

ЧАСТИНА II. УМОВИ ОЛІМПІАДНИХ ЗАВДАНЬ

1. ХІМІЧНІ ТЕОРІЇ, ЗАКОНИ

1.1 (8-1995). Атоми елементів однієї з підгруп періодичної системи Д.І. Менделєєва мають таку конфігурацію зовнішнього енергетичного рівня: ns^2np^5 .

Які типи зв'язків можуть утворювати ці елементи? Яку валентність можуть вони проявляти? Які мінімальні та максимальні ступені окиснення можуть вони мати? Наведіть приклади відповідних сполук.

1.2 (8-1998). Дайте визначення поняттям “хімічний елемент”, “проста речовина”. В яких реченнях мова йде про хімічні елементи, а в яких – про прості речовини?

- 1) Натрій входить до складу глауберової солі.
- 2) Натрій розчиняється в ртуті, утворюючи амальгаму.
- 3) Кисень (чи Оксиген?) необхідний для дихання.
- 4) Кисень (чи Оксиген?) зустрічається в природі у вигляді декількох ізотопів.
- 5) Кальцій необхідний для росту кісток.
- 6) Бром отруйний.
- 7) Капуста містить близько 0,8 % сірки (чи Сульфуру?).

1.3 (8-1999). Для якого хімічного елемента існують різні варіанти розміщення у періодичній системі? Наведіть по декілька аргументів на користь кожного з варіантів.

1.4 (9-1995). Відомо, що молекули AB_2 мають різну просторову конфігурацію. Наведіть структурні формули таких сполук:

H_2O ; OF_2 ; N_2O ; XeF_2 ; NO_2 і поясніть відмінність їх будови. Чому відрізняються валентні кути $\angle HOH$ ($104,5^\circ$) і $\angle FOF$ (103°)? Які молекули і чому можуть димеризуватися?

1.5 (9-1995). Чим можна пояснити, що натрій ортофосфат гідролізує сильніше, ніж натрій ацетат, хоч перша сіль утворена сильнішою кислотою, ніж друга?

1.6 (9-1995). Карбон діоксид погано розчиняється у воді. Вкажіть, як зміниться його розчинність, якщо воду замінити розчином:

- а) алюміній нітрату;
- б) калій ортофосфату;
- в) натрій карбонату.

Відповідь обґрунтуйте, напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.

1.7 (9-1998). Елементи схильні проявляти вищий ступінь окиснення в оксидах, тоді як в галогенідах це спостерігається не завжди.

- 1) Наведіть відповідні приклади для Сульфуру, Хрому, Плюмбуму, Рутенію.
- 2) Вкажіть дві основні причини цього явища.

3) Наведіть структурні формули сполук Сульфуру.

1.8 (9-2000). У кожній парі частинок назвіть ту, яка має більший радіус:

А) Na і Mg^{2+} ; Б) Cl і Ar; В) Na^+ і O^{2-} ; Г) N і O.

Відповідь обгрунтуйте.

1.9. (9-2000). Побудуйте графік залежності температур плавлення та кипіння наведених нижче водневих сполук від значення їх молярних мас, використавши такі дані:

	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3
$t_{пл.}, ^\circ C$	- 77,8	-133,8	- 116,9	- 94,2
$t_{кип.}, ^\circ C$	- 33,4	- 87,4	- 62,5	- 18,4

1) Чому залежності не є лінійними?

2) Оцініть значення температур плавлення та кипіння бісмут(III) гідриду, який у чистому вигляді не добуто.

1.10 (10-1992). Як відомо, при доливанні води до конц. H_2SO_4 має місце більш значне розігрівання розчину, ніж при додаванні кислоти до води. Як це можна пояснити?

1.11 (10-1996). Хлор з Оксигеном утворює оксиди: Cl_2O , ClO_2 , ClO_3 , Cl_2O_7 . Наведіть структурні формули та вкажіть гібридизацію центрального атома. Які молекули здатні димеризуватися? Напишіть рівняння реакції взаємодії оксидів з водою. Запропонуйте по одному способу їх добування.

1.12 (10-2000). Вуглеводень 1,2-гексадієн-5-ін містить атоми Карбону з різними ступенями гібридизації.

1) Напишіть формулу вказаного вуглеводню.

2) Встановіть ступінь гібридизації кожного атома Карбону.

3) Визначте, які електронні орбіталі атомів Карбону «3» та «4» (С3 та С4) беруть участь в утворенні карбон-карбонового σ -в'язку.

4) Напишіть просторову будову вуглеводню $CH_2 = C = CH - R$.

2. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА

2.1 (9-1992). Суміш CO_2 і водню у співвідношенні 1:2 за об'ємом нагріли до $800^\circ C$. Встановилась рівновага. Визначте K_p ($K_p = P_{CO} \cdot P_{H_2O} / (P_{CO_2} \cdot P_{H_2})$) цієї реакції при $800^\circ C$, якщо прореагувало 50 % CO_2 . Напишіть структурні формули вихідних речовин.

2.2 (9-1995). Дано рівняння реакції: $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$.

1) Напишіть кінетичне рівняння з використанням концентрації та тиску.

2) У скільки разів зміниться швидкість реакції, якщо вихідний тиск збільшити в два рази?

3) У скільки разів зміниться швидкість реакції, якщо температуру підвищити на 40°C ($\gamma = 2$)?

4) На скільки градусів треба змінити температуру, щоб з підвищенням тиску в два рази швидкість реакції не змінилася?

2.3 (9-1995). Синтез фосгену ($\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$) здійснили в посудині об'ємом 10 л при 600 К. Рівноважна суміш газів містить 56 г CO, 71 г Cl_2 , 198 г COCl_2 . Обчисліть:

1) вихідні концентрації (моль/л) CO та Cl_2 ;

2) константу рівноваги K_p ;

3) загальний тиск у посудині і парціальні тиски компонентів у стані рівноваги;

4) вихід COCl_2 в об'ємних відсотках.

2.4 (9-1998). Для реакції $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$ при 2400°C $K_p = 0,0035$. Розрахуйте склад суміші у стані рівноваги в об'ємних %, якщо вихідна суміш містить рівну кількість N_2 та O_2 .

Наведіть структурні формули молекул.

Як температура впливає на рівновагу?

2.5 (9-1999). Сумішшю водню з киснем, що за н.у. має густину 1,12 г/л, при 25°C і тиску 1 атм заповнили калориметричну бомбу об'ємом 5 л і підірвали. Визначте кількість теплоти, що виділилась, і тиск у бомбі при 25°C після досліду. Теплота утворення рідкої води з простих речовин при 25°C складає 286 кДж/моль.

2.6 (10-1995). Визначте, в який бік зміщені рівноваги реакцій у розчині:

а) $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{HS}$; б) $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{S} \leftrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{S}$;

якщо вихідні речовини взято в стехіометричних співвідношеннях. Константи дисоціації відповідно дорівнюють:

$K_1(\text{H}_2\text{S}) = 1,0 \cdot 10^{-7}$; $K_2(\text{H}_2\text{S}) = 2,5 \cdot 10^{-18}$, $K(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

2.7 (10-1996). Константа рівноваги реакції

$\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$ при 2673 К дорівнює $3,5 \cdot 10^{-3}$.

1) Обчисліть вихід NO з стехіометричної суміші.

2) Обчисліть вихід NO з повітря (20 % O₂ та 80 % N₂).

3) Оцініть можливість застосування цієї реакції для зв'язування атмосферного азоту. Які реакції для зв'язування N₂ застосовують у промисловості та які є перспективними?

2.8 (10-1997). При 1200 K, що приблизно відповідає температурі автомобільних вихлопних газів, константа рівноваги реакції $2\text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$ дорівнює $1,10^{-15}$ моль/л.

1) Визначте, чи відповідає рівноважним умовам для цієї реакції наступний склад вихлопних газів: CO – 0,3 г; O₂ – 1,6 г; CO₂ – 0,9 г при загальному об'ємі 10 л.

2) Як зміниться концентрація CO₂ при введенні до системи каталізатору?

2.9 (10-1998). Якщо нагріти 746 г йоду та 16,2 г водню в закритій посудині ємністю 1000 л до 420 °C, то при досягненні рівноваги утворюється 721 г йодоводню. Скільки грамів йодоводню утвориться, якщо до суміші додати 100 г йоду та 5 г водню?

2.10 (10-1999). Константа швидкості реакції

$4\text{HBr} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}_2$ має розмірність л·моль⁻¹·с⁻¹. В еквімолярній суміші (HBr + O₂) швидкість реакції становить V₁ моль·л⁻¹·с⁻¹. Якщо до суміші додати об'єм HBr, рівний об'єму суміші, то швидкість стане V₂, а якщо до суміші додати удвічі більший об'єм O₂, то швидкість дорівнюватиме V₃.

1) Визначте V₁ : V₂ : V₃, якщо V₂ : V₁ = 0,75.

2) Виберіть механізми для цієї реакції:

а) O₂ ↔ 2O (повільно); 2(O + 2HBr → H₂O + Br₂) (швидко);

б) HBr + O₂ = HOObBr (повільно); HOObBr + HBr → 2HOBr;

2(HOBr + HBr) → H₂O + Br₂ (швидко).

2.11 (11-1993). У реакційну посудину влили по 1 моль оцтової кислоти й етилового спирту, а в процесі встановлення рівноваги вилучили 0,5 моль оцтовоетилового естеру (ефіру). Константа рівноваги рівна K_p = 4. Визначте ступінь перетворення вихідних речовин після встановлення рівноваги.

2.12 (11-1994). Хлоретан реагує з калій йодидом в ацетоновому розчині при 60 °C з утворенням калій хлориду та іодетану. Залежність швидкості реакції від концентрації реагентів подано в такій таблиці:

№ п/п	V, моль · л ⁻¹ · с ⁻¹	C, моль · л ⁻¹	
		C ₂ H ₅ Cl	KI
1	5,44 · 10 ⁻¹⁰	0,1	0,01
2	2,72 · 10 ⁻¹⁰	0,1	0,05
3	5,44 · 10 ⁻⁹	0,1	0,1
4	5,44 · 10 ⁻¹⁰	0,01	0,1
5	2,67 · 10 ⁻⁹	0,07	0,07

1) Напишіть кінетичне рівняння, яке відповідає наведеним у таблиці даним.

2) Обчисліть константу швидкості.

3) Наведіть механізм реакції, який узгоджується з кінетичним рівнянням.

4) Який буде механізм реакції, якщо замість хлоретану взяти 2-хлор-2-метилпропан?

5) Яке кінетичне рівняння описує цей механізм?

2.13 (11-1996). Наважку складного естеру (ефіру) **A** масою 4,40 г розчинили у воді. При цьому добули 0,5 моль/л розчин **A** об'ємом 100 мл, який піддали гідролізу. Швидкість реакції (**W**) описується рівнянням: $W = kC_{\text{естеру}}^n$, де **n** – порядок реакції. Хід реакції

контролювали методом кислотно-основного титрування кислоти, що утворюється, розчином луку (C=1 моль/л). Результати представлені в таблиці:

t, хв	V _{луку} , мл	W, моль · л ⁻¹ · с ⁻¹
1	9,2	1,38 · 10 ⁻³
2	16,3	1,14 · 10 ⁻³
3	22,5	0,93 · 10 ⁻³
5	34,0	?

1) Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються.

2) Визначте порядок реакції.

3) Розрахуйте константу швидкості реакції.

4) Розрахуйте швидкість реакції при t = 5 хв.

5) У скільки разів зміниться швидкість реакції, якщо початкову концентрацію **A** збільшити в 3 рази?

6) Встановіть склад естеру, запропонуйте можливі структурні формули ізомерів.

2.14 (11-97). Визначте кількість квантів, необхідних для доведення до кипіння 1 моль води (від 0 до 100 °С) дією інфрачервоного випромінювання з частотою $\nu = 3 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$. Стала Планка $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

2.15 (11-1999). У розчині, 1 л якого містить 0,02 моль $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ та 0,10 моль CrO_4^{2-} , концентрація йонів Гідрогену рівна $6,90 \cdot 10^{-8}$ моль/л. Розрахуйте концентрацію $[\text{H}^+]$, якщо:

- 1) розчин розведено в 10 разів водою;
- 2) до розчину додали 0,02 моль H_2SO_4 (змінюю об'єму розчину знехтувати).

2.16 (11-2000). При нагріванні суміші водню та йоду поглинулось 20,4 кДж тепла й утворилась рівноважна суміш об'ємом 11,468 л (тиск 506,513 кПа, температура 425,6 °С).

1) Визначте константу рівноваги (K_p) для реакції $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$, якщо теплота реакції утворення HI дорівнює 25,96 кДж/моль, а додавання 1 моль водню до утвореної рівноважної суміші призводить до поглинання ще 4,67 кДж тепла.

2) Визначте співвідношення вихідних кількостей водню та йоду.

3. СУМІШІ. РОЗЧИНИ

3.1 (8-1992). Суміш калій перманганату та крейди масою 11,32 г розчинили в надлишку соляної кислоти, при цьому виділилось 3,36 л (н.у.) газоватих речовин.

- 1) Визначте масові частки вихідної суміші.
- 2) Напишіть відповідні рівняння реакцій.

3.2 (8-1993). Під час прожарювання до сталої маси суміші купрум(II) нітрату й мідного порошку загальна маса зменшилась на 45,45 %.

- 1) Чи вся мідь прореагувала?
- 2) Визначте склад вихідної суміші в масових частках.

3.3 (8-1995). Від додавання до 50 г води 2 г суміші натрію та його оксиду утворюється розчин з масовою часткою розчиненої речовини 5,4 %.

- 1) Напишіть рівняння можливих хімічних реакцій.
- 2) Обчисліть склад вихідної суміші в масових відсотках.

3) Який максимальний об'єм карбон діоксиду за нормальних умов (н.у.) може поглинути утворений розчин?

3.4 (8-1996). При роботі двигуна внутрішнього згорання на холостому ході у повітря потрапляє щохвилини 80 мг СО. Розрахуйте концентрацію карбон(II) оксиду за н.у. у гаражі площею 6 м² та висотою 2 м після 5-хвилинної роботи двигуна у вказаному режимі у г/л, моль/л, об'ємних та масових частках. Співставте результат з ГДК (гранично допустимою концентрацією) СО у промислових приміщеннях, яка рівна 0,03 мг/л.

3.5 (8-1996). Спалили 10 л сірководню у 30 л кисню (гази взято за н.у.). Утворену суміш пропустили крізь 100 г розчину сірчаної кислоти з масовою часткою H₂SO₄ рівною 98 %. Визначте масову частку кислоти у розчині після закінчення досліду. Який об'єм газу (н.у.) залишиться? Вважати його нерозчинним у розчині кислоти.

3.6 (8-1996). Як відомо, існує один стабільний нуклід Натрію (²³Na) та два стабільні ізотопи Хлору (³⁵Cl та ³⁷Cl). Визначте вміст ізотопів Хлору в чистому натрій хлориді в масових частках, виходячи з молярної маси солі, рівної 58,5 г/моль.

3.7 (8-1996). Зразок кристалогідрату барій хлориду, забруднений натрій хлоридом, містить 52,7 % Барію та 13,8 % води. Розрахуйте вміст домішки в барій хлориді та формулу кристалогідрату.

3.8 (8-1997). При синтезі сірчаної кислоти сірчаний газ поглинають розчином олеуму. В олеумний абсорбер подається 30500 м³/годину (н.у.) газу, що міститься 10 % сульфур(VI) оксиду та орошується олеумом з вмістом 19 % SO₃. На виході з абсорберу олеум вже містить 21 % SO₃.

1) Розрахуйте масу олеуму, що потрібна для орошення абсорберу в кг/годину, якщо ступінь абсорбції 40 %.

2) Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються при утворенні олеуму.

3) Чому абсорбер орошується олеумом, а не водою?

3.9 (8-1998). Використавши точне значення атомної маси Гідрогену та припустивши існування лише одного нукліду Оксигену (A_r(O) = 16,000 а.о.м.), розрахуйте вміст Дейтерію у чистій воді в масових частках.

3.10 (8-1999). Атмосферні грозові розряди є локальними джерелами високих температур. Вони ініціюють взаємодію азоту з киснем, продукти якої розчиняються у воді. Вважаючи, що концентрація HNO₃ при цьому становитиме 17 мкг/м³, розрахуйте вміст HNO₂ в 1 км³ атмосфери. Яким масам аміачної селітр та сечовини буде відповідати загальна кількість зв'язаного Нітрогену (в 1 км³)?

3.11 (8-1999). Зразок, що містить амоній хлорид, нагріли з розчином натрій гідроксиду об'ємом 100 мл з концентрацією 1 моль/дм³. Після видалення усього аміаку на нейтралізацію надлишку натрій гідроксиду витрачено 50 мл розчину сірчаної кислоти з концентрацією 0,25 моль/дм³. Який вміст амоній хлориду в досліджуваному зразку?

3.12 (8-2000). Певна порція натрію вступила в реакцію з воднем. Прореагувало 90 % металу і утворився гідрид.

1) Напишіть рівняння реакцій.

2) Визначте масу утвореної суміші, потрібну для добування 1 л (н.у.) водню внаслідок дії на суміш води.

3.13 (8-2001). Масова частка Калію у суміші добрив: калій нітрату і сечовини - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ складає 25 %. Розрахуйте масову частку Нітрогену в цій суміші й молярне відношення сполук.

3.14 (8-2001, 9-1992). У 500 г водного розчину H_3PO_4 з масовою часткою 23,72 % розчинили 142 г P_2O_5 . Визначте масову частку кислоти в одержаному розчині. Яка сіль утвориться, якщо до 100 г утвореного розчину додати 292,4 мл розчину NaOH з масовою часткою 12,0 % (густина розчину 1,14 г/мл)?

3.15 (9-1992, 10-2001). Суміш, що містить SiO_2 , K_2CO_3 і Na_2CO_3 застосовують у керамічній промисловості. Дану суміш масою 0,1250 г обробили соляною кислотою і при цьому утворилось 0,1282 г хлоридів, на титрування яких витратили 19,70 мл 0,1003 моль/л розчину аргентум(I) нітрату.

1) Запишіть рівняння хімічних реакцій.

2) Знайдіть склад суміші в масових частках.

3.16 (9-1993). В ампулі міститься 12,93 мг радіоактивного нукліду, який виділяє альфа-частинки. У вакуумованій ампулі через кілька діб встановився тиск 0,665 атм, а залишок становить 10,70 мг. Визначте число Авогадро, якщо маса альфа-частинки $6,644 \cdot 10^{-24}$ г, об'єм ампули 20 см³, температура 25 °С.

3.17 (9-1993). Із 2,00 г олеуму, що містить домішки сульфур(IV) оксиду, приготували 500 мл розчину. З цього розчину 50 мл відтитрували за метилоранжем. На титрування витрачено 42,4 мл 0,1 М розчину лугу. На титрування 100 мл цього самого розчину витрачено 1,85 мл 0,101 н (0,101 моль-екв/л) розчину іоду. Визначте кількісний склад досліджуваної проби олеуму. Складіть рівняння відповідних реакцій титрування.

3.18 (9-1994). Внаслідок спалювання 10 г вугілля утворилось 2,5 г золи, 1,8 г води та 26,2 г суміші карбон та сульфур діоксидів. Обчисліть масову частку Сульфуру у взятому вугіллі.

3.19 (9-1994). Внаслідок розчинення n г кристалогідрату солі в m г води дістали розчин із масовою часткою безводної солі, що дорівнює a . Виведіть загальне рівняння, яке визначає число молекул води у формулі кристалогідрату.

3.20 (9-1994). Відносна густина за воднем суміші трьох газів, що утворилась в результаті неповного термічного розкладу сульфур(VI) оксиду, дорівнює 36. Скільки відсотків речовини зазнало розкладу?

3.21 (9-1996). Однією з характеристик води є її твердість. Розрізняють загальну і карбонатну твердість.

1) Присутністю у воді яких речовин обумовлено загальну та карбонатну твердість?

2) Як без використання хімічних реагентів позбавитися карбонатної твердості?

3) При йонообмінній ліквідації загальної твердості воду пропускають крізь катіонообмінну колонку, заповнену йонітом Na^+R^- , де R^- - аніон катіонообмінної смоли. Напишіть рівняння реакції, що відбувається в колонці.

4) Відомо, що 1 г катіоніту може вилучити з розчину 0,343 г йонів Ca^{2+} . У якій кількості води з вмістом йонів Ca^{2+} 60 мг/л можна ліквідувати твердість, пропускаючи воду через колонку з 5,0 кг катіоніту?

3.22 (9-1996). Розрахуйте, скільки молекул води гідратують одну молекулу неелектроліту X (молярна маса 100 г/моль), якщо відомо, що 1 л водного розчину з масовою часткою X 10 % ($\rho = 1,01$ г/см³) здатний розчинити 16,10 см³ водню, тоді як за тих самих умов 1 кг чистої води розчиняє 18,83 см³ водню.

3.23 (9-1996). При сплавленні 12 г кремнезему з еквімолярною кількістю калій карбонату одержали твердий і газуватий продукти. Газ, що утворився, пропустили через 100 мл розчину NaOH з масовою часткою розчиненої речовини 10 % (густина розчину 1,11 г/см³).

1) Яка маса твердого продукту після реакції сплавлення?

2) Які речовини і в яких кількостях присутні у розчині, через який пропустили газ?

3) Яка маса твердого залишку, що його можна отримати, якщо згаданий розчин спочатку прокип'ятити, а потім повільно упарити досуха?

3.24 (9-1997). Два студенти визначали концентрацію розчину азотної кислоти. Один відміряв 10 мл розчину, додав надлишок металічної міді і одержав 746 мл газу (н.у.). Другий попередньо розбавив 10 мл вихідного розчину в 10 разів, додав надлишок порошку свинцю і одержав 560 мл газу (н.у.). Розрахуйте

концентрацію розчину кислоти в молях на літр. Результат якого досліду не дозволяє цього робити? Дайте необхідні роз'яснення.

3.25 (9-1998). У природній воді Гідроген знаходиться у вигляді нуклідів Протію ($A_r = 1,008$ а.о.м.) і Дейтерію ($A_r = 2,014$ а.о.м.). Після електролізу води середня молярна маса Гідрогену дорівнює $1,228$ г/моль.

1) Визначте ізотопний склад Гідрогену (в мольних частках) у воді після електролізу.

2) Обчисліть масу Дейтерію у 100 г такої води ($A_r(O) = 16,000$ а.о.м.).

3.26 (9-1999). Наважку суміші калій броміду, калій йодиду та натрій нітрату масою $0,3850$ г розчинили у воді і додали до утвореного розчину надлишок розчину аргентум нітрату. Осад, що утворився, висушили і зважили. Його маса дорівнювала $0,4230$ г. Після цього осад прожарили до припинення виділення газів. Маса твердого залишку становила $0,2160$ г.

1) Розрахуйте масові частки солей у вихідній суміші.

2) Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються, якщо до водного розчину вихідної суміші солей додати: а) хлорну воду; б) розчин $FeCl_3$; в) розчин $Pb(NO_3)_2$.

3.27 (9-2000). У 80 мл розчину сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 $0,30$ і густиною $\rho = 1,22$ г/мл додавали цинк карбонат доти, доки сполука не перестала розчинятися. Добутий розчин відфільтрували і охолодили до 0 °С. Яка маса семиводного кристалогідрату солі випала в осад, якщо масова частка безводної солі в насиченому розчині за 0 °С становить $0,294$?

3.28 (9-2001). До розчину $ZnCl_2$ (500 г; $5,44$ мас. %) додали 300 мл розчину $NaOH$, гетерогенну суміш у склянці перемішали і відокремили осад, при прожарюванні якого утворилася бінарна сполука ($8,1$ г).

1) Напишіть рівняння реакцій $ZnCl_2$ з $NaOH$ у йонній формі.

2) Визначте можливу молярну концентрацію луку.

3) Розрахуйте об'єм $0,1$ моль/л розчину HCl , потрібний для переводу вмісту маточного розчину в $ZnCl_2$.

3.29 (10-1994). Технічний ферум(II) сульфід масою 16 г, який містить 7 % металічного заліза, взаємодіє із соляною кислотою з виділенням газоподібних продуктів. Обчисліть їх об'єм (н.у) і склад газової суміші в об'ємних частках.

3.30 (10-1994). При спалюванні суміші триметиламіну й метиламіну утворилось карбон(IV) оксиду в $4,4$ раза більше за об'ємом, ніж азоту. Визначте масові частки триметиламіну й метиламіну в суміші.

3.31 (10-1995). Дві газові суміші **A** і **B** відокремлені перегородкою. В суміші **A** газ **1** має парціальний тиск 80 кПа, а газ **2** - 120 кПа. У суміші **B** газ **1** має парціальний тиск 40 кПа, а газ **2** - 160 кПа. Що відбудеться, якщо видалити перегородку? Обчисліть тиск утвореної суміші **C** і парціальні тиски газів у ній, якщо об'єм суміші **B** вдвічі більший за об'єм суміші **A**.

3.32 (10-1997). Суміш мурашиного та оцтового альдегідів масою 7,4 г обробили аміачним розчином аргентум(I) оксиду, що був отриманий з 500 г розчину аргентум(I) нітрату з масовою часткою 27,2 %, та трохи нагріли. Осад, що випав, відфільтрували. До фільтрату додали надлишок азотної кислоти і долили 200 г розчину натрій броміду з масовою часткою 10,3 % для повного осадження солі аргентуму(I).

1) Напишіть рівняння описаних реакцій.

2) Розрахуйте масові частки альдегідів у суміші.

3.33 (10-2000). Визначте інтервал рН, у якому можна досягти практично повного відділення цинку(II) від феруму(II) осадженням сірководнем. Концентрації йонів Zn^{2+} та Fe^{2+} у розчині – 0,01 моль/л; концентрація насиченого розчину H_2S – 0,10 моль/л.

Добутки розчинності:

$$K_{S_0}(ZnS) = 1,6 \cdot 10^{-24} \text{ (моль/л)}^2; K_{S_0}(FeS) = 5,0 \cdot 10^{-18} \text{ (моль/л)}^2.$$

Константа дисоціації H_2S :

$$K_{D_1}(H_2S) = 8,9 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л}; K_{D_2}(H_2S) = 1,3 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л}.$$

Практично повним вважають осадження за умов, коли залишкова концентрація йонів у розчині менше 10^{-6} моль/л.

3.34 (10-2000). В лабораторії приготували суміш речовин $Na_2CO_3 + NaHCO_3$ і розчинили їх точні наважки в дистильованій воді. Проте за неуважності, записали лише точну наважку, але не вказали частку компонентів суміші. Використавши можливості методу кислотно-основного титрування, визначте масову частку Na_2CO_3 та $NaHCO_3$ у суміші.

Необхідні реагенти та індикатори надано.

Методика експерименту:

- Розведіть отриманий розчин дист. водою до мітки у мірній колбі.
- Відберіть проби піпеткою у конічні колби і відтитруйте їх 0,1 моль/л розчином HCl у присутності відповідних індикаторів (зміна забарвлення індикатора фенолфталеїну відбувається при рН 8,2-10, а метилоранжу – 3,1-4,3). Проведіть титрування не менше 3 разів.

- Поясніть принцип відбору індикаторів; відповідь підтвердіть відповідними рівняннями реакцій.

Результати аналізу запишіть у таблицю:

№ досліджу	Об'єм розчину HCl, мл		Вміст речовин, %	
	З індикатором фенолфталеїном	З індикатором метилоранжем	Na ₂ CO ₃	NaHCO ₃

3.35 (10-2001). Марія Склодовська-Кюрі та П'єр Кюрі виділили з уранової руди два нові радіоактивні елементи - Полоній і Радій. Масове відношення Радію до Урану в руді складає 3,4 : 10 000 000. Вміст Урану в руді визначають за даними гравіметричного чи об'ємного аналізу. У першому випадку йони Урану (IV) осаджують з кислого розчину щавлевою кислотою. Добутий осад прожарюють до утворення сполуки U₃O₈. У другому випадку розчин, що містить йони Урану (IV), титрують у кислому середовищі розчином калій перманганату. З першого зразка уранової руди масою 0,4978 г добули 0,3522 г U₃O₈. Із другого зразка руди масою 0,4958 г після екстракції добули розчин, на титрування якого пішло 25,0 мл розчину калій перманганату з молярною концентрацією 0,0200 моль/л.

1) Складіть рівняння усіх реакцій, про які йдеться в задачі. Що являє собою U₃O₈?

2) Обчисліть масову частку Урану в руді за даними двох аналізів.

3) Розрахуйте, яку масу руди слід переробити, щоб добути 0,2 г радію.

3.36 (11-1992). Технічний солянокислий метиламін масою 0,3765 г обробили надлишком лугу. Газ, що виділився, пропустили через 20 мл розчину HCl (C=0,5 моль/л). На титрування надлишку кислоти витратили 10,3 мл розчину KOH (C=0,5 моль/л). Напишіть відповідні рівняння реакцій. Який газ і чому реагує з HCl? Визначте масову частку солянокислого метиламіну в технічному продукті.

3.37 (11-1994). В реактор ввели одну об'ємну частину карбон монооксиду та три об'ємні частини водяної пари. Визначте склад газової суміші в масових й об'ємних частках у стані рівноваги, якщо 65 % карбон монооксиду перетворилось у карбон діоксид.

3.38 (11-1994). Під час нітрування целюлози утворилась нітроцелюлоза, масова частка Нітрогену в якій становить 10,18 %.

1) Визначте елементарну ланку утвореного полімеру.

2) Скільком ізомерним елементарним ланкам відповідає мольне співвідношення залишків нітрованої глюкози в утвореному зразку нітрованої целюлози, коли вважати, що кожна наступна нітрогрупа вводиться послідовно?

3.39 (11-1995). Суміш амоніаку (аміаку) і водню змішали з киснем за нормальних умов, зважили і спалили без каталізатора в закритій посудині. Після реакції суміш звели до нормальних умов, при цьому виявилось, що маса газоподібної частини зменшилась на 2,07 г, а об'єм дорівнював 5,152 л. Після цього всі продукти реакції пропустили через 50 мл 20 %-вого розчину H_3PO_4 ($\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$), внаслідок чого об'єм зменшився на 4,48 л. Визначте об'єм газів у вихідній суміші, а також склад і масу солей, які можна добути, випарюючи розчин.

3.40 (11-1995). Як приготувати 60 %-вий розчин цукру, виходячи з 5 %-вого розчину цукру та кристалічного цукру?

3.41 (11-1997). Насичений розчин хлору у воді при 25°C має $\text{pH}=1,50$. При дії на нього ультрафіолетового випромінювання відбувається виділення газу, а pH падає до 0,75.

1) Напишіть рівняння реакцій у йонному вигляді.

2) Розрахуйте молярні концентрації всіх часток у розчині (густина 1 г/см^3) до і після опромінювання; константу рівноваги процесу, що відбувається при розчиненні хлору у воді; розчинність хлору у воді (в об'ємах на 1 об'єм води), нехтуючи зміною маси та об'єму розчину при виділенні газу.

3) Молекула газу, що виділяється, містить два неспарених електрони. Поясніть це з точки зору теорії молекулярних орбіталей.

4. ВСТАНОВЛЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН НА ОСНОВІ КІЛЬКІСНИХ РОЗРАХУНКІВ

4.1 (8-1992). У склянці без етикетки знаходиться біла, добре розчинна у воді речовина. При дії на розчин цієї речовини водним розчином NaOH виділяється газ з різким запахом. До розчину, що містить 4,9 г вихідної речовини, долили надлишок розчину аргентум(I) нітрату. Осад, що випав відфільтрували, промили та висушили, його маса 9,4 г.

Яка була речовина в склянці?

4.2 (8-1993). Під час взаємодії водневої сполуки одновалентного металу з водою масою 100 г одержали розчин з масовою часткою речовини 0,0238. Маса розчину стала на 0,2 г менша від суми мас вихідних речовин. Визначте, воднева сполука якого металу прореагувала з водою.

4.3 (8-1994). Речовину X, добути під час взаємодії металу з киснем, розчинили у воді, при цьому утворився сильно лужний розчин. Його нейтралізували, випарили воду і одержали кристали речовини Y, що містить 9,94 мас. % Сульфуру.

1) Що це за речовини **X** і **Y**?

2) Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.

4.4 (8-1994). Оксид металу внаслідок прожарювання в інертній атмосфері диспропорціонує на метал й інший оксид. Під час обробки добутої суміші надлишком соляної кислоти розчиняється лише 25,5 % маси суміші. Ступінь окиснення металу в оксидах відрізняється на одиницю. Напишіть формули оксидів і відповідні рівняння хімічних реакцій.

4.5 (8-1994). Речовина **X** складається з двох елементів. Цю речовину масою 0,894 г обробили при нагріванні концентрованою сірчаною кислотою. При цьому виділилось 0,438 г газу **Y**, водний розчин якого є сильною одноосновною кислотою. Газ **Y** зібрали і розчинили у воді. На нейтралізацію добутого розчину витратили 25 мл 0,48 М розчину їдкого натру. Напишіть формули речовин **X** і **Y**.

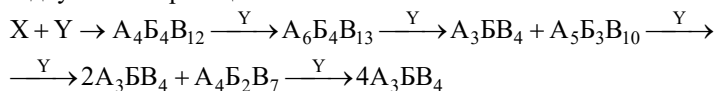
4.6 (8-1994). При 20 °С насичений водний розчин солі MSO_4 (**M** - двовалентний метал) містить 20,9 г солі в 100 г води. Якщо до надлишку цього розчину додати 5,0 г безводного сульфату MSO_4 , то в осад випадає 8,855 г п'ятиводного кристалогідрату. Що це за сіль?

4.7 (8-1995). Із силікату масою 1,600 г було добуто 0,480 г суміші хлоридів натрію і калію. Калію було 0,086 г, а Хлору - 0,310 г.

1) Обчисліть вміст оксидів у силікаті.

2) Напишіть формулу силікату.

4.8 (8-1997). Рідину **Y** по краплях додають до твердої речовини **X**. Відбуваються реакції:



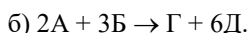
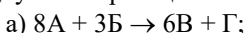
1) Розшифруйте речовини, якщо вміст **B** в бінарному **X** – 56,34 %.

2) Вкажіть причину різниці між простою та молекулярними формулами **X** і $A_4B_4V_{12}$.

3) Намалюйте структурні формули аніонів захифрованих речовин і назвіть їх.

4) Яка реакція відбувається, якщо **X** розчиняють в надлишку **Y**?

4.9 (8-1997). Між газами **A** і **B**, що мають різкий запах, можуть відбуватися реакції:



Біла тверда речовина **B** легко розкладається при нагріванні на **A** та **D**, а густина **G** за н.у. 1,25 г/л.

1) Розшифруйте речовини.

2) Напишіть рівняння реакцій.

3) У якому випадку відбувається реакція а), а у якому б)?

4.10 (8-1997). Приготували два зразки цинкової руди, що містить SiO_2 , масою 15,00 г кожний. Перший при прожарюванні у відкритому тиглі (інертна атмосфера) втратив 2,184 г маси. Другий спочатку обробили надлишком соляної кислоти, а газ, що виділився, пропустили крізь підкислений розчин калій перманганату, при цьому виділилося 2,39 г простої речовини жовтого кольору.

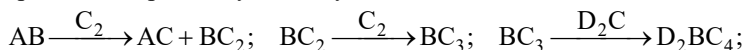
1) Визначте склад руди, якщо при прожарюванні виділився газ з густиною за воднем 22.

2) Напишіть рівняння реакції.

4.11 (8-1998). Деякий метал із змінним ступенем окиснення утворює два сульфати. Різниця між молярними масами еквівалентів цих сульфатів становить 8,67 г/моль. Визначте формули вказаних сульфатів.

4.12 (8-1999). Дві бінарні сполуки складаються з одного і того ж елементу II групи періодичної системи та різних неметалічних елементів. Різниця молярних мас еквівалентів сполук становить 18, а відношення молярних мас їх еквівалентів – 1,95. Визначте невідомі речовини.

4.13 (8-1999). Нижче наведені схеми хімічних рівнянь добування та деяких властивостей сполук металічного елементу А. Визначте зашифровані буквами речовини. Завдяки яким властивостям знаходить широке застосування речовина А? Яким чином і з якою метою проводять її ретельну очистку?



Вміст А в ABC_4 складає 39,8 %).

4.14 (8-2000). У 1776 р. Прістлі добув газ X, прожарюючи за 200-225 °С суміш білої речовини А та сухого піску. Чистий газ X має (за н.у.) густину 1,97 г/л і використовується для анестезії.

1) Визначте склад газу X та речовини А.

2) Напишіть рівняння реакції.

3) Чому для одержання газу X суміш не рекомендують нагрівати нижче 200 °С і вище 280 °С?

4.15 (8-2000). Ряд неорганічних сполук характеризуються пірофорними властивостями (здатність речовини легко спалахувати).

1) Наведіть приклади пірофорних речовин.

2) Визначте формулу пірофорної бінарної сполуки, що містить 97,6 % Sb.

3) Як впливає розмір частинок речовини на її пірофорні властивості? Відповідь обґрунтуйте.

4.16 (8-2000). Після додавання стехіометричної кількості NaOH до розчину CuCl_2 утворюється осад, у якому масова частка Cu становить 59,67 %. Унаслідок прожарювання осаду за 150°C втрачається 12,59 % його маси.

1) Визначте склад осаду.

2) Встановіть склад осаду після прожарювання, якщо він містить CuO . Напишіть рівняння реакції.

4.17 (8-2000). У надлишку концентрованої HCl розчинили 1,232 г нітрату одновалентного металу, а потім додали 10 г Mg, який повністю розчинився. Після виділення 0,7720 г індивідуального газу до розчину додали NaOH і одержали ще деяку кількість газу.

Для обчислень використайте $M(\text{Mg}) = 24,31$ г/моль.

1) Розшифруйте формули нітрату і газів, що виділилися.

2) Напишіть рівняння реакції.

4.18 (8-2001). Елемент А утворює з елементом Б дві сполуки В і Г, відношення молярних мас яких дорівнює 0,845. Відношення атомних мас елементів А і Б дорівнює 6,9, а відношення ступенів окиснення елемента А у цих сполуках складає 2:3. Визначте елементи А і Б, напишіть формули сполук В і Г, якщо ступінь окиснення Б в цих сполуках дорівнює (-1).

4.19 (9-1993). Від дії води на 0,25 г металу добуто 140 мл водню (н.у.). Цей метал розчиняється в рідкому аміаку, реагує з киснем, воднем і азотом. Знайдіть атомну масу металу. Вкажіть на його застосування, відомі ізотопи та способи добування. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

4.20 (9-1993). На однакові наважки невідомої солі подіяли окремо лугом і сірчаною кислотою, а одну наважку прожарили. В усіх випадках виділились газоподібні речовини. Встановіть склад солі, коли відомо, що відношення маси газу А (продукт першої реакції) до маси газу В (третя реакція) дорівнює 0,607:1. Знайдіть масу наважки солі, коли відомо, що в другому випадку утворюється газ масою 1,14 г. Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.

4.21 (9-1994). Молярна маса кислій солі ортофосфату тривалентного металу дорівнює 343 г/моль. Під час тривалого прожарювання сіль втрачає 15,75 % своєї маси. Напишіть формулу фосфату.

4.22 (9-1995). Із 7,42 г мінералу добули 4,80 г силіцій діоксиду і 2,62 г еквімолярної суміші оксидів двох металів (Me_2O_3), з яких лише один можна відновити до $\text{Me}(\text{II})$. Після переведення суміші металів у

розчин і відновлення станум(II) хлоридом $1/4$ частину розчину відтитрували 10,0 мл 0,10 моль/л розчином KMnO_4 .

Напишіть:

- 1) формули оксидів та обчисліть їх вміст у мінералі (мас. %);
- 2) формулу мінералу;
- 3) рівняння реакції у розчинах.

4.23 (9-1995). Визначте експериментально вміст води (у масових частках) у кристалогідраті барій хлориду і виведіть формулу кристалогідрату. У вашому розпорядженні є фарфорова чашка, нагрівник, терези, склянки, ексикатор.

4.24 (9-1997). При електролізі розплаву 8 г деякої речовини на аноді виділилось 11,2 л водню (н.у.). Що це за речовина? Чи можна здійснити електроліз її водного розчину? Відповідь аргументуйте.

4.25 (9-1997). При взаємодії розчину нітрату металу **A** масою 100 г (масова частка нітрату 6,62 %) з розчином хлориду металу **B** масою 60 г (масова частка хлориду 3,9 %) при температурі 10°C добуто осад масою 5,56 г. Обидві солі прореагували повністю. Визначте метали **A** і **B**, напишіть формули нітрату та хлориду.

4.26 (9-1999). 1. Наважку двох безводних солей, що складаються з однакових елементів у однакових ступенях окиснення, прожарили до повного розкладу. Утворилася суміш газів **A**, **B**, **Г** [$D(\text{H}_2) = 9,92$] та твердий залишок $D\left(\frac{M(\text{Д})}{M(\text{Г})} = 5,43\right)$. При охолодженні газів до

25°C залишається газ **Г** та утворюється розчин речовини **Б** ($V=35,8$ мл, $W(\text{Б})=4,86\%$; $\rho=0,977$ г/мл) з $\text{pH}=11,85$. Молекула **Б** – пірамідальна, а у молекулі простої речовини **Г** – є потрійний зв'язок.

- 1) Розшифруйте літери та визначте солі.
- 2) Напишіть рівняння реакцій.
- 3) Визначте мольні частки солей у навазці.
- 4) Намалюйте структурні формули **A**, **B**, **Г**.
- 5) Поясніть зменшення валентного кута в ряду: катіон солі-**Б-А**.

4.27 (9-2000). Унаслідок електролізу без діафрагми нагрітого до 60°C розчину галогеніду лужного металу масою 100 г і з масовою часткою солі 5,85 % на катоді виділилося 11,2 л, а на аноді – 2,24 л газу (н.у.).

Визначте масову частку солі в одержаному розчині після електролізу.

4.28 (9-2000, 10-1998). Унаслідок додавання до розчину аргентум(I) нітрату 1,064 г деякої натрієвої солі **A** випало 2,424 г білого осаду. Якщо до вихідного розчину спочатку додати розчин луку, а потім

розчин аргентум(I) нітрату, то утвориться 3,352 г жовтого осаду. Розшифруйте речовини, якщо вміст Оксигену в **A** становить 42,1 %. Напишіть рівняння згаданих реакцій.

4.29 (9-2001). Суміш (2,72 г) двох нерозчинених солей Кальцію обробили концентрованою H_2SO_4 і одержали 5,16 г білих кристалів **A** та бінарний газ **B** (густина 4,643 г/л н.у.).

1) Визначте формулу **B**, якщо у нього тетраедрична молекула, а центральний атом - елемент другий за поширеністю в земній кулі.

2) Розшифруйте **A**, якщо при прожарюванні (300 °C) втрачається 20,93 % маси.

3) Напишіть рівняння реакції.

4) Визначте маси солей у вихідній суміші.

4.30 (9-2001). Червоний флуорид MeF_{a+1} при дії надлишку H_2O утворює бурий осад MeO_a (0,522 г) та розчинний флуорид MeF_a (0,558 г).

1) Розшифруйте метал **Me**.

2) Напишіть рівняння реакції MeF_{a+1} з водою, вкажіть до якого типу вона відноситься.

3) Наведіть приклади реакцій, в яких MeO_a є окисником або відновником.

4.31 (9-2001). У 1776 році Прістлі здобув газ **X** за такою методикою: спочатку білі кристали речовини **A** сушать при 105 °C, потім змішують з однаковою кількістю піску й нагрівають до 200 – 225 °C, але не вище 280 °C. Після цього отримують газ **X** з густиною 1,97 г/л. Газ **X** використовують в анестезії і як слабкий інгаляційний агент при лікуванні зубів тощо.

1) Визначте газ **X**.

2) Розшифруйте методику добування **X**. Наведіть рівняння реакцій.

3) Яка тривіальна назва **A**? Де використовується ця речовина?

4) Чому суміш **A** з піском не можна нагрівати вище 280°C?

4.32 (10-1992). Галогенопохідне насиченого вуглеводню масою 6,15 г прокип'ятили з розчином калій гідроксиду об'ємом 150 мл і концентрацією 1 моль/л. Після закінчення реакції для нейтралізації надлишку луку додали розчин азотної кислоти (об'єм розчину 21,74 мл, $\rho=1,54$ г/см³, $W=25,2$ %). Далі долили надлишок розчину аргентум(I) нітрату, при цьому випав осад масою 9,39 г.

1) Визначте формулу галогенопохідного насиченого вуглеводню.

2) Напишіть формули можливих ізомерів.

4.33 (10-1993). Розчин солі **A**, що має лужну реакцію, нейтралізували при нагріванні 26,25 г 10 %-вим розчином амоній хлориду. В результаті реакції обміну утворилась суміш двох газів

масою 1,95 г (густина за воднем 13,0), а в розчині залишилась сіль, маса якої в 1,104 раза більша за масу солі А.

- 1) Визначте речовину А.
- 2) Встановіть якісний і кількісний (мол. %) склад суміші газів.
- 3) Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій.

4.34 (10-1993). Органічна кислота А приєднує бромоводень з утворенням сполуки В. Від дії вологого аргентум(I) оксиду на сполуку В утворюється сполука С, яка при окисненні утворює тверду речовину D. Остання розкладається при температурі плавлення, при цьому виділяється вуглекислий газ і летка кислота Е, в якій масові частки Карбону, Гідрогену та Оксигену відповідно рівні 40,0; 6,7 і 53,3 %. Визначте невідомі сполуки і напишіть рівняння відповідних реакцій.

4.35 (10-1994). Під час спалювання 276,5 мл невідомого вуглеводню при температурі 64 °С і тиску 1 атм в атмосфері газу X та пропусканні продуктів спалювання крізь вапняну воду випало 3,9 г осаду. Таку саму кількість цього вуглеводню спалили в атмосфері газу Y. Утворені продукти реакції пропустили крізь надлишок розчину Ca(OH)₂. При цьому випало 5 г осаду, а в реакцію вступило 1,12 л (н.у.) газу Y. Визначте гази X, Y і невідомий вуглеводень. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

4.36 (10-1995). Газоподібний вуглеводень C₃H_x об'ємом 10 см³ спалили в надлишку кисню, внаслідок чого об'єм збільшився на 5 см³ за однакових умов.

- 1) Визначте молекулярну формулу вуглеводню.
- 2) Скільки ізомерів має цей вуглеводень?
- 3) Який з ізомерів має промислове значення? Які речовини добувають з нього?

4.37 (10-1995). Вуглеводень, який містить 10 % Гідрогену, легко реагує з бромом (при освітленні та в темряві) і окиснюється водним розчином калій перманганату за звичайних умов. Відомо, що при озонолізі утворюється лише 2-оксопропаналь. Ебуліоскопічне дослідження свідчить про те, що молекулярна маса цього вуглеводню менша 200.

- 1) Встановіть формулу вуглеводню.
- 2) Напишіть формули просторових ізомерів цього вуглеводню.

4.38 (10-1996). При взаємодії в присутності води твердих речовин А (m₁) та Б (m₂) вилучається газ X (4,42 л, густина 0,771 г/л за н.у.). При нагріванні А (m₁) з надлишком Ca(OH)₂ вилучається 1,70 г X. Така ж кількість X вилучається, якщо до Б (3,60 г) повільно по краплях при нагріванні додати розчин HBr. Майте на увазі, що у всіх випадках

утворюється тільки газ **X** і твердий продукт **B**. Розшифруйте речовини. Напишіть рівняння реакцій. Обчисліть m_1 і m_2 .

4.39 (10-1997). З органічної сполуки **A** масою 20 г при полімеризації на каталізаторі Циглера-Нагта добувають суміш продуктів. З цієї суміші можна виділити 1,20 г речовини **B**. Аналіз суміші і речовини **B** проводили таким чином: 1 г речовини **B** (або суміші) розчинюють в 30,00 мл розчину іод броміду $I\text{Br}$ в органічному розчиннику з концентрацією $I\text{Br}$ 1,00 моль/л. Реагент, що не прореагував, відтитрували розчином натрій тіосульфату з концентрацією 0,4843 моль/л. При цьому у випадку речовини **B** витрачається 47,49 мл розчину натрій тіосульфату, а у випадку суміші – 41,30 мл.

1) Встановіть будову **A**, якщо при згоранні 6,48 г **A** утворюється 21,12 г карбон(IV) оксиду та 6,48 г води.

2) Встановіть будову речовини **B**, якщо її відносна молекулярна маса знаходиться в інтервалі 130-200.

3) Встановіть вміст **A** та **B** в суміші (мас. %).

4) Напишіть рівняння всіх реакцій.

4.40 (10-1997). При розчиненні в воді суміші речовин **B** і **D** виділяється 8,96 л (н.у.) водню та утворюється розчин гідроксидів **C** і **E**. На нейтралізацію цього розчину витрачається 600 мл розчину хлороводневої кислоти з концентрацією 1 моль/л.

1) До яких класів сполук можуть належити **B** і **D**?

2) Обчисліть можливі склади суміші у молярних відсотках.

3) Розшифруйте речовини **B**, **D**, **C**, **E**, якщо наважка вихідної суміші: а) 16,00 г; б) 11,80 г.

4.41 (10-1998). Одне драже вітамінного препарату містить 0,00172 г ретинолацетату або 0,00275 г ретинолпальмітату (ретинол – одноатомний спирт), що відповідають однаковій кількості вітаміну А.

1) Знайдіть приблизну молекулярну масу ретинолу, якщо формула пальмітинової кислоти $C_{15}H_{31}COOH$.

3) Знайдіть брутто-формулу ретинолу, якщо при спалюванні 0,1000 г його утворюється 0,0944 г води.

4) Знайдіть кількість подвійних зв'язків у молекулі ретинолу, якщо вона містить тільки один цикл (неароматичний).

4.42 (10-1999). У муфельній печі при 820 °С та 101,3 кПа прожарили 8,26 г суміші V_2O_5 та Na_2CO_3 . Утворився натрій ванадат та виділилося 3,14 л газу.

1) Розрахуйте склад суміші у масових %.

2) Визначте формулу ванадату.

3) Наведіть загальні формули двох гомологічних рядів ванадатів, що мають гомологічну різницю NaVO_3 .

4) Вкажіть принципову різницю в будові ванадатів цих рядів. Наведіть по одному прикладу будови аніонів з двох рядів.

4.43 (10-1999). Зразок солі **X** ($m_x=5,19$ г) розклали на речовину **Y** та газову фазу, що повністю поглинається 5,11 мл H_2O з утворенням 7,71 мл ($\rho=1,084$ г/мл) розчину кислоти **Z** з концентрацією 0,189 г/мл. На нейтралізацію цього розчину витрачається 39,92 мл 1 моль/л розчину лугу. До складу **Y** входить аніон кислоти **Z**, на який припадає 36,79 % по масі.

1) Розшифруйте речовини **X**, **Y**, **Z**.

2) Напишіть рівняння реакцій.

4.44 (10-1999). Сполуки **X** і **Y**, що є хлоропохідними вуглеводню **A** (75 % Карбону) застосовують в лабораторній практиці як розчинники. Відсотковий вміст Хлору в **X** та **Y** складає 89,12 % і 92,21 % відповідно. Як **X**, так й **Y**, у присутності AlCl_3 здатний взаємодіяти з рідким (за н.у.) вуглеводнем **B**, що містить 92,31 % Карбону. При цьому продуктами реакцій є відповідно речовини **C** і **D**. Хлорування **C** дає сполуку **D**.

1) Встановіть будову сполук **A**, **X**, **Y**, **B**, **C**, **D**.

2) Напишіть рівняння всіх реакцій, про які йде мова у задачі.

3) Запропонуйте механізм утворення **C** і **D**.

4.45 (10-2000). Порошок простої речовини **X** масою 5,400 г помістили за 0 °C в посудину об'ємом 2,00 л і запаяли. Систему нагріли до 400 °C і після встановлення в ній рівноваги швидко охолодили до 20 °C. Маса твердого залишку становила 5,586 г. Його повністю розчинили в нітратній кислоті й довели об'єм розчину до 1 л. На титрування 15 мл одержаного розчину було витрачено 37,5 мл 0,02 моль/л розчину натрій хлориду. Визначте речовину **X** та константу рівноваги K_p реакції за 400 °C. Обчисліть кінцеве значення тиску в посудині після охолодження і поясніть цю зміну. Встановіть масовий склад суміші після реакції. Довідка: 1 атм = 101,325 кПа, об'ємна частка кисню в повітрі становить 21 %.

4.46 (10-2000). У результаті взаємодії водних розчинів хлороцтової кислоти та натрієвої солі неорганічної кислоти **A** утворилася рідина **B**, яку відігнали, а у водному розчині залишився тільки натрій хлорид. Сполуку **B** масою 0,122 г можна повільно відтитрувати 20 мл 0,1н розчину натрій гідроксиду. У мас-спектрі сполуки **B** виявляється молекулярний йон з масою 61 а.о. 1 моль натрієвої солі кислоти **B** (позначимо її **B**) може повністю знебарвити розчин 1 моль бром у воді.

- 1) Визначте зашифровані речовини.
- 2) Напишіть рівняння реакцій утворення **Б**, взаємодії **Б** з лугом.
- 3) Чому **Б** реагує з лугом.

4.47 (10-2000). У результаті окиснення 2,4 г вуглеводню **X** лужним розчином калій перманганату одержали 3,2 г калій бензоату. Вуглеводень **X** під дією кисню в присутності каталізатору перетворюється в речовину **A**, яка після реакції з H_2SO_4 дає сполуки: **B** ($W(\text{O}) = 27,59\%$), **D** ($W(\text{O}) = 17,02\%$); **B** та **D** містять по одному атому Оксигену. Сполука **B** є відомим в органічній хімії розчинником, а **D** виявляє слабкі кислотні властивості. Синтез **B** та **D** є унікальним прикладом маловідходної технології.

- 1) Визначте речовини **A**, **B**, **D** та **X**.
- 2) Опишіть механізми утворення сполук **B** та **D**.

4.48 (10-2000). На складі одного хімічного підприємства було виявлено мішки солі без ярликів. Встановити природу солі та її склад доручили працівнику центральної заводської лабораторії підприємства. В попередніх дослідженнях встановлено, що дана сіль досить добре розчинна у воді, а у розчині, за допомогою якісних реакцій виявлено йони Fe^{2+} , NH_4^+ , SO_4^{2-} . Залишилось встановити чи дана сіль є так званою “сіллю Мора” ($(\text{NH}_4^+)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), чи механічною сумішшю ферум(II) сульфату та амоній сульфату.

На основі результатів титриметричного визначення методом перманганометрії встановіть:

- 1) Вміст в масових частках феруму(II) в солі.
- 2) Використовуючи дані аналізу та розрахунки теоретичного вмісту феруму, зробіть висновок про те, чи наданий Вам зразок є сіллю Мора, чи механічною сумішшю солей ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$).

Запишіть рівняння реакцій за допомогою яких можна виявити йони Fe^{2+} , NH_4^+ , SO_4^{2-} .

Методика експерименту.

- Доведіть одержаний розчин в мірній колбі дист. водою до мітки.
- Відберіть аликвотну частину розчину піпеткою в конічну колбу, долейте 5-10 cm^3 розчину H_2SO_4 (1:4) і відтитруйте 0,05000 моль-екв/ dm^3 розчином калій перманганату до блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1-2 хвилин. Дослід повторити не менше трьох разів.
- Запишіть рівняння окисно-відновної реакції, яка лежить в основі методу визначення феруму(II) і розрахуйте його відсотковий

вміст, використовуючи середнє значення результатів паралельних титрувань.

4.49 (10-2001). 1,12 л алкану під час освітлення прореагували з 1,68 л хлору. Визначте, який алкан був взятий, якщо відносна густина вихідної суміші за повітрям 1,69 (всі об'єми наведені за н.у.). Напишіть рівняння проведених реакцій. Обчисліть кількість речовини добутих органічних сполук та назвіть їх. Наведіть механізм реакції. Який об'єм займає 1 моль вихідної суміші при 25 °С і 101,325 кПа?

4.50 (11-1993). Під час синтезу натрій гіпоброміту з еквівалентної суміші натрій гідроксиду (водний розчин, 5 °С) і бромиду виділилось 0,22 г кристалогідрату. Розчин, що залишився, прокип'ятили і відтитрували 26,7 мл 0,1 моль/л розчином аргентум(I) нітрату. Напишіть формулу речовини, що утворила осад, якщо її вихід становить 52 %. Поясніть причину малого виходу продукту.

4.51 (11-1994). Газоподібний сульфур фторид масою 0,100 г займає об'єм 22,2 см³ при температурі 20 °С і тиску 102,1 кПа.

- 1) Напишіть молекулярну формулу газу.
- 2) Який тип зв'язку у цій молекулі?
- 3) Зобразіть геометричну будову молекули.
- 4) Наведіть характерні хімічні реакції даного фториду.

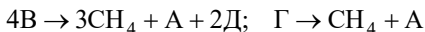
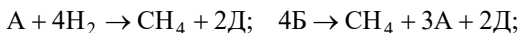
4.52 (11-1994). Газ А горить кіптявим, але яскравим полум'ям. В суворо контрольованих умовах він реагує з хлором, утворюючи при цьому речовину В з відносною молекулярною масою 168. Газ А реагує з амоніачним розчином купрум(I) хлориду, даючи червонувато-коричневий осад речовини С. Визначте невідомі речовини А-С і напишіть відповідні рівняння реакцій.

4.53 (11-1995). Під час дослідження при освітленні ферум пентакарбонілу помічено виділення з нього жовтої кристалічної речовини А. Внаслідок реакції з нею розведеної сірчаної кислоти виділилось 0,123 л газу (н.у.). З утвореного розчину через випарювання досуха при 60 °С добули 0,278 г зеленуватих кристалів.

- 1) Про які речовини йдеться в умові задачі?
- 2) Зобразіть структурну формулу речовини А.

4.54 (11-1996). При взаємодії 1,68 г заліза з парами йоду утворюється йодид незвичайного складу. Після обробки його лугом випадає осад масою 3,04 г. Встановіть склад осаду в мас. %. Напишіть формулу йодиду та вкажіть причину його утворення. Напишіть рівняння реакцій. Напишіть рівняння реакції взаємодії талію і алюмінію з йодом. Розташуйте Al³⁺, Tl³⁺, Fe³⁺ в порядку зростання окиснювальної активності.

4.55 (11-1996). Метанове бродиння, що починається з розкладу складних речовин (наприклад, целюлози) до низькомолекулярних речовин, здійснюють мікроорганізми, які живуть в симбіозі з метанотворюючими бактеріями. Останні синтезують метан згідно схеми:



Речовина **A** – газ; **B, В, Г і Д** – рідини (н.у.). **A і Д** складаються з атомів 2-х елементів. Речовина **A** містить 72,73 %, а **Д** – 88,89 % Оксигену. Встановіть структуру всіх речовин. Де використовуються в промисловості метанове бродиння? Які види бродиння Ви ще знаєте?

4.56 (11-1996). Приготували суміш спирту **A** і кислоти **Б**. Відомо, що **Б** є двохосновною насиченою кислотою лінійної будови. **Б** можна добути із спирту **A** в одну стадію. Наважку суміші масою 2,64 г спалили. Об'єм карбон(IV) оксиду, що утворився, дорівнює 2,688 л (н.у.), що в 6 разів більше за об'єм карбон(IV) оксиду, який добули при обробці такої ж наважки суміші надлишком натрій гідрогенкарбонатом.

Визначте структуру **A і Б**, назвіть їх. Визначте масовий і молярний склад суміші. Напишіть структурну формулу елементарного ланцюгу полімера, який можна добути на основі **A і Б**.

4.57 (11-1997). Органічна речовина **A**, що містить С, Н, О реагує з хлором у мольному співвідношенні 1:2 з одержанням речовини **Б** ($W(C)=25,17\%$; $W(Cl)=49,65\%$; $W(O)=22,37\%$) та неорганічної газоватой речовини. Гідроліз **Б** дає **В**, яка утворює речовину **Г** при а) нагріванні з хромовою сумішшю; б) обробці концентрованою сірчаною кислотою. При підвищенні температури **В** переходить в **Д**. Якщо **Д** окиснити хромовою сумішшю, то утвориться **Г**.

1) Розшифруйте речовини **A-Д**, враховуючи, що **A** та **Г** є гомологами. Назвіть **A-Д**.

2) Напишіть рівняння вказаних реакцій.

3) Вкажіть при яких умовах з **A** добувають **Б**, а в яких – ізомер **Б**.

4.58 (11-1997). Суміш двох ізомерних насичених естерів (складних ефірів) **A** та **Б** масою 4,4 г піддали лужному гідролізу. З реакційної суміші кількісно виділили спирти **Г** та **Е**, маси яких співвідносяться як $m(\Gamma):m(E)=5,75:1$, а молекулярні маси як $M(\Gamma):M(E)=1,44:1$, а також солі **В** та **Д**. Після лужного сплавлення при $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ з **В** та **Д** добули відповідно вуглеводні **Ж** та **З**, монохлорування яких дає **І** та **К**. Обробка спиртів **Г** та **Е** хлороводневою кислотою в присутності цинк хлориду дає **К** та **І**.

- 1) Встановіть структурні формули сполук **A - K**.
- 2) Визначте склад вихідної суміші в мас. %, моль %.
- 3) Напишіть рівняння реакцій, що описані в умові.
- 4) Вкажіть інші естери, ізомерні **A** та **Б**. Які класи сполук є ізомерними даним естерам? Наведіть приклади.
- 5) В яких умовах проводять хлорування, бромовання та йодування спиртів типу **Г** та **Е**. Дайте пояснення.

4.59 (11-1998). При взаємодії 3,25 г металу **X** з розчином сполуки **Y** виділився газ і утворився розчин. Якщо до останнього поступово додавати сірчану кислоту, то спочатку утворюється осад, який розчиняється у надлишку кислоти. Газ реагує з киснем з утворенням лише 0,9 г води.

- 1) Знайдіть метал **X**.
- 2) Наведіть кілька сполук, що відповідають, згідно умови задачі, сполучі **Y**.
- 3) Напишіть рівняння усіх згаданих реакцій в йонно-молекулярній формі.

4.60 (11-1998). Сполука **A** при взаємодії з водою у присутності мінеральних кислот утворює оксигеновмісні речовини **Б** та **В**. Сполука **Б** не піддається озонолізу і містить 55,81 % Карбону та 6,98 % Гідрогену. Речовина **В** має дві групи нееквівалентних атомів Гідрогену та містить 64,86 % Карбону та 13,51 % Гідрогену. Відомо, що на титрування 0,43 г речовини **Б** витрачається 20 мл 1 %-вого розчину натрій гідроксиду ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$).

- 1) Напишіть структурні формули **A - В** та назвіть їх.
- 2) Напишіть рівняння реакцій.
- 3) Наведіть механізм взаємодії сполуки **A** з водою.
- 4) Напишіть рівняння реакції, яка відбувається при сплавленні сполуки **Б** з натрій гідроксидом.

4.61 (11-1999). Полум'я газу **X** забарвлено в рожевий колір з синьою каймою. В рожевій зоні в результаті реакції утворюється газ **Y**, який у синій зоні згорає. Якщо газ **X** та кисень абсолютно сухі, то **Y** у синій зоні практично не горить. При довготривалому збереженні водного розчину **X** утворюється сіль карбонової кислоти **Z**, при лужному гідролізі – солі двох неорганічних кислот **A** і **Б**, а при кислотному гідролізі – похідне кислоти **Z**.

- 1) Розшифруйте речовини **A, Б, X, Y, Z**, якщо **X** і **Y** – бінарні сполуки трьох елементів II періоду (вміст одного з елементів в **X** (46,15 %), в **Y** (42,86 %), а $D_y^x = 1,857$).

- 2) Напишіть рівняння реакцій.

3) Чому **Y** майже не горить у відсутності H_2O ?

4) Наведіть структурні формули **X**, **Y**, **A** та **Б**.

4.62 (11-1999). До складу сполуки входить Гідроген (5,13 %), Оксиген (61,60 %) та однакове число атомів Нітрогену та Карбону.

1) Визначте формулу сполуки (якщо відомо, що це сіль органічної кислоти).

2) Наведіть структурні формули катіону та аніону.

4.63 (11-1999). До газуватої суміші 1 моль водню та 1 моль алкану **A** (густина суміші за воднем не перевищує 10) додали не більше 2 моль етилену. Після встановлення рівноваги реакції гідрування етилену при атмосферному тиску і температурі T (для реакції

гідрування етилену за цих умов $K_\chi = \frac{\nu(\text{C}_2\text{H}_6)}{\nu(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot \nu(\text{H}_2)} = 20$) кількість

речовин у газовій фазі зменшилася на 20 %.

1) Визначте алкан **A**.

2) Розрахуйте, скільки етилену додали.

3) Знайдіть зв'язок K_χ з K_p для реакції гідрування етилену.

4.64 (11-2000). У двох склянках міститься по 4,440 г суміші ізомерних насичених первинного (**A**) та вторинного (**B**) спиртів. Унаслідок кількісного окиснення цих сумішей в умовах, що повністю виключають розрив карбонового ланцюга, утворилася суміш органічних продуктів окиснення, маса якої у випадку першої суміші становила 4,656 г, а у випадку другої – 5,008 г.

1) Визначте склад (у мас. %) першої і другої сумішей.

2) Встановіть молекулярні формули речовин **A** та **B**, якщо вміст первинного спирту (**A**) в другій суміші порівняно з першою більший на 1,628 г.

3) Напишіть можливі структури **A** та **B**. Назвіть їх.

4) Які з можливих ізомерів **A** та **B** оптично активні? Назвіть їх за R,S-номенклатурою.

4.65 (11-2001). При гідролізі 1,118 г естеру (складного ефіру) **X** добули суміш двох органічних речовин, унаслідок обробки якої амоніачним розчином аргентум(I) оксиду утворюється 2,808 г срібла. Речовина **X** в реакцію срібного дзеркала не вступає, в присутності $\text{BF}_3 \cdot (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ вона перетворюється у відомий полімерний клей **Y**.

1) Встановіть будову **X** та **Y**.

2) Висловіть пропозицію про роль $\text{BF}_3 \cdot (\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ в процесі полімеризації.

3) Напишіть ізомери сполуки **X**, що здатні давати реакцію срібного дзеркала.

4) Який з компонентів суміші дає реакцію срібного дзеркала? Чому?

4.66 (11-2001). Визначте склад та будову молекули речовини **X**, якщо вона містить 37,7 % Карбону, 6,3 % Гідрогену і 56 % Хлору. Відомо, що 12,7 г пари сполуки **X** займає об'єм 2,24 л (н.у. в перерахунку). Під час гідролізу речовина **X** перетворюється в сполуку **A**, при відновленні якої утворюється вторинний спирт **B**.

- 1) Встановіть будову усіх сполук.
- 2) Напишіть усі хімічні реакції.
- 3) Запропонуйте схему перетворення **B** в **X**.
- 4) Напишіть усі ізомери речовини **B**.
- 5) Встановіть, який з ізомерів сполуки **B** найважче реагує з натрієм.

5. ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ. СИНТЕЗ РЕЧОВИН. РОЗДІЛЕННЯ СУМІШЕЙ

5.1 (8-1992). Необхідно одержати твердий купрум(II) хлорид, якщо є все необхідне обладнання та наступні реактиви: мідний купорос, цинк, кухонна сіль та вода.

- 1) Напишіть відповідні рівняння реакцій.
- 2) Обчисліть масу купрум(II) хлориду, що утвориться, якщо були взяті такі наважки речовин: мідного купоросу – 124,8 г, цинку – 16,34 г, кухонної солі – 35,1 г.

3) Чи можна обійтись: а) без цинку; б) без цинку та води?

5.2 (8-1992). Виконайте дослід та опишіть, за якими ознаками можна стверджувати, що між виданими Вам речовинами проходять хімічні взаємодії:

а) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	г) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
б) $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$	д) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow$
в) $\text{CuO} + \text{HNO}_3 \rightarrow$	

5.3 (8-1993). Як відомо, під час розпаду діамоній дихромату(VI) відбувається окисно-відновна реакція, причому окиснюється лише частина атомів Нітрогену. Поясніть цей факт і складіть рівняння хімічної реакції.

5.4 (8-1993). Як із заліза, сірки і води можна добути якомога більшу кількість оксидів, кислот і солей. Складіть рівняння хімічних реакцій.

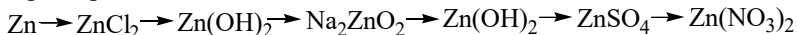
5.5 (8-1993). Дано: цинк, кальцій оксид, воду і соляну кислоту. Як, використовуючи лише ці реактиви, добути цинк оксид?

5.6 (8-1994). Як із суміші ферум(III), силіцій(IV) і цинк оксидів, користуючись лише водою і розчинами сірчаної кислоти та натрій

гідроксиду, добути в чистому вигляді чотири солі, два гідроксиди і кислоту? Напишіть рівняння всіх реакцій і поясніть умови їх перебігу.

5.7 (8-1994). В лабораторії є суміш калій сульфату, купрум(II) оксиду, мідних і залізних ошурок. Складіть докладну лабораторну методику розділення суміші, використовуючи як допоміжні реактиви лише розчини соляної кислоти і калій гідроксиду.

5.8 (8-1995). Здійсніть хімічні реакції, що відповідають такій схемі перетворень:



5.9 (8-1997). Напишіть 15 реакцій, які відбуваються при збереженні літію та калію на повітрі, в якому є азот, кисень, вода, вуглекислий газ.

5.10 (8-1998). Наведіть приклади реакцій, коли при взаємодії:

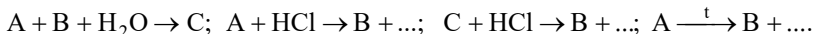
- 1) двох кислот утворюється нова кислота;
- 2) солі з кислотою утворюється нова сіль і нова кислота;
- 3) двох оксидів утворюється проста речовина та новий оксид;
- 4) двох газів утворюється тверда речовина;
- 5) луку з сіллю утворюється сіль, оксид, та вода.

5.11 (8-1999). Дано речовини: конц. і розв. HCl , H_2O , Zn , CaO , CuO . Добути з них та продуктів їх взаємодій дві прості і чотири складні речовини. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

5.12 (8-2000). Виходячи із запропонованих реактивів ($\text{Fe(NO}_3)_3$, Na_2SiO_3 , ZnCl_2 , NaOH , NH_4OH , HCl), одержати основу, амфотерну основу, кислоту, оксид і можливі солі. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що відбуваються при одержанні речовин.

5.13 (8-2000). Виходячи із запропонованих реактивів (Zn , H_2SO_4 , NaOH , CuCl_2), одержати основу, прості речовини, оксид і можливі солі. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що відбуваються при одержанні речовин.

5.14 (8-2001). Речовини **A**, **B**, **C** вступають в реакції за такими схемами:



Назвіть можливі речовини **A**, **B**, **C**. До яких класів хімічних сполук вони належать? Напишіть рівняння реакцій.

5.15 (8-2001). Наведіть приклади реакцій речовин з водою, за яких утворюються кислоти, якщо:

- 1) речовина є твердою за звичайних умов;
- 2) речовина є рідиною;
- 3) речовина є газом.

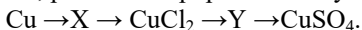
5.16 (8-2001). Між якими з перерахованих речовин та продуктів їх взаємодії можливі хімічні реакції: амоній карбонат, соляна кислота,

кальцій фосфат, залізо. Проведіть відповідні хімічні реакції, напишіть їх рівняння та назвіть утворені продукти реакцій.

5.17 (8-2001). Які нові солі можна одержати, маючи в своєму розпорядженні розчини купрум(II) сульфату, аргентум(I) нітрату, натрій фосфату і барій хлориду. Проведіть відповідні реакції, напишіть їх рівняння та назвіть утворені продукти реакцій.

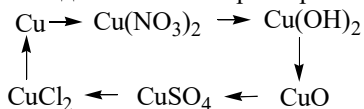
5.18 (9-1992). Приведіть приклади хімічних реакцій різного типу, при яких нерозчинна у воді сіль реагує з розчином другої солі з утворенням тільки розчинних у воді речовин.

5.19 (9-1992). При наявності BaCl_2 , NaCl , розв. і конц. H_2SO_4 , Cu , NaOH , розв. HCl проробіть наступні перетворення:



Назвіть можливі **X** і **Y**. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

5.20 (9-1993). За наявності міді, натрій гідроксиду, барій хлориду, сірчаної й азотної кислот здійсніть такі перетворення:



Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій у молекулярній та йонно-молекулярній формах.

5.21 (9-1994). У лабораторії є розчин, що містить нітрати цинку, магнію і аргентуму(I). Як, виходячи з цього і використовуючи додаткові реактиви, добути цинковий купорос $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ та аргентум(I) нітрат? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

5.22 (9-1996). Маючи в наявності NH_4Cl , NaOH , KMnO_4 , різні катализатори, необхідно одержати натрій нітрат. Опишіть експеримент, складіть відповідні рівняння реакцій.

5.23 (9-1996). Опишіть умови проведення експерименту та складіть рівняння хімічних реакцій таких перетворень:

хлор \rightarrow сірчана кислота \rightarrow сульфур(IV) оксид \rightarrow сірка \rightarrow сірчана кислота \rightarrow гідроген пероксид.

5.24 (9-1996). Суміш алюміній оксиду з вугіллям вмістили в скляну трубку, через яку при 500°C пропустили струмінь хлору. Єдиний твердий за н.у. продукт реакції виділили і після охолодження внесли у воду. Відбулось різке розігрівання розчину, спостерігалось його помутніння, а середовище стало кислим.

- 1) Яка реакція відбувалася в скляній трубці?
- 2) Роз'ясніть явища, які спостерігалися при внесенні твердого продукту у воду, напишіть рівняння реакцій.
- 3) Які зміни спостерігатимуться, якщо:

а) одержаний мутний розчин охолодити; додавати до охолодженого розчину краплями розчини б) H_2SO_4 ; в) NH_3 ; г) Na_2CO_3 ; д) $NaOH$.

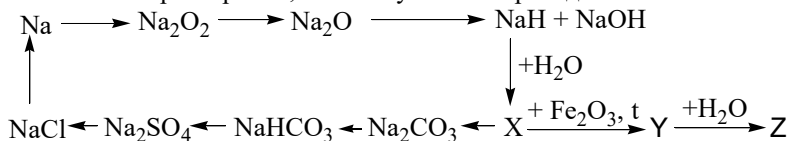
Відповідь обґрунтуйте, напишіть рівняння відповідних реакцій.

5.25 (9-1997). Напишіть 10 рівнянь реакції термічного розкладу безводних солей, при яких утворюються три продукти. Чим більше прикладів відрізнятиметься по суті хімічних перетворень, тим відповідь вважається повною.

5.26 (9-1997). Наведіть 4 приклади (принципово різні) реакцій між металом і сіллю. Дайте необхідні узагальнення, вкажіть умови, за яких реакції можливі.

5.27 (9-1999). Запропонуйте метод розділення солей із суміші: натрій хлорид, кальцій карбонат, силіцій(IV) оксид. Опишіть хід роботи та рівняння відповідних реакцій.

5.28 (9-1999). Запишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення, вкажіть умови їх проведення:



5.29 (10-1992). У розчин купрум(II) нітрату занурили шматок магнію. Складіть рівняння реакцій, які можуть мати місце у цьому досліді.

5.30 (10-1992). Запропонуйте методи синтезу всіх ізомерних нітробензойних кислот із бензену.

5.31 (10-1994). У три пробірки налили дуже розведений розчин азотної кислоти. В першу додали розчин лугу до нейтралізації кислоти, в другу – надлишок лугу. Потім у всі пробірки вкинули трохи цинку. Напишіть рівняння відповідних хімічних реакцій з необхідними поясненнями.

5.32 (10-1994). Під час каталітичного окиснення толуену (толуолу) утворюється суміш, що складається з бензилового спирту, бензальдегіду, бензойної кислоти і толуену, який не прореагував. Запропонуйте схему хімічного розділення утвореної суміші.

5.33 (10-1994). Як із суміші, що складається з ізопропанолу, пентану, оцтової кислоти, етанолу та ацетону виділити кожен з речовин у чистому вигляді?

5.34 (10-1997). Вчитель доручив Вам добути з кількох десятків грамів припою (сплав для паяння, що містить свинець і олово) чисту речовину для її використання у лабораторних роботах.

Яку б сполуку Ви добули, виходячи з припою? Як її можна було б використати на уроках хімії? Опишіть план проведення експерименту з припоєм, наведіть рівняння відповідних реакцій та умови їх здійснення.

5.35 (10-1998). Які реактиви можуть реагувати з розчином алюміній нітрату з утворенням алюміній гідроксиду: натрій сульфід, натрій гідроксид, натрій нітрит, амоніак, амоній сульфід, амоній карбонат?

Напишіть рівняння реакцій утворення $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Якими реагентами ви скористалися б для добування $\text{Al}(\text{OH})_3$ в лабораторії з найбільшим виходом і без зайвих ускладнень?

Дайте необхідні обґрунтування.

5.36 (10-1999). Напишіть усі структурні формули речовин, що містять три атоми Карбону, назви яких закінчуються на -ан, -ен, -ін, -анол, -аналь, -анон. Які з них можуть реагувати між собою? Напишіть по одному прикладу реакцій заміщення, приєднання, конденсації та вкажіть умови.

5.37 (10-2000). Запропонуйте до п'яти варіантів взаємодії кислотного оксиду та води. Для ілюстрації відповіді використайте оксиди: Cl_2O , Cl_2O_6 , Cl_2O_7 , Br_3O_8 , SiO_2 , N_2O_3 , N_2O_4 , Re_2O_5 , SO_2 . Напишіть рівняння реакцій.

Наведіть структурні формули речовин: Cl_2O_6 , Cl_2O_7 , N_2O_3 , N_2O_4 , SO_2 . Поясніть взаємозв'язок між будовою цих оксидів та характером їх взаємодії з водою.

5.38 (10-2001). Під час отримання гідроксидів металів як осаджувачі використовують NaOH , NH_3 , H_2O , Na_2CO_3 .

1) Напишіть йонні рівняння реакцій хлоридів Al , Mg , Cu , Ga з цими осаджувачами.

2) Оберіть оптимальний осаджувач для кожного катіону і обґрунтуйте свій вибір.

5.39 (10-2001). Реставратори, відновлюючи старі свинцеві вироби і картини, що написані свинцевими білилами, використовують такі реактиви: 10 %-вий розчин хлоридної кислоти; 10 %-вий розчин амоній ацетату; розчин H_2O_2 . Який хімічний склад пігменту свинцевих білил?

Яких змін може зазнавати поверхня металічного свинцю, свинцевих білил з часом? Наведіть рівняння реакцій.

Вкажіть реактиви, якими можна скористатися для відновлення:

а) виробів зі свинцю; б) картин, написаних свинцевими білилами.

Напишіть рівняння реакцій, що перебігають при реставрації.

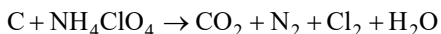
5.40 (11-1992). Проведіть експеримент по одержанню купрум(I) ацетиленіду, якщо у наявності є такі реактиви та обладнання: CuCl, CaCl₂, H₂O, 5 %-вий розчин NH₃, газовивідна трубка і пробірки.

Напишіть відповідні рівняння реакцій, поясніть, які властивості ацетилену проявляються в проведеній реакції.

5.41 (11-1992). Бензен, хлорбензен, нітробензен та фенол реагують з бромом. Напишіть, які продукти утворюються в кожному випадку. Розташуйте вказані сполуки в ряд за зростанням їх реакційної здатності. Який механізм цих реакцій?

5.42 (11-1992).

Підберіть коефіцієнти у таких хімічних реакціях:



5.43 (11-1992). Безводні алюміній і кальцій хлориди не реагують з купрум(II) оксидом. Однак при обережному нагріванні у закритому посуді купрум(II) оксиду з одним із кристалогідратів (AlCl₃ · 6H₂O, CaCl₂ · 6H₂O) відбувається хімічна реакція. Який кристалогідрат вступає в реакцію з CuO? Напишіть відповідні рівняння реакцій. Поясніть явище, що спостерігається.

5.44 (11-1993). Запропонуйте шляхи синтезу *m*-ксилену (ксилолу) з етанолу через ряд проміжних стадій, продуктом однієї з яких є ацетон. Напишіть рівняння всіх реакцій та назвіть усі проміжні продукти.

5.45 (11-1993). Мигдальну кислоту добувають двостадійним способом з бензальдегіду. Спочатку суміш бензальдегіду і водного розчину натрій ціаніду обробляють соляною кислотою при кімнатній температурі, а потім реакційну суміш кип'ятять протягом кількох годин. Напишіть рівняння всіх згаданих у тексті хімічних реакцій. Назвіть мигдальну кислоту за міжнародною номенклатурою. Яка реакція відбувається при нагріванні мигдальної кислоти?

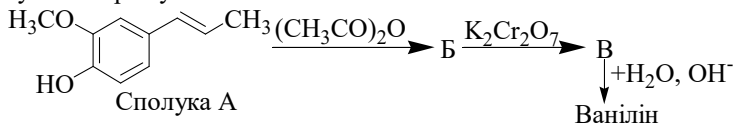
5.46 (11-1994). Складіть лабораторну методику синтезу ацетону з барій карбонату та оцтової кислоти.

5.47 (11-1994). Запропонуйте схему розділення суміші, що складається з ізооктану, октану, бензену (бензолу), фенолу та бензойної кислоти.

5.48 (11-1996). Запропонуйте та опишіть метод об'ємного кількісного визначення Феруму в залізній руді. Запишіть рівняння реакцій та формули розрахунків, а також методику титрування та метод встановлення точки еквівалентності.

5.49 (11-1999). У 1520 році аптеки ознайомили іспанського завойовника Кортеса з невідомим для європейців напоєм – какао з

ваніллю. Приємного аромату цьому напою надавав ванілін, що утворюється в стручках орхідеї *Vanilla fragrans* при гідролізі відповідного глюкозиду. Іншим продуктом гідролізу цього глюкозиду є D-глюкоза. Одним з методів синтезу ваніліну в промисловості є процес окиснення ізоєвгенолу (сполука А). Обробка А оцтовим ангідридом дає сполуку Б, яку потім окиснюють калій біхроматом у м'яких умовах до В, що дає реакцію срібного дзеркала. Гідролізом сполуки В отримують ванілін:



1) Напишіть рівняння реакцій, про які йде мова в схемі.
 2) Напишіть рівняння реакції утворення ваніліну при гідролізі його глюкозиду (для запису вуглеводів застосовуйте циклічні формули Хеурса).

3) Розрахуйте кількість речовини калій біхромату, яку необхідно взяти для окиснення 1 моль сполуки Б. (Всі органічні продукти окиснення дають реакцію срібного дзеркала).

5.50 (11-2001). Наведіть по одному прикладу реакції між оксидом і сіллю (напишіть відповідні хімічні рівняння), якщо продуктами є:

- інший оксид та інша сіль, а реакція - окисно-відновна;
- інший оксид та інша сіль, а реакція - не окисно-відновна;
- дві солі, а реакція - не окисно-відновна.

У кожному випадку вкажіть умови, за яких реакція відбувається згідно з рівнянням.

6. РОЗПІЗНАВАННЯ РЕЧОВИН

6.1 (8-1992). Поширена в природі речовина X плавиться без розкладу, не взаємодіє при кімнатній температурі з калій перманганатом та біхроматом, але реагує з лужними та лужно-земельними металами. Речовина X має домішки речовини Y, яка має такий самий елементарний склад, що і X. При нагріванні на водяній бані речовина Y розкладається з утворенням X та простої речовини. Визначте невідомі речовини. Чому X має домішки Y?

6.2 (8-1992). В чотирьох пронумерованих пробірках містяться такі речовини: натрій гідроксид, кальцій гідроксид, натрій карбонат та сірчана кислота. Визначте вміст пробірок, використовуючи тільки дані речовини та один додатковий реактив на ваш розгляд. Напишіть рівняння проведених реакцій.

6.3 (8-1993). У пронумерованих пробірках містяться розчини калій сульфату, калій карбонату, барій хлориду та соляної кислоти. Як не використовуючи інших реактивів, розпізнати ці речовини? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

6.4 (8-1994). У п'яти пронумерованих пробірках містяться розчини сірчаної кислоти, натрій гідроксиду, натрій карбонату, натрій хлориду та фенолфталеїну. Як без використання допоміжних реактивів встановити вміст кожної з пробірок?

6.5 (8-1995). Назвіть речовини, які є продуктами і реагентами в таких перетворення:



6.6 (8-1996). У пронумерованих пробірках містяться розчини речовин: барій хлориду, калій гідроксиду, купрум(II) сульфату, цинк сульфату. Запропонуйте визначення вмісту кожної пробірки, не користуючись додатковими реактивами. Опишіть хід виконання роботи, напишіть рівняння відповідних реакцій.

6.7 (8-1998). Деякий газ **A** пропускали через холодний розчин KOH . Утворений розчин двох речовин здатний викликати синє забарвлення суміші калій іодиду з крохмалем. Якщо **A** пропускати через гарячий розчин KOH , то утворений розчин також містить дві речовини і викликає таке ж забарвлення суміші калій іодиду з крохмалем, але при охолодженні дає осад **B**. Якщо **B** нагрівати до 400°C , то утворюються солі **B** і **Г**, а якщо нагрівати в присутності MnO_2 - сіль **Г** і газ **X**. Відомо, що **Г** - один із компонентів вихідних холодного і гарячого розчинів.

1) Визначте речовини **A**, **B**, **B**, **Г** і газ **X**.

2) Напишіть рівняння відповідних реакцій.

3) Напишіть структурні формули аніонів солей, про які йдеться в задачі.

6.8 (8-2001). У чотирьох пронумерованих пробірках знаходяться 5 %-ові розчини натрій сульфату, натрій гідроксиду, барій хлориду і цинк сульфату. Визначте вміст кожної пробірки, не використовуючи при цьому інших реактивів.

6.9 (8-2001). У чотирьох пронумерованих пробірках знаходяться 5 %-ові розчини барій хлориду, сірчаної кислоти, натрій сульфату і натрій карбонату. Визначте вміст кожної пробірки, не використовуючи при цьому інших реактивів.

6.10 (9-1993). Визначте, в якій з пронумерованих пробірок містяться розчини: натрій хлориду, натрій фосфату, аргентум(I) нітрату і азотної кислоти, коли відомо, що:

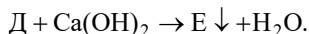
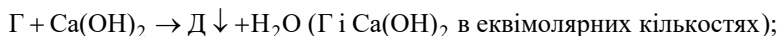
а) при зливанні розчинів пробірок № 2 та № 4 утворюється осад, який розчиняється в розчині пробірки № 1;

б) при зливанні розчинів з пробірки № 2 та № 3 утворюється осад, який не розчиняється в розчині з пробірки № 1.

6.11 (9-1995). Розпізнайте білі порошки безводних солей:

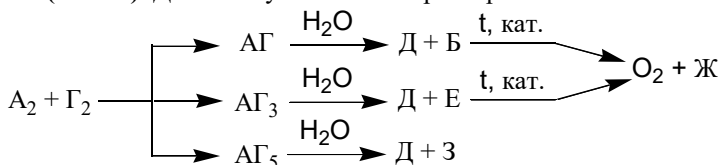
PbCO_3 , CaCO_3 , BaSO_4 , CuSO_4 , що містяться в пронумерованих склянках. У вашому розпорядженні є вода і розчини азотної кислоти та їдкого натру. Опишіть експеримент і складіть рівняння відповідних реакцій.

6.12 (9-1996). Назвіть речовини, що є продуктами і реагентами в таких перетвореннях:



Напишіть рівняння реакцій. Як в одну стадію отримати P_4 з речовини Е ? Де знаходять застосування речовини В , Г , Д , Е ?

6.13 (9-1998). Дана наступна схема перетворень:



Розшифруйте літери, якщо A_2 і Г_2 – гази (н.у.)

Напишіть рівняння реакцій. Як поведуть себе Б та Е при нагріванні їх розчинів без каталізаторів.

6.14 (9-1999). Кристалічна речовина **1** (кристалогідрат) стійка в запаяній ампулі при 0°C необмежений час. Якщо ампулу відкрити і злегка нагріти речовину, вона розкладається на газ **2** і безбарвну неотруйну рідину **3**. Єдина проста речовина, з якою може реагувати газ **2** – газ **4**. Залежно від умов утворюються речовини **5**, **6**, а при надлишку газу **4** – речовина **7**. Речовина **7** кількісно реагує з половиною рідини **3**, одержаної раніше, з утворенням отруйної речовини **8** ($t_{\text{кип}} = +19^\circ\text{C}$) і речовини **9**. Речовина **9** має дуже високу вибухову силу, при вибуху утворюється газова суміш, що придатна для дихання.

Визначте речовини **1-9**. Напишіть рівняння реакцій.

6.15 (9-2001). Юний хімік знайшов у кабінеті хімії старий зошит. В ньому він прочитав:

“1) Під час сильного нагрівання біла магnezія перетворюється на палену магnezію, причому її маса майже у 2 рази менше взятої білої магnezії;

2) під час обробки білої магnezії H_2SO_4 відбувається сильне закипання і утворюється "епсомська" сіль;

3) палена магnezія з H_2SO_4 дає ту ж саму сіль, але без закипання;

4) якщо на епсомську сіль подіяти поташем, то випадає осад (який?), а з розчину випарюванням можна виділити купоросний камінь;

5) при дії H_2SO_4 на поташ відбувається закипання і утворюється купоросний камінь;

6) KOH з H_2SO_4 також дає купоросний камінь, але без закипання”.

Юний хімік розшифрував ці перетворення. Напишіть і ви рівняння відповідних реакцій, назвіть всі згадані у задачі речовини та вкажіть, до яких класів вони належать.

6.16 (9-2001). У чотирьох пронумерованих пробірках знаходяться водні розчини барій хлориду, сірчаної кислоти, натрій сульфату та соди (натрій карбонату). Які визначити ці речовини, не користуючись іншими реактивами, крім представлених індикаторів? Відповідь підтвердіть відповідним експериментом, складіть необхідні рівняння хімічних реакцій.

6.17 (9-2001). У п'ятих пронумерованих пробірках знаходяться водні розчини ферум(III) хлориду, амоній хлориду, купрум(II) нітрату, алюміній хлориду та ферум(II) сульфату. Необхідно визначити вміст кожної пробірки з використанням таких реактивів та обладнання: сірчана кислота, вода, натрій гідроксид, натрій карбонат, спиртівка та лакмусовий папірець. Відповідь обґрунтуйте, складіть необхідні рівняння хімічних реакцій.

6.18 (10-1992). В шести пронумерованих пробірках знаходяться речовини або їх водні розчини: етанол, бензен, хлорбензен, гексан, гліцерин. Запропонуйте метод визначення вмісту кожної пробірки, напишіть відповідні рівняння реакцій.

6.19 (10-1992, 10-1996, 10-2000). В якій з трьох даних пробірок знаходиться органічна речовина? Запропонуйте метод визначення. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

6.20 (10-1993). Зелений порошок **A**, практично нерозчинний в концентрованих кислотах, лугах і воді, сплавили з содою, пропускаючи крізь розплав кисень. Жовту речовину **B**, що утворилася, розчинили у воді і додали сірчану кислоту. В результаті утворився

розчин оранжевого кольору речовини **C**. Якщо до розчину долити деяку кількість гідроген пероксиду, то утвориться речовина **D** і розчин забарвлюється в яскраво-синій колір. Через кілька секунд з розчину починає виділятися газ **E** (густина за н. у. 1,43 г/л) і утворюється речовина **F**. Розчин забарвлюється в зелений колір. Якщо додати соду до цього розчину, то випадає сіро-зелений осад **G**, який розчиняється в кислотах і лугах. Визначте названі речовини і напишіть рівняння відповідних реакцій. Як стабілізувати синій колір розчину? Поясніть причину інертності порошку **A**.

6.21 (10–1993). Сполука $C_{11}H_{22}O$ при нагріванні з концентрованою азотною кислотою перетворюється в суміш шести одноосновних карбонових кислот з нерозгалуженим карбоновим ланцюгом, який містить від одного до шести атомів Карбону. Яку будову має сполука $C_{11}H_{22}O$? Назвіть її. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

6.22 (10–1993). У п'яти пронумерованих пробірках містяться речовини чи їх розчини: етанол, толуен (толуол), мурашина кислота, фенол та анілін. Визначте кожен з речовин.

6.23 (10–1993). Використовуючи той самий реактив, експериментально доведіть наявність у молекулі глюкози альдегідної групи та належність глюкози до багатоатомних спиртів. Напишіть рівняння реакцій.

6.24 (10–1993). Експериментально доведіть, що до складу молекули хлорбензойної кислоти входять хімічні елементи Карбон, Гідроген і Хлор. Напишіть рівняння реакцій.

6.25 (10–1994). При каталітичному окисненні бензену киснем повітря утворюється продукт **A**, який під час реакції Дільса–Альдера з бутадієном утворює речовину **B**. Речовина **A**, взаємодіючи з водою, утворює двоосновну кислоту **C**, що легко переходить в ізомерну їй кислоту **D**. Визначте речовини **A**, **B**, **C** і **D**. Поясніть, яка з кислот, **C** чи **D**, сильніша. Які речовини утворюються за реакцією Вагнера з **C** і **D**? Оцініть оптичну активність утворених речовин.

Довідка: реакція Дільса – Альдера – приєднання дієнофілу до сполуки з спряженим кратним зв'язком (“дієн”);

реакція Вагнера – дія розведеного розчину $KMnO_4$ на олефін.

6.26 (10–1995). Вторинний спирт **A** (мол. маса 102), що містить четвертинний атом Карбону, внаслідок дегідратації перетворюється в речовину **B**. Якщо крізь водну емульсію речовини **B** пропустити газ **X**, а потім додати сірчану кислоту, то можна добути сполуку **C**. Остання здатна реагувати з етилмагнійбромідом, а також з натрій гідрогенсульфідом. Тривале нагрівання речовини **C** з концентрованою сірчаною кислотою веде до утворення сполуки **D** ($C_9H_{14}O$).

Назвіть речовини **A**, **B**, **C**, **D**, **X**, охарактеризуйте будову їх молекул. Запропонуйте методи добування сполуки **C** з метану та неорганічних реагентів.

6.27 (10–1995). У двох пронумерованих склянках містяться чистий натрій сульфід і натрій сульфід з домішками натрій сульфату. Визначте, в якій склянці чистий реактив, використавши для цього додаткові речовини: розчини барій хлориду і соляної кислоти.

6.28 (10–1995). У п'яти пронумерованих пробірках містяться: циклогексен, мурашиний альдегід, розчин глюкози, розчин гліцерину та етиловий спирт. Визначте вміст кожної пробірки. Напишіть хід проведення дослідів і рівняння відповідних реакцій.

6.29 (10–1996). У пронумерованих пробірках містяться речовини або їх водні розчини: мурашина кислота, формальдегід, оцтова кислота, глюкоза, гліцерин. Визначте вміст кожної пробірки тільки за допомогою купрум(II) гідроксиду. Запишіть хід проведення дослідів та рівняння відповідних реакцій.

6.30 (10–1996). Сполуки **A**, **B** та **B** розгалуженої будови загальної формули $C_4H_{10}O$ реагують з солянокислим розчином цинк хлориду. У випадку **A** відбувається екзотермічна реакція і суміш відразу розширюється. У випадку **B** таке саме перетворення відбувається через п'ять хвилин. Сполука **B** реагує значно повільніше, ніж **A** та **B**. При обробці **A**, **B** та **B** сірчанокислим розчином калій дихромату, речовина **B** перетворюється на **Г**, а **B** – на **Д**. Сполука **A** при тривалому нагріванні руйнується з утворенням **Е** (дає реакцію срібного дзеркала) та **Ж** (не дає реакцію срібного дзеркала). Співвідношення **Е:Ж**=2:1.

Встановіть структурні формули усіх речовин. Напишіть рівняння усіх реакцій. Поясніть причину різної реакційної здатності **A**, **B** та **B**. Наведіть механізм реакції $C_4H_{10}O$ з солянокислим розчином цинк хлориду.

6.31 (10–1996). Сполуки **A**, **B** та **B** мають загальну молекулярну формулу $C_2H_4O_2$. Відомо, що сполуки **A** та **B** дають реакцію срібного дзеркала і перетворюються відповідно у **Г** та **Д**. Сполука **A** при нагріванні з розчином натрій гідроксиду та подальшою нейтралізацією перетворюється у суміш двох органічних сполук **Г** та **Д**. У цих же умовах сполука **B** регенерується.

Наведіть структурні формули **A**, **B**, **B** та назвіть їх. Напишіть рівняння усіх реакцій. Напишіть продукт, який утворюється при нагріванні сполуки, яка утворюється з **B** внаслідок реакції срібного дзеркала; назвіть цей продукт.

6.32 (11–1992). У пронумерованих пробірках містяться водні розчини: CH_3COOH , NaCl , Na_2SO_4 , BaCl_2 , AlCl_3 , NH_4Cl , KOH , K_2CO_3 . Не використовуючи додаткових реактивів визначте вміст кожної пробірки. Напишіть відповідні рівняння реакцій.

6.33 (11–1993). У десяти пронумерованих пробірках містяться водні розчини: HCl , NaOH , Na_2CO_3 , NH_4Cl , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SO_4 , BaCl_2 , AgNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ та KI .

Використовуючи індикаторний папір і проводячи реакції між розчинами, що містяться в пробірках, визначте, яка речовина була в кожній з них. Напишіть рівняння відповідних реакцій. Коротко поясніть хід виконання роботи.

6.34 (11–1993). У трьох пронумерованих пробірках містяться водні розчини білка, гліцерину та глюкози. Визначте кожну речовину за допомогою одного й того самого реактиву.

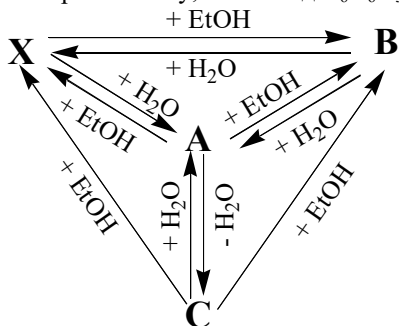
6.35 (11–1994). В десяти пронумерованих пробірках містяться водні розчини: NH_4SCN , H_2O_2 , FeSO_4 , NaF , NaOH , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, H_2SO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, BaCl_2 , KI . Використовуючи індикаторний папір і проводячи реакції між розчинами, які містяться в пробірках, визначте, яка речовина була в кожній з них. Напишіть рівняння відповідних реакцій. Коротко поясніть хід виконання роботи.

6.36 (11–1994). У пяти пронумерованих пробірках містяться: натрій ацетат, глюкоза, формальдегід і фенол. За допомогою яких якісних реакцій можна визначити вміст кожної з пробірок? Напишіть рівняння реакцій і дайте пояснення.

6.37 (11–1995). Оптично активна сполука **A** ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$) розчиняється у воді з утворенням кислого розчину. При сильному нагріванні **A** перетворюється переважно у сполуку **B** ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$), яка менш розчинна у воді (розчин лишається кислий), не виявляє оптичної активності й знебарвлює бромну воду. При окисненні **A** розбавленим розчином хромової кислоти утворюється летка сполука **C** ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$) добре розчинна у воді (розчин нейтральний), при дії лужного розчину йоду утворює жовтий осад **D**. Напишіть структурну формулу речовин **A–D**, рівняння згаданих у тексті хімічних реакцій, R- і S-ізомери **A**.

6.38 (11–1995). У чотирьох пронумерованих пробірках містяться речовини: гліцерин, фенол, етанол та крохмаль. Як визначити кожну з цих речовин? Поясніть і напишіть рівняння реакцій.

6.39 (11–1995). Нейтральна сполука **C**, яка не знебарвлює водний розчин калій перманганату, має склад $C_6H_6O_3$.



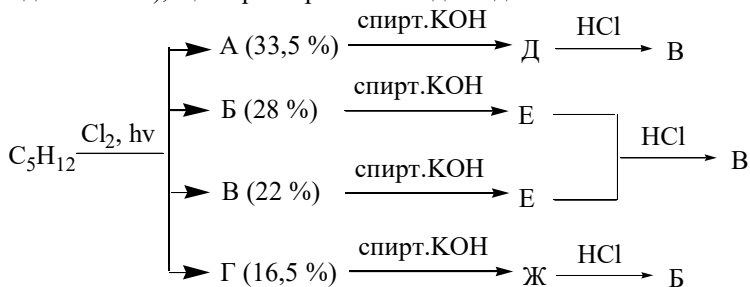
1) Встановіть будову всіх поданих на схемі речовин, коли відомо, що тільки сполука **X** має оптичну активність.

2) Назвіть всі речовини за міжнародною номенклатурою.

3) Напишіть проєкційні формули оптичних ізомерів речовини **X** і назвіть їх за R, S-номенклатурою.

6.40 (11–1996). Без додаткових реактивів розпізнайте вміст пронумерованих пробірок, у яких є такі водні розчини: глюкози, сахарози, купрум(II) сульфату, купрум(II) хлориду, барій хлориду та натрій гідроксиду.

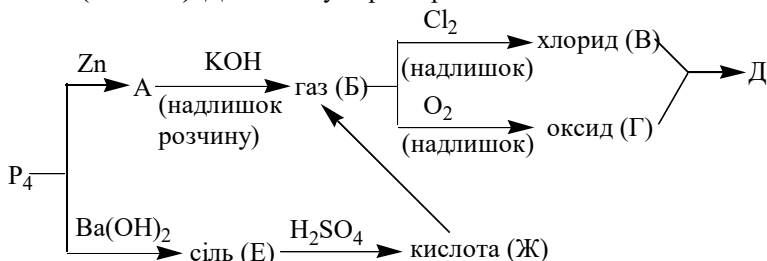
6.41 (11–1996). Вуглеводень C_5H_{12} при взаємодії з хлором дає суміш монозаміщених продуктів **A**, **Б**, **В** і **Г** (в дужках наведені їх виходи в мас. %), що перетворюються відповідно за схемою:



Напишіть структурні формули всіх речовин, що вказані, та назвіть їх. Поясніть результат реакції хлорування з урахуванням: а) механізму; б) різниці реакційної здатності; в) кількості різного виду зв'язків C-H.

6.42 (11–1997). Речовина **X** (C_6H_7N) при взаємодії з хлорметаном може утворювати сполуки **A** (C_7H_9N) та **В**. Якщо до кожної з речовин **X**, **A**, **Б** чи **В** додати хлорметан в присутності каталізатора, то лише **В** дає один продукт монозаміщення.

- 1) Розшифруйте речовини **X**, **A**, **Б**, **В**.
 - 2) Напишіть всі згадані реакції.
 - 3) Поясніть з позиції взаємного впливу атомів та атомних груп особливості хімічної поведінки сполуки **В**.
 - 4) Розташуйте в ряд **A**, **Б**, **В** та **X** по зменшенню їх реакційної здатності в реакції з хлорометаном в присутності каталізатора.
 - 5) Який каталізатор використовують у згаданій реакції?
- 6.43 (11–1998).** Дано схему перетворень:

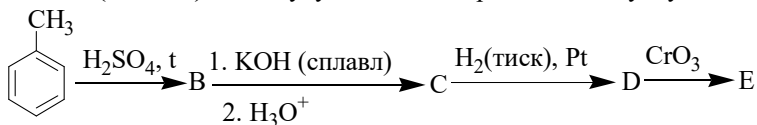


- 1) Назвіть речовини **A** – **Ж**, наведіть їх формули.
- 2) Напишіть рівняння усіх вказаних реакцій.
- 3) Зобразіть структурну формулу **Ж**. Яку основність має ця кислота і чому?
- 4) Охарактеризуйте просторову будову **Б**, **В** та **Д** і дайте необхідні обґрунтування.
- 5) Оцініть кислотність водного розчину **Б** – щойно добутого і такого, що зберігався кілька діб. Відповідь поясніть.

6.44 (11–1998). При окисненні вуглеводню $C_{10}H_8$ киснем повітря в присутності V_2O_5 одержують сполуку **A** ($C_8H_4O_3$). При взаємодії речовини **A** з бенzenом (бензолом) у присутності алюміній хлориду утворюється речовина **Б**, яка при нагріванні з концентрованою сірчаною кислотою утворює сполуку **В** ($C_{14}H_8O_2$).

- 1) Напишіть формули **A**, **Б**, **В** та рівняння реакцій.
- 2) Яка роль сірчаної кислоти в реакції **Б**→**В**?
- 3) Які речовини утворюються при взаємодії фенолу з **A** у присутності $AlCl_3$ та без нього?

6.45 (11-1999). Сполуку **E** можна отримати з толуєну за схемою:



Розшифруйте цю схему, дайте назви **E** та всім проміжним речовинам. Відомо, що в спектрі ПМР сполуки **В** спостерігається

чотири типи магнітнееквівалентних протонів.

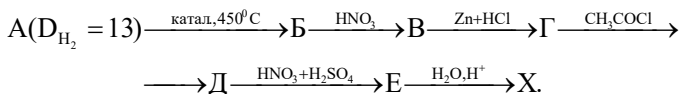
Яка сполука утвориться при реакції **Е** з сполукою $(C_6H_5)_3P=CHCOOEt$ (реакція Віттіга)?

6.46 (11-2000). Після прожарювання кислої солі **А** за $110\text{ }^\circ\text{C}$ утворюється сіль **Б**. Якщо сіль **Б** прожарити за $160\text{ }^\circ\text{C}$, то виділиться газ **Х** і утвориться сіль **В**. Сіль **В** за $650\text{ }^\circ\text{C}$ розкладається на сіль **Г** та **У**. Якщо на **А**, **Б**, **В** подіяти розведеною H_2SO_4 , а на **Г** концентрованою H_2SO_4 , то утвориться розчин солі **У** і виділиться газ **Х** ($D_{H_2} = 32$).

Розшифруйте речовини та напишіть рівняння відповідних реакцій. Наведіть структурні формули **Х** та аніонів солей.

Яка сіль може утворитися внаслідок взаємодії **Б** з гарячим розчином **Г**? Наведіть будову її аніону.

6.47 (11-2000). Під час пробивання нафтових свердловин використовується речовина **Х** ($C_6H_5N_5O_6$), яку можна синтезувати за схемою:



1) Розшифруйте схему перетворень.

2) Напишіть рівняння реакцій.

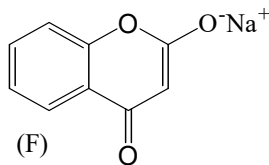
3) Напишіть схему хімічного процесу, який відбувається під час пробивання свердловин.

6.48 (11-2000). Речовина **А** ($C_9H_8O_4$) широко застосовується в медицині. У розчині $NaHCO_3$ вона розчиняється з виділенням газу **В**. Сполука **А** (1 моль) нейтралізує 3 моль $NaOH$, утворюючи **С** ($C_7H_4Na_2O_3$) та **Д**. З метанолом **А** (кислотний каталіз) утворює сполуку **Е** ($C_{10}H_{10}O_4$), яка під дією натрій метилату перетворюється в похідну кумарину (**Ф**):

1) Напишіть структурні формули сполук **А**, **В**, **С**, **Д**, **Е**. Назвіть їх.

2) Відтворіть схеми згаданих перетворень.

3) Що можете сказати про застосування сполуки **А** в медицині?



6.49 (11-2000). У чотирьох пронумерованих пробірках містяться органічні речовини, або їх водні розчини: глюкоза, формалін, гліцерин, мурашина кислота. Визначте вміст кожної пробірки тільки з допомогою купрум(II) гідроксиду. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

6.50 (11-2001). Речовина **X** утворюється при взаємодії газу **A** ($D(H_2) = 13$) з водою у присутності $HgSO_4$. Речовина **X** може також утворитися внаслідок взаємодії рідини **B** з розжареним CuO . При зберіганні сполука **X** перетворюється на рідину **Y** ($M(Y) = 132$), а в слаболужному середовищі - у речовину **Z**, нагріванням якої можна отримати сполуку **T**, яка знебарвлює бромну воду. **X**, **Z** та **T** дають реакцію срібного дзеркала, **Y** - ні. Окиснення **Z** калій перманганатом призводить до 3-оксобутанової кислоти.

1) Встановіть структуру **X**, **Y**, **Z**, **T**, **A**, **B**.

2) Напишіть рівняння усіх перетворень.

6.51 (11-2001). В двох склянках знаходяться речовини **A** та **B**, що мають загальну формулу C_7H_7Cl . В обидві склянки прилили розчин луку та через деякий час розчин аргентум(I) нітрату. Осад утворився лише в склянці **A**. Якщо нагріти обидві склянки з концентрованим розчином луку, а потім додати $AgNO_3$, то осад утворюється в обох склянках, при цьому **A** та **B** перетворюються відповідно на **A₁** та **B₁** загальної формули C_7H_8O , але лише **B₁** після відповідних реакцій (окиснення, взаємодія з хлорангідридом оцтової кислоти) здатний перетворитися у відомий лікарський препарат.

1) Встановіть структуру цих речовин.

2) Напишіть рівняння відповідних реакцій.

3) Чому **A** легше реагує з лугом, ніж **B**?

6.52 (11-2001). У чотирьох пронумерованих пробірках містяться органічні речовини, або їх розчини: хлорбензен, анілін, фенол, толуен. Запропонуйте метод визначення вмісту кожної пробірки. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

7. ТЕСТИ ТА ІНШІ ЗАВДАННЯ

7.1 (8-1993). Чи є в Закарпатті природне родовище кухонної солі? Де застосовується кухонна сіль? Як можна очистити її від механічних забруднень?

7.2 (8-1993). Вкажіть відомі Вам хімічні елементи, які можуть проявляти валентність 3 (три). Запишіть відповідні хімічні сполуки та їх графічні формули.

7.3 (8-1993). Вкажіть ряд, який містить тільки кислотні оксиди:

- | | | | | |
|----|------------|------------|-------------|-------------|
| a) | CO_2 ; | SiO_2 ; | MnO ; | CrO ; |
| б) | P_2O_5 ; | CrO_3 ; | TeO_3 ; | Mn_2O_7 ; |
| в) | CuO ; | SO_2 ; | NiO ; | MnO ; |
| г) | CaO ; | P_2O_3 ; | Mn_2O_7 ; | Cr_2O_3 . |

7.4 (8-1993). Вкажіть серед наведених оксидів:

а) Cr_2O_3 ; б) CaO ; в) Cl_2O_7 ; г) NO_2 ; д) Na_2O ; ж) Al_2O_3 ; з) NiO ; к) Mn_2O_7 ; л) CrO ; м) P_2O_5 ; н) ZnO , які є

1. кислотними; 2. основними; 3. амфотерними.

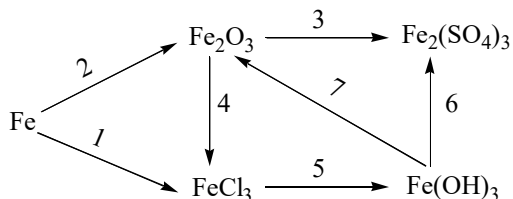
7.5 (8-1993). Дайте назви таким сполукам:

а) HCl ; б) H_2SO_3 ; в) H_2SO_4 ; г) HClO_4 ;
д) NaHSO_4 ; ж) CaClOH ; з) Al(OH)_3 ; к) $\text{Al(OH)}_2\text{Cl}$.

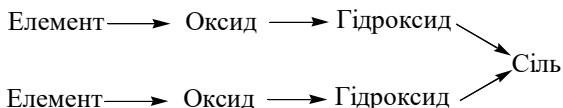
7.6 (8-1993). Однакова чи ні маса 1 м^3 сухого та вологого повітря?

Відповідь поясніть.

7.7 (8-1993). Запишіть рівняння реакцій, які характеризують такі перетворення:



7.8 (8-1993). На основі вказаної схеми підберіть пару елементів і відповідних простих речовин, виходячи з яких можна отримати два різних гідроксиди, взаємодія яких між собою призводить до утворення солі:



Запишіть відповідні рівняння реакцій.

7.9 (9-1993). Який клас хімічних сполук утворює найбільше число електролітів?

а) оксиди; б) основи; в) кислоти;
г) вуглеводи; д) солі; ж) вагають відповіді.

7.10 (9-1993). Вкажіть, які речовини у водних розчинах будуть відноситися до:

1. Неелектролітів.
2. Сильних електролітів.
3. Слабких електролітів.

а) алюміній оксид; б) графіт; в) аргентум(I) хлорид; г) глюкоза; д) оцтова кислота; ж) хлороводень; з) алюміній; к) їдкий натр; л) сірчиста кислота; м) етанол; н) калій перманганат; п) ціаніста кислота.

7.11 (9-1993). Вкажіть, яке число молекул містить 1 мл будь-якого 1 М розчину неелектроліту?

- а) $6,02 \cdot 10^{20}$; б) $6,02 \cdot 10^{21}$; в) $6,02 \cdot 10^{22}$; г) $6,02 \cdot 10^{23}$.

7.12 (9-1993). Взято **a** моль слабкої одноосновної кислоти. При розчиненні продисоціювали на йони **b** моль. Яка з наведених формул відображає ступінь електролітичної дисоціації кислоти?

- а) $\frac{a}{b}$; б) $\frac{a-b}{a}$; в) $\frac{b}{a}$; г) $\frac{a-b}{b}$;

д) даної формули нема в переліку; ж) вагають відповіді.

7.13 (9-1993). Вкажіть, яке буде значення другої константи дисоціації слабкої двоосновної кислоти по відношенню до першої константи дисоціації?

- а) завжди менше; б) завжди більше; в) може бути більше або менше в залежності від хімічної природи кислоти;
г) константи дисоціації рівні; д) вагають відповіді.

7.14 (9-1993). У водному розчині знаходяться однакові концентрації йонів плюмбуму, феруму(II), цинку і натрію. Який з них буде виділятися першим на катоді при електролізі?

а) ферум(II); б) плюмбум; в) натрій; г) цинк; д) ні один із вказаних йонів; ж) вагають відповіді.

7.15 (9-1993). Вкажіть, до якого продукту відновлюється азотна кислота при взаємодії:

1. HNO_3 (розб.) з цинком.
2. HNO_3 (конц.) з сріблом.
3. HNO_3 (розб.) з сріблом.
4. HNO_3 (конц.) з цинком.
5. HNO_3 (конц.) і HNO_3 (розб.) з неметалом.

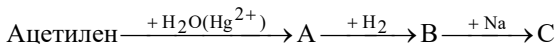
- а) нітроген діоксид; б) нітроген(II) оксид; в) динітроген оксид;
г) азот; д) аміак; ж) амоній-іон;
з) водень; к) ні один із вказаних продуктів; л) вагають відповіді.

7.16 (9-1993). Яка реакція середовища у водних розчинах таких речовин:

1. Кисла.
2. Нейтральна або практично нейтральна.
3. Лужна.

- а) калій сульфат; б) літій хлорид; в) натрій сульфід;
г) купрум(II) хлорид; д) калій сульфід; ж) ферум(II) сульфат;
з) калій перхлорат; к) натрій ацетат; л) барій нітрат.

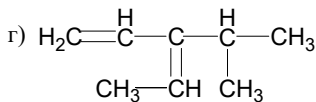
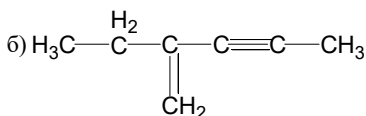
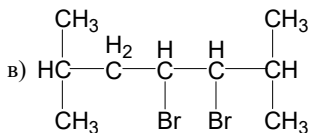
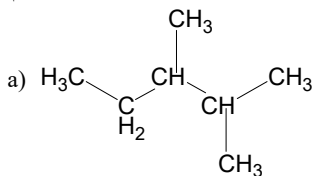
7.17 (10-1993). Які формули відповідають сполукам **A, B, C** в такій схемі перетворень:



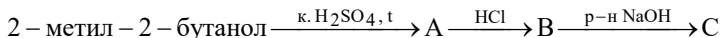
7.18 (10-1993). Які з приведених замісників є функціональною групою?

- а) $\text{CH}_2=\text{CH}-$; б) C_6H_5- ; в) $\text{Cl}-$;
 г) NO_2- ; д) $\text{OH}-$; ж) $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)\text{H}-$.

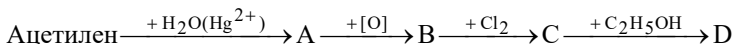
7.19 (10-1993). У яких із наведених сполук головний карбоновий ланцюг містить п'ять атомів Карбону?



7.20 (10-1993). Які формули відповідають сполукам **A, B, C** в такій схемі перетворень:



7.21 (10-1993). Які назви відповідають сполукам **A, B, C, D** в такій схемі перетворень:



7.22 (10-1993). Визначте кількість s-, p-, sp-, sp²-, sp³-орбіталей, які беруть участь в утворенні π-зв'язків в молекулі пропілену.

7.23 (10-1993). Які частинки називають вільними радикалами? Чим вони відрізняються від йонів?

7.24 (10-1993). За допомогою якої реакції можна відрізнити 1-бутин від 2-бутину?

7.25 (11-1993). Яка реакція середовища у водних розчинах таких речовин:

1. Кисла.
2. Лужна.
3. Нейтральна або практично нейтральна.

- а) Na_2CO_3 ; б) K_2SO_4 ; в) AlCl_3 ;
 г) $\text{CH}_4\text{COONH}_4$; д) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; ж) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
 з) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

7.26 (11-1993). Як змінюються кислотно-основні властивості оксидів Мангану в ряду: $MnO \rightarrow Mn_2O_3 \rightarrow MnO_2 \rightarrow Mn_2O_7$?

- а) кислотні властивості не змінюються;
- б) основні властивості не змінюються;
- в) основні властивості послаблюються, а кислотні - посилюються;
- г) кислотні властивості послаблюються, а основні – посилюються.

7.27 (11-1993). На суміш катіонів подіяли розчином амоній сульфїду $(NH_4)_2S$. Визначте відповідність:

- | Наслідок дії: | Катіони: |
|---|--|
| 1. Випадають в осад взагалі | а) Ba^{2+} ; б) Al^{3+} ; в) Cr^{3+} ; |
| 2. Випадають в осад у вигляді сульфїдів | г) Fe^{3+} ; д) Ni^{2+} ; ж) Co^{2+} ; |
| 3. Не випадають в осад | з) Cu^{2+} ; к) Ca^{2+} . |

7.28 (11-1993). Визначте відповідність:

- | Тип хїмічного зв'язку: | Речовини: |
|---------------------------|-------------------------------------|
| 1. Ковалентний неполярний | а) H_2O ; б) CO ; в) HCl ; |
| 2. Ковалентний полярний | г) BCl_3 ; д) LiH ; ж) CH_4 ; |
| 3. Йонний | з) Na ; к) O_2 ; л) N_2 ; |
| 4. Металічний | м) CaF_2 ; н) $NaCl$; |

7.29 (11-1993). Для яких із наведених сполук існують цис- і транс-ізомери:

- а) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$; в) $CH_2Cl-CH_2-CH_2-CH_2Cl$; д) $CHCl=CHCl$.
- б) $CH_3-CH=CH-CH_3$; г) $CH_2=CHCl$;

7.30 (11-1993). Яка з галогенокислот внаслідок індукційного ефекту, обумовленого атомами галогенів, найбільш сильна:

- а) монохлороцтова $Cl-CH_2-COOH$;
- б) монофлуороцтова $F-CH_2-COOH$;
- в) γ -хлоромасляна $Cl-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$;
- г) α -хлоромасляна $CH_3-CH_2-CHCl-COOH$;
- д) трихлороцтова CCl_3-COOH .

7.31 (11-1993). Яке з наведених тверджень справедливе для молекули пропілену $CH_3-CH=CH_2$:

- а) всі зв'язки між атомами Карбону енергетично рівноцінні;
- б) всі атоми Карбону знаходяться в стані sp^2 -гібридизації;
- в) всі атоми Карбону знаходяться в стані гібридизації різного типу;
- г) тільки один з атомів Карбону знаходиться в стані sp^2 -гібридизації;
- д) два атоми Карбону знаходяться в стані sp^2 -гібридизації.

7.32 (11-1993). Реакція поліконденсації має місце при взаємодії речовин:

а) $C_6H_5NH_2$ та HCl ;

б) CH_3COOH та CH_3OH ;

в) $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$ та $HO-CH_2-CH_2-OH$;

г) $NH_2-CH_2-CH_2-COOH$ та $NaOH$;

д) $NH_2-(CH_2)_6-NH_2$ та $HOOC-(CH_2)_4-COOH$.

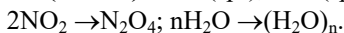
ЧАСТИНА ІІІ.
ВІДПОВІДІ Й РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОЛІМПІАДНИХ ЗАВДАНЬ
І. ХІМІЧНІ ТЕОРІЇ, ЗАКОНИ

1.1 (8–1995). Мінімальний ступінь окиснення “-1” (HF, KCl, NaBr, BaI₂); максимальний – “+7” (за винятком Флуору): Cl₂O₇, NaBrO₄, H₅IO₆.

1.2 (8-1998). В 1, 4, 5, 7 - мова йде про елементи;
2, 3, 6 - мова йде про прості речовини.

1.3 (8-1999). Елемент Гідроген розміщують як в першій, так і в сьомій групі групі періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва.

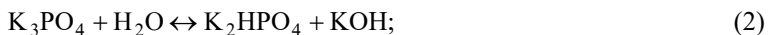
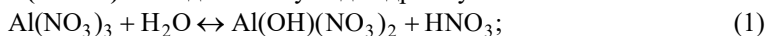
1.4 (9-1995). H₂O (sp³), OF₂ (sp³), N₂O (sp³), XeF₂ (sp³d), NO₂ (sp²).



Зменшення валентного кута при переході від H₂O (104,5 °) до OF₂ (103 °) можна пояснити взаємним відштовхування зв'язуючих і незв'язуючих електронних пар центрального атома (Оксигену) при зміні природи периферійних атомів (H→F). Зв'язуюча електронна хмара займає тим менший об'єм, чим вища електронегативність периферійного атома. Оскільки Флуор електронегативніший, то електронна пара зв'язку O–F локалізована в меншому об'ємі, ніж електронна пара зв'язку O–H. Як наслідок, взаємне відштовхування електронних пар зв'язків O–F менше, ніж електронних пар зв'язків O–H. Тому відштовхувальний вплив незв'язуючих електронних пар у випадку молекули OF₂ веде до зменшення валентного кута більшою мірою, ніж у випадку молекули H₂O.

1.5 (9-1995). Ортофосфорна кислота триосновна, а оцтова – одноосновна. Константа дисоціації H₃PO₄ за третім ступенем значно менша від константи дисоціації CH₃COOH. Тому фосфат-іон гідролізує сильніше, ніж ацетат-іон.

1.6 (9-1995). Наведені солі у воді гідролізують:



У випадку (1) розчинність CO₂ зменшується, у випадку (2) і (3) – зростає.

1.7 (9-1995). SO₃⁻ існує, SF₆ – існує, а SCl₆ – не існує; CrO₃ – існує, CrCl₆ – не існує; PbO₂⁻ існує, PbF₄ – існує, а PbI₄ – не існує; RuO₄ – існує, а RuF₈ – не існує.

1.8 (9-2000). А) Радіус атома Натрію більший, оскільки частинка має один електрон на третьому рівні, тоді як зовнішні електрони йона Mg^{2+} належать другому рівню.

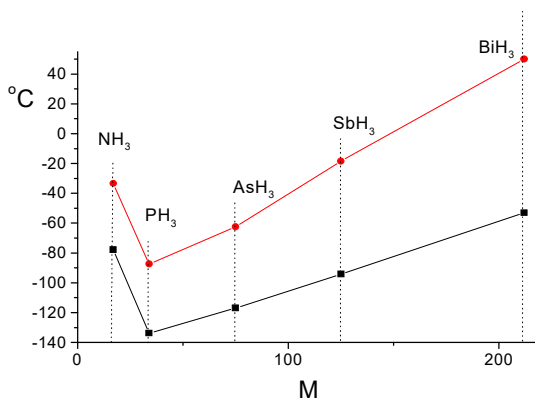
Б) Радіус Cl^- більший, оскільки частинки ізоелектронні, а заряд ядра Хлору менший.

В) Радіус O^{2-} більший (причина аналогічна вказаній у п. Б).

Г) Радіус атома Нітрогену більший, оскільки число рівнів і підрівнів у атома Нітрогену та Оксигену, заповнених електронами, однакове, а заряд ядра Нітрогену менший.

1.9. (9-2000). 1. Відносні молекулярні маси речовин:

Речовина	NH_3	PH_3	AsH_3	SbH_3	BiH_3
M_r	17	34	75	125	212



2. Згідно даних графіка отримуємо такі результати: $t_{кип}(BiH_3) = 50$ °C; $t_{пл}(BiH_3) = -53$ °C.

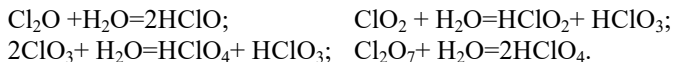
3. Температури плавлення та кипіння амоніаку виявляються значно вищими за ті, які були б у разі лінійної залежності для всіх гідридів EH_3 . Цей ефект зумовлений наявністю міжмолекулярних водневих зв'язків в амоніаку (зв'язок N–H значною мірою полярний на відміну від практично неполярних зв'язків P–H, As–H та ін.)

1.10 (10-1992). Процес гідратації екзотермічний, дисоціації – ендотермічний. В першому випадку переважає частка процесу гідратації порівняно з другим, поскільки в останньому випадку значний надлишок води.

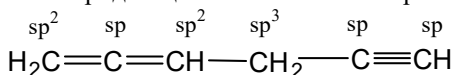
1.11 (10-1996).

Молекули, які здатні димеризуватися: ClO_2 , ClO_3 .

Взаємодія з водою:



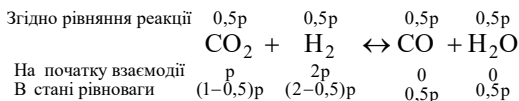
1.12 (10-2000). 1. Гібридизації кожного атома Карбону:



2. В утворенні σ – зв'язку ($\text{C}_3\text{-C}_4$) приймають участь sp^2 -електронна орбіталь (C_3) та sp^3 -електронна орбіталь (C_4).

2. ХІМІЧНА КІНЕТИКА ТА РІВНОВАГА.

2.1 (9-1992). 1. Якщо представити тиск вихідної системи 3р, то зменшення тиску CO_2 складе 0,5р. На основі умови задачі та рівняння реакції можемо записати тиск усіх компонентів в стані рівноваги:



2. Знаходимо константу рівноваги:

$$K_p = \frac{P_{\text{CO}} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}}{P_{\text{CO}_2} \cdot P_{\text{H}_2}} = \frac{0,5р \cdot 0,5р}{0,5р \cdot 1,5р} \approx 0,33$$

2.2 (9-1995).

1. Швидкість реакції: $V = kC^2(\text{NO}) \cdot C(\text{O}_2) = kр^2(\text{NO}) \cdot р(\text{O}_2)$,

де $C(\text{NO})$ і $C(\text{O}_2)$ – молярні концентрації NO і O_2 ; k – константа швидкості реакції; $р(\text{NO})$ і $р(\text{O}_2)$ – парціальні тиски NO і O_2 .

2. При збільшенні вихідного тиску в два рази концентрації реагуючих речовин теж зростуть в два рази:

$$V_1 = kC^2(\text{NO}) \cdot C(\text{O}_2); \quad V_2 = k2^2C^2(\text{NO}) \cdot 2C(\text{O}_2) = 8kC^2(\text{NO}) \cdot C(\text{O}_2) = 8V_1.$$

Швидкість реакції зросте у вісім разів.

3. При підвищенні температури на 40°C швидкість реакції зросте в 16 разів:

$$\frac{V(t_2)}{V(t_1)} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}} = 2^{\frac{40}{10}} = 2^4 = 16.$$

4. Оскільки при підвищенні тиску в два рази швидкість реакції зростає в вісім разів, то необхідно змінити температуру так, щоб швидкість зменшилась у вісім разів:

$$\frac{V(t_2)}{V(t_1)} = 2^{\frac{\Delta t}{10}} = \frac{1}{8}; \quad \Delta t = -30 (^{\circ}\text{C}).$$

Необхідно понизити температуру на 30°C .

2.3 (9-1995). 1. Рівняння реакції $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$.

Знаходимо кількості речовин компонентів газової суміші в стані рівноваги:

$$v(\text{COCl}_2) = \frac{m(\text{COCl}_2)}{M(\text{COCl}_2)} = \frac{198 \text{ г}}{99 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль};$$

$$v(\text{CO}) = \frac{m(\text{CO})}{M(\text{CO})} = \frac{56 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} = 2 \text{ моль};$$

$$v(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{M(\text{Cl}_2)} = \frac{71 \text{ г}}{97,5 \text{ г/моль}} = 1 \text{ моль}.$$

2. Для утворення 2 моль COCl_2 в реакцію вступає 2 моль CO і 2 моль Cl_2 . Вихідні кількості речовини CO та Cl_2 :

$$v_0(\text{CO}) = 2 + 2 = 4 \text{ (моль)}; \quad v_0(\text{Cl}_2) = 2 + 1 = 3 \text{ (моль)}.$$

Вихідні концентрації CO і Cl_2 :

$$C_0(\text{CO}) = v_0(\text{CO})/V = 4/10 = 0,4 \text{ (моль/л)};$$

$$C_0(\text{Cl}_2) = v_0(\text{Cl}_2)/V = 3/10 = 0,3 \text{ (моль/л)}.$$

3. Знаходимо рівноважні концентрації компонентів газової суміші:

$$[\text{COCl}_2] = 2/10 = 0,2 \text{ (моль/л)}; \quad [\text{CO}] = 2/10 = 0,2 \text{ (моль/л)};$$

$$[\text{Cl}_2] = 1/10 = 0,1 \text{ (моль/л)}.$$

4. Константа рівноваги дорівнює

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,2}{0,2 \cdot 0,1} = 10 \text{ (моль}^{-1} \cdot \text{л)}.$$

5. Загальний тиск у посудині становить:

$$p = \frac{vRT}{pV} = \frac{v p_0 V_m T}{p V T_0} = \frac{5 \text{ моль} \cdot 101,325 \text{ кПа} \cdot 22,4 \text{ л/моль} \cdot 600 \text{ К}}{10 \text{ л} \cdot 273 \text{ К}} = 2494 \text{ кПа}.$$

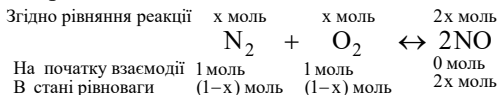
6. Парціальні тиски компонентів в стані рівноваги

$$p(\text{CO}) = p(\text{COCl}_2) = \frac{2}{5} p = 997,6 \text{ (кПа)}; \quad p(\text{Cl}_2) = \frac{1}{5} p = 498,8 \text{ (кПа)}.$$

7. Вихід COCl_2 в об'ємних відсотках:

$$\eta(\text{COCl}_2) = \frac{v_{\text{пр.}}(\text{COCl}_2)}{v_{\text{теор.}}(\text{COCl}_2)} \cdot 100 \% = \frac{2 \text{ моль}}{3 \text{ моль}} \cdot 100 \% = 66,67 \%.$$

2.4 (9-1998). 1. Прийемо вихідну суміш, що містить по 1 моль азоту та кисню, прореагувало x моль кожного компоненту. Тоді рівняння реакції з прийнятими позначеннями матиме вигляд:



2. Згідно рівняння реакції та відомої K_p складаємо рівняння:

$$K_p = \frac{[p(\text{NO})]^2}{p(\text{N}_2) \cdot p(\text{O}_2)} = \frac{\left(\frac{v(\text{NO}) \cdot RT}{\sum V} \right)^2}{\frac{v(\text{N}_2) \cdot RT}{\sum V} \cdot \frac{v(\text{O}_2) \cdot RT}{\sum V}} = \frac{[v(\text{NO})]^2}{v(\text{N}_2) \cdot v(\text{O}_2)};$$

$$\frac{(2x)^2}{(1-x) \cdot (1-x)} = 0,0035.$$

В результаті розв'язку: $x=0,030$.

3. В стані рівноваги:

$$v(\text{N}_2) = v(\text{O}_2) = 1 - 0,03 = 0,97 \text{ (моль)}; \quad v(\text{NO}) = 2x = 0,06 \text{ (моль)}.$$

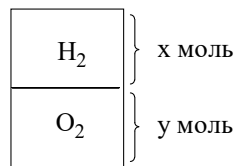
$$\varphi(\text{N}_2) = \varphi(\text{O}_2) = \frac{v(\text{речовини})}{v(\text{суміші})} = \frac{0,97}{(0,97 + 0,97 + 0,06)} = 0,485;$$

$$\varphi(\text{NO}) = 0,03.$$

2.5 (9-1999). 1. Введемо позначення і представимо схематично дану суміш:

2. Молярна маса суміші:
 $M(\text{суміші}) = d \cdot V_m = 1,12 \cdot 22,4 \approx 25,09 \text{ (г/моль)}.$

3. Згідно рівняння Клапейрона-Менделєєва:
 $pV = \nu RT.$



$$v(\text{суміші}) = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \text{ атм} \cdot 5 \text{ л}}{1 \text{ атм} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 273 \text{ К} \cdot 298 \text{ К}} \approx 0,205 \text{ моль}$$

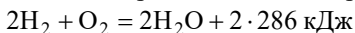
4. Маса суміші:

$$m(\text{суміші}) = \nu M = 0,205 \text{ моль} \cdot 25,09 \text{ г/моль} = 5,142 \text{ г}.$$

5. Згідно умови задачі, введених позначень і проведених розрахунків складаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 0,205 \\ 2x + 32y = 5,14 \end{cases}$$

В результаті розв'язку: $x=v(\text{H}_2)=0,04715 \text{ моль}$, $y=v(\text{O}_2)=0,1579 \text{ моль}$. Згідно отриманих даних та рівняння реакції:



в надлишку є кисень. Тоді $v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2) = 0,04715$ моль.

6. Кількість виділеної теплоти:

$$Q = v \cdot Q_m = 0,04715 \cdot 286 = 13,5 \text{ кДж.}$$

7. Після реакції в бомбі залишилось

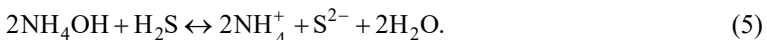
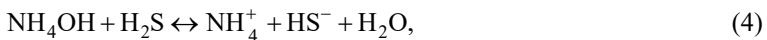
$$v(\text{O}_2) = 0,1579 - \frac{0,04715}{2} = 0,134 \text{ (моль).}$$

Якщо знехтувати об'ємом рідкої води і тиском її парів при даній температурі, то кінцевий тиск буде рівний

$$p = \frac{vRT}{V} = \frac{0,134 \text{ моль} \cdot 1 \text{ атм} \cdot 22,4 \text{ л/моль} / 273 \text{ К} \cdot 298 \text{ К}}{5 \text{ л}} = 0,65 \text{ атм.}$$

2.6 (10-1995).

Запишемо відповідні рівняння дисоціації і хімічних реакцій:



Константи рівноваг відповідно дорівнюють

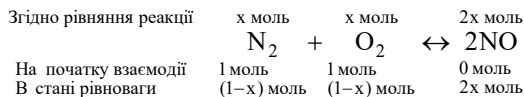
$$K_1[\text{H}_2\text{S}] = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 10 \cdot 10^{-7}; \quad K_2[\text{H}_2\text{S}] = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} = 2,5 \cdot 10^{-18};$$

$$K(4) = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]} = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]} \cdot \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]} = \\ = \frac{K(\text{NH}_4\text{OH}) \cdot K_1[\text{H}_2\text{S}]}{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]} = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 1,0 \cdot 10^{-7}}{10^{-14}} = 1,8 \cdot 10^2;$$

$$K(5) = \frac{[\text{NH}_4^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]^2 \cdot [\text{H}_2\text{S}]} = \frac{[\text{NH}_4^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]}{[\text{NH}_4\text{OH}]^2 \cdot [\text{H}_2\text{S}]} \cdot \frac{[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{OH}^-]^2}{[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{OH}^-]^2} = \\ = \frac{K^2(\text{NH}_4\text{OH}) \cdot K_1[\text{H}_2\text{S}] \cdot K_2[\text{H}_2\text{S}]}{[\text{H}^+]^2 \cdot [\text{OH}^-]^2} = \frac{(1,8 \cdot 10^{-5})^2 \cdot 1,0 \cdot 10^{-7} \cdot 2,5 \cdot 10^{-18}}{(10^{-14})^2} = 8,1 \cdot 10^{-7}.$$

Оскільки, $K(4) > 1$, а $K(5) < 1$, то рівновага реакції (4) буде зміщена вправо, а реакції (5) – вліво.

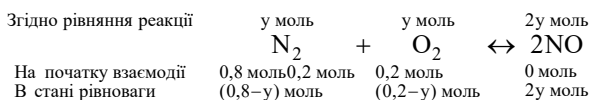
2.7 (10-1996). 1. Розглянемо стехіометричну суміш азоту та кисню:



2. Розраховуємо x (одночасно це і вихід реакції) використовуючи константу рівноваги:

$$K = \frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]} = \frac{4x^2}{(1-x)^2} = 3,5 \cdot 10^{-3} . \text{ Звідки } x=0,0287 \text{ або } 2,87 \% .$$

3. Розглянемо вихід NO з повітря (20 % O_2 та 80 % N_2):



4. Наступний розрахунок з використанням константи рівноваги:

$$K = \frac{[NO]^2}{[N_2] \cdot [O_2]} = \frac{4y^2}{(0,8-y) \cdot (0,2-y)} = 3,5 \cdot 10^{-3} .$$

Звідки $y=0,0114$, а вихід $0,0114/0,2=0,057$ або 5,7 %.

2.8 (10-1997). 1. Концентрації речовин згідно умови задачі:

$$C(CO) = \frac{v(CO)}{V(CO)} = \frac{m(CO)}{M(CO) \cdot V(CO)} = \frac{0,3}{28 \cdot 10} = 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ (моль/л);}$$

$$C(CO_2) = \frac{v(CO_2)}{V(CO_2)} = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2) \cdot V(CO_2)} = \frac{0,9}{44 \cdot 10} = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ (моль/л);}$$

$$C(O_2) = \frac{v(O_2)}{V(O_2)} = \frac{m(O_2)}{M(O_2) \cdot V(O_2)} = \frac{1,6}{32 \cdot 10} = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ (моль/л).}$$

2. Наступні розрахунки згідно отриманих результатів показують, що склад, зазначений в умові задачі, не відповідає умовам рівноваги:

$$\frac{[C(CO)]^2 \cdot C(O_2)}{[C(CO_2)]^2} = \frac{(1,07 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 5,00 \cdot 10^{-3}}{(2,05 \cdot 10^{-3})^2} = 1,36 \cdot 10^{-3} > 1 \cdot 10^{-15} (K_{\text{рівн}})$$

3. При просуванні системи до рівноважного складу концентрація CO_2 збільшиться.

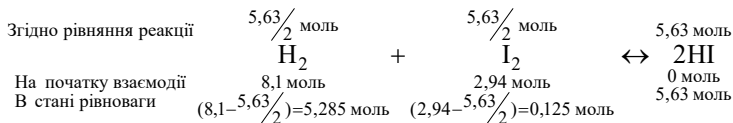
2.9 (10-1998). 1. Кількість речовини HI:

$$v(HI) = \frac{m(HI)}{M(HI)} = \frac{721}{128} \approx 5,63 \text{ (моль).}$$

2. Кількість речовини H_2 : $v(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{16,2}{2} = 8,10 \text{ (моль).}$

3. Кількість речовини I_2 : $\nu(I_2) = \frac{m(I_2)}{M(I_2)} = \frac{746}{254} \approx 2,94$ (моль).

4. Рівняння реакції та відповідні розрахунки на його основі:



5. Константа рівноваги:

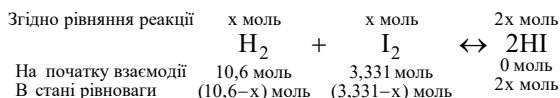
$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{\left(\frac{5,63}{1000}\right)^2}{\left(\frac{5,285}{1000}\right) \cdot \left(\frac{0,125}{1000}\right)} = 48,0$$

6. Після введення додаткових кількостей водню та йоду:

$$\nu(H_2) = \frac{m(H_2)}{M(H_2)} = \frac{16,2 + 5}{2} = 10,60 \text{ (моль).}$$

$$\nu(I_2) = \frac{m(I_2)}{M(I_2)} = \frac{746 + 100}{254} \approx 3,331 \text{ (моль).}$$

7. Рівняння реакції та відповідні розрахунки на його основі після введення додаткових кількостей водню та йоду:



8. Підставляємо отримані дані в рівняння константи рівноваги:

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{1000}\right)^2}{\left(\frac{10,6 - x}{1000}\right) \cdot \left(\frac{3,331 - x}{1000}\right)} = 48,0.$$

В результаті розв'язку і знаходження маси іодоводню отримуємо біля 820 г HI.

2.10 (10-1999). 1. Швидкість реакції:

$$V = k[НВг]^a \cdot [O_2]^b; \quad \frac{V}{k} = [НВг]^a \cdot [O_2]^b.$$

Звідси розмірність:

$$\left[\frac{V}{k}\right] = \frac{\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}}{\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}} = \text{моль}^2 \cdot \text{л}^{-2}.$$

Таким чином, $(a+b)=2$.

2. Якщо суміш займає об'єм V л і містить по x моль HBr та O_2 :

$$V_1 = k[\text{HBr}]_1^a \cdot [\text{O}_2]_1^b = k\left(\frac{x}{V}\right)^a \cdot \left(\frac{x}{V}\right)^b = k\left(\frac{x}{V}\right)^{a+b}.$$

3. При введенні в систему HBr :

$$[\text{HBr}]_2 = 3x/2V; \quad [\text{O}_2]_2 = x/2V.$$

$$V_2 = k\left(3x/2V\right)^a \cdot \left(x/2V\right)^b = k \frac{3^a}{2^{a+b}} \cdot \left(\frac{x}{V}\right)^{a+b}.$$

4. Відношення швидкостей:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{k \frac{3^a}{2^{a+b}} \cdot \left(\frac{x}{V}\right)^{a+b}}{k \left(\frac{x}{V}\right)^{a+b}} = \frac{3^a}{2^{a+b}} = \frac{3^a}{2^2} = 0,75. \text{ Звідки } a = 1; b = 1.$$

5. При введенні в систему O_2 :

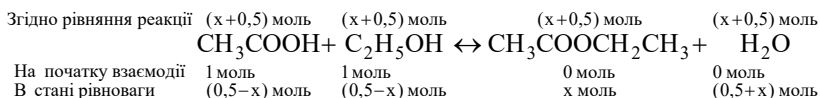
$$[\text{HBr}]_3 = x/3V; \quad [\text{O}_2]_3 = 5x/3V. \quad V_3 = k \frac{x}{3V} \cdot \frac{5x}{3V} = k \frac{5}{9} \cdot \left(\frac{x}{V}\right)^2.$$

6. Відношення швидкостей:

$$V_1 : V_2 : V_3 = 1 : \frac{3}{4} : \frac{5}{9} = 1 : 0,75 : 0,56 = 1,80 : 1,35 : 1.$$

7. Поскільки згідно розрахунків це реакція другого порядку, то механізм реакції, що їй відповідає - б).

2.11 (11-1993). 1. Введемо позначення: всього утворилось $(x + 0,5)$ моль етилацетату, з яких $0,5$ моль вилучили. Рівняння реакції:



2. У стані рівноваги концентрації: етилацетату - x/V моль/л; оцтової кислоти - $(0,5-x)/V$ моль/л; етилового спирту - $(0,5-x)/V$ моль/л; води - $(0,5+x)/V$ моль/л.

3. Запишемо рівняння

$$K_p = \frac{[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{x \cdot (0,5 + x)}{(0,5 - x) \cdot (0,5 - x)} = 4$$

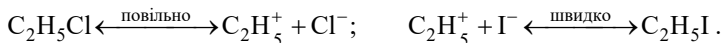
Звідки, $x=0,27$ (моль/л). Таким чином, усього вступило в реакцію по $0,5 + 0,27 = 0,77$ (моль) вихідних речовин.

3. Ступінь перетворення дорівнює

$$\eta = \frac{v_{\text{пр.}}}{v_{\text{теор.}}} \cdot 100\% = \frac{0,77 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} \cdot 100\% = 77\%$$

2.12 (11-1994). Для реакції хлоретану з калій іодидом можна написати два механізми.

Механізм 1.

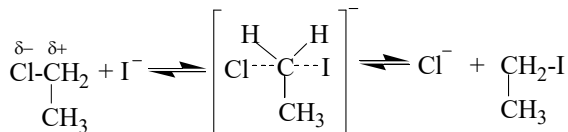


Реакція відбувається за дві стадії. Перша стадія – повільна, за якої оборотно дисоціює хлоретан на етил-катион і хлорид-аніон, а друга стадія полягає в швидкій взаємодії етил-катиона з іодид-аніоном. Швидкість реакції визначається тільки швидкістю першої стадії і тому залежатиме від концентрації хлоретану, але не від концентрації калій іодиду:

$$V = k \cdot C(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}) \quad (1)$$

де k – константа швидкості реакції.

Механізм 2. За цим механізмом реакція відбувається за одну стадію. Атака іодид-іону на Карбон відбувається одночасно з виходом хлорид-іона. Це означає, що зв'язок Карбон-Іод утворюється одночасно з розривом зв'язку Карбон-Хлор:



Швидкість реакції залежить від концентрації обох реагентів, оскільки йони йоду стикаються з молекулами хлоретану:

$$V = k \cdot C(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}) \cdot C(\text{KI}) \quad (2)$$

У загальному вигляді можна записати, що швидкість реакції

$$V = k \cdot C^a(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}) \cdot C^b(\text{KI}) \quad (3)$$

де a і b – порядок реакції відповідно за хлоретаном і калій іодидом. Сумарний порядок реакції є сумою порядків за відповідними реагентами.

Виходячи з дослідних даних, поданих в умові задачі, можна зробити висновок, що швидкість утворення іодетану пропорційна концентраціям як хлоретану (див. табл. рядки 3 і 4), так і калій іодиду (див. табл. рядки 3 і 4). Швидкість даної реакції згідно з основним законом хімічної кінетики для двох різних вихідних концентрацій реагентів дорівнює:

$$V_1 = k \cdot C_1^a(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}) \cdot C_1^b(\text{KI}); \quad V_3 = k \cdot C_3^a(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}) \cdot C_3^b(\text{KI}).$$

Оскільки константа швидкості реакції не залежить від концентрації реагуючих речовин, то

$$k = \frac{V_1}{C_1^a(C_2H_5Cl) \cdot C_1^b(KI)} = \frac{V_3}{C_3^a(C_2H_5Cl) \cdot C_3^b(KI)};$$

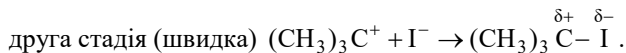
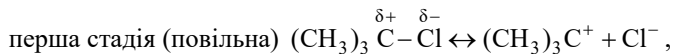
$$\frac{5,44 \cdot 10^{-10}}{0,1^a \cdot 0,01^b} = \frac{5,44 \cdot 10^{-9}}{0,1^a \cdot 0,1^b}. \text{ Звідки } b = 1. \text{ Аналогічно можна знайти, що } a = 1.$$

Константи швидкості відповідно дорівнюють $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 5,44 \cdot 10^{-7}$; $k_5 = 5,45 \cdot 10^{-7} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$.

Сумарний порядок реакції $a + b = 1 + 1 = 2$. Таким чином, реакція має загальний другий порядок і описується рівнянням (2). Звідки можна зробити висновок, що механізм реакції відповідає одностадійному процесу. Цей тип класифікують як нуклеофільне заміщення другого порядку - S_N2 (S – заміщення, N – нуклеофільне, 2 – порядок). Швидкості реакцій S_N2 заміщення простих алкілпохідних RX мають зменшуються в ряду: перв. $R >$ втор. $R >$ трет. R .

Низька швидкість реакції заміщення особливо третинних галогенідів пояснюється просторовими перешкодами, які створюються алкільними групами α -атома Карбону при наближенні атакуючого нуклеофілу з тильного боку.

Якщо замість хлоретану взяти 2-хлор-2-метилпропан, то реакція відбуватиметься за механізмом S_N1 :



Швидкість реакції визначається швидкістю перебігу першої (повільної) стадії, тобто вона буде пропорційна концентрації $(CH_3)_3C-Cl$: $V = k[(CH_3)_3CCl]$.

2.13 (11-1996). 1. Запишемо схему реакцій:



Результати титрування (концентрація кислоти в розчині, це і значення концентрації гідролізованого естеру – C_K) та концентрація естеру C_e ($C_e = 0,5 - C_K$) в момент часу t представлені в таблиці

t, хв	V _{дугу} , мл	C _к , моль/л	C _е , моль/л	W, моль · л ⁻¹ · с ⁻¹
1	9,2	9,2 · 1/100	0,408	1,38 · 10 ⁻³
2	16,3	16,3 · 1/100	0,337	1,14 · 10 ⁻³
3	22,5	22,5 · 1/100	0,275	0,93 · 10 ⁻³
5	34,0	34,0 · 1/100	0,160	?

2. Розрахунок порядку реакції можемо проводити залюбими двома результатами дослідження:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{kC_1^n}{kC_2^n} = \left(\frac{C_1}{C_2}\right)^n; \quad \frac{1,38 \cdot 10^{-3}}{1,14 \cdot 10^{-3}} = \frac{0,408}{0,337}; \quad 1,21 = (1,21)^n; \quad n=1.$$

3. Розраховуємо константу швидкості: $k = \frac{W}{C^n}$

$$k_1 = \frac{W_1}{C_1^n} = \frac{1,38 \cdot 10^{-3}}{0,408} \approx 3,38 \cdot 10^{-3} (\text{с}^{-1}); \quad k_2 = \frac{1,14 \cdot 10^{-3}}{0,337} \approx 3,38 \cdot 10^{-3} (\text{с}^{-1});$$

$$k_3 = \frac{0,93 \cdot 10^{-3}}{0,275} \approx 3,38 \cdot 10^{-3} (\text{с}^{-1}).$$

4. Швидкість гідролізу на 5-ту хвилину складає:

$$W_5 = kC_5 = 3,38 \cdot 10^{-3} \cdot 0,160 = 0,54 \cdot 10^{-3} (\text{моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{с}^{-1})$$

5. Молярна маса естеру:

$$M = \frac{m}{\nu} = \frac{m}{C \cdot V} = \frac{4,4}{0,5 \cdot 0,1} = 88 (\text{г/моль}).$$

2.14 (11-97).

1. Теплота, необхідна для доведення до кипіння 1 моль води:

$$Q = mC\Delta t = 18 \text{ г} \cdot 4,187 \frac{\text{Дж}}{\text{г} \cdot \text{К}} \cdot 100 \text{ К} = 7536,6 \text{ Дж}.$$

2. Енергія одного кванту інфрачервоного випромінювання:

$$E = h\nu = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1} = 1,98 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}.$$

3. Кількість квантів N інфрачервоного випромінювання, що необхідні для доведення до кипіння 1 моль води:

$$N = \frac{Q}{E} = \frac{7536,6 \text{ Дж}}{1,98 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}} \approx 3,81 \cdot 10^{23} (\text{квантів}).$$

2.15 (11-1999).

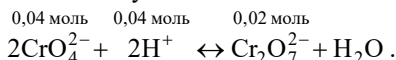
1. Згідно рівняння реакції: $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ можна розрахувати константу рівноваги:

$$K = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]^2 \cdot [\text{H}^+]^2} = \frac{0,02}{0,1^2 \cdot (6,9 \cdot 10^{-8})^2} = 4,20 \cdot 10^{14}.$$

2. Концентрація $[\text{H}^+]$ в розчині, розведеному в 10 разів:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]^2 \cdot K}} = \sqrt{\frac{0,02/10}{\left(\frac{0,1}{10}\right)^2 \cdot 4,2 \cdot 10^{14}}} = 2,18 \cdot 10^{-7} \text{ (моль / л)}.$$

3. Концентрація $[\text{H}^+]$ при введенні в розчин 0,02 моль H_2SO_4 (або 0,04 моль H^+). Оскільки константа рівноваги має велике значення можна проводити розрахунки з припущення, що введені йони H^+ повністю зв'язуються:



$$[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,02 + 0,02 = 0,04 \text{ (моль / л)}; [\text{CrO}_4^{2-}] = 0,1 - 0,04 = 0,06 \text{ (моль / л)}.$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{0,04}{0,06^2 \cdot 4,2 \cdot 10^{14}}} = 1,63 \cdot 10^{-7} \text{ (моль / л)}.$$

2.16 (11-2000). 1. Оскільки теплота утворення гідроген іодиду дорівнює 25,96 кДж/моль, а під час встановлення рівноваги в системі $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ поглинулося 20,41 кДж тепла, то утворилося

$$v(\text{HI}) = \frac{20,41}{25,96} = 0,786 \text{ (моль) гідроген іодиду. На його утворення}$$

витратили по 0,393 моль водню та йоду.

2. Рівноважна суміш містила

$$[(506,513 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 11,468 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3) : (698,6 \text{ К} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К})] = 1 \text{ моль газів.}$$

3. Враховуючи вихідні кількості водню $[\text{H}_2] = x$ моль та йоду $[\text{I}_2] = y$ моль/л, одержуємо рівняння:

$$x + y = 1 \tag{1}$$

4. Рівноважні концентрації в утвореній суміші дорівнюють:

$$[\text{HI}] = 0,786/11,468 \text{ моль/л, } [\text{H}_2] = (x - 0,393)/11,468 \text{ моль/л,}$$

$$[\text{I}_2] = (y - 0,393)/11,468 \text{ моль/л.}$$

5. Значення константи рівноваги описується рівнянням:

$$K_c = \frac{[0,786:11,468]^2}{[(x-0,393):11,468][(y-0,393):11,468]} = \frac{[0,786]^2}{(x-0,393)(y-0,393)}. \tag{2}$$

