

**ОБОВ'ЯЗКОВЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ (ОДЗ)  
для студентів гр. ЕК-41 (2014-15 навч.р.)**

**ВИМОГИ до оформлення обов'язкових домашніх завдань.**

ОДЗ з загальної і органічної хімії необхідно виконувати у звичайному шкільному зошиті. На титульній сторінці слід зазначити назву роботи (ОДЗ з загальної і органічної хімії), варіант, групу, прізвище студента, а знизу сторінки поставити дату подання ОДЗ і свій особистий підпис. Перед відповідями на кожне завдання, поставити номер і тему завдання, а після цього – навести розв'язок з необхідною аргументацією, поясненнями ходу рішення та посиланням на відповідні закони чи правила. Текст завдання переписувати не потрібно.

*ТЕКСТ І РОЗРАХУНКИ ЗАПИСУВАТИ ЧЕРЕЗ ОДНУ КЛІТИНКУ*, відповідь на кожне наступне завдання **ОБОВ'ЯЗКОВО** починати з нової сторінки, щоб залишилося місце для рецензії викладача!

Контрольним терміном подання ОДЗ вважається **ЧЕТВЕРТИЙ** тиждень V модулю. Роботи, подані із запізненням, оцінюються нижчею оцінкою.

**Тема 1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ЗАКОНИ ХІМІЇ**

**1.1 ГАЗОВІ ЗАКОНИ**

<b>Варіант</b>	<b>Завдання</b>
<b>1</b>	Обчисліть масу $1 \text{ м}^3$ повітря при н.у.; при $17^\circ\text{C}$ і $83,5 \text{ кПа}$ , а також його відносну густину: а) за воднем; б) за гелієм; в) за киснем.
<b>2</b>	Виходячи із розрахунків, встановіть, який зразок і чому містить найбільшу кількість атомів сульфуру: а) $0,5 \text{ моль FeS}_2$ ; б) $34 \text{ г H}_2\text{S}$ ; в) $9 \cdot 10^{23}$ молекул $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
<b>3</b>	Скільки молекул $\text{CO}_2$ , $\text{N}_2$ , $\text{CO}$ міститься: а) в 1 літрі (н.у); б) в 1 молі; в) в 1 грамі кожного з цих газів? Якими є їх відносні густини за воднем?
<b>4</b>	Який об'єм при $27^\circ\text{C}$ і $742 \text{ мм рт.ст.}$ займають $3,01 \cdot 10^{21}$ молекул деякого газу? Чому дорівнює відносна молекулярна маса цього газу, якщо відомо, що $3,01 \cdot 10^{21}$ молекул мають масу $0,22 \text{ г}$ ?
<b>5</b>	Чи однакова кількість речовини і кількість молекул міститься в $1 \text{ м}^3 \text{ O}_2$ і $\text{O}_3$ ? Яку масу мають $1 \text{ м}^3$ кисню та озону? Відповідь підтвердіть розрахунками.
<b>6</b>	На підставі відповідних обчислень дайте аргументовану відповідь на запитання: а) яку масу має сірководень $\text{H}_2\text{S}$ об'ємом $11,2 \text{ л}$ за н.у.; б) які кількості атомів $\text{H}$ і $\text{S}$ , а також молекул $\text{H}_2\text{S}$ містяться в цьому об'ємі; в) чому дорівнює відносна густина $\text{H}_2\text{S}$ за воднем; за повітрям?
<b>7</b>	Скільки молів і скільки молекул міститься в $22,4 \text{ л H}_2\text{O}$ за н.у.? Яку масу має цей об'єм $\text{H}_2\text{O}$ за н.у.?
<b>8</b>	Чи однакова кількість всіх атомів міститься у: а) $1 \text{ кг CH}_4$ і $1 \text{ кг NH}_3$ ; б) $1 \text{ л CH}_4$ і $1 \text{ л NH}_3$ ; в) $1 \text{ моль CH}_4$ і $1 \text{ моль NH}_3$ ? Відповідь дайте на основі розрахунків, посилаючись на певні закони.
<b>9</b>	Який об'єм за н.у. займає $\text{CO}_2$ масою $4,4 \text{ г}$ ? Скільки молів і скільки молекул міститься у цій масі газу? Обчисліть молярну масу $\text{CO}_2$ , використовуючи рівняння Менделєєва-Клапейрона.
<b>10</b>	Відносна густина за воднем диоксиду деякого елемента $\text{EO}_2$ дорівнює $32$ . Який це елемент? Обчисліть, який об'єм буде займати $16 \text{ г}$ цього газу: а) за н.у.; б) при $127^\circ\text{C}$ і $1520 \text{ мм рт.ст.}$
<b>11</b>	Який об'єм займають $2,4 \cdot 10^{21}$ молекул $\text{H}_2\text{O}$ : а) за н.у.; б) при $25^\circ\text{C}$ і $747 \text{ мм.рт.ст.}$ ? Якою є маса цієї кількості молекул $\text{H}_2\text{O}$ ?
<b>12</b>	Розрахуйте для амоніаку $\text{NH}_3$ : а) об'єм $3,4 \text{ г}$ за н.у.; б) кількість молекул, молів і атомів у

	цьому об'ємі; в) відносну густину за воднем і за повітрям; в) об'єм повітря, необхідний для повного спалювання заданої кількості амоніаку.
13	Порівняйте кількість молекул і загальну кількість атомів всіх елементів, що містяться у: а) 1г N <sub>2</sub> і 1г CO; б) 1л N <sub>2</sub> і 1л CO за н.у. Розрахуйте масу однієї молекули кожного газу, а також їх відносну густину за киснем.
14	Густина деякого газу за н.у. дорівнює 1,43г/л. Обчисліть: а) молярну масу цього газу; б) відносну густину за воднем і за повітрям; в) об'єм, який займають 16г цього газу за н.у.
15	Густина за воднем двохатомного гомоядерного газу E <sub>2</sub> дорівнює 14. Обчисліть: а) густину газу за н.у.; б) молярну масу; в) маси однієї молекули і одного атома.
16	Який зразок містить найбільшу кількість атомів хлору: а) 55,5г CaCl <sub>2</sub> ; б) 6,02·10 <sup>23</sup> молекул хлору; в) 40л Cl <sub>2</sub> (н.у.)? Відповідь дайте на підставі розрахунків.
17	Деякий газ при 37°C і 180кПа знаходиться у посудині вмістом 190,4л. Чому дорівнює: а) кількість речовини; б) кількість молекул; в) молярна маса; г) маса цього об'єму газу?
18	Вуглекислий газ займає об'єм 22,4л при 27°C і 795 мм.рт.ст. Розрахуйте: а) кількість речовини CO <sub>2</sub> ; б) масу газу; в) масу однієї молекули; г) кількість молекул.
19	Маса 1л (н.у.) деякого газу становить 1,52г, а маса 1л (н.у.) азоту – 1,25г. Обчисліть молярну масу газу, виходячи а) з його відносної густини за азотом; б) молярного об'єму; в) з використанням рівняння Менделєєва-Клапейрона.
20	Деякий газ (А) об'ємом 1мл (н.у.) має масу 0,00129г. Визначте молярну масу іншого газу (В), якщо відомо, що він важчий газу А у 1,5 рази. На основі рівняння Менделєєва-Клапейрона обчисліть, яку масу має зразок газу В об'ємом 3,0 літри.
21	Густина газу А дорівнює 1,2946г/л (н.у.), а 5 л газу В мають масу 9,821г. Обчисліть відносну густину газу В за газом А, а також молярні маси обох газів (з використанням рівняння Менделєєва-Клапейрона).

### 1.2 ЗАКОН ЕКВІВАЛЕНТІВ

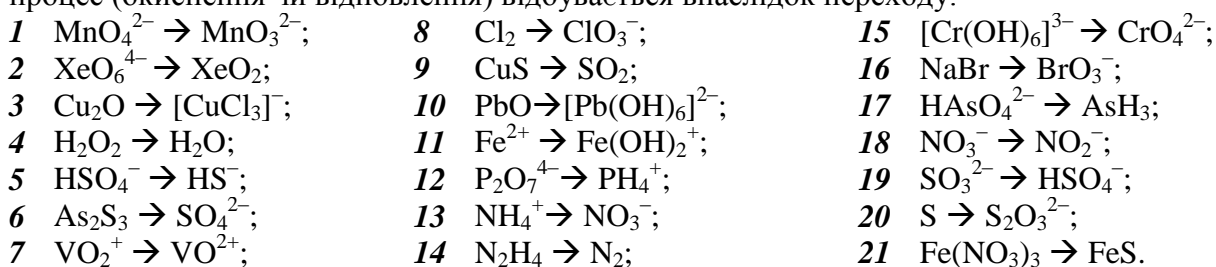
1	Кальцій масою 1,60 г і деякий двовалентний метал масою 2,16 г здатні витіснити із хлоридної кислоти HCl однакову кількість водню. Розрахуйте еквівалентну (m <sub>екв</sub> ) і молярну (М) маси невідомого металу і назвіть його.
2	На нейтралізацію 0,943 г фосфористої кислоти H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> витрачено 1,291 г калій гідроксиду. Обчисліть еквівалентну масу (m <sub>екв</sub> ) кислоти та її основність в даній реакції.
3	При відновлюванні воднем 10,17 г оксиду двохвалентного металу утворилося 2,25 г води. Обчисліть еквівалентні маси (m <sub>екв</sub> ) металу і оксиду. Назвіть цей метал.
4	При взаємодії 5,95 г деякої речовини з 2,75 г хлороводню HCl одержано 4,40 г солі. Обчисліть еквівалентні маси (m <sub>екв</sub> ) вихідної речовини і солі, що утворилася внаслідок реакції.
5	Внаслідок взаємодії 3,46 г тривалентного металу з надлишком кислоти утворилося 2,48 л водню, виміряних при 25°C і 749 мм рт.ст. Розрахуйте еквівалентну (m <sub>екв</sub> ) і молярну (М) маси металу та назвіть його.
6	На основі розрахунків еквівалентної (m <sub>екв</sub> ) та молярної (М) мас назвіть тривалентний метал, якщо відомо, що 0,376 г цього металу витісняє з кислоти 0,468 л водню (н.у.).
7	Із 2,7 г оксиду деякого металу можна добути 6,3 г його нітрату. Обчисліть еквівалентні маси (m <sub>екв</sub> ) металу, оксиду і нітрату.
8	На основі розрахунків еквівалентної (m <sub>екв</sub> ) і молярної (М) мас назвіть двовалентний метал, якщо відомо, що 2,0 г цього металу витісняють з кислоти 1,12 л водню (н.у.).
9	Чому дорівнюють еквівалент і еквівалентна маса (m <sub>екв</sub> ) металу, якщо із 7,00 г його гідроксиду утворюється 20,75г йодиду?
10	Для повного розчинення 5,4г металу витрачено 29,4г сульфатної (сірчаної) кислоти. Обчисліть еквівалент металу (m <sub>екв</sub> ) і об'єм водню, що виділився.
11	На нейтралізацію 2,45г деякої кислоти витрачено 2г натрій гідроксиду. Визначте еквівалентну масу кислоти.
12	Якими є еквівалентні маси (m <sub>екв</sub> ) одновалентного металу і його оксиду, якщо відомо, що 2,48г

	оксиду містить 1,84г металу?
13	Внаслідок повного спалювання 5,4г тривалентного металу утворилося 10,2г його оксиду. Виходячи із розрахунків еквівалентної маси ( $m_{\text{екв}}$ ), назвіть метал.
14	Внаслідок взаємодії 0,5г оксиду деякого металу утворюється 1,5г сульфату цього металу. Обчисліть еквівалент і еквівалентну масу ( $m_{\text{екв}}$ ) металу.
15	Речовина складається із As і S, причому масова частка в ній Сульфуру дорівнює 39%, а еквівалентна маса – 16г/моль. Обчисліть еквівалентну масу ( $m_{\text{екв}}$ ) і валентність Арсену, а також еквівалентну масу всієї речовини.
16	На нейтралізацію 0,797 г фосфорної кислоти $\text{H}_3\text{PO}_3$ витрачено 0,998 г натрій гідроксиду. Обчисліть еквівалентну масу ( $m_{\text{екв}}$ ) і основність кислоти в цій реакції.
17	Однакові маси одного металу здатні сполучатися з 1,591 г галогену і з 70,2 мл кисню (н.у.). Обчисліть еквівалентну масу галогену і назовіть його.
18	Оксиди деякого металу містять 22,53% і 50,45% кисню, причому в першому оксиді валентність металу дорівнює II, а в другому – VII. На основі розрахунків еквівалентних мас ( $m_{\text{екв}}$ ) металу в оксидах назвіть метал.
19	Чому дорівнює еквівалентна маса металу, якщо із 1,3 г його гідроксиду утворюється 2,85 г його сульфату? Назвіть цей метал.
20	При розчиненні 1,35 г оксиду деякого металу одержано 3,15 г його сульфату. Розрахуйте еквівалентну масу металу ( $m_{\text{екв}}$ ) і назвіть його.

## Тема 2 ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

### II.1 ПРОЦЕСИ ОКИСНЕННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ

Визначте ступені окиснення атомів, напишіть електронне рівняння і вкажіть, який процес (окиснення чи відновлення) відбувається внаслідок переходу:



### II.2 РІВНЯННЯ ОКИСНО-ВІДНОВНИХ РЕАКЦІЙ

На основі методу електронного балансу розставте коефіцієнти у рівняннях реакцій. Для кожної реакції зазначте, яка речовина є окисником, а яка – відновником, яка сполука окиснюється, а яка – відновлюється. Вкажіть, до якого типу та чому належить кожна окисно-відновна реакція.

1	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{HF}$
2	$\text{Al} + \text{HNO}_{3(\text{розв.})} \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{ReO}_2 + \text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{ReO}_5 + \text{H}_2\text{O}$
3	$\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$ ; $\text{H}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4	$\text{AsH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
5	$\text{Cu}(\text{NO}_3) \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{COOH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
6	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{SO}_2 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
7	$\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ; $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

8	$\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH};$ $\text{FeS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{SO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
9	$\text{Mg} + \text{HNO}_3(\text{розб.}) \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{NaBr} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaBrO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
10	$\text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{HF};$ $\text{NaI} + \text{NaIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
11	$\text{CrSO}_4 + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{CrO}_2\text{SO}_4 + \text{KCl};$ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{CO} + \text{P}$
12	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O};$ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$
13	$\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O};$ $\text{Cr}_2\text{S}_3 + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4$
14	$\text{KNO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$
15	$\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{Au} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AuCl}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
16	$\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O};$ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{PbS} \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
17	$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{K}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O};$ $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
18	$\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O};$ $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
19	$\text{KCrO}_2 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O};$ $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KI} + \text{K}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
20	$\text{FeCl}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{FeI}_2 + \text{HCl} + \text{I}_2;$ $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{SO}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

### Тема 3 ЕНЕРГЕТИКА ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

За даними відповідних термодинамічних функцій (табл. 1) *розрахуйте*:

- 1) тепловий ефект заданої реакції  $\Delta H_{\text{x.p.}}^0$ , і встановіть, до якого типу процесів (ендо- чи екзотермічних) вона належить;
- 2) змінення ентропії  $\Delta S_{\text{x.p.}}^0$ , на її основі зробіть попередній прогноз про можливий напрямок самочинного перебігу реакції за стандартних умов;
- 3) енергію Гіббса  $\Delta G_{\text{x.p.}}^0$  (двома способами) і на її основі зробіть остаточний висновок про можливий напрямок самочинного перебігу реакції за стандартних умов (пряма чи зворотна);
- 4) енергію реакції Гіббса  $\Delta G_{\text{x.p.}}^T$  при температурах  $T_1 = -173^\circ\text{C}$ ;  $T_2 = 0^\circ\text{C}$ ;  $T_3 = +1427^\circ\text{C}$ , виходячи з припущення, що  $\Delta H_{\text{x.p.}}^T \approx \Delta H_{\text{x.p.}}^0$ , і  $\Delta S_{\text{x.p.}}^T \approx \Delta S_{\text{x.p.}}^0$ . Для кожної температури зазначте можливість/неможливість самочинного перебігу прямої реакції.

№ вар-та	Рівняння реакції
1	$\text{C}_2\text{H}_{2(\text{r})} + 2\text{H}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{C}_2\text{H}_{6(\text{r})}$
2	$\text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{CO}_{(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$
3	$\text{CaCO}_{3(\text{кр})} + 2\text{HCl}_{(\text{р})} \leftrightarrow \text{CaCl}_{2(\text{кр})} + \text{CO}_{2(\text{r})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{р})}$
4	$\text{H}_2\text{S}_{(\text{r})} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{р})} \leftrightarrow 4\text{SO}_{2(\text{r})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{р})}$
5	$\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{кр})} + 2\text{HCl}_{(\text{р})} \leftrightarrow \text{CaCl}_{2(\text{кр})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{р})}$
6	$\text{CH}_{4(\text{r})} + 2\text{Cl}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{CCl}_{4(\text{р})} + 4\text{HCl}_{(\text{r})}$
7	$\text{CCl}_{4(\text{р})} + \text{O}_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{CO}_{2(\text{r})} + 2\text{Cl}_{2(\text{r})}$
8	$3\text{N}_2\text{O}_{(\text{r})} + 2\text{NH}_3_{(\text{r})} \leftrightarrow 4\text{N}_{2(\text{r})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$

9	$2\text{H}_2\text{S}_{(r)} + \text{H}_2\text{SO}_{3(p)} \leftrightarrow 3\text{S}_{(r)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(p)}$
10	$\text{ZnS}_{(кр)} + 2\text{HCl}_{(p)} \leftrightarrow \text{ZnCl}_{2(кр)} + \text{H}_2\text{S}_{(r)}$
11	$\text{CaO}_{(кр)} + 2\text{HCl}_{(p)} \leftrightarrow \text{CaCl}_{2(кр)} + \text{H}_2\text{O}_{(p)}$
13	$\text{CaC}_{2(кр)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(p)} \leftrightarrow \text{Ca(OH)}_{2(кр)} + \text{C}_2\text{H}_{2(r)}$
14	$\text{CS}_{2(r)} + 4\text{HCl}_{(p)} \leftrightarrow \text{CCl}_{4(p)} + 2\text{H}_2\text{S}_{(r)}$
15	$\text{Na}_2\text{CO}_{3(кр)} + 2\text{HCl}_{(p)} \leftrightarrow 2\text{NaCl}_{(p)} + \text{CO}_{2(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(p)}$
16	$2\text{NH}_4\text{Cl}_{(кр)} + \text{Ca(OH)}_{2(p)} \leftrightarrow 2\text{NaCl}_{(p)} + 2\text{NH}_3(r) + 2\text{H}_2\text{O}_{(p)}$
17	$\text{Fe}_2\text{O}_{3(кр)} + 6\text{HBr}_{(p)} \leftrightarrow 2\text{FeBr}_{3(кр)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(p)}$
18	$4\text{NH}_3(r) + 3\text{O}_2(r) \leftrightarrow 2\text{N}_2(r) + 6\text{H}_2\text{O}(r)$
19	$4\text{NH}_3(r) + 5\text{O}_2(r) \leftrightarrow 4\text{NO}(r) + 6\text{H}_2\text{O}(r)$
20	$2\text{NO}_2(r) \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4(r)$
21	$3\text{C}_2\text{H}_2(r) \leftrightarrow \text{C}_6\text{H}_6(r)$

Таблиця 1 – Термодинамічні функції речовин

Речовина	$\Delta H^{\circ}_{298}$ , кДж/моль	$S^{\circ}_{298}$ , Дж/моль·К	$\Delta G^{\circ}_{298}$ , кДж/моль
$\text{CH}_{4(r)}$	-74,6	186,2	-50,8
$\text{C}_2\text{H}_{2(r)}$	226,7	200,8	209,2
$\text{C}_2\text{H}_6(r)$	-84,7	229,5	-32,9
$\text{C}_6\text{H}_6(r)$	82,9	269,2	129,7
$\text{CS}_{2(r)}$	116,7	237,8	66,6
$\text{CO}(r)$	-110,5	197,4	-137,3
$\text{CO}_2(r)$	-393,5	213,6	-394,4
$\text{CCl}_{4(p)}$	-100,4	310,2	-58,2
$\text{CaC}_{2(кр)}$	-62,8	70,3	-67,8
$\text{CaCl}_{2(кр)}$	-796,3	113,8	-750,2
$\text{CaCO}_{3(кр)}$	-1206,9	92,9	-1128,7
$\text{CaO}_{(кр)}$	-635,5	39,7	-603,5
$\text{Ca(OH)}_{2(кр)}$	-986,6	83,4	-897,5
$\text{Cl}_{2(r)}$	0	223,0	0
$\text{Fe}_2\text{O}_{3(кр)}$	-821,3	90,0	-741,0
$\text{FeBr}_{3(кр)}$	-269,0	184,1	-246,2
$\text{H}_2(r)$	0	130,6	0
$\text{H}_2\text{O}(r)$	-241,8	188,7	-228,6
$\text{H}_2\text{O}(p)$	-285,8	70,1	-237,2
$\text{HCl}(r)$	-91,8	186,8	-94,8
$\text{HCl}(p)$	-166,9	56,5	-131,2
$\text{HBr}(p)$	-131,3	83,3	-107,1
$\text{H}_2\text{S}(r)$	-21,0	205,1	-33,8
$\text{H}_2\text{SO}_{3(p)}$	-635,5	-29,3	-485,2
$\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$	-811,3	156,9	-690,1
$\text{N}_2(r)$	0	191,5	0
$\text{NH}_3(r)$	-46,2	192,6	-16,7
$\text{NH}_4\text{Cl}_{(кр)}$	-314,2	95,8	-203,2
$\text{N}_2\text{O}(r)$	82,0	220,0	104,2
$\text{NO}_2(r)$	33,5	240,2	51,8
$\text{N}_2\text{O}_4(r)$	11,1	304,4	99,7
$\text{NaOH}(p)$	-470,0	48,1	-419,2
$\text{NaCl}(p)$	-410,9	70,4	-384,3
$\text{Na}_2\text{CO}_{3(кр)}$	-1131,0	136,4	-1047,5
$\text{O}_2(r)$	0	205,5	0
$\text{S}(r)$	0	31,9	0

SO <sub>2(г)</sub>	-296,9	248,1	-300,2
ZnS <sub>(кр)</sub>	-205,4	57,7	-200,7
ZnCl <sub>2(кр)</sub>	-415,1	111,5	-369,4

#### Тема 4 ХІМІЧНА КІНЕТИКА і ХІМІЧНА РІВНОВАГА

##### VI. ШВИДКІСТЬ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

- Розрахуйте значення константи швидкості  $k$  прямої реакції  $N_2O + H_2 \rightarrow N_2 + H_2O$ , якщо при концентраціях речовин (моль/л)  $[N_2O]_{\text{поч}} = 0,05$  і  $[H_2]_{\text{поч}} = 0,01$  початкова швидкість цієї реакції  $v_{\text{поч}} = 5 \cdot 10^{-5}$  моль/л.хв. У скільки разів зменшиться поточна швидкість прямої реакції в момент часу ( $v_{\text{поточн}}/v_{\text{поч}}$ ), коли прореагує 50%  $N_2O$ ?
- Початкові концентрації речовин у системі  $2H_2S_{(г)} + SO_{2(г)} \rightarrow 3S_{(т)} + 2H_2O_{(г)}$  були такими (моль/л):  $[SO_2]_{\text{поч}} = 0,04$ ;  $[H_2S]_{\text{поч}} = 0,05$ , а константа швидкості  $k = 0,4$ . Обчисліть початкову швидкість реакцій ( $v_{\text{поч}}$ ), а також поточну швидкість ( $v_{\text{поточн}}$ ) у той момент часу, коли в системі залишилося 75%  $SO_2$ .
- Константа швидкості прямої реакції  $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$  за деякої температури дорівнює  $k = 2 \cdot 10^{-3}$  л/моль·с. Обчисліть швидкість реакції: а) у початковий момент ( $v_{\text{поч}}$ ), якщо концентрації обох вихідних речовин дорівнювали 0,04 моль/л; б) в поточний момент ( $v_{\text{поточн}}$ ), коли концентрація продукту реакції стала рівною 0,02 моль/л.
- При 100°C реакція повністю завершується за 16 хв. Скільки часу необхідно витратити для проведення цієї реакції при 130°C; при 80°C, якщо температурний коефіцієнт дорівнює  $\gamma = 2$ ?
- При певній температурі константа швидкості реакції  $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$  дорівнює  $k_I = 0,16$ . Початкові концентрації вихідних речовин були такими (моль/л):  $[H_2] = 0,04$ ;  $[I_2] = 0,05$ . Розрахуйте початкову швидкість реакції ( $v_{\text{поч}}$ ) і поточну швидкість ( $v_{\text{поточн}}$ ) в момент, коли концентрація водню зменшилася до 0,03 моль/л.
- Реакція проходить згідно із рівнянням  $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$ . Початкові концентрації вихідних речовин були такими (моль/л):  $[N_2]_{\text{поч}} = 0,049$ ;  $[O_2]_{\text{поч}} = 0,010$ . Обчисліть, якими стали концентрації всіх сполук, коли поточна концентрація  $NO$  набула значення 0,005 моль/л. У скільки разів при цьому зменшилась швидкість прямої реакції ( $v_{\text{поточн}}/v_{\text{поч}}$ )?
- У деякий момент концентрації речовин у системі  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$  були такими (моль/л):  $[N_2] = 0,8$ ;  $[H_2] = 2,5$ ;  $[NH_3] = 0,1$ . Якими стали концентрації сполук, коли прореагувало 75% азоту? Як при цьому зменшилась швидкість прямої реакції ( $v_1/v_2$ )?
- Яким є температурний коефіцієнт реакції, якщо при зниженні температури від 80°C до 40°C реакція сповільнюється у 256 разів?
- Через деякий час після початку реакції  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$  концентрації речовин були (моль/л):  $[N_2]_{\text{поточн}} = 0,01$ ;  $[H_2]_{\text{поточн}} = 0,03$ ;  $[NH_3]_{\text{поточн}} = 0,008$ . Обчисліть початкові концентрації вихідних речовин  $[N_2]_{\text{поч}}$  і  $[H_2]_{\text{поч}}$ . Як змінилась швидкість прямої реакції від початкового до поточного моменту ( $v_{\text{поч}}/v_{\text{поточн}}$ )?
- У 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 ( $v_{\text{поч}}/v_{\text{поточн}}$ )?
- Через деякий час після початку реакції  $4HCl + O_2 \leftrightarrow 2H_2O_{(г)} + 2Cl_2$  поточні концентрації речовин у системі стали такими (моль/л):  $[HCl]_{\text{поточн}} = 0,85$ ;  $[O_2]_{\text{поточн}} = 0,44$ ;  $[Cl_2]_{\text{поточн}} = 0,30$ . Якими були концентрації хлороводню і кисню до початку реакції  $[HCl]_{\text{поч}}$  і  $[O_2]_{\text{поч}}$ ? Як змінилась швидкість реакції ( $v_{\text{поч}}/v_{\text{поточн}}$ )?
- У скільки разів необхідно збільшити концентрацію метану  $CH_4$  в системі  $CH_4 + 2Cl_2 \leftrightarrow CH_2Cl_2 + 2HCl$ , щоб при зменшенні концентрації хлору  $Cl_2$  в 4 рази швидкість реакції не змінилась ( $v_{\text{поч}} = v_{\text{поточн}}$ )?
- У дві однакові посудини за однакової температури помістили гази у такому співвідношенні: в першу – 1 моль газу А і 2 моль газу В, у другу – 2 моль А і 1 моль В. На

підставі обчислень визначте, чи будуть відрізнятися швидкості реакцій в обох посудинах, якщо швидкість реакції виражається кінетичним рівнянням: а)  $v = k_1 \cdot [A] \cdot [B]$ ; б)  $v = k_1 \cdot [A]^2 \cdot [B]$ ; в)  $v = k_1 \cdot [A] \cdot [B]^2$ ?

14. При підвищенні температури на  $20^\circ$  швидкість реакції збільшилася у 4 рази. Як зміниться швидкість цієї реакції ( $v_{кин}/v_{поч}$ ), якщо підвищити температуру: а) на  $30^\circ$ , б) на  $50^\circ$ ; знизити температуру: г) на  $20^\circ$ , д) на  $40^\circ$ ?
15. На скільки градусів необхідно підвищити температуру, щоб швидкість реакції зросла у 81 раз ( $v_{кин}/v_{поч} = 81$ ), якщо температурний коефіцієнт цієї реакції дорівнює  $\gamma = 3$ ?
16. При  $20^\circ$  дві реакції протікають з однаковими швидкостями. Яким є співвідношення швидкостей цих реакцій при  $50^\circ$  ( $v_1/v_2$ ), якщо температурний коефіцієнт першої реакції дорівнює  $\gamma_1 = 2$ , а другої –  $\gamma_2 = 3$ .
17. В посудині ємністю 0,5 л міститься 0,03 моль  $\text{NO}_2$ . Розрахуйте константу швидкості  $k_1$  прямої реакції в реакційній системі  $2\text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ , якщо її початкова швидкість  $v_{поч} = 1,08$  моль/л·с. Якою стала поточна швидкість ( $v_{поточн}$ ), коли прореагувало 0,02 моль  $\text{NO}_2$ ?
18. При  $10^\circ\text{C}$  деяка реакція протікає за 8 год. 32 хв. Скільки часу необхідно витратити для проведення цієї реакції при  $100^\circ\text{C}$ ; при  $50^\circ\text{C}$ , якщо температурний коефіцієнт дорівнює  $\gamma = 2$ ?
19. Чому дорівнює температурний коефіцієнт реакції, яка при  $30^\circ\text{C}$  закінчується за 16 хв, а при  $60^\circ\text{C}$  – за 2 хв?
20. Через деякий час після початку реакції каталітичного окиснення амоніаку  $\text{NH}_3$  киснем поточні концентрації речовин у системі були (моль/л):  $[\text{NH}_3]_{поточн} = 0,009$ ;  $[\text{O}_2]_{поточн} = 0,02$ ;  $[\text{NO}]_{поточн} = 0,003$ . Обчисліть: поточну концентрація водяної пари  $[\text{H}_2\text{O}_{(г)}]_{поточн}$  і початкові концентрації амоніаку  $[\text{NH}_3]_{поч}$  і кисню  $[\text{O}_2]_{поч}$ . Як змінилася швидкість прямої реакції від початкового до поточного моменту ( $v_{поч}/v_{поточн}$ )?
21. Через деякий час після початку реакції  $2\text{H}_2\text{S}_{(г)} + \text{SO}_{2(г)} \rightarrow 3\text{S}_{(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$ , константа швидкості для якої становить  $k = 0,4$ , концентрації речовин у системі набули значень (моль/л):  $[\text{SO}_2]_{поточн} = 0,02$ ;  $[\text{H}_2\text{S}]_{поточн} = 0,01$ ;  $[\text{H}_2\text{O}_{(г)}]_{поточн} = 0,04$ . Обчисліть швидкість прямої реакції у цей момент часу ( $v_{поч}$ ), а також її початкову швидкість ( $v_{поч}$ ).

#### IV.2 ХІМІЧНА РІВНОВАГА

1. На основі розрахунків у загальному вигляді дайте відповідь, чому змінення тиску зміщує рівновагу системи  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$  і не зміщує рівновагу системи  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$ ? Напишіть вирази константи рівноваги для наведених систем.
2. На основі розрахунків у загальному вигляді дайте відповідь, чому змінення тиску зміщує рівновагу в системі  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$  і не зміщує рівновагу в системі  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{HCl}_{(г)}$ ? Напишіть вирази константи рівноваги для наведених систем.
3. Константа рівноваги у системі  $2\text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$  дорівнює 0,5 л/моль, а вихідна концентрація  $\text{NO}_2$  – 0,5 моль/л. Обчисліть рівноважні концентрації речовин.
4. Константа рівноваги у системі  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$  дорівнює  $0,1 \text{ л}^2/\text{моль}^2$ , а рівноважні концентрації речовин (моль/л) –  $[\text{H}_2] = 3$ ;  $[\text{NH}_3] = 9$ . обчисліть рівноважну і вихідну концентрації азоту.
5. Після досягнення рівноваги в системі  $2\text{H}_2\text{S}_{(г)} + \text{SO}_{2(г)} \leftrightarrow 3\text{S}_{(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$  концентрації речовин становили (моль/л):  $[\text{SO}_2] = 0,01$ ;  $[\text{H}_2\text{S}] = 0,005$ ;  $[\text{H}_2\text{O}_{(г)}] = 0,02$ . Чому дорівнює константа рівноваги і початкові концентрації речовин?
6. Рівноважні концентрації речовин у системі  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$  дорівнюють (моль/л):  $[\text{CO}] = 3,6$ ;  $[\text{Cl}_2] = 5,0$ ;  $[\text{COCl}_2] = 6,4$ . Розрахуйте початкові концентрації вихідних речовин і константу рівноваги.
7. Рівновага у системі  $4\text{HCl} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{Cl}_2$  встановилася при таких концентраціях (моль/л):  $[\text{HCl}] = 1,1$ ;  $[\text{O}_2] = 1,6$ ;  $[\text{H}_2\text{O}] = 2,2$ ;  $[\text{Cl}_2] = 0,8$ . Обчисліть константу рівноваги і початкові концентрації вихідних речовин.

8. Константа рівноваги у системі  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$  дорівнює 1. Напишіть вираз константи рівноваги і встановіть, скільки відсотків  $\text{CO}_2$  вступить у реакцію, якщо змішати 1 моль  $\text{CO}_2$  і 5 моль  $\text{H}_2$ .
9. Константа рівноваги у системі  $\text{FeO} + \text{CO} \leftrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$  дорівнює 0,5. Розрахуйте рівноважні концентрації  $\text{CO}$  і  $\text{CO}_2$ , якщо початкові концентрації були такими (моль/л):  $[\text{CO}]_{\text{поч.}} = 0,05$ ;  $[\text{CO}_2]_{\text{поч.}} = 0,01$ .
10. Як буде зміщуватися рівновага в газофазній системі  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{NOCl}$ ,  $\Delta H_{\text{х.р.}}^0 = +73,6 \text{ кДж}$ , якщо: а) загальний тиск зменшити в 2 рази; б) підвищити температуру на  $30^\circ$ ? Температурні коефіцієнти прямої та зворотної реакцій дорівнюють  $\gamma_{\text{прям}} = 2$  і  $\gamma_{\text{звор}} = 3$ .
11. Константа рівноваги у системі  $2\text{HI} \leftrightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2$  дорівнює 0,12. Знайдіть рівноважні концентрації речовин, якщо спочатку було взято 5 моль  $\text{HI}$ , а ємність реакційної посудини дорівнювала 10 л.
12. Обчисліть константу рівноваги у системі  $2\text{HBr} \leftrightarrow \text{H}_2 + \text{Br}_2$ , якщо початкова маса  $\text{HBr}$  складала 0,809 г, а до моменту рівноваги у реакцію вступило 5% вихідної речовини.
13. У посудину ємністю 0,5 л помістили 0,5 моль  $\text{H}_2$  і 0,5 моль  $\text{N}_2$ . При певній температурі до моменту рівноваги утворилося 0,02 моль амоніаку  $\text{NH}_3$ . Чому дорівнює константа рівноваги?
14. Для системи  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \leftrightarrow 2\text{HBr}$  за певних умов константа рівноваги дорівнює 1. Визначте склад рівноважної реакційної суміші, якщо спочатку було взято 3 моль  $\text{H}_2$  і 2 моль  $\text{Br}_2$ .
15. Константа рівноваги у системі  $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$  дорівнює 1. Напишіть вираз константи рівноваги і встановіть, в якому об'ємному співвідношенні змішані  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2$ , якщо до моменту рівноваги прореагувало 90% від початкової кількості водню.
16. Початкові концентрації  $\text{NO}$  і  $\text{Cl}_2$  у системі  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{NOCl}$  дорівнюють відповідно (моль/л) 0,5 і 0,2. Обчисліть константу рівноваги, якщо до моменту рівноваги прореагувало 20%  $\text{NO}$ .
17. Рівноважні концентрації у системі  $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$  дорівнюють (моль/л):  $[\text{NO}] = 0,08$ ;  $[\text{O}_2] = 0,03$ ;  $[\text{NO}_2] = 0,01$ . Розрахуйте константу рівноваги і початкові концентрації  $\text{NO}$  і  $\text{O}_2$ .
18. Рівновага в системі  $2\text{CO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{CO}_2$  встановилася за таких концентрацій (моль/л):  $[\text{CO}] = 0,04$ ;  $[\text{O}_2] = 0,01$ ;  $[\text{CO}_2] = 0,02$ . Чому дорівнює константа рівноваги і початкові концентрації вихідних речовин?
19. Початкові концентрації вихідних речовин в системі  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$  були такими (моль/л):  $[\text{CO}]_{\text{поч.}} = 0,06$ ;  $[\text{Cl}_2]_{\text{поч.}} = 0,03$ . Рівновага встановилася, коли внаслідок прямої реакції було витрачено 30%  $\text{Cl}_2$ . Обчисліть константу рівноваги і початкові концентрації вихідних речовин.
20. Реакція лужного гідролізу естеру протікає згідно із рівнянням:  

$$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{KOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$
До початку реакції концентрації вихідних речовин були такими (моль/л):  $[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5]_{\text{поч.}} = 0,50$ ;  $[\text{KOH}]_{\text{поч.}} = 0,25$ . Рівновага у системі встановилася, коли концентрація  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  зменшилася до 0,30 моль/л. Запишіть вираз і обчисліть величину константи рівноваги.
21. За деякої температури константа рівноваги у системі  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(г)} + \text{CO}_{(г)} \leftrightarrow 2\text{FeO}_{(г)} + \text{CO}_{2(г)}$  дорівнює 0,75, а рівноважна концентрація  $[\text{CO}_2]_{\text{рівн}} = 0,02$  моль/л. Розрахуйте рівноважну і початкову концентрації  $\text{CO}$ .

### Тема V. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ

V.1. Надлишком (!) розчину калій гідроксиду  $\text{KOH}$  подіяли на розчин (чи суспензію) заданої речовини. Напишіть молекулярні та іонні рівняння реакцій, що при цьому відбуваються.

№	Формула речовини	№	Формула речовини	№	Формула речовини
1.	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	8.	$\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$	15.	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
2.	$\text{AgNO}_3$	9.	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	16.	$\text{H}_3\text{PO}_4$



3.	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	10.	$\text{NH}_4\text{Cl}$ (t°!)	17.	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_2$
4.	$\text{ZnCl}_2$	11.	$\text{Be}(\text{OH})_2$	18.	$\text{H}_2\text{SiO}_3$
5.	$\text{NH}_4\text{HCO}_3$	12.	$[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$	19.	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
6.	$\text{Al}(\text{OH})_3$	13.	$\text{CrCl}_3$	20.	$\text{Pb}(\text{OH})_2$
7.	$\text{K}_2\text{HPO}_4$	14.	$(\text{CH}_3\text{COO})\text{Ag}$	21.	$\text{KHCO}_3$

V.2. Надлишок (!) сульфатної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$  додали до розчину (чи суспензії) запропонованої речовини. Напишіть молекулярні та іонні рівняння реакцій.

№	Формула речовини	№	Формула речовини	№	Формула речовини
1.	$\text{K}_3\text{PO}_4$	8.	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	15.	$\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$
2.	$\text{Fe}(\text{OH})_2\text{NO}_3$	9.	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	16.	$\text{Al}(\text{OH})_3$
3.	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	10.	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	17.	$\text{KH}_2\text{PO}_4$
4.	$\text{K}_2\text{SiO}_3$	11.	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	18.	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
5.	$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	12.	$[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$	19.	$\text{NH}_4\text{HCO}_3$
6.	$\text{NaNO}_2$	13.	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$	20.	$\text{FeS}$
7.	$\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$	14.	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	21.	$(\text{CH}_3\text{COO})\text{Ag}$

V.3. Наведіть по два приклади молекулярних рівнянь реакцій, які відповідають запропонованим скороченим іонним рівнянням:

№	Скорочене іонне рівняння	№	Скорочене іонне рівняння
1.	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	12.	$\text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}_2\text{O}$
2.	$\text{HCN} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CN}^- + \text{H}_2\text{O}$	13.	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3.	$\text{ZnOH}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	14.	$\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4.	$\text{HNO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	15.	$\text{Fe}(\text{OH})^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$
5.	$\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$	16.	$\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbCrO}_4$
6.	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O}$	17.	$\text{Hg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{HgO} + \text{H}_2\text{O}$
7.	$\text{Fe}(\text{OH})_2^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$	18.	$\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
8.	$\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^-$	19.	$\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} + 2\text{H}^+$
9.	$\text{CN}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCN}$	20.	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
10.	$\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	21.	$\text{ClO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HClO}$
11.	$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	22.	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

V.4. Складіть рівняння дисоціації солей, назвіть катіони і аніони та зазначте тип кожної солі.

№	Формула речовини	№	Формула речовини	№	Формула речовини
1.	$\text{NaH}_2\text{AsO}_4$	8.	$\text{Ba}[\text{Zn}(\text{OH})_4]$	15.	$\text{NH}_4\text{HSO}_3$
2.	$(\text{AlOH})\text{SO}_4$	9.	$\text{K}_2\text{HAsO}_4$	16.	$\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$
3.	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	10.	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$	17.	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
4.	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	11.	$\text{NaHCO}_3$	18.	$\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
5.	$(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$	12.	$\text{Na}_3\text{AsO}_4$	19.	$\text{Na}_3\text{PO}_4$
6.	$(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$	13.	$\text{Cu}(\text{HSO}_4)_2$	20.	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
7.	$\text{NaH}_2\text{PO}_3$	14.	$\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$	21.	$\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$

### V.5 КОНЦЕНТРАЦІЯ РОЗЧИНІВ

За заданими характеристиками розчинів розрахуйте відповідні величини.

№	Розчинена речовина	Густина розчину $\rho$ , г/мл	Масова частка $\omega$ , %	Молярна конц-ція $C_M$ , моль/л	Нормальна конц-ція $C_N$ , моль-екв/л	Моляльна конц-ція $C_m$ , моль/кг
1.	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	1,15	14	–	–	–
2.	$\text{H}_3\text{PO}_4$	1,07г	–	1,64	–	–

3.	NaOH	1,33	–	–	–	18,10
4.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,105	–	–	3,38	–
5.	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1,02	3	–	–	–
6.	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1,28	–	1,49	–	–
7.	K <sub>2</sub> S	1,26	23	–	–	–
8.	Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	1,17	–	0,45	–	–
9.	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,12	–	–	7,19	–
10.	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,27	–	–	–	1,52
11.	CaCl <sub>2</sub>	1,10	–	1,68	–	–
12.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,50	60	–	–	–
13.	Mn(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1,32	25	–	–	–
14.	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,24	–	–	–	0,86
15.	Ca(ClO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	1,10	–	–	–	0,63
16.	MgI <sub>2</sub>	1,03	7	–	–	–
17.	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,04	–	0,196	–	–
18.	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1,12	–	–	–	0,92
19.	ZnCl <sub>2</sub>	1,35	–	–	5,96	–
20.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,40	50	–	–	–
21.	FeSO <sub>4</sub>	1,10	–	–	1,16	–
22.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1,08	–	–	–	1,05

#### V.6 ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ

- При змішуванні розбавлених водних розчинів наведених пар солей, особливо при легкому нагріванні, відбувається *необоротний повний* гідроліз кожної солі з утворенням кінцевих продуктів гідролізу. Поясніть це явище. Складіть молекулярні та іонні рівняння сумісного гідролізу двох солей: **a)** FeCl<sub>2</sub> і (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S; **б)** Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> і Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>; **в)** CrCl<sub>3</sub> і Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.
- Поясніть, чому при додаванні води до концентрованих розчинів солей SnCl<sub>2</sub> і SnCl<sub>4</sub> випадають осади: у першому випадку SnOHCl, а у другому – H<sub>2</sub>SnO<sub>3</sub>? Напишіть відповідні молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу наведених солей.
- Як та чому впливає на ступінь гідролізу солей змінення температури і концентрації розчинів? Для підтвердження відповіді складіть молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу алюміній хлориду: а) в дуже розведеному розчині за умов високої температури, вважаючи, що за таких умов сіль гідролізується повністю; б) в помірно розведеному розчині при кімнатній температурі, коли гідроліз обмежується тільки першою стадією.
- Підберіть молекулярні рівняння до кожного із наведених іонних рівнянь реакцій гідролізу: **a)** Fe<sup>3+</sup> + 2H<sub>2</sub>O → Fe(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup> + H<sup>+</sup>; **б)** CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> + H<sub>2</sub>O → HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + OH<sup>-</sup>; **в)** CrOH<sup>2+</sup> + H<sub>2</sub>O → Cr(OH)<sub>2</sub><sup>+</sup> + H<sup>+</sup>.
- Знайдіть у довіднику значення констант дисоціації відповідних кислот і поясніть, чому розведені розчини Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> і Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> мають лужну реакцію середовища, а розчини NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> і NaHSO<sub>3</sub> – слабкокислої? Наведіть молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу солей Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> і NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, а також рівняння дисоціації відповідних кислот.
- В який бік буде зміщуватися гідролітична рівновага у водному розчині солі Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, якщо: **a)** підкислити розчин сірчаною кислотою H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; **б)** розвести розчин великою кількістю води; **в)** додати розчин лугу NaOH; **г)** підвищити температуру; **д)** долити розчин NH<sub>4</sub>Cl; **е)** долити розчин NaNO<sub>2</sub>; **ж)** додати невелику кількість сухого Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>? Відповідь поясніть за допомогою молекулярного та іонного рівнянь реакції гідролізу вихідної солі, а також відповідних рівнянь реакцій, якщо вони відбуваються при додаванні зазначених реагентів.
- Яка із солей та чому більшою мірою піддається гідролізу у водних розчинах за однакових умов (температура, концентрація): **a)** MgCl<sub>2</sub> чи FeCl<sub>2</sub>; **б)** NaCN чи NaNO<sub>2</sub>; **в)** ZnCl<sub>2</sub> чи CaCl<sub>2</sub>; **г)** Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> чи Na<sub>2</sub>S? Для однієї солі з кожної пари складіть молекулярні та іонні рівняння гідролізу.

8. Розмістіть формули солей в порядку зростання їх здатності до гідролізу: амоній фторид, амоній хлорид, амоній ацетат, амоній карбонат, амоній сульфід, амоній сульфат. Відповідь мотивуйте. Яким буде середовище у водному розчині кожної солі? Для солей  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  і  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  наведіть молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу, вважаючи, що  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  гідролізується повністю, а  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  – тільки за першим ступенем.
9. Серед солей  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaClO}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  виберіть окремо ті, що при гідролізі внаслідок першого ступеня утворюються кислі солі, і окремо ті, що дають основні солі. Для кожного випадку напишіть рівняння гідролізу однієї солі в молекулярній та іонній формах.
10. Чим можна пояснити, що розведені розчини солей  $\text{LiNO}_2$  і  $\text{CsCN}$  мають лужну реакцію середовища, а розчини  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  і  $\text{FeSO}_4$  – кислу? Для відповіді наведіть молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу солей  $\text{CsCN}$  і  $\text{FeSO}_4$ .
11. В який колір і чому буде забарвлюватися нейтральний лакмус в розведених водних розчинах таких солей:  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ? Для відповіді складіть молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу солей.
12. Чим можна пояснити, що при гідролізі меркурій (II) нітрату  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  утворюється основна сіль, а при гідролізі аргентум (I) сульфату  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  – кисла? Напишіть молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу, зазначте рН середовища у розчинах.
13. Внаслідок сумісного гідролізу солей: а)  $\text{AlCl}_3$  і  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ; б)  $\text{FeCl}_3$  і  $\text{CH}_3\text{COONa}$  за однакових умов у першому випадку утворюється осад основної солі  $\text{Al}(\text{OH})_2(\text{CH}_3\text{COO})$ , а в другому –  $\text{FeOH}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ . Поясніть причину цього явища і складіть молекулярні та іонні рівняння реакцій гідролізу вказаних солей.
14. В який бік буде зміщуватися гідролітична рівновага у водному розчині солі  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , якщо: а) підкислити розчин оцтовою кислотою  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б) розвести розчин великою кількістю води; в) додати розчин лугу  $\text{NaOH}$ ; г) знизити температуру; д) долити розчин  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ; е) долити розчин  $\text{NaNO}_2$ ; ж) додати невелику кількість сухого  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ? Відповідь поясніть за допомогою молекулярного та іонного рівнянь реакції гідролізу вихідної солі, а також відповідних рівнянь реакцій, що протікають при додаванні зазначених реагентів.
15. Чому розчини солей  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  і  $\text{ZnSO}_4$  мають кислу реакцію середовища, розчини  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  і  $\text{KNO}_3$  – нейтральну, а розчини  $\text{NaBrO}$  і  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  – лужну? Для відповіді напишіть рівняння гідролізу солей в молекулярній та іонній формах.
16. Підберіть молекулярні рівняння до кожного із наведених іонних рівнянь реакцій гідролізу: а)  $\text{Sn}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SnOH}^+ + \text{H}^+$ ; б)  $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$ ; в)  $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HS}^- + \text{OH}^-$ . Зазначте рН середовища в розчині кожної солі.
17. Яка з солей та чому більшою мірою піддається гідролізу у водних розчинах за однакових умов (температура, концентрація): а)  $\text{FeCl}_2$  чи  $\text{FeCl}_3$ ; б)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  чи  $\text{Na}_2\text{S}$ ; в)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  чи  $\text{Na}_3\text{BO}_3$ ; г)  $\text{CH}_3\text{COOK}$  чи  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ? Для однієї солі з кожної пари складіть молекулярні та іонні рівняння гідролізу.
18. Яка з наведених солей піддається гідролізу у водних розчинах:  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCN}$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ? Для трьох солей (на вибір), що гідроліз яких проходить за різними типами, складіть молекулярні та іонні рівняння гідролізу і зазначте реакцію середовища в розчині.
19. Яка із наведених нижче солей піддається гідролізу у водних розчинах:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ? Для трьох солей (на вибір), що гідроліз яких проходить за різними типами, складіть молекулярні та іонні рівняння гідролізу і зазначте реакцію середовища в розчині.
20. При змішуванні розбавлених водних розчинів наведених пар солей, особливо при легкому нагріванні, відбувається повний необоротний гідроліз кожної солі з утворенням кінцевих продуктів гідролізу. Поясніть це явище. Складіть молекулярні та іонні рівняння сумісного гідролізу двох солей: а)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  і  $\text{K}_2\text{S}$ ; б)  $\text{FeCl}_3$  і  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ; в)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  і  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ .

21. Яка із наведених нижче солей піддається гідролізу у водних розчинах:  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{CsBr}$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KClO}_3$ ? Для трьох солей (на вибір), що гідроліз яких проходить за різними типами, складіть молекулярні та іонне рівняння гідролізу і зазначте реакцію середовища в розчині.

## Частина II. ОСНОВИ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

### Тема VI – X.

Назви органічних сполук необхідно записувати ПІД структурною формулою.

VI. Ізомерія: 1) складіть структурні формули п'яти ізомерів заданого складу, серед яких повинно бути найменше два метамери; 2) під структурними формулами наведіть назви ізомерів відповідно до замісничого методу IUPAC; 3) зазначте клас, до якого належить кожний ізомер; 4) на будь-якому ізомеру вкажіть первинні, вторинні, третинні та четвертинні атоми карбону (якщо вони є у сполуці), а на іншому – типи гібридизації всіх атомів С.

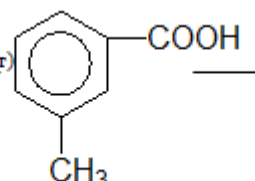
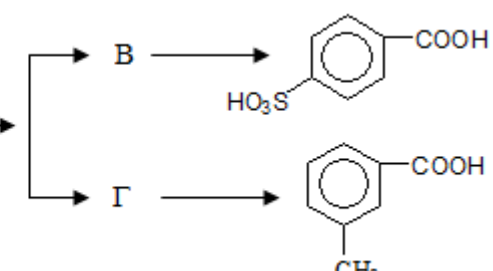
1	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$ , які містять бензенове кільце	9	$\text{C}_7\text{H}_{14}$ , головний ланцюг яких містить 6 атомів С
2	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$ , які містять бензенове кільце і кратний зв'язок у боковому ланцюгу	10	$\text{C}_8\text{H}_{14}$ , які належать до аліфатичних чи аліциклічних вуглеводнів і містять в головному ланцюгу 5 атомів С
3	$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$	11	$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$ , які містять бензенове кільце
4	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	12	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ , які містять бензенове кільце
5	$\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_3$	13	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$
6	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$	14	$\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$ , які містять бензенове кільце
7	$\text{C}_8\text{H}_{16}$ , які належать до аліфатичних чи аліциклічних вуглеводнів і містять в головному ланцюгу 6 атомів С	15	$\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}$ , які належать до аліфатичних чи аліциклічних вуглеводнів і містять в головному ланцюгу 5 атомів С
8	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	16	$\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$

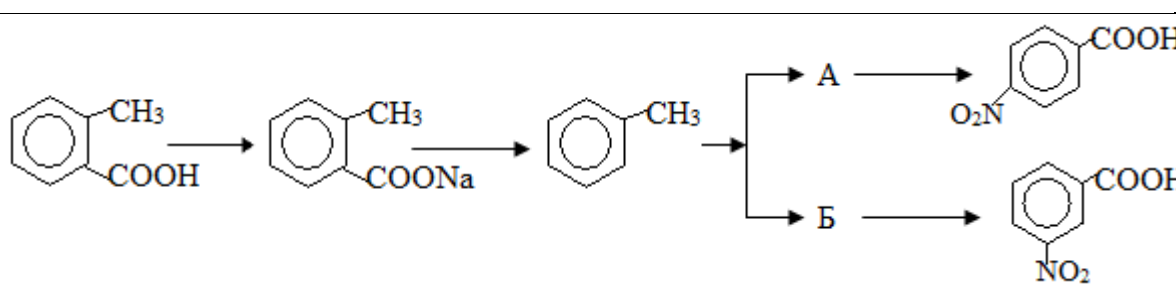
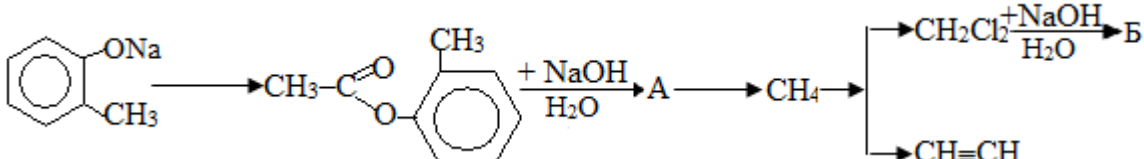
VII. Складіть структурні формули сполук за їх назвою, вкажіть клас органічних сполук чи гомологічний ряд вуглеводнів, до яких належить кожна речовина.

1	1-гідроско-2,5,5-триметил-6-меркаптогексанон-3
2	4,4-дихлор-3-фенілгептадієн-1,5-аль
3	4-нітро-2-форміл-3-ціанопентанова кислота
4	5-аміно-3,4-диметилпентен-3-нітрил
5	4-ізобутил-2-ізопропилгептен-1-ін-6
6	2-метил-5-оксо-4,4-дихлоргексен-2-ова кислота
7	2-метил-4-формілбензойна кислота
8	4,4-дигідроксициклогексадієн-2,5-он
9	3-вініл-2,4-диметилгексен-1-ін-5
10	7-аміно-3-гідрокси-6-вінілгептадієн-3,5-нітрил
11	2-етил-2,5-диметил-4-о-толуілгептен-1-ін-6
12	5-аліл-3,5-диметилоктадієн-3,6-тіол-1
13	2-амінобензенсульфонова кислота
14	3-аміно-3-метил-4-меркаптогексен-5-аль

15	4-бром-5-метил-5-ізопропілциклопентен-2-ол
16	4-вініл-4-метил-1,6-дифенілгептен-5-он-2
17	3-вініл-2,4-диметилгексен-1-ін-5
18	3-нітро-4,4-дихлоргептадієн-1,5
19	3,3-диметил-1-меркаптобутанон-2
20	2-феніл-3,3-диметилгександиол-1,5
21	2-форміл-3-нітро-4-ціанопентанова кислота

**VIII.** Напишіть рівняння реакцій, які необхідно провести для здійснення заданого перетворення, зазначте умови їх перебігу, встановіть речовини, позначені буквами, наведіть назви всіх органічних сполук.

№	Ланцюжки перетворень
1.	<p> <math>\text{m-Ксилен} \xrightarrow{+\text{KMnO}_4(\text{напл.}), \text{H}_2\text{SO}_4, t^0} \text{H} \xrightarrow{+\text{NaOH}(\text{тв, напл.}), \text{Плавлення}} \text{O} \xrightarrow{\text{Br}_2, \text{FeBr}_3} \text{K} \xrightarrow{\text{NaOH}, t^0, \text{Cu}} \text{L}</math> </p> <p> <math>\text{m-Ксилен} \xrightarrow{+\text{KMnO}_4(\text{недост.})} \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{CH}_3) \xrightarrow{+\text{Br}_2} \text{N}</math> </p> 
2.	<p> <math>\text{CaC}_2 \xrightarrow[\text{Сакт}]{+\text{H}_2\text{O}} \text{A} \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{B} \xrightarrow[\text{FeBr}_3]{+\text{B}} \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{KMnO}_4} \text{Г} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{+\text{NaOH}} \text{Д} \xrightarrow[t^0, \text{плавл.}]{+\text{NaOH}(\text{тв})} \text{Б}</math> </p>
3.	<p> <math>\text{ClCH}_2\text{COOH} \xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^0]{+\text{C}_6\text{H}_6} \text{A} \xrightarrow[t^0, \text{Плавл.}]{+2\text{NaOH}(\text{напл.})} \text{Б} \rightarrow \begin{cases} \text{В} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_3(\text{COOH})(\text{HO}_3\text{S}) \\ \text{Г} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{CH}_3) \end{cases}</math> </p> 
4.	<p> <math>\text{Бутанол-1} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{A} \rightarrow \begin{cases} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}_2]{+\text{HBr}} \text{Б} \xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^0]{+\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3} \text{В} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{KMnO}_4} \text{Г} + \text{Д} \\ \xrightarrow{+\text{HCl}} \text{Ж} \xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^0]{+\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}} \text{З} \end{cases}</math> </p>
5.	<p> <math>\text{Ацетилен} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^0]{+\text{H-C}_3\text{H}_7\text{Br}} \text{Б} \rightarrow \begin{cases} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{KMnO}_4} \text{В} \xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^0]{+\text{Br}_2} \text{Г} \\ \xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^0]{+\text{Br}_2} \text{Ж} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{KMnO}_4} \text{З} \end{cases}</math> </p>

6.	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COONa} \xrightarrow{\text{Електролиз}} \text{А} \xrightarrow{+\text{MnO}_2, t^0} \text{Б} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{+\text{NaOH}} \text{В} \xrightarrow[t^0, \text{плав.}]{+\text{NaOH}} \text{Г} \xrightarrow{1500^0\text{C}} \text{Д} \xrightarrow[\text{Hg}^{2+}]{+\text{H}_2\text{O}} \text{Е}$
7.	
8.	$\text{CH}_4 \begin{cases} \xrightarrow[\text{h}\nu]{+\text{Cl}_2} \text{А} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{+\text{NaOH}} \text{Б} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{CH}_3\text{COOH}} \text{Д} \\ \xrightarrow{1500^0\text{C}} \text{В} \xrightarrow[\text{Сакт.}]{650^0\text{C}} \text{Г} \xrightarrow{+\text{Ag}_2\text{O}} \text{Е} \end{cases}$
9.	$\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{А} \begin{cases} \xrightarrow[\text{Cu}_2\text{Cl}_2/\text{NH}_4\text{OH}]{+\text{А}} \text{Б} \xrightarrow[\text{Ni}, t^0]{+1 \text{ моль } \text{H}_2} \text{В} \xrightarrow[\text{Сополимеризация}]{+\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2} \text{Г} \\ \xrightarrow[\text{Сакт.}]{650^0\text{C}} \text{Д} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{HO}-\text{NO}_2} \text{Е} \end{cases}$
10.	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CCl}_3 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{+4\text{NaOH}} \text{А} \xrightarrow[t^0, \text{Плавления}]{+\text{NaOH}(\text{тв})} \text{Б} \rightarrow \text{CH}=\text{CH} \begin{cases} \xrightarrow{\text{Димеризация}} \text{В} \\ \xrightarrow{\text{C}_6\text{H}_6} \begin{cases} \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 \end{cases} \end{cases}$
11.	$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-Cu} \xrightarrow{+\text{CH}_3\text{Cl}} \text{А} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{KMnO}_4} 2\text{Б} \begin{cases} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}} \text{В} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{+\text{NaOH}} \text{Г} \\ \xrightarrow{\text{Г}} \text{CH}_4 \end{cases}$
12.	$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} \begin{cases} \xrightarrow[\text{NH}_4\text{OH}]{+\text{Ag}_2\text{O}} \text{В} \xrightarrow{+\text{CH}_3\text{Cl}} \text{Г} \\ \xrightarrow[\text{FeBr}_3, t^0]{+\text{Br}_2} \text{Ж} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, t^0]{+\text{KMnO}_4} \text{C}_6\text{H}_6 \begin{cases} \xrightarrow[\text{AlCl}_3]{+\text{Cl}_2} \text{Д} \\ \xrightarrow[\text{Ni}, t^0]{+\text{H}_2} \text{Б} \end{cases} \end{cases}$
13.	

14.	$\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}_2]{+\text{HBr}} \text{A} \xrightarrow[-2\text{NaBr}]{+2\text{Na}} \text{B} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow[\text{h}\nu]{+\text{Cl}_2} \text{B} \xrightarrow[\text{Спирт.}]{+\text{NaOH}} \text{Г} \xrightarrow[\text{Поли-}]{\text{меризація}} \text{Д}$
15.	$\text{Al}_4\text{C}_3 \xrightarrow{+\text{HCl}} \text{A} \xrightarrow[\text{Сакт}]{650^\circ\text{C}} \text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{Б} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \rightarrow \begin{cases} +\text{Br}_2 \\ \text{УФ} \end{cases} \rightarrow \text{В}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \rightarrow \begin{cases} +\text{Br}_2 \\ \text{FeBr}_3, \text{t}^\circ \end{cases} \rightarrow \text{Г} + \text{Д}$
16.	$\begin{array}{c} \text{2-Хлорбутан} \xrightarrow[\text{t}^\circ]{+2\text{Na}} \text{A} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2 \\ \downarrow \\ \text{Бутен-2} \leftarrow \text{Бутанол-2} \end{array}$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2 \rightarrow \begin{cases} \text{COOH} \\ \text{CH}_3 \end{cases}$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2 \xrightarrow[\text{FeBr}_3, \text{t}^\circ]{+\text{Br}_2} \text{Б}$
17.	$\text{1,2-Дибромбутан} \xrightarrow[\text{Спирт. р-н}]{+2\text{NaOH}} \text{A} \xrightarrow[\text{Спирт. р-н}]{+2\text{HBr}} \text{Б} \xrightarrow[\text{Спирт. р-н}]{+2\text{NaOH}} \text{В} \rightarrow \begin{cases} +\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \\ \text{H}_2\text{SO}_4, \text{t}^\circ \end{cases} \rightarrow \text{Г}$ $\text{В} \rightarrow \begin{cases} 650^\circ\text{C} \\ \text{Сакт} \end{cases} \rightarrow \text{Д}$ $\text{В} \xrightarrow[\text{Hg}^{2+}]{+\text{H}_2\text{O}} \text{Е}$