Зміст завдань: Зазвичай включає тестові завдання з вибором однієї або кількох правильних відповідей, завдання на відповідність і послідовність, а також розрахункові чи відкриті задачі (на будову атома, хімічні формули, масові частки, прості та складні речовини)

Відносні атомні маси усіх елементів за виключенням Хлору у розрахунках брати з точністю до цілих.

Задача 1 (тести) (8 б)

1.У якій з речовин частка атомів неметалу є найвищою? **1б**

а) $NaNO_2$; б) $\mathbf{NH_4NO_3}$; в) $FeCl_3$; г) $Al_2(SO_4)_3$; д) $Cu(OH)_2$;

2.Серед перелічених металевих матеріалів назвіть просту речовину **1б**

а) бронза; б) сталь; в) чавун; г) **мідь**; д) латунь;

3.Яку сполуку спалили, якщо продуктами її згорання були CO_2, H_2O і N_2 **2б**

а) HNO_3; б) NH_3; в) $\mathbf{CH_3NH_2}$; г) C_2H_6; д) NH_4NO_2;

4. Елемент утворює оксид EO_3, молекулярна маса якого 100. Вкажіть порядковий номер цього елементу. **2б**

а) 16; б) **24**; в) 32; г) 42; д) 52;

5. До складу повітря входять кисень, азот, аргон і невелика кількість вуглекислого газу. Який з названих газів має найменшу густину? **2б**

а) кисень; б) **азот**; в) вуглекислий газ; г) аргон; д) густина газів однакова.

Задача 2 (4 б)

Обчисліть масу бронзової монети, що містить $6{,}02*10^{22}$ атомів Купруму та $6{,}02*10^{21}$ атомів Стануму.

Відповідь: Монета містить 0,1 моль Cu і 0,01 моль Sn **2б**

m = 0,1*64 + 0,01*119 = **7,59** г **2б**

Задача 3 (5 б)

У якій з речовин масова частка Оксигену буде найбільша?

1)$CaCO_3$ 2) $NaNO_3$ 3)Na_2SO_3 4) $MgSiO_3$

Відповідь: 1) ω(O) = (3*16)/(40+12+3*16) = 0.48 **1б**

2) ω(O) = (3*16)/(23+14+3*16) = 0.565 **1б**

3) ω(O) = (3*16)/(2*23+32+3*16) = 0.381 **1б**

4) ω(O) = (3*16)/(24+28+3*16) = 0.48 **1б**

Правильна відповідь **2) $\mathbf{NaNO_3}$** **1б**

Задача 4 (10 б)

Суміш алюміній оксиду та алюміній сульфату масою 12,0 г помістили у хімічний стакан, залили 0,5 л дистильованої води, ретельно перемішали і профільтрували. Осад, що залишився на фільтрі промили, висушили і зважили. Маса його зменшилася втричі у порівнянні з вихідною сумішшю. Знайти масову частку Алюмінію у вихідній суміші.

Відповідь:

Суміш - 12,0 г (Al_2O_3 + $Al_2(SO_4)_3$). Al_2O_3 у воді нерозчинний, залишиться на фільтрі.

Після висушування осаду м(Al_2O_3) = 12/3 = 4,0 г, а маса $Al_2(SO_4)_3$ = 12 - 4 = 8,0 г **2б**

Масові частки ω(Al_2O_3) = 4/12 = 0,333; ω($Al_2(SO_4)_3$) = 8/12 =0,667 **2б**

Масова частка ω(Al) в Al_2O_3 = 2*27/(2*27+3*16) = 0,5294 **2б**

Масова частка ω(Al) в $Al_2(SO_4)_3$ = 2*27/(2*27+3*(32+3*16))= 0,1580 **2б**

Масова частка ω(Al) в суміші

ω(Al) = 0,5294*1/3 + 0,1580*2/3 = 0,1765 + 0,1053 = 0,2818. **2б**

Задача 5 (12 б)

У мінералі доломіті масові частки Магнію і Кальцію становлять відповідно 13,04%, та 21,74%. Відомо, що співвідношення атомів Карбону і Оксигену у мінералі складає 1:3. Виведіть формулу мінералу і запишіть її у вигляді оксидів.

Відповідь:

Масова частка Карбону і Оксигену

ω1 = 1 - 0,1304 – 0,2174 = 0,6522 **2б**

При співвідношенні 1:3 масові частки С і О розподіляться як

12/(12+3*16) і 3*16/(12+3*16), тобто 0,2 і 0,8 **2б**

Тоді ω(C) = 0,2*0,6522 =0,13044

ω(O) = 0,8*0,6522 = 0,52176 **2б**

Формула мінералу $Mg_xCa_yC_zO_t$

X : Y : Z : T = 0,1304/24 : 0,2174/40 : 0,13044/12 : 0,52176/16 =

= 0,005433 : 0,05435 : 0,01087 : 0,03261 = 1 : 1 : 2 : 6 **4б**

Формула мінералу $MgCaC_2O_6$ або $MgO*CaO*2CO_2$ **2б**

Задача 6 (11 б)

У розчині нітратної кислоти HNO_3 співвідношення атомів Оксигену та Гідрогену становить 7:9. Знайти масову частку кислоти у розчині. Яку масу цього розчину і води треба взяти для приготування 200 г 20 % розчину?

Відповідь:

Нехай співвідношення молекул HNO_3 : H_2O становить 1 : x

Тоді співвідношення O : H буде (3+x) : (1+2x) = 7 : 9

Звідки x = 4 , тобто на 1 моль HNO_3 припадає 4 моль H_2O 4б

Маса HNO_3 = 63 г, маса H_2O = 4*18 = 72 г 2б

ω % (HNO_3) = 63/(63+72)*100 = 46,67% ; 2б

Для приготування 200 г 20 % розчину треба 200*0,20 = 40,0 г HNO_3 1б

У 100 г вихідного розчину міститься 46,67 г HNO_3

Отже треба взяти 100*40/46,67 = 85,71 г вихідного розчину 1б

і 200 - 85,71 = 114,29 г води. 1б

Варіанти розв'язків І етап 9 клас 2026-2027 н.р. Для кожного завдання прийнятний альтернативний шлях розв'язку та розрахунків

Завдання № 1

Багато солей в природі зустрічаються у вигляді кристалогідратів – сполук, які містять у своєму складі одну чи кілька молекул води. Відомо, що зразок природнього кристалогідрату глауберової солі, яка забруднена сульфатом калію, містить 11.5% натрію та 45.0% води.

1.1 Визначте формулу глауберової солі, якщо відомо, що це є кристалогідрат натрій сульфату.

1.2 Розрахуйте вміст (у % за масою) домішки сульфату калію в зразку.

1.3. Запропонуйте схему добування глауберової солі з простих речовин.

Варіант розв'язку

1.1. Глауберова сіль: $Na_2SO_4*nH_2O$ ***1 б***

Нехай маса забрудненого кристалогідрату становить 100 грам, тоді кількість речовини натрію буде: ***1 б***

$$\omega = 11.5\ \% = \frac{m\ (Na)}{100\ грам} \bullet 100\%$$

m(Na) = 11.5 грам

υ (Na) = m(Na) / Ar (Na) = 0.5 моль

Кількість речовини води буде: ***1 б***

$$\omega = 45.0\ \% = \frac{m\ (H_2O)}{100\ грам} \bullet 100\%$$

$m(H_2O)$ = 45.0 грам

$\upsilon\ (H_2O) = m(H_2O) / Mr\ (H_2O)$ = 2.5 моль

Встановлення формули глауберової солі: ***1 б***

Мольне співвідношення атомів натрію та молекул води в кристалогідраті буде $Na_2SO_4*nH_2O$ – 2 : n = 0.5 моль : 2.5 моль. Тоді n = 10.

Отже, глауберова сіль містить 10 молекул води: $Na_2SO_4*10H_2O$

1.2. Маса чистої глауберової солі в 100 грам забрудненого кристалогідрату становить: ***1 б***

$\upsilon\ (Na_2SO_4*10H_2O) = 0.5*\upsilon\ (Na)$ = 0.5 * 0.5 моль = 0.25 моль

Молярна маса глауберової солі: $Mr\ (Na_2SO_4*10H_2O)$ = 322

Маса чистої глауберової солі становить:

$m\ (Na_2SO_4*10H_2O) = \upsilon\ (Na_2SO_4*10H_2O)\ Mr\ (Na_2SO_4*10H_2O)$ = 80.5 грам

Вміст домішки сульфату калію в 100 грам забрудненого кристалогідрату становить: ***2 б***

m (*домішки* K_2SO_4) = 100 г - $m\ (Na_2SO_4*10H_2O)$ = 100 – 80.5 = 19.5 грам

$$\omega = \frac{m\ (K_2SO_4)}{100\ грам} \bullet 100\%$$

ω (*домішки* K_2SO_4) = 19.5% (*відповідь допускається в масових частках*)

1.3. Варіант синтезу глауберової солі з простих речовин: ***3 б***

2 Na + S = Na_2S

$Na_2S + H_2O_2 = Na_2SO_4 + H_2O$ (*допускається дія будь якого окисника*)
$Na_2SO_4 + 10\ H_2O = Na_2SO_4*10H_2O$

Завдання № 2

Розрахуйте, який об'єм природнього газу, що містить 96 об.% метану, необхідний для нагріву 2 л води на 21 ^{0}C. Відомо, що тепловий ефект горіння метану становить 892 кДж\моль, а для нагріву 1 кг води на один градус достатньо витратити 4.2 кДж. Напишіть термохімічне рівняння реакції горіння метану. Відповідь обґрунтуйте розрахунками; густину води прийняти за 1г\мл.

Варіант розв'язку

Термохімічне рівняння реакції горіння метану:

$CH_4 + O_2 = CO_2 + 2\,H_2O + 892$ кДж\моль ***2 б***

Густина води становить 1 г\мл, тому нагрів 2 л води тотожний нагріву 2 кг води і витрати тепла для нагріву на один градус становлять 2*4.2 = 8.4 кДж.

Тоді нагрів 2 л води на 25 градусів потребує: 21*8.4 = 176.4 кДж

2 б

Отже, згідно термохімічному рівнянню визначаємо кількість метану, яку треба спалити для забезпечення енергії в 176.4 кДж: ***2 б***

1 моль метану → забезпечує 892 кДж тепла

(***x***) моль метану → забезпечує 176.4 кДж тепла

x = 0.2 моль

Визначення необхідного об'єму метану: ***2 б***

V (CH_4) = ***x*** * **Vm** = 0.2 моль * 22.4 л\моль = 4.48 л

Визначення необхідного об'єму природного газу: ***2 б***

$$\varphi = \frac{V(CH_4)}{V(\text{природний газ})} \bullet 100\%$$

V (природний газ) = 4.48 л * 100% \ 96% = 4.67 л

Завдання № 3

В хімічній лабораторії юний хімік досліджував хімічну взаємодію двох хімічних сполук **А** і **Б**, розчин однієї з яких є забарвлений, в залежності від умов проведення реакції – досліджувалися зміна температури, природи розчинники, pH (кислотності середовища), тиску, молярне співвідношення сполук **А** і **Б**. Юний дослідник спостерігав утворення зеленого кольору в результаті проведення реакції між **А** і **Б** в умовах № 1; при перебігу реакції в умовах № 2 – було відмічено знебарвлення реакційної суміші, а при дії умов № 3 дослідник спостерігав утворення осаду та знебарвлення реакційної суміші.

3.1. Запропонуйте можливі хімічні формули сполук **А** і **Б** та опишіть зазначені умови проведення реакцій № 1,2,3 [приймаються також часткові варіанти відповіді: 1 реакція за одних умов; 2 реакції за двох різних умов].

3.2. Напишіть рівняння усіх запропонованих хімічних реакцій.

Варіант розв'язку

Обґрунтування вибору прикладів сполук **А** і **Б** ***1 б***

Багато неорганічних окисників в окисно-відновних реакціях змінюють кольори. Прикладом варіанту розв'язку можуть бути реакції за участю перманганату калію, водний розчин якого забарвлений (від рожевого при великих розведеннях до фіалкового у випадку високо-концентрованих розчинів). Отже, нехай забарвленою сполукою **А** буде калій перманганат, в сполукою **Б** буде відновник – наприклад, гідрогену пероксид (*допускається вибір будь якого відновника по відношенню до окисної дії калій перманганату*).

Використано водні розчини.

Пропоноване варіюванню умов – проведення реакцій при різному pH середовища (кислотності середовища):

Умова № 1: лужне середовище (pH > 7) ***2 б***

$$2\ KMnO_4 + H_2O_2 + 2\ KOH \rightarrow 2\ K_2MnO_4 + O_2 + 2\ H_2O$$

Спостереження (відповідність умові задачі): ***1 б***

Рожевий колір водного розчину вихідного калій перманганату переходить в смарагдово-зелений колір водного розчину продукту реакції – калій манганату.

Пропоноване варіюванню умов – проведення реакцій при різному pH середовища (кислотності середовища):

Умова № 2: кислотне середовище (pH < 7) ***2 б***

$$2\ KMnO_4 + 5\ H_2O_2 + 3\ H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 8\ H_2O + 5\ O_2$$

Спостереження (відповідність умові задачі): ***1 б***

Рожевий колір водного розчину вихідного калій перманганату повністю знебарвлюється, оскільки водні розчини продуктів реакції є без кольору.

Пропоноване варіюванню умов – проведення реакцій при різному pH середовища (кислотності середовища):

Умова № 3: нейтральне середовище (pH = 7) ***2 б***

$$2\ KMnO_4 + 3\ H_2O_2 \rightarrow 2\ MnO_2\downarrow + 3\ O_2 + 2\ KOH + 2\ H_2O$$

Спостереження (відповідність умові задачі): ***1 б***

Рожевий колір водного розчину вихідного калій перманганату переходить в безбарвний розчин продуктів реакції та випадає коричневий осад манган діоксиду.

Завдання № 4

При термічному розкладі 7.9 грам суміші двох нітратів **А** і **Б** отримали 2.4 грам сухого залишку **В**, який виявився індивідуальною бінарною сполукою з вмістом металу 70.0%.

4.1. Визначити та назвати сполуки **А, Б, В** та написати рівняння усіх описаних хімічних процесів, якщо відомо, що 1 моль нітрату **А** при термічному розкладі утворює 0.25 моль кисню. Обґрунтувати відповідними розрахунками.

4.2. Розрахувати склад суміші нітратів **А** і **Б** у відсотках.

4.3. Запропонуйте область застосування продуктів розкладу нітратів, які при н.у. є газами.

Варіант розв'язку

4.1. Встановлення сполуки **В**: ***2 б***

Серед бінарних сполук при розкладі нітратів можливе утворення лише оксидів. Отже, сполука **В** є оксидом металу: $\mathbf{Me_2O_x}$, де х є валентність металу. Тоді згідно формулі:

Визначаємо, що при валентності х = 3, металом є Ферум і сполука **В** є Fe_2O_3:

0.7 * (2*Ar (Me) + 16x) = 2*Ar (Me)

11.2x = 0.6 * Ar (Me)

18.67x = Ar (Me)

Ar (Me) = 56 при х = 3

$$\mathbf{\omega\ (Me) = 70\ \% = \frac{2 \bullet Ar\ (Me)}{Mr\ (Me_2O_x)} \bullet 100\%}$$

Встановлення **А** і **Б**: ***4.5 б***

Якщо в сухому залишку є виключно феруму (III) оксид, то можливі такі варіанти припущень:

1) Солі **А** та **Б** – є солями катіонів Феруму в різних ступенях окиснення – це є хімічно логічне припущення, але при обґрунтуванні його розрахунками буде негативний результат, тому можна оцінювати це припущення як частково правильне (***2б***) (*при належному обґрунтуванні*). Приклад обґрунтування:

*Кількість речовини утвореного феруму (III) оксиду: υ (Fe_2O_3) = 2.4 г \ 160 г\моль = 0.015 моль. Отже, загальна кількість речовини Феруму в нітратах ($Fe(NO_3)_x$) рівна 2 * υ(Fe_2O_3) = 0.03 моль.*

$4\ Fe(NO_3)_3 \rightarrow 2\ Fe_2O_3 + 12\ NO_2 + 3\ O_2$

$4\ Fe(NO_3)_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3 + 8\ NO_2 + O_2$

Нехай ферум (II) нітрату (Mr = 180) було $\underline{y}$ моль, тоді ферум (III) нітрату (Mr = 242) буде (0.3 – $\underline{y}$) моль. Складаємо рівняння: $180*\underline{y} + 242 * (0.3 - \underline{y}) = 7.9$, яке матиме розв'язок: $\underline{y} = 1.04$ – цього не може бути, оскільки кількість речовини ферум (III) нітрату є (0.3 – $\underline{y}$) моль! – отже, припущення не є вірне. Аналогічний результат дасть і розрахунок через дві змінні системою рівнянь.

2) Оскільки при розкладі нітрати металів завжди утворюють сухий залишок, який містить відповідний метал з одного боку, а з іншого боку – гіпотеза нітратів феруму (II) та (III) виявилась хибною, то логічно припустити, що катіоном в іншому нітраті **не є катіон металу**! Отже, інший нітрат є *нітрат амонію*, який при розкладі не утворює твердого залишку і не утворює кисню,

тому це є сполука **Б**, а сполука **А**, згідно наведених вище рівнянь реакцій термічного розкладу є *феруму (II) нітрат*:

Розклад нітрату **А**: $4\ Fe(NO_3)_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3 + 8\ NO_2 + O_2$

Розклад нітрату **Б**: $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2\ H_2O$

4.2. Встановлення складу суміші **А** і **Б**: ***2 б***

Кількість речовини сполуки **А** феруму (II) нітрату: $\upsilon\ (Fe(NO_3)_2) = 2 * \upsilon(Fe_2O_3) = 0.03$ моль. Маса солі: $m\ (Fe(NO_3)_2) = \upsilon(Fe(NO_3)_2) * Mr\ (Fe(NO_3)_2) = 0.03$ моль * 180 г\моль = 5.4 грам

Маса сполуки **Б** нітрату амонію: m (суміші нітратів) – $m\ (Fe(NO_3)_2) = 7.9$ г – 5.4 г = 2.5 г

Склад суміші (*може бути як в масових частках, так і у відсотках*):

$\omega\ (Fe(NO_3)_2) = m\ (Fe(NO_3)_2) * 100\% \setminus m$ (суміші) = 5.4*100%\7.9 = 68%

$\omega\ (NH_4NO_3) = m\ (NH_4NO_3) * 100\% \setminus m$ (суміші) = 2.5*100%\7.9 = 32%

4.3. Газуваті продукти термічного розкладу нітратів: ***1.5 б***

NO_2 – використовують при добуванні нітратної кислоти

O_2 – для дихання

N_2O – веселячий газ (при наркозі)

Завдання № 5

Продовжити та урівняти методом електронного балансу рівняння хімічних реакцій:

$NaOH + Cl_2$ (0 ^{0}C) →	**$K_2Cr_2O_7 + HCl$ →**
$NaOH + Cl_2$ (80 ^{0}C) →	**$I_2 + Na_2S_2O_3$ →**
$KBr + KBrO_3 + HCl$ →	**Fe + $AuCl_3$ (розчин) →**
Cu + H_2SO_4 (*концентрована*) →	**Au + $HNO_3 + HCl$ →**
Al + H_2O →	**Fe + H_2O (450 ^{0}C) →**

Варіант розв'язку

За кожне рівняння по ***1 б*** 1*10 = ***10б***

$2\ NaOH + Cl_2$ (0 ^{0}C) → NaCl + NaClO + H_2O *Ox: $Cl^0 + 1e = Cl^{-1}$ (k =1) Red: $Cl^0 - 1e = Cl^{+1}$ (k =1)*
$6\ NaOH + 3\ Cl_2$ (80 ^{0}C) → 5 NaCl + $NaClO_3$ + 3 H_2O *Ox: $Cl^0 + 1e = Cl^{-1}$ (k =5) Red: $Cl^0 - 5e = Cl^{+5}$ (k =1)*
5 KBr + $KBrO_3$ + 6 HCl → 3 Br_2 + 6 KCl + 3 H_2O *Ox: $Br^{+5} + 5e = Br^0$ (k =1) Red: $Br^{-1} - 1e = Br^0$ (k =5)*
Cu + $2\ H_2SO_4$ (*концентрована*) → $CuSO_4 + SO_2$ + 2 H_2O *Ox: $S^{+6} + 2e = S^{+4}$ (k =1) Red: $Cu^0 - 2e = Cu^{+2}$ (k =1)*
$2\ Al + 3\ H_2O$ → Al_2O_3 + 3 H_2 *Ox: $H^{+1} + 1e = H^0$ (k =2*3 = 6) Red: $Al^0 - 3e = Al^{+3}$ (k =2*1 = 2)*
$K_2Cr_2O_7$ + 14 HCl → 2 KCl + 2 CrCl3 + 3 Cl2 + 7 H2O *Ox: $Cr^{+6} + 3e = Cr^{+3}$ (k =1*2 = 2) Red: $Cl^{-1} - 1e = Cl^0$ (k =3*2 = 6)*
$I_2 + 2\ Na_2S_2O_3$ → 2 NaI + $Na_2S_4O_6$ *Ox: $I_2^0 + 2e = 2I^{-1}$ (k =1) Red: $2S_2^{+2} - 2e = S_4^{+2.5}$ (k = 1)*
3 Fe + 2 $AuCl_3$ (розчин) → 3 $FeCl_2$ + 2 Au *Ox: $Au^{+3} + 3e = Au^0$ (k = 2) Red: $Fe^0 - 2e = Fe^{+2}$ (k =3)*
Au + 3 HNO_3 + 4 HCl → H[$AuCl_4$] + 3 NO + 2 H_2O *Ox: $N^{+5} + 3e = N^{+2}$ (k = 3) Red: $Au^0 - 3e = Au^{+3}$ (k =1)*
3 Fe + 4 H_2O (450 ^{0}C) → Fe_3O_4 + 4 H_2 *Ox: $H^{+1} + 1e = H^0$ (k = 2+3*2 = 8)* *Red1: $Fe^0 - 2e = Fe^{+2}$ (k =1)* *Red2: $Fe^0 - 3e = Fe^{+3}$ (k =1*2 = 2)* В цьому випадку залізну окалину слід розглядати як змішаний оксид феруму, тобто як: **Fe_3O_4** тотожно **$FeO * Fe_2O_3$** Тобто гідроген окремо окиснює Fe^0 до Fe^{+2} і до Fe^{+3}

Варіанти розв'язків І етап 10 клас 2026-2027 н.р.

Хід розв'язку може відрізнятися від запропонованого

Задача 1 (8 балів)

0,5 л розчину $CuSO_4$ з густиною 1,15 г/см^3 випарили до сухого залишку та одержали 125 г мідного купоросу. Розрахуйте масову частку $CuSO_4$ у початковому розчині та молярну концентрацію розчину.

Маса розчину:

$$m_{р\text{-}ну} = \rho \cdot V_{р\text{-}ну} = 500 \cdot 1{,}15 = 575 \text{ (г)}$$

2б

Маса $CuSO_4$ у мідному купоросі (або перерахунок через кількість речовини):

$$\begin{array}{c} 125 \text{ г} \qquad\qquad x \text{ г} \\ CuSO_4 \cdot 5H_2O = CuSO_4 + 5H_2O \\ 250 \text{ г} \qquad\qquad 160 \text{ г} \end{array}$$

$$x = 80 \text{ г}$$

2б

Масова частка у розчині:

$$\omega(CuSO_4) = m(CuSO_4) / m_{р\text{-}ну} = 80 / 575 = 0{,}139 \text{ або } 13{,}9\%$$

2б

Молярна концентрація:

$$C = \nu / V, \quad \nu = m / M, \quad \nu = 80 / 160 = 0{,}5 \text{ (моль)}$$

$$C = 0{,}5 / 0{,}5 = 1 \text{ (моль/л)}$$

2б

Задача 2 (10 балів)

На повне спалювання 1 моль алкену необхідно 6 моль кисню. Про який алкен іде мова? Запишіть та назвіть ізомери цього алкену по IUPAC. Яка сполука утвориться при взаємодії цього н-алкену з хлороводнем. Запишіть рівняння реакції, назвіть продукт.

Рівняння горіння алкенів:

$$C_nH_{2n} + 1{,}5n\ O_2 = n\ CO_2 + n\ H_2O$$

З рівняння 1,5n = 6, звідси n = 4. Алкен – бутен.

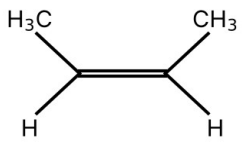
2б

Ізомери (1б за ізомер, 0,5 за назву, всього 6 балів):

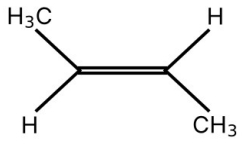
1. 1-бутен (бут-1-ен)

$$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$$

2. цис-2-бутен (цис-бут-2-ен)



3. транс-2-бутен (транс-бут-2-ен)



4. 2-метилпропен (ізобутилен / ізобутен)

$$CH_2=C(CH_3)–CH_3$$

Згідно правила Марковнікова:

$$CH_2=CH–CH_2–CH_3 + HCl \rightarrow CH_3–CHCl–CH_2–CH_3$$

2-хлорбутан

(1б реакція, 1б назва)

Задача 3 (8 балів)

Хімічна реакція проходить за схемою: $2A + B \rightarrow A_2B$ (вихідні речовини та продукти реакції газоподібні). Як зміниться швидкість реакції, якщо:

1) концентрацію речовини А збільшити у 2 рази;

2) концентрацію речовини В збільшити у 2 рази;

3) концентрації речовин А і В збільшити у 2 рази;

4) концентрацію речовини А збільшити у 2 рази, а концентрацію речовини В зменшити у 4 рази.

Рівняння швидкості:

$$V = k[A]^2[B]$$

Припустимо, що початкові концентрації рівні 1 моль/л (n моль/л).

2б

Швидкість реакції до змін (для пунктів 1–4) дорівнює:

$$V = k[1]^2[1] = 1$$

1) Швидкість реакції:

$$V_1 = k[2]^2[1] = 4$$

Швидкість зросте у 4 рази.

2) Швидкість реакції:

$$V_2 = k[1]^2[2] = 2$$

Швидкість зросте у 2 рази.

3) Швидкість реакції:

$$V_3 = k[2]^2[2] = 8$$

Швидкість зросте у 8 разів.

4) Швидкість реакції:

$$V_4 = k[2]^2[0,25] = 1$$

Швидкість не зміниться.

1,5б за кожен пункт

Задача 4 (12 балів)

Здійсніть перетворення. Визначте речовини X, A–E, якщо відомо, що речовина Д це слабка одноосновна кислота, а речовина X – сильний окиснювач. Запишіть відповідні рівняння реакцій.

$$X \xrightarrow{(t^\circ)} A + Б + O_2$$

$$Б + HCl \rightarrow B + Г\uparrow + H_2O$$

$$Г + H_2O \rightarrow Д + HCl$$

$$Г + KOH \xrightarrow{(t^\circ)} E + KCl + H_2O$$

Рівняння 1б за кожне, речовина 1б за кожну (11 балів), якщо все правильно + 1 бал.

$$2KMnO_4 \xrightarrow{(t^\circ)} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$$

$$Cl_2 + H_2O \rightleftarrows HCl + HClO$$

$$6KOH + 3Cl_2 = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$$

X – $KMnO_4$

A – K_2MnO_4

Б – MnO_2

B – $MnCl_2$

Г – Cl_2

Д – $HClO$

E – $KClO_3$

Задача 5 (12 балів)

66,2 г нітрату двовалентного металу середньої активності розкладається при нагріванні з утворенням 11,2 л газоподібних продуктів реакції. Визначте метал.

Запишіть рівняння розкладу нітрату, в результаті якого утворюються тільки оксиди.

Нітрати металів середньої активності розкладаються за рівнянням:

x моль 0,5 моль

$$2Me(NO_3)_2 = 2MeO + 4NO_2 + O_2\uparrow$$

2 моль 5 моль

3б

$$\nu_{газів} = V / V_m = 11,2 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,5 \text{ моль}$$

2б

З рівняння реакції:

$$\nu_{нітрату} = x = 2 \cdot 0,5 / 5 = 0,2 \text{ (моль)}$$

2б

Виразимо кількість речовини нітрату металу:

$$\nu_{нітрату} = m_{нітрату} / M = 66,2 / (Ar(Me(II)) + 124)$$

Прирівняємо:

$$66,2 / (Ar(Me(II)) + 124) = 0,2$$

Звідси Ar(Me) = 207. Me – Pb (свинець).

3б

Рівняння розкладу нітрату, в результаті якого утворюються тільки оксиди:

$$NH_4NO_3 = N_2O + 2H_2O$$

2б

LXI Всеукраїнська олімпіада з хімії, 1-й етап
11 клас.

1. «Вуглеводень» (10 балів)

Визначте структурну формулу вуглеводню складу $\mathbf{C_4H_6}$, якщо він приєднує 2 еквіваленти водню, реагує з аміачним розчином аргентум (I) гідроксиду. Який продукт утворює цей вуглеводень за умов реакції гідратації в присутності меркурій (II) сульфату?

1.1. Визначте структуру вуглеводню та напишіть рівняння відповідних реакцій.

1.2.Наведіть шість можливих структурні ізомери вуглеводню $\mathbf{C_4H_6}$ та назвіть їх.

Варіант розв'язку
(*допускаються альтернативні варіанти*)

1.1. Вуглеводень складу $\mathbf{C_4H_6}$ відноситься до алкінів, алкадієнів чи циклоалкенів (**0,5 б**).

Якщо він реагує з аміачним розчином аргентум (I) гідроксиду, то це алкін з кінцевим потрійним зв'язком. Тому це бут-1-ин (**1,0 б**).

Гідрування алкіну (**1 б**)

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH + 2H_2 \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3$

(якщо є гідрування алкадієну то воно теж оцінюється в **1 б**)

Реакція з реактивом Толенса (**1 б**)

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH + Ag(NH_3)_2OH \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CAg + H_2O + 2NH_3$

Реакція гідратації (**1 б**)

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH + H_2O$ (кат. $HgSO_4$) $\rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}C(O)\text{-}CH_3$

(якщо є гідрування алкадієну то вона оцінюється як частково вірна (відбувається не в присутності меркурій (II) сульфату) в **0,5 б**)

1.2. Структурні ізомери вуглеводню $\mathbf{C_4H_6}$. **(3 б** – по **0,5 б** за кожен ізомер з назвою**)**

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH$ бут-1-ин

$CH_3\text{-}C{\equiv}C\text{-}CH_3$ бут-2-ин

$CH_2{=}CH\text{-}CH{=}CH_2$ бут-1,3-дієн

$CH_2{=}C{=}CH\text{-}CH_3$ бут-1,2-дієн

 циклобутен

 3-метициклопропен

 1-метилциклопропен

2. «Рівновага» (5 балів)

Константа рівноваги реакції А+В $\leftrightarrow$ С+Д дорівнює 1. Вихідна концентрація А = 2 моль/л, В = 10 моль/л.

2.1. Визначте рівноважні концентрації А, В, С і Д.

2.2. Запропонуйте будь яку хімічну реакцію, що відповідає вказаному рівнянню.

Варіант розв'язку
(*допускаються альтернативні варіанти*)

2.1. Нехай до встановлення стану хімічної рівноваги прореагувало **x** моль речовини А, тоді згідно рівняння хімічної реакції прореагувало **x** моль речовини В та утворилося **x** моль речовини С і **x** моль речовини Д. (**1б**)
Рівноважні концентрації:
А = **2-x** моль/л
В = **10-x** моль/л
С = **x** моль/л
Д = **x** моль/л

$Кр = C_р(C)•C_р(Д)/C_р(A)•C_р(B) = x•x/(2-x)•(10-x) =1$ (**1б**)
x = 1,67 моль/л (**1б**)
Рівноважна концентрація А = 0,33 моль/л; (**0,5 б**)
Рівноважна концентрація В = 8,33 моль/л; (**0,5 б**)
Рівноважна концентрація С = 1,67 моль/л; (**0,5 б**)
Рівноважна концентрація Д = 1,67 моль/л. (**0,5 б**)

2.2. Будь яка хімічна реакція з вказаною стехіометрією, для якої можливий стан хімічної рівноваги (**1б**).

3. «Кристалогідрат» (10 балів)

Юний хімік приготував насичений розчин магній хлориду при температурі 100°С, масою 692 грами, і поступово охолодив його до 20°С. При охолодженні викристалізувався кристалогідрат магній хлориду (**$MgCl_2•6H_2O$**). Розчинність магній хлориду при 100°С 73 грами і при 20°С 54,5 грами.

3.1. Визначити масу кристалогідрату магній хлориду (**$MgCl_2•6H_2O$**), що викристалізується при охолодженні.

3.2. Визначте масову частку магній хлориду у розчині, що залишився після кристалізації кристалогідрату.

Варіант розв'язку
(*допускаються альтернативні варіанти*)

3.1. Визначимо вміст магній хлориду і води в 692 грамах насиченого розчину магній хлориду при температурі 100°С:
73 г $MgCl_2$ - 173 г розчину (*73 г солі в 100 г води відповідає 173 г розчину*)
x г $MgCl_2$ - 692 г розчину
x = 292 г $MgCl_2$ і 400 г води (**2 б**)
Якщо при охолодженні розчину до 20°С викристалізувалося **y** моль кристалогідрату, то в розчині залишилося (292-95y) грам магній хлориду та (400-6*18 =108y) грам води. (**3 б**)
Тоді:

54,5 г $MgCl_2$ - 154,5 г розчину
292-95y г $MgCl_2$ - (292-95y + 400-108y) г розчину
y = 2,05 моль
маса кристалогідрату $MgCl_2 \bullet 6H_2O$ рівна 416,15 г **(2 б)**
3.2. В розчині, що залишився після кристалізації кристалогідрату:
m ($MgCl_2$) = 97.25 г (це 292-95y г $MgCl_2$)
m (розчину) = 692-416,15 = 275,85 г
ω ($MgCl_2$) = 0,3525 (допускається відповідь у відсотках: 35,25 %) **(3 б)**

4. «Монохлорування» (10 балів)

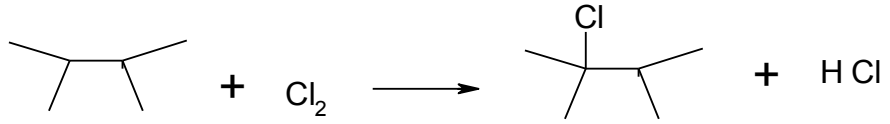
В результаті монохлорування вуглеводню складу **C_6H_{14}** утворюється переважно одна третинна монохлоропохідна, що має формулу **$C_6H_{13}Cl$**. Вихідний вуглеводень можна добути за реакцією Вюрца та реакцією Кольбе (електроліз водних розчинів солей карбонових кислот) без домішок побічних продуктів.

4.1.Визначте структурну формулу вуглеводню складу **C_6H_{14}**.

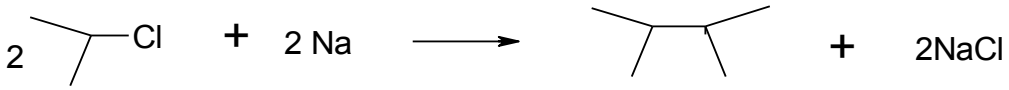
4.2.Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Варіант розв'язку
(*допускаються альтернативні варіанти*)

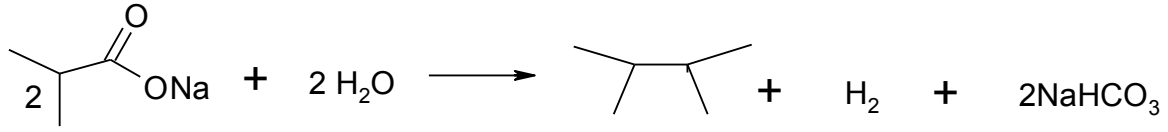
4.1. Вуглеводень складу **C_6H_{14}** відноситься до алканів (C_nH_{2n+2}). **(0,5 б)**
Якщо при його монохлоруванні утворюється третинна монохлоропохідна, то вуглеводень повинен містити третинний атом карбону. **(0,5 б)**
Цій умові відповідає 2,3-диметилбутан та 2-метилпентан. **(1 б)**
Враховуючи, що вихідний вуглеводень можна добути за реакцією Вюрца та Кольбе **без домішок побічних продуктів,** то цій умові відповідає тільки 2,3-диметилбутан **(1 б)**
4.2. Монохлорування вуглеводню **(2 б)**:



Одержання вуглеводню без домішок побічних продуктів:
Реакція Вюрца для 2-хлоропропану: **(2 б)**



Реакція Кольбе – електроліз водного розчину натрієвої солі 2-метилпропанової кислоти: **(3 б)**



5. **Ізомерні гідроксикислоти» (15 балів)**

При обробці кислоти **А** бромом при наявності фосфору утворюється сполука складу **$C_3H_4Br_2O$** (сполука **Б**), яка при взаємодії з водою перетворюється на речовину складу **$C_3H_5BrO_2$** (сполука **В**), що має кислотні властивості. При дії

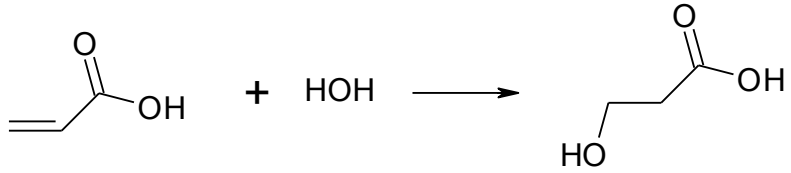
надлишку водного розчину лугу на $C_3H_5BrO_2$ і наступним підкисленням утворюється сполука **Г** складу $C_3H_6O_3$, яка також має кислотні властивості. При взаємодії акрилової кислоти (пропенової кислоти) з водою утворюється сполука складу $C_3H_6O_3$ – сполука **Д**, яка є ізомерна сполуці **Г**, і також має кислотний характер.

5.1.Визначте та назвіть речовини **А, Б, В, Г, Д**. Відповідь обґрунтуйте.

5.2.Напишіть рівняння реакцій наведених перетворень.

Варіант розв'язку
(*допускаються альтернативні варіанти*)

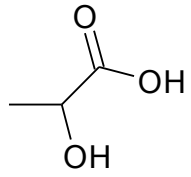
5.1. Реакція пропенової кислоти з водою утворює сполуку **Д** – 3-гідроксипропанову кислоту **(2 б)**



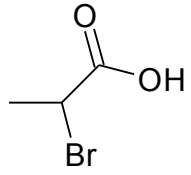
сполука **Д** – 3-гідроксипропанова кислота

(якщо приєднання написано згідно правилу Марковникова, то відповідь оцінювати як частково правильну в **1 б**)

Сполука **Г** є ізомером сполуки **Д** і також має кислотні властивості. Це може бути 2-гідроксипропанова кислота або метоксиетанова кислота. Враховуючи, що сполука **Г** утворюється гідролізом бромпохідної кислоти **В**, то сполуці **Г** відповідає 2-гідроксипропанова кислота (молочна кислота) **(2 б)**

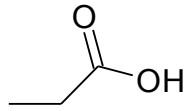


сполука **Г** – 2-гідроксипропанова кислота (молочна кислота)

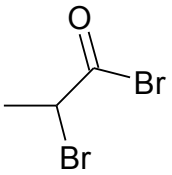


сполука **В** – 2-бромопропанова кислота

Очевидно, кислота **А** є пропановою кислотою, яка на першій стадії зазнає бромування карбонового ланцюгу в 2-положенні та заміни ОН-групи в кислотній групі з утворенням сполуки **Б** **(2 б)**

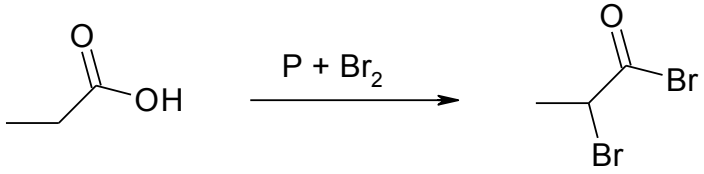


сполука **А** –пропанова кислота

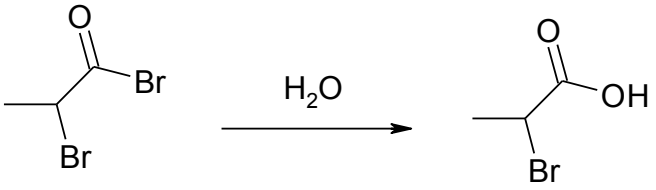


сполука **Б** – бромангідрид 2-бромопропанової кислоти

5.2. Взаємодія пропанової кислоти (сполука **А**) з фосфором і бромом (реакція Геля-Фольгарда-Зелінського) утворює сполуку **Б**: бромангідрид 2-бромопропанової кислоти $\mathbf{C_3H_4Br_2O}$: **(3 б)**



Гідроліз бромангідриду 2-бромопропанової кислоти (сполука **Б**) приводить до утворення сполуки **В**: 2-бромопропанової кислоти $\mathbf{C_3H_5BrO_2}$ **(2 б)**



Лужний гідроліз 2-бромопропанової кислоти (сполука **В**) з наступним підкисленням утворює 2-гідроксипропанову кислоту (сполука **Г**) **(2 б)**

