

4.2.2. Дати характеристику кислотно-основним властивостям спиртів. Розташувати в ряд за зменшенням кислотних властивостей такі сполуки:

- а) етанол, пропанол-1, пропанол-2, метанол;
- б) етанол, етиленгліколь, гліцерол.

4.2.3. Назвати такі сполуки. Які з наведених сполук є ізомерами?



4.2.4. Написати схеми реакцій фенолу з такими реагентами:

- $NaOH$;
- $Br_2 (H_2O)$;
- HNO_3 (конц.) ;
- $H_2SO_4, 100^0 C$;
- $Br_2 (CCl_4)$;

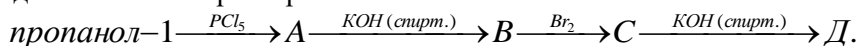
4.2.5. Написати структурні формули таких сполук:

- пропан-2-ол ;
- 2-метилпентан-3-ол ;
- 2,2,4-триметилгексан-3-ол ;
- 2-метилбутан-1,2-діол ;
- пропан-1,2,3-тріол.

4.2.6. Виходячи зі спиртів, які містять у своєму складі не більше чотирьох атомів карбону, представити схему синтезу.

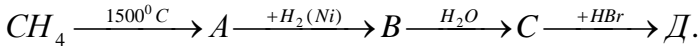
- 2-метилбутан-1-олу ;
- 2,3-диметилбут-2-ену ;
- 2,4-метилпентену.

4.2.7. Написати рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



Назвати продукти реакцій.

4.2.8. Написати рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



Назвати продукти реакцій.

4.2.9. На нейтралізацію розчину карболової кислоти масою 450 г витратили натрій гідроксид масою 32 г. Яка масова частка фенолу в розчині?

4.2.10. Виходячи з бутилового спирту одержати відповідний альдегід. Напишіть рівняння реакцій, використовуючи структурні формули речовин.

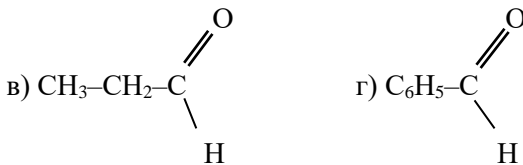
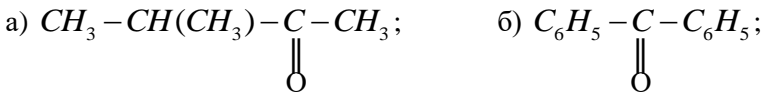
4.2.11. Написати структурні формули таких сполук:

- а) 2-метилбутаналь;
- б) пентан-3-он
- в) 3-метилгексан-2,4-діон.

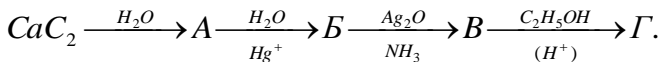
4.2.12. Написати рівняння реакцій добування таких альдегідів та кетонів:

- а) етилметилкетон;
- б) бензальдегід;

4.2.13. Назвати такі карбонільні сполуки:



4.2.14. Написати рівняння реакцій, що відповідають наступній схемі:



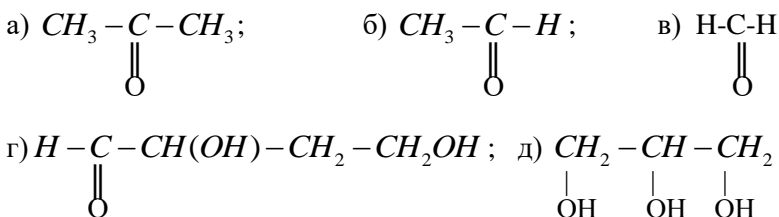
4.2.15. Написати рівняння реакцій взаємодії бутаналу та бутанону з такими реагентами: амоніачним розчином аргентум гідроксиду; натрій гідрогенсульфатом, ціанідною кислотою; пентахлоридом фосфору. Назвати продукти реакцій.

4.2.16. Написати рівняння реакцій одержання 2-бромбутану з:

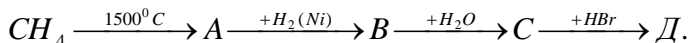
- а) бутаналу;

б) бутанону.

4.2.17. Написати можливі рівняння реакцій „срібного дзеркала” з такими сполуками:



4.2.18. Написати рівняння реакцій та назвати продукти реакцій за допомогою яких можна здійснити такі перетворення:



4.2.19. Написати рівняння реакцій метаналю з такими реагентами:

а) аміачним розчином аргентум(I) оксиду; б) воднем при нагріванні в присутності каталізатора.

4.2.20. Написати рівняння реакцій, які відповідають наступній схемі:



Визначити та назвати речовини X і Y.

ТЕМА 5

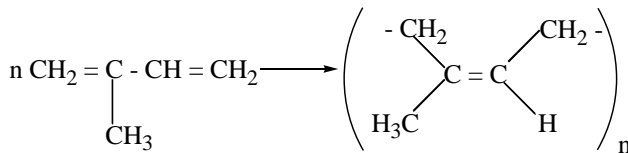
ПОЛІМЕРИЗАЦІЙНІ ТА ПОЛІКОНДЕНСАЦІЙНІ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

Поняття про природні та синтетичні ВМС; целюлоза та її похідні. Полімери вінільного типу (етилену, пропілену, вінілхлориду, стирену, метилметакрилату та ізопрену), способи їх добування, властивості полімерів. Натуральний та синтетичний каучуки. Вулканізація каучуків. Поняття про поліконденсацію на прикладі конденсації формальдегіду з фенолом. Характеристика властивостей та напрями застосування фенолоформальдегідних та епоксидних смол.

5.1. Приклади розв'язання задач та вправ

5.1.1. Визначити середній ступінь полімеризації у зразку природного каучуку, середня молярна маса якого становить 200 тис. г/моль. Представити структуру мономерної ланки.

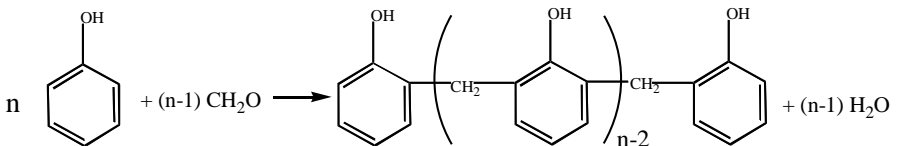
Розв'язання. Природний каучук являє собою поліізопрен, в якому більшість ланок знаходиться в цис-конфігурації. Одержання каучуку з ізопрену можна представити як 4,4-приєднання:



Кожна ланка має молекулярну формулу C_5H_8 і молярну масу 68 г/моль. В одній молекулі полімеру в середньому містяться $200000/68 = 1470$ мономерних ланок.

5.1.2. 28,2 г фенолу нагріли із залишком формальдегіду в присутності кислоти. При цьому утворилось 5,116 г води. Визначити середню молярну масу одержаного високомолекулярного продукту реакції, вважаючи, що поліконденсація відбувається тільки лінійно і фенол повністю вступає в реакцію.

Розв'язання. Рівняння лінійної поліконденсації фенолу і формальдегіду можна записати наступним чином:



Згідно цього рівняння, відношення кількості води і фенолу дорівнює $(n-1)/n$, що дозволяє знайти значення n :

$$v(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 28,2/94 = 0,300 \text{ моль};$$

$$v(H_2O) = 5,116/18 = 0,2842 \text{ моль};$$

$$v(H_2O)/v(C_6H_5OH) = 0,2842/0,300 = (n-1)/n,$$

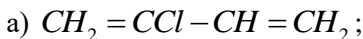
звідси $n = 19$.

Молярна маса продукту конденсації дорівнює:

$$M = M(C_6H_5OH) + 17 \cdot M(CH_2C_6H_3OH) + M(CH_2C_6H_4OH) = 93 + 17 \cdot 106 + 107 = 2002 \text{ г/моль}.$$

5.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

5.2.1. Вказати яка з наведених нижче сполук не може вступати в реакцію полімеризації:



б) 2-метилбута-1,3-дієн;

в) 2-метилпентан.

Чому?

5.2.2. Дати визначення реакції полімеризації та ілюструвати цей процес на прикладі 2-метилпропену.

5.2.3. Дати схеми процесів полімеризації акрилової кислоти, метакрилової кислоти.

5.2.4. Написати рівняння реакцій полімеризації:

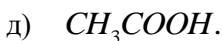
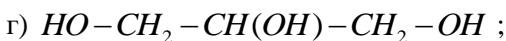
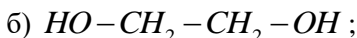
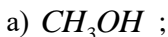
а) пропілену;

б) вінілхлориду;

в) стирену.

5.2.5. Найлон одержують поліконденсацією гексаметилендіаміну $NH_2(CH_2)_6NH_2$ з адипіною (гексادیною) кислотою. Написати рівняння реакції, яка при цьому відбувається.

5.2.6. Серед наведених нижче речовин вибрати можливих учасників реакцій конденсації з утворенням полімерів:



Написати рівняння відповідних реакцій.

5.2.7. Діючи на целюлозу ацетатним ангідридом в присутності каталізаторів – сульфатної або хлоридної кислот, добувають ацетати целюлози. Обчислити масу триацетилцелюлози, що утворилась при взаємодії 18,6 г целюлози з 16,2 г ацетатного ангідриду.

5.2.8. Написати рівняння реакцій одержання бутадієнстиреного каучуку з відповідних мономерів.

5.2.9. Виходячи з неорганічних речовин: $CaCO_3, C, H_2O$ одержати поліетилен. Написати рівняння відповідних реакцій.

5.2.10. Вуглеводень А, який полімеризується з утворенням каучуку, в реакції з залишком броду утворює сполуку $C_5H_8Br_4$, а при гідруванні перетворюється у розгалужений вуглеводень C_5H_{12} . Назвати сполуку А та написати рівняння згаданих реакцій.

5.2.11. Описати процес вулканізації каучуку.

5.2.12. Дати визначення реакції поліконденсації та ілюструвати цей процес на прикладі утворення дипептиду амінооцтової кислоти.

5.2.13. Навести приклади застосування полімерів у будівництві.

5.2.14. Дати схему процесу полімеризації метилметакрилату.

5.2.15. Навести приклади застосування епоксидних, фенолоформальдегідних смол у будівництві.

5.2.16. Напишіть реакцію поліконденсації терефталевої кислоти з етиленгліколем.

5.2.17. Скласти рівняння полімеризації хлоропрену.

5.2.18. Описати систему з ідентифікаційними кодами для маркування всіх видів пластмас.

5.2.19. Наведіть приклади термопластичних та терморективних полімерних матеріалів.

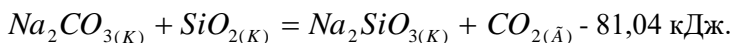
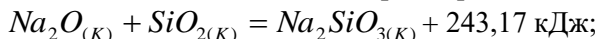
5.2.20. Дати визначення понять: мономер, полімеризація, сополімеризація, полімер, ступінь полімеризації.

ТЕМА 6 ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА

Основні поняття хімічної термодинаміки. I та II закони термодинаміки. Ентропія. Зміна ентропії у фізичних та хімічних процесах. Зміна ізобарного та ізохорного потенціалів у результаті перебігу хімічних реакцій. Критерії самовільного перебігу хімічних реакцій. Теплові ефекти хімічних реакцій. Закон Гесса та його застосування.

6.1. Приклади розв'язання задач та вправ

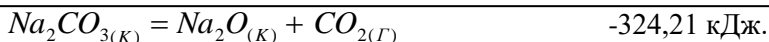
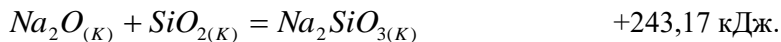
6.1.1. Визначити, яку кількість тепла необхідно витратити для розкладу 1 т соди, якщо відомі теплові ефекти реакцій:



Розв'язок. Користуючись наведеними термохімічними рівняннями, знаходимо термохімічне рівняння реакції розкладу соди. Для цього від другого рівняння віднімаємо перше



—

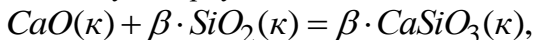


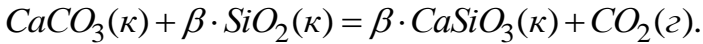
Кількість речовини (моль) в одній тонні соди складає:

$$n_{Na_2CO_3} = \frac{m_{Na_2CO_3}}{M_{Na_2CO_3}} = \frac{1000 \cdot 10^3}{106} = 9,43 \cdot 10^3 \text{ (моль)},$$

Тоді кількість тепла, яку необхідно витратити, буде:
 $Q = 9,43 \cdot 10^3 \cdot 324,21 = 305,73 \cdot 10^4 \text{ кДж/т}.$

6.1.2. Розглянути термодинамічні параметри реакції синтезу воластоніту з кальциту і кварцу:





при температурі 298К і зробити висновок про можливість її перебігу.

Розв'язок. Користуючись термодинамічними величинами з довідника, за законом Гесса знаходимо ентальпію реакції:

$$\begin{aligned} \Delta H_{298}^0 &= (\Delta H_{298(CaSiO_3)}^0 + \Delta H_{298(CO_2)}^0) - (\Delta H_{298(CaCO_3)}^0 + \Delta H_{298(SiO_2)}^0) = \\ &= (393,50 - 1584,06) \cdot 10^3 - (-859,39 - 1206,87) \cdot 10^3 = \\ &= 88700 \text{ Дж/моль або } 88,7 \text{ кДж/моль.} \end{aligned}$$

Аналогічно знаходимо ентропію реакції:

$$\begin{aligned} \Delta S_{298}^0 &= (\Delta S_{298(CaSiO_3)}^0 + \Delta S_{298(CO_2)}^0) - (\Delta S_{298(CaCO_3)}^0 + \Delta S_{298(SiO_2)}^0) = \\ &= (213,64 - 82,00) - (92,88 + 41,84) = 160,92 \text{ Дж/моль} \cdot \text{град.} \end{aligned}$$

Енергія Гіббса визначається за рівняння:

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0 = 88700 - 298 \cdot 160,92 = 40745,84 \text{ Дж.}$$

Збільшення ентальпії реакції і позитивне значення енергії Гіббса вказує на неможливість перебігу реакції утворення воластоніту при 298К.

6.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

6.2.1. Запишіть рівняння І закону термодинаміки і вкажіть, які величини, що входять у це рівняння, залежать від шляху процесу?

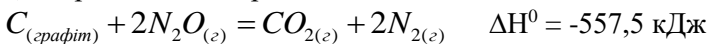
6.2.2. Фізичний зміст ентальпії.

6.2.3. Вкажіть знак ентальпії в екзотермічних і ендотермічних процесах.

6.2.4. Які наслідки закону Гесса? Наведіть їх математичні вирази.

6.2.5. Як розраховуються теплові ефекти реакцій, які не можуть бути проведені експериментально? Які дані для цього необхідні?

6.2.6. Виходячи з теплоти утворення CO_2 (г) ($\Delta H^0 = -393,5$ кДж/моль) і термохімічного рівняння:



розрахувати теплоту утворення N_2O (г).

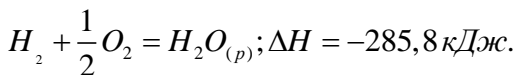
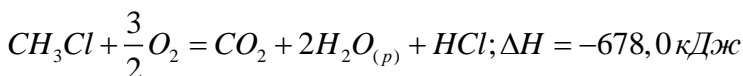
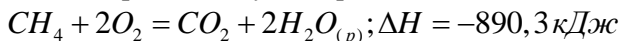
6.2.7. При взаємодії 4,2 г заліза з сіркою виділилося 7,54 кДж. Розрахувати теплоту утворення ферум (II) сульфїду.

6.2.8. Пояснити, чому процеси розчинення речовин у воді можуть самочинно відбуватися не тільки з екзотермічним ($\Delta H < 0$), але й з ендотермічним ($\Delta H > 0$) ефектом. Наведіть формулювання II закону термодинаміки.

6.2.9. Визначити тепловий ефект реакції

$CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl$, якщо за даною температурою відомі

теплові ефекти наступних реакцій:



6.2.10. Розрахувати тепловий ефект реакції в газовій фазі: $CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$ при 298K та постійному тиску, якщо теплоти утворення речовин відповідно дорівнюють, кДж/моль: для CO - 110,5; CH_4 - 74,8; H_2O -241,8.

6.2.11. Вкажіть співвідношення між функціями стану і термодинамічними потенціалами системи.

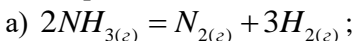
6.2.12. Виразити умови термодинамічної рівноваги системи за допомогою термодинамічних функцій.

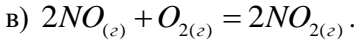
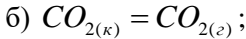
6.2.13. Як визначити зміну ентропії у процесі фазового перетворення?

6.2.14. Визначити знаки ΔH , ΔS , ΔG для реакції: $AB_{(к)} + B_{2(г)} = AB_{3(к)}$, яка відбувається за 298K у прямому напрямку. Як буде змінюватися ΔG зі зростанням температури?

6.2.15. За якої T ендотермічна реакція $A \rightarrow B$ відбувається практично до кінця? Визначити: а) знак ΔS реакції; б) знак ΔG реакції $B \rightarrow A$ за T; в) можливість протікання реакції $B \rightarrow A$ за низьких температур.

6.2.16. Не проводячи розрахунків, встановити знак ΔS^0 наступних процесів:





6.2.17. Вказати знаки ΔH , ΔS , ΔG для наступних процесів: а) розширення ідеального газу у вакуумі; б) випаровування води за 100°C і парціальному тиску пари води $103,3$ кПа; в) кристалізація переохолодженої води.

6.2.18. Дайте визначення поняття системи. Які системи називають ізольованими, відкритими, гомогенними, гетерогенними?

6.2.19. Оксид карбону(IV) можна добути за реакціями:
 $C_{(T)} + O_{2(g)} = CO_{2(g)} \Delta H = -393,5 \text{ кДж}$;



Знайти тепловий ефект реакції утворення карбон(II) оксиду.

6.2.20. Дайте визначення функції стану системи. Наведіть приклади.

ТЕМА 7

ХІМІЧНА КІНЕТИКА. ХІМІЧНА РІВНОВАГА

Швидкість гомогенних та гетерогенних реакцій. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації, температури, природи реагуючих речовин. Молекулярність та порядок реакцій. Каталіз. Константа рівноваги гомогенних та гетерогенних процесів. Зміщення хімічної рівноваги. Принцип Ле Шательє. Вплив тиску, концентрації, температури на хімічну рівновагу. Розрахунки констант рівноваги.

7.1. Приклади розв'язання задач та вправ

7.1.1. Як зміниться швидкість реакції $2NO_{(g)} + O_{2(g)} = 2NO_{2(g)}$, якщо тиск у системі збільшиться в 3 рази?

Розв'язок. Початкова швидкість цієї реакції (до зміни тиску) виражається рівнянням:

$$v_0 = k \cdot C_{NO}^2 \cdot C_{O_2}$$

Внаслідок збільшення тиску концентрації обох компонентів збільшуються в три рази, отже швидкість становитиме:

$$v_1 = k \cdot 3C_{NO}^2 \cdot 3C_{O_2} = 27kC_{NO}^2 \cdot C_{O_2}.$$

Поділивши друге рівняння на перше, одержимо:

$$\frac{v_1}{v_0} = \frac{27kC_{NO}^2 \cdot C_{O_2}}{kC_{NO}^2 \cdot C_{O_2}} = 27.$$

Отже, швидкість даної реакції збільшиться у 27 разів.

7.2.2. Розрахуйте в скільки разів збільшиться швидкість реакції, яка відбувається в газовій фазі, при підвищенні температури від 30 до 70°C, якщо температурний коефіцієнт швидкості реакції дорівнює 2.

Розв'язок. Залежність швидкості хімічної реакції від температури визначається емпіричним правилом Вант-Гоффа:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = v_{t_1} 2^{\frac{70 - 30}{10}} = v_{t_1} 2^4 = 16v_{t_1}$$

Отже швидкість реакції v_{t_2} при $t=70^\circ\text{C}$ більше швидкості реакції v_{t_1} при $t=30^\circ\text{C}$ в 16 разів.

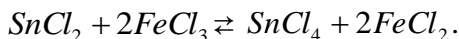
7.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

7.2.1. Сформулюйте закон дії мас К. Гульдберга і П. Вааге.

7.2.2. Розрахувати значення константи швидкості реакції $A + B \rightarrow AB$, якщо при концентрації речовин А і В рівних відповідно 0,05 і 0,01 моль/л швидкість реакції дорівнює $5 \cdot 10^{-5}$ моль/(л · хв.).

7.2.3. Дайте визначення константи швидкості реакції. Від яких факторів вона залежить?

7.2.4. В розчині, який містить 1 моль SnCl_2 і 2 моль FeCl_3 відбувається реакція за рівнянням:



В скільки разів зменшиться швидкість прямої реакції після того, як прореагує 0,65 моль $SnCl_2$?

7.2.5. Порядок і молекулярність реакції. Дати визначення і навести приклади.

7.2.6. В скільки разів слід збільшити концентрацію речовини B в системі $2A_{(г)} + B_{(г)} \rightarrow A_2B_{(г)}$, щоб при зменшенні концентрації речовини A в 4 рази, швидкість реакції не змінилась?

7.2.7. Дайте визначення періоду піврозпаду речовини.

7.2.8. Через деякий час після початку реакції $3A + B \rightarrow 2C + D$ концентрації речовин відповідно стали:

$[A] = 0,03$ моль/л; $[B] = 0,01$ моль/л; $[C] = 0,008$ моль/л.

Розрахувати вихідні концентрації речовин A і B .

7.2.9. Яким законом описується залежність швидкості реакції від температури. Наведіть математичний вираз цього закону.

7.2.10. В системі $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$ концентрацію CO збільшили від 0,03 до 0,12 моль/л, а концентрацію Cl_2 – від 0,02 до 0,06 моль/л. У скільки разів збільшилась швидкість реакції?

7.2.11. У стані хімічної рівноваги системи $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ концентрації речовин дорівнюють:

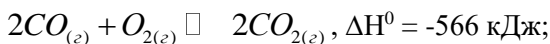
$[H_2] = 9$ моль/л; $[N_2] = 3$ моль/л; $[NH_3] = 4$ моль/л. Визначити константу рівноваги, вихідні концентрації азоту і водню. У якому напрямку зміститься рівновага при зменшенні об'єму суміші,

7.2.12. Напишіть вираз для швидкості гомогенної реакції: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$. Як зміниться швидкість реакції, якщо об'єм газової суміші зменшити у 3 рази?

7.2.13. Напишіть вираз для швидкості гомогенної реакції: $O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O$. Як зміниться швидкість реакції, якщо тиск у системі збільшити у 4 рази?

7.2.14. Напишіть вираз для швидкості гомогенної реакції: $Cl_2 + H_2 \rightarrow 2HCl$. Як зміниться швидкість реакції, якщо об'єм газової суміші зменшити у 4 рази?

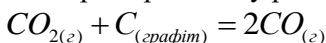
7.2.15. В якому напрямку зміститься рівновага наступних реакцій:



а) за зниження температури;

б) за підвищення тиску.

7.2.16. Вказати якими змінами концентрації реагуючих речовин можна змістити вправо рівновагу реакції:

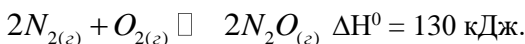


7.2.17. Знайти константу рівноваги реакції:



якщо початкова концентрація N_2O_4 складала 0,08 моль/л, а до моменту рівноваги продисоціювало 50% N_2O_4 .

7.2.18. В якому напрямку зміститься рівновага наступних реакцій:



за підвищення тиску.

7.2.19. Вказати якими змінами концентрацій реагуючих речовин можна змістити вправо рівновагу реакції:



7.2.20. Написати вираз для константи рівноваги гомогенної реакції



Укажіть чинники, які сприятимуть зміщенню рівноваги реакції у бік реагентів.

ТЕМА 8 ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА. АДСОРБЦІЯ. ФАЗОВІ РІВНОВАГИ

Класифікація поверхневих явищ. Поверхнева енергія та поверхневий натяг. Когезія, адгезія, змочування. Самочинні процеси на поверхні поділу фаз. Адсорбція. Поверхнево-активні речовини. Йонна адсорбція. Практичне застосування адсорбційних процесів.

Умови термодинамічної рівноваги між фазами. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні системи.

8.1. Приклади розв'язання задач та вправ

8.1.1. Обчислити площу, яку займає молекула органічної кислоти на поверхні її водного розчину, якщо гранична адсорбція молекули кислоти $\Gamma_{\infty} = 6,1 \cdot 10^{-9}$ моль / м².

Розв'язок. Площа, яку займає молекула на поверхні її водного розчину S_0 пов'язана з Γ_{∞} співвідношенням

$$S_0 = \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot N_A},$$

де N_A - число Авогадро.

$$\text{Отже, } S_0 = \frac{1}{6,1 \cdot 10^{-9} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10^4} = 27,1 \cdot 10^{-20} \text{ м.}^2$$

8.1.2. Визначити кількість ступенів вільності системи, де в рівновазі перебувають CaCO_3 , CO_2 і CaO .

Розв'язок. $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Кількість компонентів зменшується на кількість хімічних реакцій, що відбувається у системі, тобто $3-1=2$. За правилом фаз Гіббса кількість ступенів вільності $C = K - \Phi + 2 = 2 - 2 + 2 = 2$.

8.2. Задачі та вправи для самостійного розв'язання

8.2.1. Дайте визначення поняттям «фаза», «компонент», «складова системи», «ступінь вільності».

8.2.2. Обчислити кількість ступенів вільності, які має система, що складається з:

а) розчину двох компонентів у воді, що не реагують між собою, при наявності кристалів обох компонентів і водяної пари;

б) розчину двох компонентів у воді, що не реагують між собою, при наявності кристалів обох компонентів і льоду;

в) розчину двох компонентів у воді, що не реагують між собою, при наявності кристалів обох компонентів, льоду і водяної пари.

8.2.3. Обчислити число компонентів у насиченому розчині натрій хлориду.

8.2.4. Дайте визначення поняттям: адсорбція, сорбція, хемосорбція.

8.2.5. За яких умов система має мінімум ступенів вільності. Чому він дорівнює?

8.2.6. Сформулюйте правило фаз Гіббса.

8.2.7. На діаграмі стану води визначте кількість ступенів вільності, кількість фаз на площині, на лініях, в потрійній точці.

8.2.8. Назвіть найважливіші адсорбенти.

8.2.9. Наведіть діаграму кристалізації двокомпонентної системи. Покажіть на ній лінії ліквідуса, солідуса, евтектичну точку.

8.2.10. Пом'якшення води за допомогою іонітів.

8.2.11. Знесолення води за допомогою іонітів.

8.2.12. Чим обумовлена сферична форма краплин рідини в умовах невагомості?

8.2.13. Дайте характеристику і наведіть приклади гідрофільних і гідрофобних поверхонь.

8.2.14. Охарактеризуйте капілярну конденсацію.

8.2.15. Методи вимірювання поверхневого натягу.

8.2.16. Поверхнева енергія та поверхневий натяг на межі поділу фаз.

8.2.17. Змочування твердого тіла рідиною. Флотація.

8.2.18. Які особливості адсорбції твердими адсорбентами з розчинів електролітів? Що називають обмінною адсорбцією іонів?

8.2.19. Які властивості мають поверхнево-активні речовини (ПАР)? Яку будову мають їх молекули?

8.2.20. Чому дорівнює кількість компонентів у системі, що складається з O_2 , C і CO_2 ?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Яцков М. В., Буденкова Н. М., Мисіна О. І. Фізична та колоїдна хімія : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2016. 164 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/5047>
2. Буденкова Н. М. Органічна хімія : інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне : НУВГП, 2008. 152 с.
3. Боднарюк, Ф. М. Органічна хімія : навч. посіб. Рівне : УДУВГП, 2002. 138 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1795>
4. Буденкова Н. М., Яцков М. В. Фізична хімія та хімія силікатів : навч. посіб. Рівне : НУВГП. 2015. 187 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/14364>