

$$M(\text{MeH}) = (x + 1) \text{ г / моль} ; M(\text{MeOH}) = (x + 17) \text{ г / моль} .$$

2. Маса розчину зменшується за рахунок водню, який виділяється:

$$m(\text{H}_2) = 0,2 \text{ г}; \quad v(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{0,2 \text{ г}}{2 \text{ г / моль}} = 0,1 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}_2) = v(\text{MeH}) = v(\text{MeOH}) = 0,1 \text{ моль}.$$

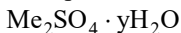
3. Масова частка MeOH в утвореному розчині:

$$W(\text{MeOH}) = \frac{m(\text{MeOH})}{m_p}; \quad 0,0238 = \frac{0,1(x + 17)}{100 + 0,1(x + 1) - 0,2};$$

звідки $x = 6,9$ г/моль. Така молярна маса відповідає елементу Літію. Вихідна сполука – літій гідрид LiH.

4.3 (8-1994). 1. Сильнолужний розчин утворюється, якщо в розчині луг, тобто $\text{Me}(\text{OH})_x$, де Me - Li, Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba.

Оскільки після нейтралізації утворена сіль містить Сульфур, то найбільш імовірно, що утворюються сульфати. Сульфати лужноземельних металів малорозчинні (CaSO_4 , BaSO_4) у воді. Тому в розчині при нейтралізації повинні утворитись сульфати лужних металів, які при випарюванні води здатні утворювати кристалогідрати :



2. Масова частка Сульфуру в кристалогідраті:

$$W(\text{S}) = \frac{A_r(\text{S})}{M_r(\text{Me}_2\text{SO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O})}; \quad 0,0994 = \frac{32}{2x + 96 + 18y},$$

де x – відносна атомна маса металу; y – число молекул води. В результаті розв'язання цього рівняння дістанемо $y = 0,1111(113-x)$.

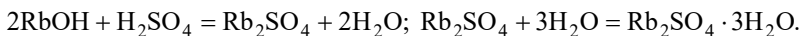
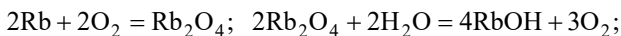
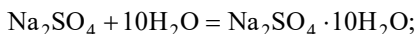
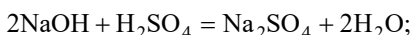
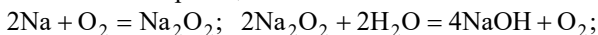
Далі розв'язок шукаємо варіативно. Підставляємо в одержане рівняння значення відносних атомних мас лужних металів.

x	7	23	39	85	133
y	11,8	10	8,2	3,0	-2,2

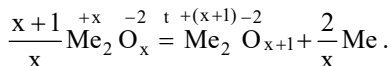
Знайдені результати наведені в таблиці. Таким чином, умову задачі задовольняють два розв'язки:

X - Na, Rb; **Y** – 10 або 3.

3. Рівняння реакцій:



4.4 (8-1994). 1. Введемо позначення: Me - невідомий метал; x - валентність металу у вихідному оксиді; y - відносна атомна маса металу. Складемо рівняння реакції розкладу оксиду невідомого металу:

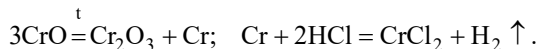


2. За умовою в кислоті розчиняється 25,5 % утвореної суміші. Це менша частина і, виходячи з рівняння реакції, це повинен бути метал. Складаємо рівняння:

$$0,255 = \frac{y \cdot \frac{2}{x}}{2y + 16(x+1) + y \cdot \frac{2}{x}}; \text{ звідки } y = \frac{4,08x^2 + 4,08x}{1,49 - 0,51x}.$$

Далі розв'язок шукаємо варіативно. При $x = 1 \Rightarrow y = 8,3$ - розв'язку немає. При $x = 2 \Rightarrow y = 52$ - розв'язок є. Це хром - Cr; $A_r(\text{Cr}) = 52$.

3. Рівняння реакцій:



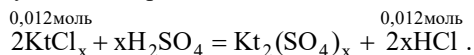
4.5 (8-1994). 1. Знаходимо молярну масу невідомої кислоти:

$$M(\text{HAn}) = \frac{m(\text{HAn})}{v(\text{HAn})} = \frac{0,438 \text{ г}}{0,012 \text{ моль}} = 36,5 \text{ г/моль}.$$

Таку молярну масу має хлороводень - HCl.

2. Вихідну речовину можемо записати у вигляді KtCl_x , де x - валентність невідомого катіона Kt.

Взаємодія KtCl_x з концентрованою сірчаною кислотою відбувається за рівнянням:



3. Знаходимо молярну масу невідомого хлориду:

$$M(\text{KtCl}_x) = \frac{m(\text{KtCl}_x)}{v(\text{KtCl}_x)} = \frac{0,894 \text{ г}}{0,012/x \text{ моль}} = 74,5x \text{ г/моль}.$$

При $x=1$: $M(\text{Kt})=39 \text{ г/моль}$.

Така молярна маса відповідає Калію. При $x > 1$ розв'язку немає. Таким чином, невідомі речовини: X - KCl, Y - HCl.

4.6 (8-1994). Задачу можна розв'язати кількома способами.

Перший спосіб.

1. Нехай 5,0 г безводного сульфату MSO_4 добавили до насиченого розчину, що містить 20,9 г солі MSO_4 в 100 г води. Маса вихідного

насиченого розчину дорівнює $100+20,9=120,9$ (г). Масова частка солі MSO_4 в насиченому розчині дорівнює

$$W(\text{MSO}_4) = 20,9/120,9 = 0,173.$$

2. Кінцева маса насиченого розчину (після осадження кристалогідрату $\text{MSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) дорівнює

$$m_p(\text{MSO}_4) = 120,9 + 5 - 8,855 = 117,045(\text{г}).$$

3. Маса солі в утвореному розчині дорівнює

$$m(\text{MSO}_4) = W(\text{MSO}_4) \cdot m_p(\text{MSO}_4) = 0,173 \cdot 117,045 = 20,249(\text{г}).$$

4. Маса солі, яка осаджена і ввійшла до складу кристалогідрату, дорівнює $m(\text{MSO}_4) = 20,9 + 5 - 20,249 = 5,651$ (г).

5. Масова частка солі в кристалогідраті дорівнює

$$m(\text{MSO}_4) = \frac{m(\text{MSO}_4)}{m(\text{MSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{5,671}{8,855} = 0,64.$$

6. Нехай x – відносна атомна маса невідомого металу. Тоді

$$A_r(\text{M}) = x, M_r(\text{MSO}_4) = x + 96; M_r(\text{MSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = x + 186.$$

Складемо рівняння:

$$0,64 = \frac{x + 96}{x + 186}, \quad \text{звідки} \quad x = 64.$$

Ця відносна атомна маса відповідає Купрум, а тому вихідна сіль-купрум(II) сульфат CuSO_4 .

Другий спосіб.

1. Масу вихідного розчину в загальному вигляді приймаємо за a г.

Масова частка солі в насиченому розчині дорівнює $20,9/120,9=0,173$. Маса солі MSO_4 в вихідному розчині дорівнює

$$m(\text{MSO}_4) = 0,173a \text{ г.}$$

2. Після додавання 5 г MSO_4 загальна маса солі становитиме

$$(0,173a + 5) \text{ г.}$$

3. Частина цієї солі залишилась у розчині, а частина виділилась у вигляді кристалогідрату $\text{MSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Маса розчину після осадження кристалогідрату дорівнює: $m(\text{MSO}_4) = a + 5 - 8,855 = (a - 3,855)(\text{г}).$

4. Маса солі MSO_4 в цьому розчині дорівнює

$$m(\text{MSO}_4) = W(\text{MSO}_4) \cdot m_p(\text{MSO}_4) = 0,173 \cdot (a - 3,855)(\text{г}).$$

5. Маса солі MSO_4 в кристалогідраті $\text{MSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ дорівнює

$$m(\text{MSO}_4) = W(\text{MSO}_4) \cdot m_p(\text{MSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{x + 96}{x + 186} \cdot 8,855.$$

6. Складемо рівняння:

$$0,173a + 5 = \frac{x + 96}{x + 186} \cdot 8,855 + 0,173(a - 3,855),$$

звідки $x = 64$, що відповідає $A_r(\text{Cu})$.

4.7 (8-1995). 1. Запишемо невідомий силікат у вигляді загальної формули $k\text{Li}_2\text{O} \cdot l\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{K}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$.

Введемо позначення: a, b, c, d - кількість речовини відповідно оксидів літію, натрію, калію та силіцію в 1,600 г силікату.

2. Складемо перше рівняння для сумарної маси всіх видів оксидів:

$$M(\text{Li}_2\text{O}) = 30 \text{ г/моль}; \quad M(\text{Na}_2\text{O}) = 62 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{K}_2\text{O}) = 94 \text{ г/моль}; \quad M(\text{SiO}_2) = 60 \text{ г/моль};$$

$$30a + 62b + 94c + 60d = 1,600.$$

3. Складемо друге рівняння для сумарної маси всіх хлоридів:

$$M(\text{LiCl}) = 42,5 \text{ г/моль}; \quad M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г/моль}; \quad M(\text{KCl}) = 74,5 \text{ г/моль};$$

$$42,5 \cdot 2a + 58,5 \cdot 2b + 74,5 \cdot 2c = 0,480, \text{ або } 85a + 117b + 149c = 0,480.$$

4. Складемо третє рівняння для сумарної маси Хлору:

$$35,5 \cdot 2a + 35,5 \cdot 2b + 35,5 \cdot 2c = 0,310, \text{ або } 71a + 71b + 71c = 0,310.$$

5. Складемо четверте рівняння для маси Калію: $39 \cdot 2c = 0,086$.

6. В результаті спільного розв'язування наведених рівнянь дістанемо:

$$a = 0,0021; \quad b = 0,0012; \quad c = 0,0011; \quad d = 0,0227.$$

7. Обчислимо вміст оксидів у силікаті:

$$W(\text{Li}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Li}_2\text{O})}{m(c)} = \frac{0,0021 \text{ моль} \cdot 30 \text{ г/моль}}{1,6 \text{ г}} = 0,0386 (3,86 \%);$$

$$W(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{O})}{m(c)} = \frac{0,0012 \text{ моль} \cdot 62 \text{ г/моль}}{1,6 \text{ г}} = 0,0465 (4,65 \%);$$

$$W(\text{K}_2\text{O}) = \frac{m(\text{K}_2\text{O})}{m(c)} = \frac{0,0011 \text{ моль} \cdot 94 \text{ г/моль}}{1,6 \text{ г}} = 0,0646 (6,46 \%);$$

$$W(\text{SiO}_2) = 1 - 0,0386 - 0,0465 - 0,0646 = 0,8503 (85,03 \%).$$

8. Визначимо формулу силікату:

$$k : l : m : n = v(\text{Li}_2\text{O}) : v(\text{Na}_2\text{O}) : v(\text{K}_2\text{O}) : v(\text{SiO}_2) =$$

$$= 0,0021 : 0,0012 : 0,0011 : 0,0227 \approx 4 : 2 : 2 : 41; \quad 4\text{Li}_2\text{O} \cdot 2\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{K}_2\text{O} \cdot 41\text{SiO}_2.$$

4.8 (8-1997). 1. Найбільш імовірно, що описані аніони оксигенвмісні, а **В** і є Оксигеном. Тоді **Х** – оксид невідомого елемента **Б** може мати формулу B_nO_2 , де n – валентність невідомого елемента.

2. Масова частка елемента Оксигену в сполуці **Х**:

$$W(O) = \frac{nA_r(O)}{M_r(B_2O_n)} = \frac{16n}{2A_r(B) + 16n} = 0,5634.$$

Звідки $A_r(B) = 6,2n$ при $n = 5$ отримуємо $A_r(B) = 31$; **Б** – Фосфор P; **А** – Н; **В** – О.

4.9 (8-1997). Молярна маса газу **Г**:

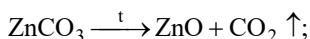
$$M(\Gamma) = \rho(\Gamma) \cdot V_m = 1,25 \text{ г/л} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 28 \text{ г/моль}.$$

Таку молярну масу мають кілька газуватих речовин, перевірка призводить до наступної відповіді: **А** – NH_3 ; **Б** – Cl_2 ; **В** – NH_3Cl ; **Г** – N_2 ; **Д** – HCl .

4.10 (8-1997).

1. Поскільки при прожарюванні виділяється газ з густиною за воднем 22, то $M(\text{газу}) = D(H_2) \cdot M(H_2) = 22 \cdot 2 \text{ г/моль} = 44 \text{ г/моль}$. Одна з можливих і реальних гіпотез – вуглекислий газ CO_2 . Отже, в суміші є цинк карбонат.

2. Кількість речовини CO_2 :

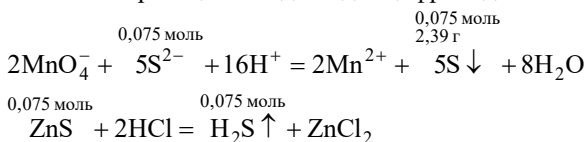


$$v(CO_2) = v(ZnCO_3) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} = \frac{2,184 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль}.$$

3. Проста речовина жовтого кольору – це сірка S, яка може утворитися при взаємодії калій перманганату з сульфурвмісною речовиною і ступінь окиснення Сульфуру повинен бути менше нуля. Таким чином, це найбільш імовірно – сірководень H_2S . Кількість речовини сірки:

$$v(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{2,39 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 0,75 \text{ моль}.$$

4. Рівняння реакцій та відповідні цифрові дані:



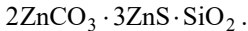
5. Маса та кількість речовини SiO_2 :

$$\begin{aligned} m(SiO_2) &= m(\text{руди}) - m(ZnCO_3) - m(ZnS) = \\ &= 15 - 0,05 \cdot 125 - 0,075 \cdot 97 = 1,5 \text{ (г)}. \end{aligned}$$

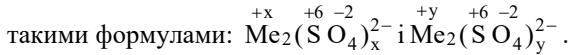
$$v(SiO_2) = \frac{m(SiO_2)}{M(SiO_2)} = \frac{1,5 \text{ г}}{60 \text{ г/моль}} = 0,025 \text{ моль}.$$

6. Склад руди:

$$v(\text{ZnCO}_3) : v(\text{ZnS}) : v(\text{SiO}_2) = 0,05 : 0,075 : 0,025 = 2 : 3 : 1.$$



4.11 (8-1998). 1. Введемо позначення: ступінь окиснення металу в сполуках $+x$ і $+y$. Тоді формули сульфатів можемо представити



2. Різниця молярних мас еквівалентів (ΔM_E) описаних сульфатів рівна згідно умови 8,67. Дану різницю представимо у формі такого рівняння:

$$\begin{aligned} \Delta M_E &= \left\{ [M_E(\text{Me}^{x+}) + M_E(\text{SO}_4^{2-})] - [M_E(\text{Me}^{y+}) + M_E(\text{SO}_4^{2-})] \right\} = \\ &= M_E(\text{Me}^{x+}) - M_E(\text{Me}^{y+}) = \frac{M(\text{Me}^{x+})}{x} - \frac{M(\text{Me}^{y+})}{y} = 8,67 \end{aligned}$$

$$\text{Або після спрощення: } M(\text{Me}) = \frac{8,67xy}{y-x}.$$

3. Проводимо варіативне розв'язування. Можливі значення ступенів окиснення $+(1-4)$, що і підставляємо почергово у отриману кінцеву формулу. Результати представлені в таблиці:

X ↓ ·· Y →	2	3	4
1	17,3	13,0	11,6
2	-	52,0	34,7
3	-	-	104,0

Єдина відповідь: метал хром, а відповідні сульфати – CrSO_4 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.

4.12 (8-1999). 1. Введемо позначення сполука **1** і **2**, відповідно молярні маси еквівалентів - $M_E(1)$ і $M_E(2)$. Тоді згідно введених позначень і умов задачі можемо записати таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} M_E(1) - M_E(2) = 18 \\ M_E(1) / M_E(2) = 1,95 \end{cases} \quad \text{Звідки } M_E(1) = 37, M_E(2) = 19. \text{ Поскільки один}$$

з елементів входить до складу другої групи, то це - метал, а його еквівалент повинен бути менше 19. Такій умові відповідають два елементи – Магній (12) та Берилій (4,5).

2. Якщо елемент – Берилій розв'язку подальшого нема, якщо - Магній, то молярна маса еквівалента неметалу в сполуці (2) рівна $(19-12)=7$ г/моль. В такому випадку єдиний розв'язок – Силіцій: $M(\text{Si}) = 7 \cdot 4 = 28$ (г/моль). Сполука (2) – Mg_2Si .

3. Молярна маса еквівалента неметалу в сполуці (1) рівна (37-12)=25 г/моль. В такому випадку єдиний розв'язок – Арсен: $M(\text{As}) = 25 \cdot 3 = 75$ (г/моль). Сполука (1) – Mg_3As_2 .

4.13 (8-1999). На основі схем перетворень можна встановити, що **B** – Сульфур, **D** – Гідроген, **C** – Оксиген. Тоді масова частка металу:

$W(\text{A}) = \frac{x}{x+96} = 0,398$. Звідки $x=64$. Отже, **A** – елемент Купрум, а метал – мідь.

4.14 (8-2000).

1. $M(\text{X}) = 1,9722,4 = 44$ (г/моль) (CO_2 , N_2O , C_4H_8 та ін.).

Припустимо, що $\text{X} = \text{N}_2\text{O}$, тоді $\text{A} = \text{NH}_4\text{NO}_3$.

2. $\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$.

3. $7\text{NH}_4\text{NO}_3 = 8\text{NO}_2 + 5\text{H}_2\text{O} + 6\text{NH}_3$ (нижче 200°C).

$2\text{NH}_4\text{NO}_3 = 2\text{N}_2 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ (вище 280°C).

4.15 (8-2000). 1. Залізо, манган, гафній, вугілля, мука, цукор.

2. Формула невідомої речовини - SbX_n . Кількість **X** рівна

$v(\text{X}) = nv(\text{Sb})$. Тоді, $\frac{97,6n}{122} = \frac{100 - 97,6}{M(\text{X})}$; $M(\text{X}) = \frac{3}{n}$; при $n=3$ $M(\text{X})=1$

г/моль; SbH_3 .

3. Зменшення розміру частинок речовини призводить до посилення її пірофорних властивостей. Це пояснюється зростанням швидкості реакцій окиснення за рахунок збільшення міжфазної поверхні тверде тіло - повітря.

4.16 (8-2000). 1. Може утворитися $\text{Cu}(\text{OH})_2$ або основна сіль $n\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot m\text{CuCl}_2$.

$\frac{64n + 64m}{98n + 135m} = 0,5967$; $n = 3m$; $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ або $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$.

2. $M(\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}) = 214,5$; $\Delta m = 214,5 \cdot 0,1259 = 27$ (г).

Це відповідає втраті 1,5 моль H_2O , тобто відбувається повна дегідратація солі:

$2\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl} = \text{Cu}_2\text{OCl}_2 + 2\text{CuO} + 3\text{H}_2\text{O}$.

4.17 (8-2000). 1. Перший газ – H_2 , другий – NH_3 .

$\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$.

$v(\text{Mg}) = v(\text{H}_2) = 0,772 : 2 = 0,3860$ (моль).

$v_0(\text{Mg}) = \frac{10,000}{24,31} = 0,4113$ (моль)

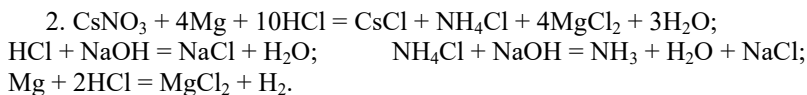
$v(\text{Mg}) = 0,4113 - 0,3860 = 0,0253$ (моль) – пішло на реакцію з нітратом:

$\text{NO}_3^- + 8e^- \rightarrow \text{NH}_4^+$; $\text{Mg} - 2e^- = \text{Mg}^{2+}$.

Тоді $v(\text{NO}_3^-) = 0,25v(\text{Mg}) = 0,25 \cdot 0,0253 = 0,00632$ (моль).

Нітрат – MeNO_3 ;

$$M(\text{Me}) = \frac{1,232}{0,006325} - 62 = 132,8 \text{ (г/моль)}. \text{ Метал – Cs, нітрат – CsNO}_3.$$



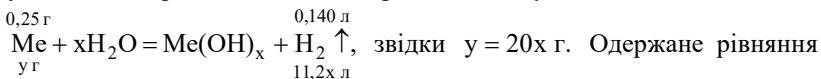
4.18 (8-2001). 1. Зі співвідношення ступенів окиснення можна запропонувати формули: 1) AB_2 і AB_3 або 2) AB_4 і AB_6 .

2. Позначимо відносну атомну масу **Б** через x , тоді $A_r(\text{A}) = 6,9x$.

3. Молярні маси сполук **В** і **Г** дорівнюють:

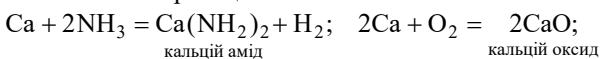
для випадку (1) $8,9x$ та $9,9x$ (г/моль); для випадку (2) $10,9x$ та $12,9x$ (г/моль), а їх відношення - $8,9x/9,9x = 0,899$; $10,9x/12,9x = 0,845$. З цього випливає, що формули такі: AB_4 і AB_6 . Елемент **Б** - галоген, оскільки Гідроген сполук AB_6 не утворює. Якщо **Б** - Флуор, то $A_r(\text{A}) = 131,1$ (Xe). Якщо **Б** - Хлор, то $A_r(\text{A}) = 245$ (Pu?). Але Pu не утворює PuCl_4 і PuCl_6 . Отже, **А** - Xe, **Б** - F, **В** - XeF_4 , **Г** - XeF_6 . (Можна припустити і відповідь: **А** - Pu, **Б** - Cl, **В** - PuCl_4 , **Г** - PuCl_6).

4.19 (9-1993). 1. Введемо позначення: x – валентність металу **Me**, y – його молярна маса. Рівняння реакції металу з водою:



розв'язуємо варіативно: при $x = 1$, $y = 20$ - розв'язку немає; при $x = 2$, $y = 40$ - розв'язок є. Невідомий метал – кальцій Ca, $A_r(\text{Ca}) = 40$.

2. Рівняння реакцій:



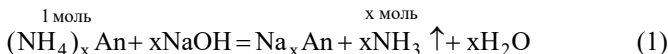
3. Кальцій добувають електролізом розплаву суміші кальцій хлориду та фториду.

4. Ізотопи Кальцію в природі: ${}^{40}_{20}\text{Ca}$, ${}^{42}_{20}\text{Ca}$, ${}^{43}_{20}\text{Ca}$, ${}^{44}_{20}\text{Ca}$, ${}^{46}_{20}\text{Ca}$, ${}^{48}_{20}\text{Ca}$.

Найбільш поширений нуклід ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ (96,97 %).

4.20 (9-1993).

1. Припустимо, що при дії лугу на сіль виділяється аміак (це газ **А**):

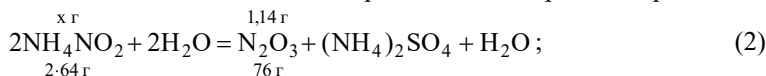


Якщо є 1 моль $(\text{NH}_4)_x \text{An}$, то утвориться x моль NH_3 масою $17x$ г.

2. Згідно з умовою $\frac{m(\text{A})}{m(\text{B})} = \frac{0,607}{1}$, або

$$\frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{B})} = \frac{0,607}{1}, \quad 17x \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{B})} = \frac{0,607}{1}, \quad m(\text{B}) = 28x. \quad \text{Якщо } x=1, \text{ то}$$

В - азот, а відповідна сіль амоній нітрит. Відповідні рівняння реакцій:



3. З рівняння (2) визначаємо масу амоній нітриту:

$$x = \frac{2 \cdot 64 \text{ г} \cdot 1,14 \text{ г}}{76 \text{ г}} = 1,92 \text{ г}.$$

4.21 (9-1994). 1. Введемо позначення: вихідна сіль може мати такий склад: $\text{Me}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$, або $\text{Me}_2(\text{HPO}_4)_3$.

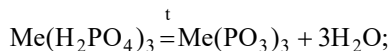
2. Під час прожарювання маса вихідної солі втрачається за рахунок виділення води. Тому

$$W(\text{H}_2\text{O}) = 0,1575 = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{X})}, \text{ де } m(\text{X}) - \text{ маса вихідної солі.}$$

3. Якщо взяти вихідну сіль масою 343 г, то

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,1575 \cdot 343 \text{ г} = 54 \text{ г}; \quad v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{54 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 3 \text{ моль.}$$

Отже, з одного моля вихідної солі утворюється 3 моль води. Це може бути тільки під час прожарювання дигідрофосфату:

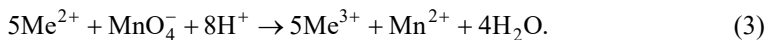


$$M[\text{Me}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3] = M(\text{Me}) + 3M[(\text{H}_2\text{PO}_4)^-] = M(\text{Me}) + 291 = 343.$$

Звідки $M(\text{Me}) = 52 \text{ г/моль}$, – Cr - хром. Формула вихідної солі $\text{Cr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$.

4.22 (9-1995). 1. Схеми описаних перетворень мають вигляд:





2. Знайдемо кількість речовини калій перманганату:
 $v(\text{KMnO}_4) = C(\text{KMnO}_4) \cdot V_p(\text{KMnO}_4) = 0,1 \text{ моль/л} \cdot 0,01 \text{ л} = 0,001 \text{ моль}.$

3. Згідно з рівнянням (3) знайдемо $v(\text{Mn}^{2+})$ в усьому розчині:

$$v(\text{Mn}^{2+}) = 4 \cdot 5v(\text{KMnO}_4) = 4 \cdot 5 \cdot 0,001 \text{ моль} = 0,02 \text{ моль}.$$

4. Згідно з рівняннями реакцій (1) і (2):

$$v(\text{Me}_2\text{O}_3) = 0,5v(\text{Me}^{3+}) = 0,5v(\text{Me}^{2+}) = 0,01 \text{ моль}.$$

5. Сумарна маса оксидів обох металів дорівнює $7,42 - 4,80 = 2,62 \text{ г}.$

6. Нехай x і y – відповідно молярні маси металів. Складемо рівняння: $0,01(2x + 48) + 0,01(2y + 48) = 2,62$. В результаті його розв'язання маємо $x + y = 83$. Умові задачі та цьому рівнянню відповідають елементи – Ферум та Алюміній: $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$; $M(\text{Al}) = 27 \text{ г/моль}.$

7. Знайдемо кількість речовини силіцій(IV) оксиду:

$$v(\text{SiO}_2) = \frac{m(\text{SiO}_2)}{M(\text{SiO}_2)} = \frac{4,8 \text{ г}}{60 \text{ г/моль}} = 0,08 \text{ моль}.$$

8. Визначаємо формулу мінералу:

$$x\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2; \quad x : y : z = v(\text{Me}_2\text{O}_3) : v(\text{SiO}_2) = 0,01 : 0,08 = 1 : 8;$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2.$$

9. Масові частки оксидів у мінералі:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = v(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 1,6 \text{ г};$$

$$W(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1,6 \text{ г} / 7,42 \text{ г} = 0,2156 (21,56 \%);$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = v(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ моль} \cdot 102 \text{ г/моль} = 1,02 \text{ г};$$

$$W(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1,02 \text{ г} / 7,42 \text{ г} = 0,1375 (13,75 \%);$$

$$W(\text{SiO}_2) = 4,8 \text{ г} / 7,42 \text{ г} = 0,6469 (64,69 \%).$$

4.23 (9-1995). Формула кристалогідрату барій хлориду має вигляд $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, де x – шукана величина. Щоб визначити формулу кристалогідрату, треба експериментально визначити масову частку води. Порядок виконання роботи такий:

1. Нагріваємо фарфорову чашку протягом кількох хвилин, щоб видалити леткі домішки, і охолоджуємо до кімнатної температури в ексикаторі.

2. Зважуємо фарфорову чашку.

3. Вносимо до чашки 2-5 г кристалогідрату і зважуємо.

4. Прожарюємо чашку з кристалогідратом, а потім охолоджуємо в ексикаторі до кімнатної температури і зважуємо.

5. Прожарювання з наступним зважуванням повторюємо кілька разів до сталого значення маси чашки з речовиною.

Нехай знайдено такі експериментальні результати: m_1 , m_2 , m_3 - маси (в г) відповідно фарфорової чашки, чашки з кристалогідратом, чашки з речовиною після прожарювання.

Масова частка води в кристалогідраті становить:

$$W(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} = \frac{xM_r(\text{H}_2\text{O})}{M_r(\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O})} = \frac{18x}{208 + 18x}.$$

Підставляємо експериментальні дані в це рівняння і знаходимо $W(\text{H}_2\text{O})$ і x .

4.24 (9-1997). 1. Оскільки водень виділяється на аноді, то розплав містить аніони H^- ($2\text{H}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$). Значить, речовина є гідридом.

2. У гідриді міститься Гідрогену

$$m(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}) = 2 \cdot \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} \cdot M(\text{H}) = 2 \cdot \frac{11,2}{22,4} \cdot 1 = 1 \text{ (г)}.$$

3. Маса невідомого елемента X: $m(\text{X}) = 8 - 1 = 7 \text{ (г)}$.

4. Згідно закону еквівалентів: $\frac{m(\text{X})}{m(\text{H})} = \frac{M_E(\text{X})}{M_E(\text{H})}$ отримуємо

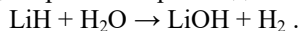
$$M_E(\text{X}) = M_E(\text{H}) \cdot \frac{m(\text{X})}{m(\text{H})} = 1 \cdot \frac{7}{1} = 7 \text{ (г/моль)}. M(\text{X}) = nM_E(\text{X}).$$

Можливі розв'язки та відповідні формули:

n	M(X), г/моль	Формула сполуки
1	7	LiH
2	14	N ₂ H ₄
3	21	-
4	28	SiH ₄

Задача має єдиний розв'язок: речовина – LiH.

7. Провести електроліз водного розчину літій гідриду неможливо, так як дана речовина розкладається водою:



Щодо електролізу, то його можна здійснити для розчину гідроксиду літію, що утворився.

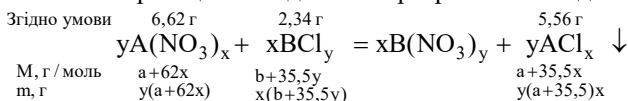
4.25 (9-1997). 1. Введемо позначення: $M(\text{A})=a$; $M(\text{B})=b$; заряд A – “+x”, заряд B – “+y”.

2. Маси вихідних речовин:

$$m[A(NO_3)_x] = W[A(NO_3)_x] \cdot m_{p-ny}[A(NO_3)_x] = 0,062 \cdot 100 = 6,62 \text{ (г)}.$$

$$m(BCl_y) = W(BCl_y) \cdot m_{p-ny}(BCl_y) = 0,039 \cdot 60 = 2,34 \text{ (г)}.$$

3. Рівняння реакції з вихідними та розрахованими даними:



4. Згідно записаного рівняння реакції $v[A(NO_3)_x] = v(ACl_x)$

можемо скласти наступне рівняння:

$$\frac{6,62}{a+62x} = \frac{5,56}{a+35,5x}. \text{ Звідки } a=103,5x. \text{ Підбором цілочисленних}$$

значень при $x=2$ отримуємо $a=207$, що відповідає молярній масі Плюмбуму Pb.

5. Аналогічно на основі аналізу рівняння реакції

$v(BCl_x) = \frac{y}{x} v(ACl_x)$ складаємо ще одне рівняння:

$$\frac{2,34}{b+35,5y} = \frac{y}{x} \cdot \frac{5,56}{(a+35,5x)} = \frac{y}{2} \cdot \frac{5,56}{(207+35,5 \cdot 2)}.$$

Звідки $b=23y$. Підбором цілочисленних значень при $y=1$ отримуємо $b=23$, що відповідає молярній масі Натрію Na (можливий також наближений варіант розв'язку при $y=3$, $b=69$ - Галій Ga; атомна маса 69,7). Таким чином, вихідні солі – $Pb(NO_3)_2$ та $NaCl$ ($GaCl_3$).

4.26 (9-1999).

1. З аналізу умови випливає, що А – H_2O (розчинник речовини Б); Б - NH_3 (молекула пірамідальна, лужний розчин $pH=11,85$), N_2 – (проста речовина, в молекулі потрійний зв'язок), Д – оксид невідомого елемента Х.

2. Згідно закону еквівалентів

$$\frac{m(D)}{m(N_2)} = \frac{M_E(D)}{M_E(N_2)} = 5,43. \quad M_E(N_2) = 28/6 \quad (2N^{-3} - 6e^- \rightarrow N_2)$$

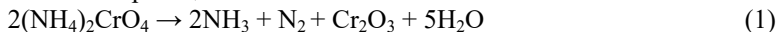
$$M_E(D) = 5,43 \cdot \frac{28}{6} = 25,34. \quad M_E(D) = M_E(X) + M_E(O) = 25,34.$$

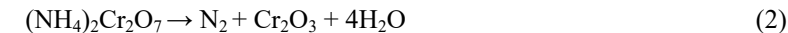
$$M_E(X) = 25,34 - 8 = 17,34. \quad M(X) = n \cdot M_E(X).$$

При $n=3$, $M(X)=52$, X – Хром Cr, а Д – хром(III) оксид Cr_2O_3 .

Солі $(NH_4)_2CrO_4$ та $(NH_4)_2Cr_2O_7$.

3. Рівняння реакцій:





4. $m_p(\text{NH}_3) = 35,8 \text{ мл} \cdot 0,977 \text{ г/мл} \approx 35,00 \text{ г}$.

$$m(\text{NH}_3) = 0,0486 \cdot 35,00 = 1,70 \text{ (г)}. \quad \nu(\text{NH}_3) = \frac{1,70}{17} = 0,1 \text{ (моль)}.$$

Отже, згідно рівняння реакції (1) та отриманих даних:

$$\nu(\text{NH}_3) = \nu[(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4] = 0,1 \text{ (моль)}.$$

5. $m(\text{H}_2\text{O}) = m_p(\text{NH}_3) - m(\text{NH}_3) = 35,00 - 1,70 = 33,30 \text{ (г)}$.

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{33,30}{18} = 1,85 \text{ (моль)}.$$

6. Поскільки утворена газова суміш містила 0,1 моль NH_3 , 1,85 моль H_2O та x моль N_2 , а молярна маса суміші рівна $M_c = 9,92 \cdot 2 = 19,84 \text{ г/моль}$, то можна записати наступне рівняння

$$m(\text{NH}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{N}_2) = m(\text{суміші}), \text{ або}$$

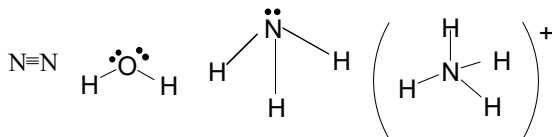
$$1,7 + 33,30 + 28x = 19,84(0,1 + 1,85 + x). \text{ Звідки } x = 0,45 \text{ (моль)}.$$

7. Згідно рівняння реакції (1) $\nu_1(\text{N}_2) = 0,5\nu(\text{NH}_3) = 0,05 \text{ (моль)}$. Тоді $\nu_2(\text{N}_2) = \nu(\text{N}_2) - \nu_1(\text{N}_2) = 0,45 - 0,05 = 0,40 \text{ (моль)}$. Отже, згідно (2) $\nu[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7] = \nu_2(\text{N}_2) = 0,4 \text{ моль}$.

8. $\chi[(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4] = \frac{0,1}{0,1 + 0,4} = 0,2 \text{ або } 20 \%$.

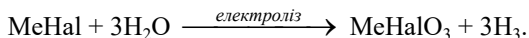
$$\chi[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7] = 1 - 0,2 = 0,8 \text{ або } 80 \%$$

9. Структурні формули:



10. Зменшення валентного кута в ряду NH_4^+ ($109,5^\circ$) - NH_3 ($107,3^\circ$) - H_2O ($104,5^\circ$) обумовлено відштовхуванням неподілених пар електронів.

4.27 (9-2000). 1. На катоді виділяється водень (0,5 моль), а на аноді - кисень (0,1 моль). У випадку електролізу однієї води $\nu(\text{H}_2) = 2\nu(\text{O}_2)$. Паралельно відбувається перетворення:



2. $\nu(\text{H}_2)$ (друга реакція) = $0,5 - 2 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ (моль)}$.

Тоді $\nu(\text{MeHal}) = 0,1 \text{ моль}$.

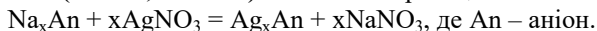
3. $m(\text{MaHal}) = 100 \cdot 0,0585 = 5,85 \text{ (г)}$. $M(\text{MaHal}) = 5,85 : 0,1 = 58,5 \text{ (г/моль)}$. Це галогенід - NaCl .

$$4. m(\text{NaClO}_3) = 0,1 \cdot M(\text{NaClO}_3) = 10,65 \text{ (г)}.$$

$$m(\text{розчину}) = 100 - m(\text{H}_2) - m(\text{O}_2) = 100 - 1 - 3,2 = 95,8 \text{ (г)}.$$

$$W(\text{NaClO}_3) = 10,65 : 95,8 = 0,1112, \text{ або } 11,12 \text{ \%}.$$

4.28 (9-2000, 10-1998). 1. Рівняння реакції:



2. Згідно закону еквівалентів

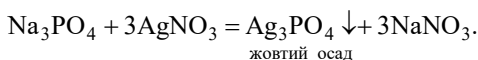
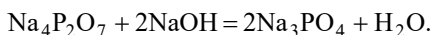
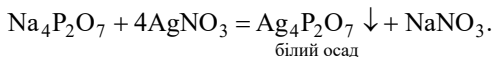
$$\frac{1,064}{E(\text{Na}) + E(\text{An})} = \frac{2,424}{E(\text{Ag}) + E(\text{An})}.$$

$$\text{Звідси } E(\text{An}) = 43,5.$$

3. Представимо формулу солі Na_xAn як $\text{Na}_x\text{D}_y\text{O}_n$.

$$W(\text{O}) = 16n : [23x + xE(\text{An})] = 0,2406n : x = 0,421.$$

$$n : x = 1,75 : 1 = 7 : 4. \text{ Отже, A - Na}_4\text{P}_2\text{O}_7.$$

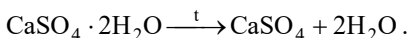
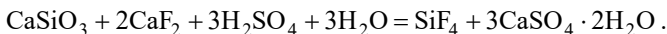


4.29 (9-2001).

1. $M(\text{Б}) = \rho \cdot V_m = 4,643 \cdot 22,4 = 104 \text{ (г / моль)}$; **Б** - XY_4 (тетраедрична молекула); **X** - Si (елемент другий за поширеністю в земній кулі). Тоді $M(\text{Б}) = M(\text{Si}) + 4M(\text{Y}) = 28 + 4M(\text{Y}) = 104$; звідки $M(\text{Y}) = 19$; - SiF_4 .

2. **A** - $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; масова частка води в кристалогідраті: $0,2093 = 18n / (136 + 18n)$; в результаті розв'язку $n=2$; **A** - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

3. Вихідна суміш: CaSiO_3 та CaF_2 . Рівняння реакцій:



4. Маси солей у вихідній суміші:

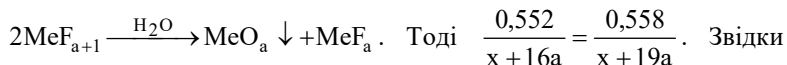
$$v(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} = \frac{5,16}{172} = 0,03 \text{ (моль)};$$

$$v(\text{CaSiO}_3) = \frac{1}{3} v(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,03}{3} = 0,01 \text{ (моль)};$$

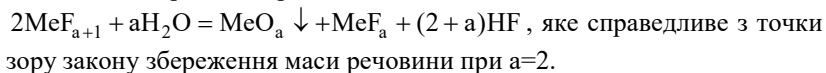
$$m(\text{CaSiO}_3) = v(\text{CaSiO}_3) \cdot M(\text{CaSiO}_3) = 0,01 \cdot 116 = 1,16 \text{ (г)};$$

$$m(\text{CaF}_2) = m(\text{суміші}) - m(\text{CaSiO}_3) = 2,72 - 1,16 = 1,56 \text{ (г)}.$$

4.30 (9-2001). 1. Введемо позначення: молярна маса невідомого металу $M(\text{Me})=x \text{ г/моль}$. Схема гідролізу:

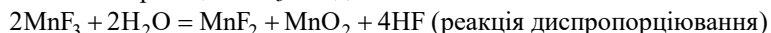


при $a=2$, $x=55$ г/моль. Метал – Mn. На розв’язок, що $a=2$ можна вийти і за допомогою рівняння реакції:



Сполуки: MnF_3 ; MnF_2 ; MnO_2 .

2. Рівняння реакції MeF_3 з водою:



3. Приклади реакцій, в яких MnO_2 є окисником або відновником:



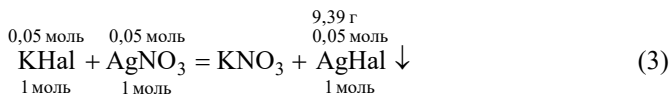
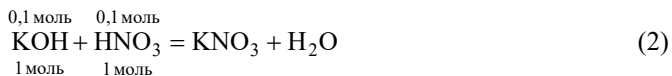
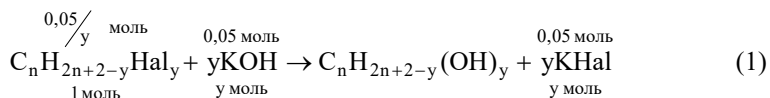
4.31 (9-2001). 1. Молярна маса невідомого газу: $M(X)=1,97 \cdot 22,4 = 44$ (г/моль). З відомих газів можливі варіанти - CO_2 , N_2O та ін.

Умові задачі задовольняє N_2O - газ-веселун. Тоді А - аміачна селітра - NH_4NO_3 . Це дуже цінне азотне добриво, яке широко використовується в с/г.



3. Суміш не можна перегрівати, тому що N_2O ендотермічна сполука і при нагріванні розкладається: $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + 2\text{O}_2$.

4.32 (10-1992). 1. Галогенопохідне насиченого вуглеводню позначимо, як $\text{C}_n\text{H}_{2n+2-y}\text{Hal}_y$. Рівняння реакцій:



2. Кількість речовини калій гідроксиду:

$$v(\text{KOH}) = C(\text{KOH}) \cdot V_p(\text{KOH}) = 1 \times 0,15 = 0,15 \text{ (моль)}.$$

3. Кількість речовини азотної кислоти:

$$v(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{W(\text{HNO}_3) \cdot m_p(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} =$$

$$= \frac{W(\text{HNO}_3) \cdot \rho_p(\text{HNO}_3) \cdot V_p(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{0,252 \cdot 1,15 \text{ г/мл} \cdot 21,74 \text{ мл}}{63 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

4. Оскільки кислотою нейтралізували 0,1 моль луку (реакція 2), то прореагувало 0,15-0,1=0,05 (моль) KOH.

5. Згідно рівнянь реакцій (1), (3)

$$v(\text{KOH}) = v(\text{KHal}) = v(\text{AgHal}) = 0,05 \text{ моль.}$$

6. Молярна маса AgHal:

$$M(\text{AgHal}) = \frac{m(\text{AgHal})}{v(\text{AgHal})} = \frac{9,39}{0,05} \approx 188 \text{ (г/моль).}$$

7. Молярна маса Hal:

$$M(\text{Hal}) = M(\text{AgHal}) - M(\text{Ag}) = 188 - 108 = 80 \text{ (г/моль). Це Бром.}$$

8. Молярна маса бромпохідного:

$$v(\text{C}_n\text{H}_{2n+2-y}\text{Br}_y) = \frac{v(\text{KOH})}{y} = \frac{0,05}{y} \text{ (моль);}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2-y}\text{Br}_y) = \frac{m(\text{C}_n\text{H}_{2n+2-y}\text{Br}_y)}{v(\text{C}_n\text{H}_{2n+2-y}\text{Br}_y)} = \frac{6,15 \cdot y}{0,05} = 123y.$$

9. Знаходимо формулу невідомої речовини:

$$12n + 2n + 2 - y = 80y = 123y.$$

При $y=1$, $n=3$. Формула - $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$.

Можливі ізомери – 1-бромпропан, 2-бромпропан.

4.33 (10-1993). 1. Молярна маса газової суміші дорівнює

$$M(c) = D(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 13 \cdot 2 \text{ г / моль} = 26 \text{ г / моль};$$

$$v(c) = \frac{m(c)}{M(c)} = \frac{1,95 \text{ г}}{26 \text{ г / моль}} = 0,075 \text{ моль.}$$

2. Оскільки для реакції обміну використовували NH_4Cl , то один з газів у суміші - аміак NH_3 . Позначимо другий газ у суміші через **X**. Знаходимо кількість речовини аміаку NH_3 і газу **X**:

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = W(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot m_p(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,1 \cdot 26,75 \text{ г} = 2,675 \text{ г};$$

$$v(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m(\text{NH}_4\text{Cl})}{M(\text{NH}_4\text{Cl})} = \frac{2,675 \text{ г}}{53,5 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль};$$

$$v(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{NH}_3) = 0,05 \text{ моль};$$

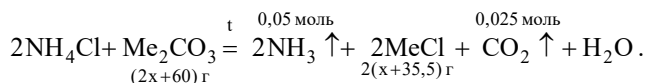
$$v(\text{X}) = v(c) - v(\text{NH}_3) = 0,075 - 0,05 = 0,025 \text{ моль.}$$

3. Об'ємні частки аміаку та невідомого газу дорівнюють

$$\varphi(\text{NH}_3) = \frac{\nu(\text{NH}_3)}{\nu(\text{c})} = \frac{0,05 \text{ моль}}{0,075 \text{ моль}} = 0,667; \quad \varphi(\text{X}) = 1 - 0,667 = 0,333.$$

4. На підставі знайдених результатів можна скласти рівняння $0,333y + 0,667 \cdot 17 = 26$, $y = 44$ (г/моль), - де y – молярна маса газу **X**. Така молярна маса відповідає найбільш імовірно, виходячи з умов завдання, вуглекислому газу CO_2 . Отже, невідома сіль **A** – карбонат лужного металу, оскільки реакція водного розчину лужна і при цьому реалізується співвідношення $\nu(\text{NH}_3) : \nu(\text{CO}_2) = 0,05 : 0,025 = 2 : 1$.

5. Рівняння реакції солі **A** з амоній хлоридом має вигляд



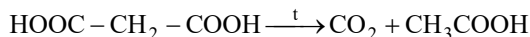
На підставі цього рівняння реакції та умови задачі складаємо рівняння $\frac{2(x+35,5)}{2x+60} = 1,104$. Звідки $x=22,9$. Невідомий метал – натрій, а сіль **A** – натрій карбонат Na_2CO_3 .

4.34 (10-1993). 1. Запишемо формулу кислоти **E** у вигляді $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ і встановимо її найпростішу формулу:

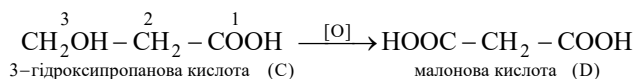
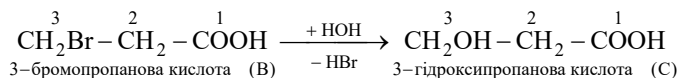
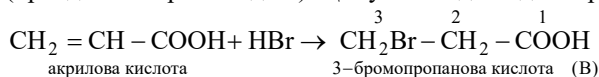
$$x : y : z = \frac{W(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{W(\text{H})}{A_r(\text{H})} : \frac{W(\text{O})}{A_r(\text{O})} = \frac{40,0}{12} : \frac{6,7}{1} : \frac{53,3}{16} = 3,33 : 6,7 : 3,33 = 1 : 2 : 1.$$

Цьому співвідношенню відповідає CH_3COOH – оцтова кислота, яка є леткою.

2. Речовиною **D** може бути маленова кислота, яка легко розкладається при нагріванні:



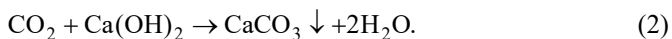
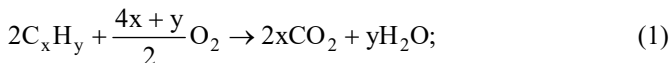
3. Логічно можна припустити, що вихідна речовина **A** – карбонова кислота, яка містить три атоми Карбону і має подвійний зв'язок (приєднання бромоводню). Цій умові відповідає акрилова кислота:



4.35 (10-1994). 1. Знаходимо кількість речовини невідомого вуглеводню C_xH_y :

$$v(C_xH_y) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{p \cdot V \cdot T_0}{p_0 \cdot V_m \cdot T} = \frac{1 \text{ атм} \cdot 0,2765 \text{ л} \cdot 273 \text{ К}}{1 \text{ атм} \cdot 22,4 \text{ л/ммоль} \cdot 337 \text{ К}} = 0,01 \text{ моль.}$$

2. Найімовірніше, що осад з вапняною водою утворювали почергово флуороводень і вуглекислий газ. Припустимо, що вуглекислий газ утворюється внаслідок спалювання вуглеводню в атмосфері кисню:



3. Кількість речовини кальцій карбонату:

$$v(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{5 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль.}$$

4. Згідно з рівнянням (1): $v(CO_2) = x \cdot v(C_xH_y) = 0,01x$ моль.

Згідно з рівнянням (2): $v(CO_2) = v(CaCO_3) = 0,05$ моль. Тоді можна записати, що $0,05 = 0,01x$, $x = 5$.

5. Кількість речовини кисню (газ Y) рівна

$$v(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ (моль).}$$

6. Згідно з рівнянням реакції (1), можемо скласти рівняння:

$0,01(10 + 0,5y) = 2 \cdot 0,05$, $y = 0$. Виходить, що вуглеводень не містить Гідрогену, але цього не може бути. Отже, вуглеводень спалили або в озоні, або атомарному кисні. Щоб однозначно це встановити, визначимо склад вуглеводню за реакцією його спалювання в атмосфері фтору з утворенням флуороводню, який, в свою чергу дає осад з вапняною водою:



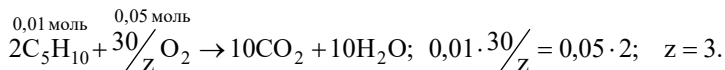
7. Знаходимо кількість речовини кальцій флуориду:

$$v(CaF_2) = \frac{m(CaF_2)}{M(CaF_2)} = \frac{3,9 \text{ г}}{78 \text{ г/моль}} = 0,05 \text{ моль.}$$

8. Згідно з рівняннями реакцій (3) і (4),

$$v(CaF_2) = 0,5 \cdot v(HF); \quad v(HF) = y \cdot v(C_5H_y); \quad 0,1 = 0,01y; \quad y = 10.$$

Отже, невідомий вуглеводень C_5H_{10} . Визначимо, в атмосфері якого газу утворюється вуглекислий газ:



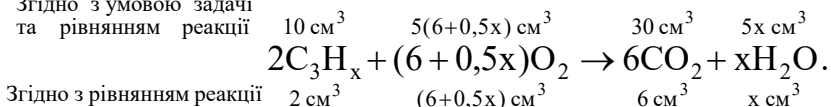
Таким чином, спалювання відбувалося в атмосфері озону – O₃.
Невідомі речовини:

X – фтор F₂, Y – озон O₃, невідомий вуглеводень – C₃H₁₀.

4.36 (10-1995).

1. Запишемо рівняння реакції згорання вуглеводню C₃H_x:

Згідно з умовою задачі
та рівнянням реакції



Згідно з рівнянням реакції

$$V(\text{CO}_2) = 30 \text{ см}^3; \quad V(\text{H}_2\text{O}) = 5x \text{ см}^3; \quad V(\text{O}_2) = 5(6 + 0,5x) \text{ см}^3.$$

2. Складемо рівняння, вважаючи, що вода буде в пароподібному стані:

$$30 + 5x - 10 - 5(6 + 0,5x) = 5, \quad x = 6. \quad \text{Отже, формула}$$

вуглеводню C₃H₆. Йому відповідають два ізомери – пропілен і циклопропан. Велике промислове значення має пропілен, який використовується для добування гліцерину, фенолу, поліпропілену та інших речовин.

3. Коли припустити, що вода перебуває в конденсованому стані, то розв'язок рівняння

$$30 - 10 - 5(6 + 0,5x) = 5$$

має від'ємне значення (x = -6), що не задовольняє умові задачі.

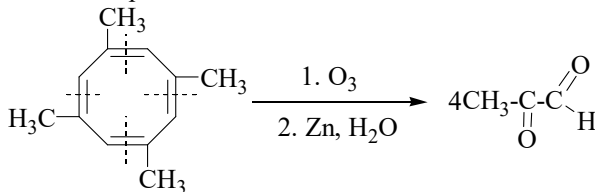
4.37 (10-1995).

1. Визначимо найпростішу формулу вуглеводню C_xH_y:

$$x : y = \frac{W(\text{C})}{A_r(\text{C})} : \frac{W(\text{H})}{A_r(\text{H})} = \frac{90}{12} : \frac{10}{1} = 7,5 : 10 = 3 : 4; \Rightarrow \text{C}_{3n}\text{H}_{4n}.$$

2. Складемо нерівність: 12 · 3n + 1 · 4n < 200, звідки x < 5.

Найімовірніша молекулярна формула вуглеводню C₁₂H₁₆, а з урахуванням поданих хімічних властивостей – це 1,3,5,7-тетраметил-1,3,5,7-циклооктатетраєн.



3. Рівняння реакції озонулізу 1,3,5,7-тетраметил-1,3,5,7-циклооктатетраєну:

Озонування призводить до утворення озонідів, які, як правило, не виділяють у чистому вигляді, а розкладають, гідролізуючи водою, і відновлюють цинком. Цю реакцію використовують для встановлення положення подвійних зв'язків в алкенах.

4.38 (10-1996). 1. Молярна маса газу **X**:

$M(X)=0,771 \cdot 22,4=17,3$ (г/моль). Це аміак.

2. Кількість речовини NH_3 при взаємодії **A** і **B**:

$$v(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} = \frac{4,42}{22,4} = 0,2 \text{ (моль)}.$$

3. Кількість речовини NH_3 при взаємодії **A** і $\text{Ca}(\text{OH})_2$:

$$v(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{1,70}{17} = 0,1 \text{ (моль)}.$$

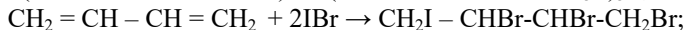
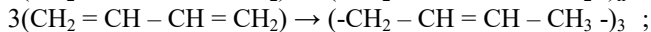
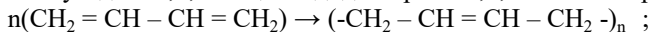
4. Поскільки в усіх випадках утворюється твердий продукт **B**, який повинен містити Ca^{2+} (дія $\text{Ca}(\text{OH})_2$) та Br^- (дія HBr), ми можемо прийти до висновку, що **B** – кальцій бромід CaBr_2 . Тому **A** – амоній бромід, а сполука **B** повинна містити Кальцій та Нітроген. Кількість речовини Нітрогену в складі **B** рівне 0,1 моль, тому що 0,1 моль аміаку виділяється, коли до 3,6 г **B** додають HBr . Поскільки при взаємодії **A** і **B** виділяється 0,2 моль аміаку, а **A** містить 0,1 моль Нітрогену (виділяє 0,1 моль аміаку при дії $\text{Ca}(\text{OH})_2$), то **B** – в наважці m_2 містить $0,2 - 0,1 = 0,1$ (моль) Нітрогену. Таким чином чином, наважка рівна 3,6 г, бо така ж при дії HBr утворює 0,1 моль аміаку.

5. Молярна маса **B** з врахуванням, що її кількість речовини рівна $0,1/n$, де n – число моль Нітрогену, яке містить один моль **B**: $3,6/0,1n$. При $n=2$ $M=72$ і це $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ – кальцій амід.

6. Наважка **A** рівна $m_1=98 \cdot 0,1=9,8$ (г).

4.39 (10-1997).

A - бутадієн-1,3; **B** – циклододекатриєн-1,5,9. Рівняння реакцій:



4.40 (10-1997). 1. Поскільки виділення водню може мати місце при взаємодії металу чи гідриду металу з водою, або їх суміші, то введемо наступні позначення:

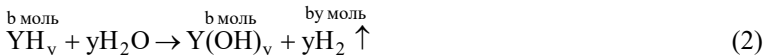
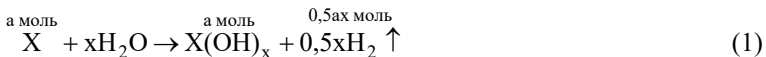
X – метал; $v(X) = a$ моль; YH_y – гідрид металу Y ; $v(Y) = b$ моль.

2. Кількість речовини соляної кислоти та водню:

$$v(\text{HCl}) = v(\text{H}^+) = C(\text{HCl}) \cdot V_{\text{р-ну}}(\text{HCl}) = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ (моль)}.$$

$$v(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ (моль)}.$$

3. Рівняння реакцій:



4. На основі аналізу рівнянь (1)-(3) можна зазначити:

якщо **Б** і **Д** метали, то кількості речовини $v(\text{OH}^-) = v(\text{H}^+) = 2v(\text{H}_2)$; якщо **Б** і **Д** гідриди, то $v(\text{OH}^-) = v(\text{H}^+) = v(\text{H}_2)$.

За даними експерименту $v(\text{H}_2) = 0,4$ моль, $v(\text{OH}^-) = v(\text{H}^+) = 0,6$ моль.

Значить, суміш містить метал **Х** (або **Б**) та гідрид YH_y (або **Д**).

Згідно (1): **a** моль металу **Х** утворює **ax** моль OH^- і **0,5ax** моль H^+ ;

згідно (2): **b** моль гідриду YH_y утворює **by** моль OH^- і **by** моль H^+ .

5. На основі отриманих даних складаємо наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} ax + by = 0,6 \\ 0,5x + by = 0,4 \end{cases}$$

Підбором цілочисленних значень **x** та **y** отримуємо результати (в молярних частках):

$\text{X} \downarrow \cdot \cdot \cdot \text{Y} \Rightarrow$	1	2
1	$\frac{0,4}{0,4 + 0,2}$	$\frac{0,4}{0,4 + 0,1}$
2	$\frac{0,2}{0,2 + 0,2}$	$\frac{0,2}{0,2 + 0,1}$

6. При $m(\text{суміші})=16$, $x=2$, $y=1$:

Х (або **Б**) - Ca, гідрид YH_y (або **Д**) - KH , **С** - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, **Е** - KOH .

При $m(\text{суміші})=11,8$, $x=1$, $y=2$:

Х (або **Б**) - Na, гідрид YH_y (або **Д**), - MgH_2 , **С** - NaOH , **Е** - $\text{Mg}(\text{OH})_2$;

Х (або **Б**) - Li, гідрид YH_y (або **Д**), - SrH_2 , **С** - LiOH , **Е** - $\text{Sr}(\text{OH})_2$.

4.41 (10-1998). 1. Введемо позначення: ретинол - R-OH ;

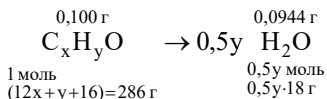
ретинолацетат - R-O-CO-CH_3 ; ретинолпальмітінат - $\text{R-O-CO-C}_{15}\text{H}_{31}$.

2. На основі введених позначень та умови задачі можна записати наступне рівняння: $v(\text{R-O-CO-CH}_3) = v(\text{R-O-CO-C}_{15}\text{H}_{31})$, або

$$\frac{0,00172}{x + 59} = \frac{0,00275}{x + 255}, \text{ де } x - \text{ молярна маса вуглеводневого радикалу R.}$$

В результаті розв'язку $x=269$. Отже, молярна маса спирту $M(R-OH)=269+17=286$ (г/моль).

3. Представимо брутто-формулу спирту і схему його перетворення до утворення води:



На основі отриманого рівняння та проведених розрахунків $y=30$. $12x + 30 + 16 = 286$. Звідки $x = 20$. Шукана формула $C_{20}H_{30}O$, або $C_{20}H_{29}OH$.

4. Якщо б вуглеводневий радикал був насичений, то відповідна формула $C_{20}H_{41}$. У нашому випадку різниця атомів Гідрогену рівна $(41-29)=12$. Різниця кожної пари атомів Гідрогену – відповідає наявності одного подвійного зв'язку. Таких пар виникає шість, але, оскільки молекула містить один неароматичний цикл, то подвійних зв'язків є п'ять.

4.42 (10-1999). 1. Кількість речовини та маса натрій карбонату:

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{101,3 \text{ кПа} \cdot 3,14 \text{ л}}{\frac{101,3 \text{ кПа} \cdot 22,4 \text{ л/моль}}{273 \text{ К}} \cdot 1093 \text{ К}} = 0,035 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = vM = 0,035 \cdot 106 = 3,71 \text{ (г).}$$

2. Склад суміші у масових частках:

$$W(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{3,71}{8,26} = 0,449; \quad W(\text{V}_2\text{O}_5) = 1 - 0,449 = 0,551.$$

3. Формула ванадату:

$$v(\text{V}_2\text{O}_5) = \frac{m}{M} = \frac{8,26 - 3,71}{182} = 0,025 \text{ (моль);}$$

$$v(\text{Na}_2\text{O}) : v(\text{V}_2\text{O}_5) = 0,035 : 0,025 = 7 : 5. \text{ Це відповідає } \text{Na}_7\text{V}_5\text{O}_{16}.$$

4. Загальні формули двох гомологічних рядів ванадатів, що мають гомологічну різницю NaVO_3 : $\text{Na}_{n+2}\text{V}_n\text{O}_{3n+1}$; $\text{Na}_n\text{V}_n\text{O}_{3n}$.

5. Лінійні ванадати $\text{Na}_5\text{V}_3\text{O}_{10}$; циклічні ванадати $\text{Na}_3\text{V}_3\text{O}_9$.

4.43 (10-1999). 1. $v(\text{лугу}) = CV = 39,92 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 39,92 \cdot 10^{-3}$ (моль).

$$2. m(Z) = dV = 7,71 \text{ мл} \cdot 0,189 \text{ г/мл} = 1,457 \text{ г.}$$

$$3. \text{Згідно закону еквівалентів: } v_E(Z) = v_E(\text{MeOH}) = 39,92 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

$$4. M_E(Z) = \frac{m(Z)}{v_E(Z)} = \frac{1,487}{39,93 \cdot 10^{-3}} = 36,50 \text{ (г/моль)}. \text{ Z - HCl.}$$

$$5. m_{p-ny}(\text{HCl}) = dV = 1,084 \cdot 7,71 = 8,358 \text{ (г)}.$$

$$6. \text{Маса газуватої фази: } m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 8,358 - 5,11 = 3,248 \text{ (г)}.$$

7. Маса та кількість речовини води в газуватій фазі:

$$m_r(\text{H}_2\text{O}) = 3,248 - 1,457 = 1,791 \text{ (г)};$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = m/M = 1,791/18 = 0,1 \text{ (моль)}.$$

8. Маса речовини Y:

$$m(\text{Y}) = m(\text{X}) - m(\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}) = 5,19 - 3,248 = 1,942 \text{ (г)}.$$

$$9. \text{Маса Хлору в Y: } m(\text{Cl}) = m(\text{Cl}^-) = 1,942 \cdot 0,3679 = 0,714 \text{ (г)}.$$

10. Маса Хлору в X:

$$m(\text{Cl}) = m(\text{Cl}^-) = 0,714 + 39,92 \cdot 10^{-3} \cdot 35,5 = 2,131 \text{ (г)}.$$

11. Сумарна кількість речовини H₂O в X:

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 + 39,92 \cdot 10^{-3} / 2 = 0,12 \text{ (моль)}.$$

12. Позначимо речовину X через $\text{ACl}_m \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Тоді

$$m(\text{A}) = m(\text{X}) - m(\text{Cl}^-) - m(\text{H}_2\text{O}) = 5,19 - 2,131 - 0,12 \cdot 18 = 0,899 \text{ (г)}.$$

13. Згідно закону еквівалентів: $\frac{m(\text{A})}{m(\text{Cl}^-)} = \frac{M_E(\text{A})}{M_E(\text{Cl}^-)}$. Звідки

$$M_E(\text{A}) = M_E(\text{Cl}^-) \cdot \frac{m(\text{A})}{m(\text{Cl}^-)} = 35,5 \cdot \frac{0,899}{2,131} = 15,00 \text{ (г/моль)}.$$

14. $M(\text{A}) = nM_E(\text{A})$. При $n=3$ $M(\text{A})=45$, що відповідає Скандію Sc. Співвідношення скандій(III) хлориду та води:

$$v(\text{ScCl}_3) : v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,899 + 2,131}{151,5} : 0,12 = 0,02 : 0,12 = 1 : 6.$$

Отже, X – $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - скандій(III) хлорид - вода (1/6).

15. Відповідне рівняння реакції розкладу кристалогідрату скандій(III) хлориду: $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = \text{ScOCl} (\text{Y}) + 2\text{HCl} (\text{Z}) + 5\text{H}_2\text{O}$.

4.44 (10-1999). 1. Позначимо невідомий вуглеводень A через C_xH_y і встановимо його формулу:

$$W(\text{H}) = 100\% - 75\% = 25\%; \quad x : y = \frac{75}{12} : \frac{25}{1} = 6,25 : 25 = 1 : 4.$$

Отже, A – метан CH_4 .

2. Встановимо формулу хлоропохідних метану. Введемо позначення: X – $\text{CH}_{4-a}\text{Cl}_a$, Y – $\text{CH}_{4-b}\text{Cl}_b$.

$$W_x(\text{Cl}) = \frac{35,5a}{12 + 4 - a + 35,5a} = 0,8912.$$

Звідки $a=3$, X – CHCl_3 – хлороформ, або трихлорометан.

$$W_y(\text{Cl}) = \frac{35,5b}{12 + 4 - b + 35,5b} = 0,9221.$$

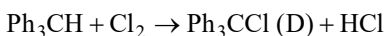
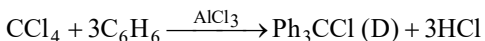
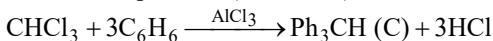
Звідки $b=4$, Y – CCl_4 – тетрахлорометан.

3. Позначимо вуглеводень **B** через C_cH_d і встановимо його формулу:

$$W(H) = 100\% - 92,31\% = 7,69\%; \quad c : d = \frac{92,31}{12} : \frac{7,69}{1} = 1 : 1. \quad \text{Згідно}$$

умови задачі (рідкий за н.у.) і отриманих результатів **B** – бензен C_6H_6 .

4. Рівняння реакцій (Ph - C_6H_5):



4.45 (10-2000). 1. Обчислимо еквівалент **X**:

$$M_E(X) = 15 \cdot 5,4 : 37,5 \cdot 0,02 = 108 \text{ г/моль.}$$

Тоді **X** – це срібло Ag. Рівновага: $4Ag + O_2 \leftrightarrow 2Ag_2O$.

У результаті взаємодії срібла з киснем було зв'язано 5,586 – 5,4 = 0,186 (г) кисню. Тоді $v(Ag_2O) = 0,186 : 16 = 0,011625$ (моль).

$m(Ag_2O) = 0,0116 \cdot 232 = 2,697$ (г), звідки після прожарювання

$$W(Ag_2O) = 2,697 \cdot 100 : 5,586 = 48,28\%, \quad W(Ag) = 100 - 48,28 = 51,72\%.$$

2. Знайдемо тиск у посудині після охолодження:

$$v(O_2) = 0,186 : 32 = 0,0058 \text{ (моль);}$$

$v^0 = 2 : 22,4 = 0,0893$ (моль) – кількість повітря в посудині до початку реакції;

$v = 0,0893 - 0,0058 = 0,0835$ (моль) – кількість повітря в посудині після закінчення реакції;

$P = 0,0835 \cdot 8,314 \cdot 293 : 2 \cdot 10^{-3} = 101,703 \cdot 10^{-3}$ (Па) – загальний тиск у посудині після охолодження.

Отримане значення трохи більше 1 атм (101,325 кПа) завдяки компенсації зменшення кількості газу підвищенням температури.

3. Знайдемо значення константи рівноваги реакції окиснення срібла:

$v^0(O_2) = 0,0893 \cdot 0,21 = 0,01875$ (моль) – вихідна кількість кисню в газовій суміші;

$v(O_2) = 0,01875 - 0,0058 = 0,01295$ (моль) – кількість кисню, що залишилася після реакції;

$P(O_2) = 0,01295 : 0,0835 \cdot 1 \text{ атм} = 0,155 \text{ атм}$ – рівноважний парціальний тиск кисню;

$$K_p = \frac{1}{P(O_2)} = \frac{1}{0,155} = 6,45 \text{ (атм}^{-1}\text{)}.$$

4.46 (10-2000). Сполука **B** має молекулярну масу 61 та виявляє кислотні властивості. За даними титрування **B** містить лише одну

кислотну групу ($0,122:61=0,002$ (моль); $20 \cdot 0,1:1000 = 0,002$ (моль)). Це не карбонова кислота (COOH має масу 45; $61-45=16$). Маса R – 16. Це не кисень, не NH та інші. Залишається припустити, що при проведенні реакції відбулося декарбоксілювання і утворилася метильна група (маса 15). Тоді маса залишку $61 - 15 = 46$. Це нітрогрупа.

A – NaNO_2 , **B** – CH_3NO_2 , **B** – NaCH_2NO_2 .

$\text{ClCH}_2\text{COOH} + \text{NaNO}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{NaCl}$.

$\text{CH}_3\text{NO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCH}_2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

$\text{NaCH}_2\text{NO}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{BrCH}_2\text{NO}_2 + \text{NaBr}$.

Нітрометан виявляє кислотні властивості завдяки нітрогрупі, що є акцептором електронів.

4.47 (10-2000). 1. $M[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}] = 160$ г/моль. $M(\text{X}) = 2,4 \cdot 160 : 3,2 = 120$ (г/моль), тобто формула **X** – C_9H_{12} .

2. Оскільки сполуки **B** та **D** містять у своєму складі по одному атому Оксигену, то $M(\text{B}) = 16:0,2759 = 58$ (г/моль), **B** – $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (ацетон).

$M(\text{D}) = 16:0,1702 = 94$ (г/моль), **D** – $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (фенол).

X – кумол, **A** – кумол гідропероксид.

3. Схеми перетворень:

$\text{Ph-C}(\text{CH}_3)_2\text{OON} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ph-C}(\text{CH}_3)_2\text{OO}^+\text{H}_2 \rightarrow \text{Ph-C}(\text{CH}_3)_2\text{O}^+ + \text{H}_2\text{O}$;

$\text{Ph-C}(\text{CH}_3)_2\text{O}^+ \rightarrow \text{Ph-O-C}(\text{CH}_3)_2^+$;

$\text{Ph-O-C}(\text{CH}_3)_2^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ph-O-C}(\text{CH}_3)_2\text{OH} + \text{H}^+$;

$\text{Ph-O-C}(\text{CH}_3)_2\text{OH} \rightarrow \text{PhOH} + (\text{CH}_3)_2\text{CO}$.

4.49 (10-2001). 1. Об'ємні частки:

$\varphi(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 1,12/(1,12 + 1,68) = 0,4$; $\varphi(\text{Cl}_2) = 0,60$;

2. Молярна маса суміші: $M(\text{сум.}) = 29 \cdot 1,69 = 49$ (г/моль).

3. $M(\text{сум.}) = \varphi(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) \cdot M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) + \varphi(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2)$;

$49 = 0,4 \cdot M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) + 0,6 \cdot 71$; $M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}) = 16$; алкан – метан CH_4 .

4. Кількість речовини CH_4 і Cl_2 :

$v(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_m} = \frac{1,12}{22,4} = 0,05$ (моль); $v(\text{Cl}_2) = \frac{V(\text{Cl}_2)}{V_m} = \frac{1,68}{22,4} = 0,075$ (моль).

5. Рівняння реакцій та відповідні розрахунки:

Згідно рівняння реакції $0,05$ моль CH_4 + $0,05$ моль Cl_2 \rightarrow $0,05$ моль CH_3Cl + $0,05$ моль HCl (1)

Вихідна кількість $0,05$ моль $0,075$ моль 0 моль 0 моль
Залишкова кількість 0 моль $0,025$ моль $0,05$ моль $0,05$ моль

Згідно рівняння реакції $0,025$ моль CH_3Cl + $0,025$ моль Cl_2 \rightarrow $0,025$ моль CH_2Cl_2 + $0,025$ моль HCl (2)

Вихідна кількість $0,05$ моль $0,025$ моль 0 моль $0,05$ моль
Залишкова кількість $0,25$ моль 0 моль $0,025$ моль $0,075$ моль

Таким чином, добуто $0,025$ моль хлорометану CH_3Cl , $0,025$ моль дихлорометану CH_2Cl_2 .

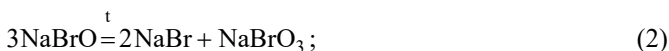
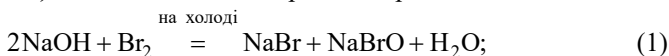
6. Механізм радикально-ланцюговий:

7. 1 моль вихідної суміші займає об'єм:

$$V = \frac{vRT}{P} = \frac{vP_0 V_m T}{T_0 P} = \frac{1 \text{ моль} \cdot 101,325 \text{ кПа} \cdot 22,4 \text{ л/моль} \cdot 298 \text{ К}}{273 \text{ К} \cdot 101,325 \text{ кПа}} = 24,45 \text{ (л)}$$

4.50 (11-1993).

1. Запишемо рівняння реакцій:



2. Формула кристалогідрату: $\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Одержали 0,22 г – це

$m_{\text{практ.}}$, що становить 52 %;

$m_{\text{теор.}}$, що становить 100 %.

$$\text{Звідки } m_{\text{теор.}} = \frac{0,22 \text{ г} \cdot 100 \%}{52 \%} = 0,423 \text{ г.}$$

3. Кількість речовини $\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O}$:

$$v_{\text{практ.}}(\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{m_{\text{практ.}}(\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O})}{M(\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,22}{119 + 18x};$$

$$v_{\text{теор.}}(\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,423}{119 + 18x}.$$

4. Кількість речовини AgNO_3 :

$$\begin{aligned} v(\text{AgNO}_3) &= C(\text{AgNO}_3) \cdot V_p(\text{AgNO}_3) = \\ &= 0,1 \text{ моль/л} \cdot 26,7 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л} = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ моль.} \end{aligned}$$

5. Згідно з рівнянням реакції (3),

$$v(\text{AgNO}_3) = v(\text{NaBr}) = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ моль.}$$

6. Згідно з рівнянням реакції (1),

$$v(\text{NaBr}) = v(\text{NaBrO}) = v_{\text{теор.}}(\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,423}{119 + 18x} \text{ (моль).}$$

7. Із $\frac{0,423}{119 + 18x}$ моль NaBrO виділилось у вигляді кристалогідрату

$\text{NaBrO} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ - $\frac{0,22}{119 + 18x}$ моль, а в розчині залишилось, таким чином,

$$\frac{0,423 - 0,22}{119 + 18x} = \frac{0,203}{119 + 18x} \text{ моль NaBrO. Тоді, згідно з рівнянням (2),}$$

$$\text{утворилося } \frac{2}{3} \cdot \frac{0,203}{119 + 18x} \text{ моль NaBr.}$$

8. Таким чином,

$$v(\text{NaBr}) = \frac{0,423}{119 + 18x} + \frac{2}{3} \cdot \frac{0,203}{119 + 18x} = 2,67 \cdot 10^{-3}; \quad x = 5.$$

Формула кристалогідрату: $\text{NaBrO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

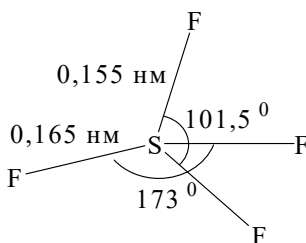
9. Реакцію (1) слід проводити при низькій температурі, щоб не утворювався натрій бромат (V). Малий вихід кристалогідрату свідчить про те, що розчинність натрій гіпоброміту досить значна.

4.51 (11-1994). 1. Користуючись рівнянням Клапейрона-Менделєєва, знаходимо молярну масу сульфур флуориду:

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{m p_0 V_m T}{p V T_0} = \frac{0,100 \text{ г} \cdot 101325 \text{ Па} \cdot 22,4 \text{ л/моль} \cdot 293 \text{ К}}{102100 \text{ Па} \cdot 0,0221 \text{ л} \cdot 273 \text{ К}} = 108 \text{ г/моль.}$$

2. Даній молярній масі відповідає сульфур(IV) флуорид – SF_4 . У молекулі SF_4 в атома Сульфуру є неподілена пара електронів. Молекула має форму неправильного тетраедра.

3. Сульфур(IV) флуорид – безбарвний газ ($t_{\text{пл.}} = -121^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип.}} = -37^\circ\text{C}$). З водою відбувається гідроліз: $\text{SiF}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{HF}$.



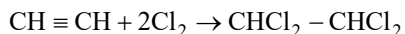
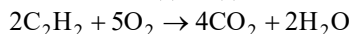
4.52 (11-1994). 1. З аміачним розчином купрум(I) хлориду, утворюючи червонувато-коричневий осад, реагує ацетилен або його гомологи, які містять потрійний зв'язок біля першого атома Карбону. Знаючи молекулярну масу сполуки з хлором (168) і записавши її у вигляді $\text{C}_x\text{H}_{2x-2}\text{Cl}_y$, можна скласти таке рівняння: $12x + (2x - 2) + 35,5y = 168$,

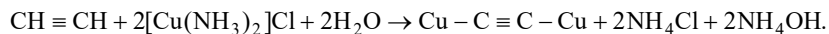
звідки $x = \frac{170 - 35,5y}{14}$. Атомів Хлору в молекулі може бути 2 або 4.

При $y = 2 \Rightarrow x = 7,1$; $y = 4 \Rightarrow x = 2$.

Невідомий вуглеводень – ацетилен C_2H_2 .

2. Рівняння відповідних хімічних реакцій:



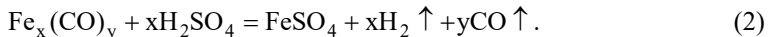


Отже, **A**-ацетилен; **B**-1,1,2,2-тетрахлоретан; **C**- купрум(I) ацетиленід.

4.53 (11-1995). 1. Під час освітлення склад ферум карбонілу змінюється:



При взаємодії з сірчаною кислотою речовини **A** виділяється водень і карбон(II) оксид, а в розчині утворюється ферум(II) сульфат:



При випарюванні одержаного розчину утворилися зеленкуваті кристали— це кристалогідрат ферум(II) сульфату:



2. Кількість речовини утвореного кристалогідрату:

$$v(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})}{M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,278 \text{ г}}{278 \text{ г/моль}} = 0,001 \text{ моль}.$$

3. Згідно з рівняннями (1)-(3),

$$v(\text{H}_2) = v(\text{Fe}) = v(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,001 \text{ моль}.$$

4. Кількість газової суміші дорівнює:

$$v(\text{c}) = \frac{V(\text{c})}{V_m} = \frac{0,123 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,0055 \text{ моль}.$$

5. Кількість карбон (II) оксиду дорівнює:

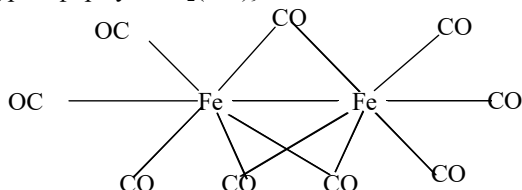
$$v(\text{CO}) = v(\text{c}) - v(\text{H}_2) = 0,0055 - 0,001 = 0,0045 \text{ (моль)}.$$

6. Знаходимо склад речовини **A**:

$$x : y = v(\text{Fe}) : v(\text{CO}) = 0,001 : 0,0045 = 1 : 4,5 = 2 : 9.$$

Отже, шукана формула $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$.

7. Структурна формула $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$:



4.54 (11-1996). 1. Поскільки $v(\text{Fe}) = v[\text{Fe}(\text{OH})_n]$, то справедливе

$$\text{рівняння } \frac{1,68}{56} = \frac{3,04}{56 + 17n}. \text{ В результаті розв'язку } n=2,66, \text{ що свідчить}$$

про наявність феруму(II) і (III).

2. Якщо один моль Феруму містить x моль Fe^{2+} , то вміст Fe^{3+} рівний $(1-x)$ моль. Поскільки їх сумарний заряд $+2,66$, то справедливе рівняння $(+2)x + (+3)(1-x) = +2,66$. Звідки $x=0,33$. Таким чином, $\nu(\text{Fe}^{2+}) : \nu(\text{Fe}^{3+}) = 0,33 : 0,67 = 1 : 2$.

Формула іодиду $\text{FeI}_2 \cdot 2\text{FeI}_3$ або Fe_3I_8 .

4.55 (11-1996).

A - вуглекислий газ CO_2 ; **B** - мурашина кислота HCOOH ; **B** - метанол CH_3OH ; **Г** - оцтова кислота CH_3COOH ; **Д** - вода H_2O .

4.56 (11-1996). 1. Поскільки двохосновну кислоту **B** можна отримати з даного спирту **A**, то він повинен містити дві групи $-\text{OH}$. Таким чином, можна записати їх формули так:

A - $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}$; **B** - $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$.

2. Кількість речовини вуглекислого газу:

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{V(\text{CO}_2)}{V_m} = \frac{2,688}{22,4} = 0,12 \text{ (моль)}. \text{ Тоді при обробці наважки}$$

суміші надлишком натрій гідрогенкарбонатом виділяється $\nu(\text{CO}_2) = 0,12 / 6 = 0,02$ (моль) вуглекислого газу. Поскільки реагує в даному випадку кислота, яка є двохосновна, то $\nu(\text{кислота}) = 0,02 / 2 = 0,01$ (моль).

3. Введемо позначення: кількість речовини спирту $\nu(\text{спирт}) = x$ моль, молярна маса спирту $M(\text{спирт}) = (14n+62)$ г/моль; маса спирту $m(\text{спирт}) = x(14n+62)$ г; молярна маса кислоти $M(\text{кислота}) = (14n+90)$ г/моль; $m(\text{кислота}) = 0,01(14n+90)$ г.

Складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 0,01(14n + 90) + x(14n + 62) = 2,64 \\ 0,01n + nx = 0,12 \end{cases}$$

В результаті розв'язку $x=0,01$; $n=4$.

A - 1,6-гександіол; **B** - гександіова кислота.

4. Масова частка спирту: $W(\text{спирт}) = \frac{0,01 \cdot 118}{2,64} \approx 0,447$; масова частка кислоти: $W(\text{кислота}) = 0,553$.

4.57 (11-1997). 1. Масова частка Гідрогену в речовині **B**: $W(\text{H}) = 1 - [W(\text{C}) + W(\text{Cl}) + W(\text{O})] = 1 - 0,2517 - 0,4965 - 0,2237 = 0,0281$

2. Формула речовини **B**:

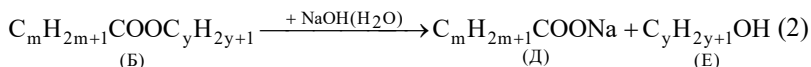
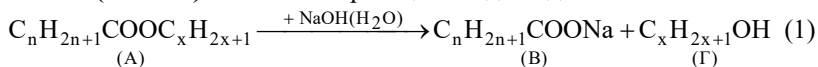
$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{Cl}) : \nu(\text{O}) : \nu(\text{H}) = \frac{0,2517}{12} : \frac{0,4965}{35,5} : \frac{0,2237}{16} : \frac{0,0281}{1} = 3 : 2 : 2 : 4.$$

Найпростіша формула $C_3H_4Cl_2O_2$. Поскілки речовина **A** взаємодіє з хлором у співвідношенні 1:2 з утворенням неорганічної газуваної речовини (хлороводень), то найбільш імовірно, що це реакція заміщення, яка проходить за схемою: $A + 2Cl_2 \rightarrow B + \text{газ}(HCl)$, то молекулярна формула речовини $C_3H_4Cl_2O_2$.

3. Наступний аналіз умови задачі призводить до відповіді:

A – пропанова кислота; **B** – 2,2-дихлоропропанова кислота; **B** – 2-оксопропанова (пірвіноградна) кислота; **Г** – етанова (оцтова) кислота; **Д** – етаналь (оцтовий альдегід, або ацетальдегід).

4.58 (11-1997). 1. Рівняння реакції та відповідні позначення:



Поскілки естери ізомерні, то $n + x = m + y$.

2. Молярні маси спиртів згідно введених позначень:

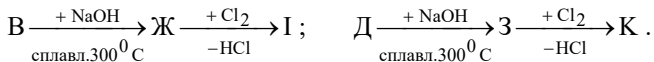
$$M(\Gamma) = 12x + 2x + 1 + 17 = 14x + 18; \quad M(E) = 12y + 2y + 1 + 18 = 14y + 18.$$

3. Згідно умови задачі:

$$\frac{M(\Gamma)}{M(E)} = \frac{1,44}{1} = \frac{14x + 18}{14y + 18}. \text{ При } y = 1 \Rightarrow x = 2.$$

Таким чином, **Г** – етанол C_2H_5OH , **Е** – метанол CH_3OH .

4. При обробці даних спиртів хлороводнем отримують хлоретан C_2H_5Cl (**К**), та хлорометан CH_3Cl (**І**). Сполуки **К** і **І** одержують в результаті таких перетворень:



Отже, відповідні сполуки **Ж** і **З** містять ідентичну кількість атомів Карбону, як і відповідні хлоропохідні **І** та **К**, а вихідні натрієві солі на один атом Карбону більше. Тобто, **Ж** – метан CH_4 ; **B** – натрій етаноат (ацетат); **З** – етан C_2H_6 ; **Д** – натрій пропаноат (пропіонат). Тоді вихідні естери мають склад: **A** – етилетаноат $CH_3COOC_2H_5$; **B** – метилпропаноат $C_2H_5COOCH_3$.

5. Кількість та маси речовин **A**, **B**, **Г**, **Е**:

$$v(A) = v(\Gamma) = a \text{ моль}; \quad m(A) = M(A) \cdot v(A) = 88a \text{ г}; \quad m(\Gamma) = M(\Gamma) \cdot v(\Gamma) = 46a \text{ г};$$

$$v(B) = v(E) = b \text{ моль}; \quad m(B) = M(B) \cdot v(B) = 88b \text{ г}; \quad m(E) = M(E) \cdot v(E) = 32b \text{ г}.$$

6. Система рівнянь:

$$\begin{cases} 88a + 88b = 4,4 \\ a + b = 0,05 \quad \text{Звідки } a = 0,04 \text{ моль; } b = 0,01 \text{ моль.} \\ \frac{46a}{32b} = 5,75 \end{cases}$$

7. Склад суміші в молярних та масових частках:

$$\chi(A) = \frac{0,04}{0,05} = 0,8 \text{ (80 \%)}; \quad \chi(B) = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ (20 \%)};$$

$$W(A) = \frac{0,04 \cdot 88}{4,4} = 0,8 \text{ (80 \%)}; \quad W(B) = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ (20 \%)}.$$

4.59 (11-1998). 1. Поскільки газ при взаємодії з киснем утворює лише воду, то це водень: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$. $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,9/18 = 0,05$ (моль). $m(\text{H}_2) = \nu(\text{H}_2)M(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ г}$.

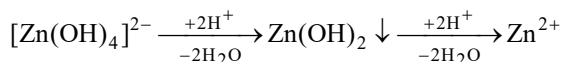
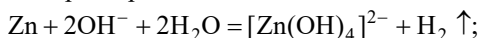
2. Згідно закону еквівалентів:

$$\frac{m(X)}{m(\text{H}_2)} = \frac{M_E(X)}{M_E(\text{H}_2)}. \quad M_E(X) = M_E(\text{H}_2) \cdot \frac{m(X)}{m(\text{H}_2)} = 1 \cdot \frac{3,25}{0,1} = 32,5.$$

3. Молярна маса металу X:

$$M(X) = 32,5n. \quad \text{При } n=2: M(X) = 65 \text{ г/моль, - цинк Zn.}$$

4. Аналіз подальшої умови призводить до висновку, що розчин сполуки Y – луг, наприклад, NaOH, KOH. Відповідні рівняння та схеми перетворень:



4.60 (11-1998).

$$\begin{aligned} 1. \quad \nu(\text{NaOH}) &= \frac{\rho_{\text{р-ну}}(\text{NaOH}) \cdot V_{\text{р-ну}}(\text{NaOH}) \cdot W_{\text{р-ну}}(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \\ &= \frac{1 \cdot 20 \cdot 0,01}{40} = 0,005 \text{ (моль)}. \end{aligned}$$

$$2. \quad \nu(B) = \nu(\text{NaOH}) = 0,005 \text{ (моль)}.$$

$$3. \quad M(B) = \frac{m(B)}{\nu(B)} = \frac{0,43}{0,005} = 86 \text{ (г / моль)}.$$

4. Склад речовини B ($\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$):

$$W(\text{O}) = 1 - W(\text{H}) - W(\text{C}) = 1 - 0,0698 - 0,5581 = 0,3721.$$

$$x : y : z = \frac{0,5581}{12} : \frac{0,0698}{1} : \frac{0,3721}{16} \approx 4,65 : 6,98 : 2,33 \approx 2 : 3 : 1.$$

$12 \cdot 2n + 1 \cdot 3n + 16n = 86$. $n=2$. Формула речовини **Б** – $C_4H_6O_2$.

5. Згідно умови задачі - речовина **Б** не піддається озонолізу, а тому не містить подвійних зв'язків, але повинна містити рухливі атоми Гідрогену, так як **Б** реагує з лугом. Структурна формула **Б** наведена нижче.

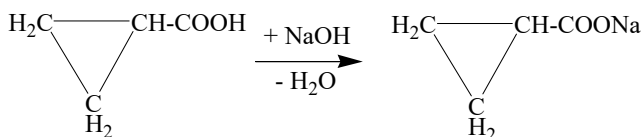
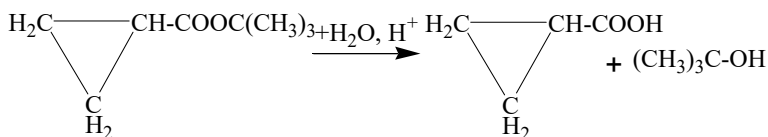
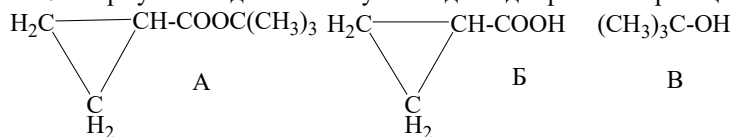
6. Склад речовини **В** ($C_aH_bO_c$):

$$W(O) = 1 - W(H) - W(C) = 1 - 0,1354 - 0,6486 = 0,216.$$

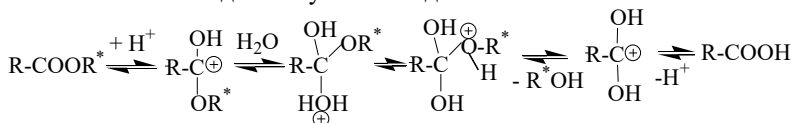
$$a : b : c = \frac{0,6486}{12} : \frac{0,1354}{1} : \frac{0,216}{16} \approx 5,405 : 13,54 : 1,35 \approx 4 : 10 : 1.$$

Формула - $C_4H_{10}O$, аскільки є дві групи нееквівалентних атомів Гідрогену то можлива структурна формула, яка наведена нижче.

7. Формули невідомих сполук та відповідні рівняння реакцій:

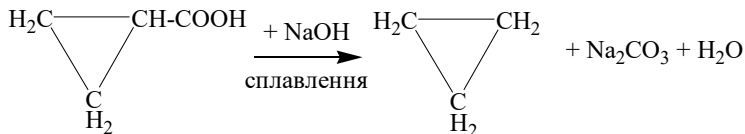


8. Механізм взаємодії сполуки **А** з водою:



9.

Рівняння реакції, яка відбувається при сплавленні сполуки **Б** з натрій гідроксидом:



4.61 (11-1999). 1. Введемо позначення елементів **В, Г, Д**. Згідно умови гідроліз **X** призводить до утворення солі карбонової кислоти, а тому **X** повинен містити Карбон.

2. Якщо припустити склад сполук **ВГ (X)** і **ВД (Y)**, то вміст **Г** $W(\Gamma)$ в $1/0,4615=1,167$ разів більше від $W(B)$. Отже $A_r(\Gamma)=1,167A_r(B)$. Єдиний варіант розв'язку, якщо $A_r(B) = A_r(C) = 12$, то $A_r(\Gamma) = 1,167A_r(C) = 1,167 \cdot 12 = 14$, - елемент Нітроген **N**. Отже, сполука **X** - $(\text{CN})_n$.

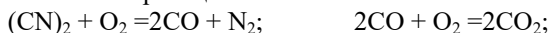
3. Аналогічно міркуючи приходимо до розшифровки **Д**:

$$\frac{W(D)}{W(\Gamma)} = \frac{1-0,4286}{0,4286} = 1,333; \quad A_r(D) = 12 \cdot 1,333 = 16 \Rightarrow \text{Оксиген O} .$$

Отже, сполука **Y** - карбон(II) оксид **CO**.

4. $M[(\text{CN})_n]=M(\text{CO}) \cdot D^x \cdot y = 28 \cdot 1,857 = 52; 26n = 52; n = 2$, - ціан $(\text{CN})_2$.

5. Рівняння реакцій:

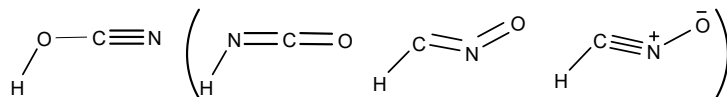
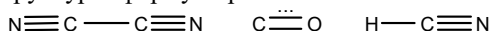


$(\text{CN})_2 + 4\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ (сіль карбонової кислоти **Z**; отже, **Z** - оксалатна кислота $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$);



6. **CO** майже не горить у відсутності H_2O , поскільки вода є каталізатором цієї реакції.

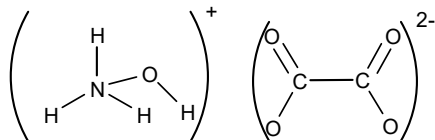
7. Структурні формули речовин:



4.62 (11-1999). Визначаємо формулу невідомої сполуки:

$$\nu(\text{H}) : \nu(\text{O}) : \nu(\text{CN}) = \frac{5,13}{1} : \frac{61,60}{16} : \frac{33,27}{26} = 4 : 3 : 1. \text{ Найпростіша формула}$$

- $\text{H}_4\text{O}_3\text{CN}$, або NH_4CO_3 . Істинна - $\text{H}_8\text{O}_6\text{C}_2\text{N}_2$ або $(\text{NH}_3\text{OH})_2\text{C}_2\text{O}_4$.



Структурні формули катіону та аніону:

4.63 (11-1999). 1. Представимо схематично умову задачі щодо

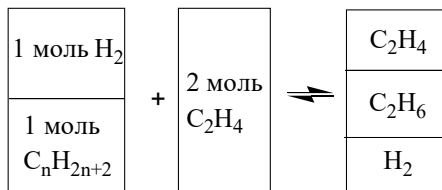
взаємодії вихідної суміші з етиленом:

2. Молярна маса вихідної суміші (алкан + водень):

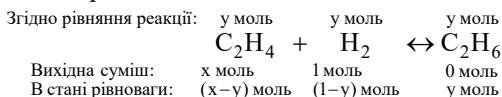
$0,5 \cdot 2 + 0,5 \cdot (14n + 2) < 20$. Звідки $n < 2,57$, а поскільки можливі тільки цілочисленні значення n , то $n=1$, або $n=2$.

3. Розглянемо перший випадок: алкан **A** – метан CH_4 .

Якщо етилену ввели x моль, то кількість речовини реакційної суміші $v(\text{суміші}) = (2 + x)$ моль.



В стані рівноваги згідно введених позначень та рівняння реакції:



Кількість речовини рівноважної суміші та молярні частки компонентів:

$$v(\text{рівн.суміші}) = v(\text{C}_2\text{H}_4) + v(\text{H}_2) + v(\text{C}_2\text{H}_6) + v(\text{CH}_4) = (x - y) + (1 - y) + y + 1 = 2 + x - y \text{ (моль)}$$

$$\chi(\text{H}_2) = \frac{v(\text{H}_2)}{v(\text{рівн.суміші})} = \frac{1 - y}{2 + x - y}; \chi(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{v(\text{C}_2\text{H}_4)}{v(\text{рівн.суміші})} = \frac{x - y}{2 + x - y};$$

$$\chi(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{v(\text{C}_2\text{H}_6)}{v(\text{рівн.суміші})} = \frac{y}{2 + x - y}; K_\chi = \frac{y(2 + x - y)}{(x - y)(1 - y)}$$

Розв'язок: $y=0,8987$ (відповідно $x=2,4936$); $y=0,5299$ (відповідно $x=0,6493$). Згідно умови задачі: $x < 2$, тому $x = 0,6493$.

4. Якщо **A** – етан, то в стані рівноваги $v(\text{C}_2\text{H}_6)=(1+y)$ моль, а кількість речовини етилену та водню ідентично першому випадку.

Тоді $K_\chi = \frac{(1 + y)(2 + x - y)}{(x - y)(1 - y)}$. Розв'язок: $y=0,0667$ (відповідно $x=1,333$);

$y=0,7142$ (відповідно $x=1,5714$). Згідно умови задачі обидві відповіді можливі.

5. Зв'язок констант рівноваги K_χ і K_p для реакції гідрування етилену:

$$\chi_i = \frac{v_i}{\Sigma v} = \frac{p_i \cdot \Sigma V / RT}{\Sigma p \cdot \Sigma V / RT} = \frac{p_i}{\Sigma p};$$

$$K_\chi = \frac{\chi(C_2H_6)}{\chi(C_2H_6) \cdot \chi(H_2)} = \frac{\frac{p(C_2H_6)}{\Sigma p}}{\frac{p(C_2H_4)}{\Sigma p} \cdot \frac{p(H_2)}{\Sigma p}} = \frac{p(C_2H_6) \cdot \Sigma p}{p(C_2H_4) \cdot p(H_2)} = K_p \cdot \Sigma p$$

4.64 (11-2000). 1. Введемо позначення: **A** – $C_nH_{2n+2}O$ (перв.),
B – $C_nH_{2n+2}O$ (втор.).

(A) : $RCH_2OH \xrightarrow{[O]} RCOOH$. (B) : $RCH(OH)R^* \xrightarrow{[O]} RCOR^*$

2. Якщо у першій суміші – x г **A**, то

$$\left\{ \begin{array}{l} x \cdot \frac{14n+32}{14n+18} + (4,44-x) \cdot \frac{14n+16}{14n+18} = 4,656 \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (x+1,628) \cdot \frac{14n+32}{14n+18} + (2,812-x) \cdot \frac{14n+16}{14n+18} = 5,008 \end{array} \right. \quad (2)$$

З (1) та (2) $\Rightarrow n = 4$, $x = 1,554$ г,

Таким чином, **A** і **B** – C_4H_9OH .

3. Перша суміш: $W(A) = \frac{1,554}{4,440} \cdot 100\% = 35,0\%$;

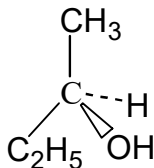
$$W(B) = \frac{4,44 - 1,554}{4,44} \cdot 100\% = 65,0\%$$

Друга суміш: $W(A) = \frac{1,554 + 1,628}{4,44} \cdot 100\% = 71,7\%$;

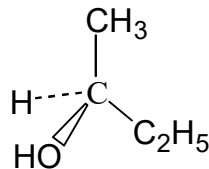
$$W(B) = \frac{2,812 - 1,554}{4,44} \cdot 100\% = 28,3\%$$

4. **A** – 1-бутанол або 2-метил-1-пропанол, **B** – 2-бутанол.

Оптично активний лише **B**:



2*R*-оксибутан



2*S*-оксибутан

4.65 (11-2001). 1. Знаходимо молярну масу **X**:

$$v(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{2,808}{108} = 0,026 \text{ (моль);}$$

$$v(\text{X}) = 0,5v(\text{Ag}) = 0,013 \text{ моль. } M(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{v(\text{X})} = \frac{1,118}{0,013} = 86 \text{ (г / моль).}$$

2. Найбільш імовірно, що **X** – $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_3$, так як інші ізомери не утворюють клей ПВА (полівінілацетат, **Y**).

3. BF_3 – каталізатор.

4. Ізомери сполуки **X**, що здатні давати реакцію срібного дзеркала: $\text{H}-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$; $\text{H}-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$.

5. Компонент суміші, що дає реакцію срібного дзеркала: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$, тому що він одразу ізомеризується у $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{H}$

4.66 (11-2001).

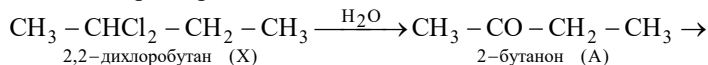
1. Склад речовини **X** ($\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$):

$$M_x = 127 \text{ г/моль; } x : y : z = \frac{0,377}{12} : \frac{0,063}{1} : \frac{0,56}{35,5} = 2 : 4 : 1 ; \text{C}_{2n}\text{H}_{4n}\text{Cl}_n$$

$$2 \cdot 12n + 4 \cdot n + 35,5n = 127. \text{ Звідки } n=2, - \text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2;$$

X – 2,2-дихлоробутан.

2. Схема перетворень:



3. Схема перетворення **B** в **X**: $\text{B} \xrightarrow[\text{KMnO}_4]{[\text{O}]} \text{A} \xrightarrow{\text{PCl}_5} \text{X}.$

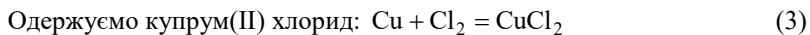
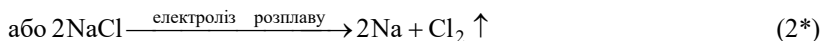
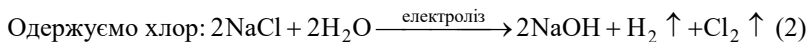
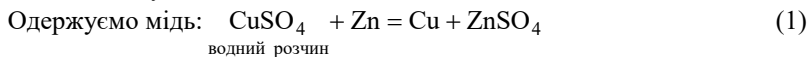
4. Ізомери речовини **B**: чотири ізомерні бутаноли.

5. 3 ізомерів сполуки **B** найважче реагує з натрієм 2-метил-2-пропанол.

5. ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ. СИНТЕЗ РЕЧОВИН. РОЗДІЛЕННЯ СУМІШЕЙ

5.1 (8-1992). Варіант 1.

1. Для одержання твердого купрум(II) хлориду CuCl_2 використовуємо мідний купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), цинк Zn , кухонну сіль NaCl , воду H_2O :



2. Проведемо необхідні розрахунки. Встановлюємо, яка з речовин CuSO_4 чи Zn реагує повністю, щоб встановити кількість утвореної міді згідно (1):

$$v(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{124,8 \text{ г}}{250 \text{ г/моль}} \approx 0,50 \text{ моль};$$

$$v(\text{CuSO}_4) = v(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,50 \text{ моль};$$