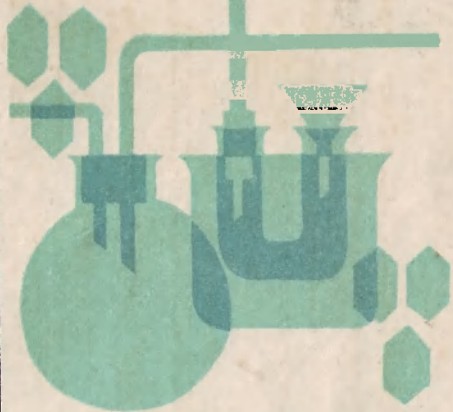


Н. Н. МУШКАЛО,
В. І. БРАЙКО



ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ



Н. Н. МУШКАЛО, В. І. БРАЙКО

ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ

ПОСІБНИК ДЛЯ ВЧИТЕЛІВ

ВИДАННЯ ДРУГЕ, ПЕРЕРОВЛЕНЕ



КИЇВ «РАДЯНСЬКА ШКОЛА» 1979

Мушкало Н. Н., Брайко В. И. Олимпиадные задачи по химии: Пособие для учителей.— Изд. 2-е, перераб.— К.: Радянська школа, 1979 (III кв.).— 5 л.— 20 к. 70000 экз. 60501.

В сборник включены наиболее типичные задачи, которые решались на городских, областных, республиканских и всесоюзных олимпиадах по химии. Ко многим из них даются решения с объяснением. Кроме того, авторы поместили в сборник оригинальные типичные задачи по важнейшим темам курса химии, рассмотрение которых дает возможность подготовиться ученикам к последующим олимпиадам по химии и к поступлению в вузы.

В отличие от предыдущего издания (1974 г.) в пособии помещены задачи олимпиад последних лет.

Книга рассчитана на учителей химии, учащихся и абитуриентов.

Рукопис рецензували: вчитель Тетіївської СШ № 2 Київської області М. В. Поліщук, вчителька Київської СШ № 153 А. А. Медушевська та завідуючий кабінетом хімії ІУКВ Київської області В. О. Мжень.

М $\frac{60501-079}{M210(04)-79}$ 266-79 4306010000

© Видавництво «Радянська школа», 1974 р., © Видавництво «Радянська школа», 1979 р., зі змінами.

ПЕРЕДМОВА

У сучасних умовах школа повинна не тільки давати учням основи знань на рівні найновіших досягнень науки, а й навчати їх самостійно поповнювати свої знання, творчо застосовувати їх. Такі завдання поставлені XXV з'їздом КПРС і постановою ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР «Про подальше удосконалення навчання, виховання учнів середньої освіти і підготовки їх до праці» (1977 р.). Успішному виконанню цих завдань сприяють активні методи навчання на уроці, а також позашкільна робота, зокрема олімпіади. Як одна з форм пропаганди знань, вони підвищують інтерес учнів до науки, стимулюють до самостійного оволодіння знаннями. Розв'язування задач, особливо олімпіадних, розвиває логічне мислення учнів, кмітливість, винахідливість, уміння застосовувати на практиці набуті знання.

У посібнику вміщено, в основному, розрахункові задачі з хімії. Перший розділ включає типові олімпіадні задачі з розв'язаннями. До другого розділу ввійшли завдання міських, обласних та республіканських олімпіад України останніх років. Окремо даються тексти теоретичного туру всесоюзних олімпіад 1975—1978 рр.

Автори рекомендують більше уваги приділяти алгебраїчному способу розв'язування задач, як найуживанішому на уроках математики в VII—X класах. Пропоновані авторами способи розв'язування хімічних задач не єдино можливі.

Складаючи збірник олімпіадних задач з хімії, автори використали: «Збірник задач підвищеної складності для керівників шкільних хімічних гуртків» (Вид-во МДУ, 1967), складений С. С. Чурановим та ін.; «Збірник зразкових задач для підготовки до хімічних олімпіад», складений колективом хімічного факультету МДУ (Вид-во МДУ, 1967) та окремі статті з журналів «Химия в школе» та «Химия и жизнь».

Розділ І. ТИПОВІ ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ ТА ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

ЗАДАЧІ ДЛЯ 7 КЛАСУ

1. Що означають такі вирази: 5O , 4H_2 , P_2O_5 , $2\text{H}_2\text{SO}_4$?

Вирази означають: 5O — п'ять атомів кисню; 4H_2 — чотири молекули простої речовини, кожна молекула якої складається з двох атомів водню; P_2O_5 — молекула складної речовини, що містить п'ять атомів кисню і два атоми фосфору; $2\text{H}_2\text{SO}_4$ — дві молекули складної речовини, кожна молекула якої складається з двох атомів водню, одного атома сірки та чотирьох атомів кисню.

2. Що виражає формула $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$? Які розрахунки можна зробити за цією формулою?

Формула виражає: 1) якісний склад — речовина складається з елементів кальцію, фосфору та кисню; 2) кількісний склад — молекула речовини складається з трьох атомів кальцію, двох атомів фосфору і восьми атомів кисню. За формулою можна розрахувати: 1) молекулярну масу фосфату кальцію — $M_{\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2} = 40 \cdot 3 + 31 \cdot 2 + 16 \cdot 8 = 120 + 62 + 128 = 310$ (в. о.); 2) масове співвідношення елементів — $\text{Ca}:\text{P}:\text{O} = 120:62:128 = 60:31:64$, тобто на кожні 60 м. ч.¹ кальцію припадає 31 м. ч. фосфору та 64 м. ч. кисню; 3) процентний склад елементів — $120:310 \approx 0,3871 = 38,71\%$ Ca; $62:310 = 0,2 = 20\%$ P; $128:310 \approx 0,4129 = 41,29\%$ O. Процентний склад фосфату кальцію — 38,71% Ca, 20,0% P та 41,29% O.

3. Речовина складається з кремнію та кисню в масовому співвідношенні 7:8. Визначити формулу сполуки й обчислити процентний вміст кремнію в ній.

$A_{\text{Si}} = 28$ в. о.; $A_{\text{O}} = 16$ в. о. Якщо на 7 м. ч. кремнію припадає 8 м. ч. кисню, то на 28 м. ч. кремнію — 32 м. ч.

¹ Масові частини.

кисню. Отже, на один атом кремнію припадає два атоми кисню.

Формула сполуки SiO_2 . $M_{\text{SiO}_2} = 60$. Вміст кремнію становить $\frac{28 \cdot 100}{60} = 46,67 (\%)$.

4. У результаті повного розкладу 2,17 г оксиду ртуті добуто 0,16 г кисню. Визначити масовий склад оксиду ртуті та його формулу.

У 2,17 г оксиду ртуті міститься 2,01 г ртуті (2,17 — 0,16 = 2,01). Запишемо співвідношення між елементами в цілих числах: $\text{Hg} : \text{O} = 201 : 16$; отже, на 201 в. о. ртуті припадає 16 в. о. кисню. Формула оксиду ртуті HgO .

5. Склад оксиду алюмінію виражено співвідношенням $\text{Al} : \text{O} = 9 : 8$. Скільки грамів алюмінію можна добути з 10,2 г цієї речовини?

Сума масових частин алюмінію й кисню дорівнює 17.

У 17 г оксиду алюмінію міститься 9 г алюмінію;
у 10,2 г » » » » х г »

$$x = 5,4 \text{ г.}$$

6. У результаті спалювання 7,2 г сульфіді кадмію, що містить 77,78% Cd і 22,22% S, добуто 6,4 г оксиду кадмію та 3,2 г сірчистого газу. Визначити процентний склад добутих сполук та масове співвідношення між елементами в цих сполуках.

Знайдемо кількість кадмію і сірки в сульфіді: $7,2 \times 0,7778 \approx 5,6 \text{ (г) Cd}$; $7,2 \cdot 0,2222 \approx 1,6 \text{ (г) S}$ (або $7,2 - 5,6 = 1,6$). В 6,4 г оксиду міститься 5,6 г кадмію і 0,8 г кисню ($6,4 - 5,6 = 0,8$). $\text{Cd} : \text{O} = 5,6 : 0,8 = 7 : 1$. Загальна кількість масових частин 8, що становить 100%. Вміст кадмію становить $7 : 8 = 0,875$, або 87,5%, а кисню — 12,5%. 3,2 г сірчистого газу містить 1,6 г сірки і 1,6 г кисню ($3,2 - 1,6 = 1,6$), що становить у масовому співвідношенні $\text{S} : \text{O} = 1 : 1$, а в процентному — 50% сірки і 50% кисню.

7. Визначити формулу сполуки, що складається з елементів алюмінію, сірки і кисню, якщо масове співвідношення між елементами дорівнює 9 : 16 : 32.

$A_{\text{Al}} = 27 \text{ в. о.}$; $A_{\text{S}} = 32 \text{ в. о.}$; $A_{\text{O}} = 16 \text{ в. о.}$; $9 : 16 : 32 = 54 : 96 : 192$. Отже, на 2 атоми алюмінію ($54 : 27 = 2$) припадає 3 атоми сірки ($96 : 32 = 3$) і 12 атомів кисню ($192 : 16 = 12$). Формула сполуки — $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$, або $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

8. Визначити процентний вміст заліза в залізному купоросі, що містить 2% домішок. Формула залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

$$\begin{aligned} M_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} &= 278 \text{ в. о.} \\ 278 \text{ г } \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} &\text{ становить } 98\%; \\ 56 \text{ г } \text{Fe} &\text{ » } x\%; \\ x &= 19,74\%. \end{aligned}$$

9. Скільки магнітного залізняку Fe_3O_4 треба переробити, щоб добути стільки заліза, скільки його можна добути з 7,2 т червоного залізняку Fe_2O_3 ?

Перший спосіб. $M_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 112 + 48 = 160$ (в. о.); $M_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 168 + 64 = 232$ (в. о.). Визначимо масові співвідношення між елементами в сполуках. $112 : 48 = 7 : 3$ (Fe_2O_3); $168 : 64 = 21 : 8$ (Fe_3O_4). Обчислимо, скільки заліза міститься в 7,2 т Fe_2O_3 . На 10 м. ч. Fe_2O_3 припадає 7 м. ч. заліза. Отже,

$$\begin{aligned} \text{в } 10 \text{ т } \text{Fe}_2\text{O}_3 &\text{ міститься } 7 \text{ т } \text{Fe}; \\ \text{в } 7,2 \text{ т } \text{Fe}_2\text{O}_3 &\text{ » } x \text{ т } \text{Fe}; \\ x &= 5,04 \text{ т.} \end{aligned}$$

Обчислимо кількість Fe_3O_4 , потрібну для добування 5,04 т заліза. На 29 м. ч. Fe_3O_4 припадає 21 м. ч. заліза.

$$\begin{aligned} \text{У } 29 \text{ т } \text{Fe}_3\text{O}_4 &\text{ міститься } 21 \text{ т } \text{Fe}; \\ \text{в } y \text{ т } \text{Fe}_3\text{O}_4 &\text{ » } 5,04 \text{ т } \text{Fe}; \\ y &= 6,96 \text{ т.} \end{aligned}$$

Отже, потрібно 6,96 т магнітного залізняку.

Другий спосіб. Обчислимо вміст заліза в Fe_2O_3 і Fe_3O_4 . $112 : 160 = 7 : 10 = 0,7$, або 70%, Fe у Fe_2O_3 ; $168 : 232 = 21 : 29 \approx 0,724$, або 72,4%, Fe у Fe_3O_4 . Визначимо кількість заліза в 7,2 т Fe_2O_3 : $7,2 \cdot 0,7 = 5,04$ т. 5,04 т Fe становлять 72,4% в Fe_3O_4 . Обчислимо потрібну кількість Fe_3O_4 : $5,04 : 0,724 = 6,96$ (т).

Третій спосіб. Обчислимо вміст заліза в 7,2 т Fe_3O_4 .

$$\begin{aligned} \text{У } 160 \text{ т } \text{Fe}_2\text{O}_3 &\text{ міститься } 12 \text{ т } \text{Fe}; \\ \text{у } 7,2 \text{ т } \text{Fe}_2\text{O}_3 &\text{ » } x \text{ т } \text{Fe}; \\ x &= 5,04 \text{ т.} \end{aligned}$$

Визначимо кількість Fe_3O_4 , що містить 5,04 т заліза.

У 232 т Fe_3O_4 міститься 168 т Fe;

в y т Fe_3O_4 » 5,04 т Fe;

$$y = 6,96 \text{ т.}$$

10. Визначити формулу сполуки, що містить 4,20% вуглецю, 6,99% водню, 72,73% кисню та 16,08% невідомого металу.

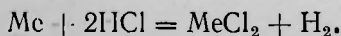
Моль невідомого металу позначимо через a г, а формулу сполуки через $\text{Me}_x\text{C}_y\text{O}_z\text{H}_m$, де Me — невідомий метал, а x , y , z , m — атомні індекси. Обчислимо їх співвідношення:

$$x : y : z : m = \frac{16,08}{a} : \frac{4,20}{12} : \frac{72,73}{16} : \frac{6,99}{1} = \frac{46}{a} : 1 : 13 : 20.$$

Якщо атомна маса невідомого металу 23, то співвідношення атомних індексів становить 2 : 1 : 13 : 20. Отже, невідомий метал — натрій, а формула сполуки — $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

11. 1,44 г металу розчинили в 20 мл 20%-ної соляної кислоти ($\rho = 1,095$), при цьому утворилася сіль, в якій метал має валентність два. Увесь добутий водень прореагував з 3,2 г оксиду металу з валентністю три. Визначити обидва метали.

Визначимо масу 20 мл 20%-ної соляної кислоти: $\rho = \frac{m}{V}$; $m = \rho V$; $m = 20 \cdot 1,095 = 21,9$ г. В 21,9 г 20%-ної соляної кислоти містилося $21,9 \cdot 0,2 = 4,38$ (г) HCl.



Моль металу позначимо через x г.

x г Me реагують з 73 г HCl;

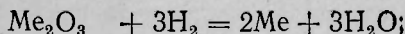
1,44 г Me » з 4,38 г HCl;

$$x = 24 \text{ г.}$$

Отже метал — магній. Маса виділеного водню становить:

$$\frac{2 \cdot 4,38}{73} = 0,12 \text{ г, або } \frac{2 \cdot 1,44}{24} = 0,12 \text{ г.}$$

Знайдемо другий метал:



$(2x + 48)$ г — 6 г;

3,2 г — 0,12 г;

$$x = 56.$$

Отже, другий метал — залізо.

12. 9,55 г суміші хлориду і карбонату кальцію обробили 396 мл води. При цьому утворився розчин 1%-ної концентрації. Визначити масовий і процентний склад суміші.

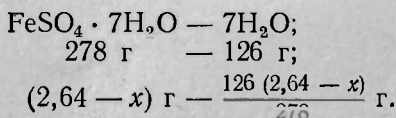
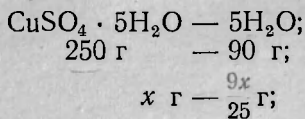
Карбонат кальцію у воді не розчиняється. Обчислимо кількість хлориду кальцію у вихідній суміші:

у 99 г води розчиняється 1 г CaCl_2 ;
у 396 г » » » x г CaCl_2 ;
 $x = 4$ г. -

Масовий склад вихідної суміші: 4 г CaCl_2 і 5,55 г CaCO_3 .
 Процентний склад: $4 : 9,55 \approx 0,4188$, або 41,88%, CaCl_2 ;
 $5,55 : 9,55 \approx 0,5812$, або 58,12%, CaCO_3 .

13. Під час нагрівання 2,64 г суміші мідного ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) і залізного ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) купоросів виділилося 1,08 г води. Визначити процентний склад взятої суміші. Які хімічні перетворення можна здійснити із цими солями, якщо наявні всі необхідні реактиви? Написати рівняння відповідних реакцій.

Позначимо масу мідного купоросу у вихідній суміші через x г, тоді маса залізного купоросу становитиме $(2,64 - x)$ г. Визначимо кількість води, виділеної при нагріванні x г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і $(2,64 - x)$ г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

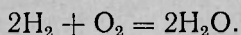


Загальна кількість води становить $\frac{9x}{25} + \frac{126(2.64 - x)}{278} = 1,08$;
 $x = 1,25$ г.

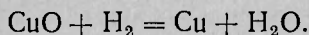
У вихідній суміші містилося 1,25 г мідного і 2,64 — $1,25 = 1,39$ (г) залізного купоросу. Процентний склад узятій суміші: $1,25:2,64 \sim 0,4735$, або 47,35%, мідного і $1,39:2,64 \sim 0,5265$, або 52,65%, залізного купоросу.

14. В евідіометр помістили 10 л суміші водню з киснем. Після вибуху суміші залишилося 2,23 л газу, що

підновлює оксид міді до міді. Визначити процентний склад суміші.



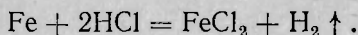
В евідіометрі залишився водень, бо кисень не взаємодіє з оксидом міді.



Прореагувало $10 - 2,23 = 7,77$ (л) суміші, з яких $\frac{1}{3}$ частина припадає на кисень, а $\frac{2}{3}$ — на водень (згідно з рівнянням). $7,77 \cdot \frac{1}{3} = 2,59$ (л) O_2 ; $7,77 \cdot \frac{2}{3} = 5,18$ (л) H_2 . Усього водню було: $2,23 + 5,18 = 7,41$ л. Процентний склад суміші: $2,59 : 10 = 0,259$, або 25,9%, O_2 ; $7,41 : 10 = 0,741$, або 74,1%, H_2 .

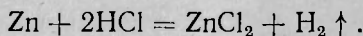
15. У результаті розчинення в кислоті 2,33 г суміші заліза й цинку виділилося 896 мл водню (н. у.)¹. Визначити масовий склад суміші.

Позначимо кількість заліза в суміші через x г, тоді кількість цинку становитиме $(2,33 - x)$ г. Визначимо об'єм виділеного водню. Моль газу за н. у. має об'єм 22,4 л.



56 г Fe витісняють 22,4 л H_2 ;

x г Fe » $\frac{22,4x}{56}$ л H_2 .



65 г Zn витісняють 22,4 л H_2 ;

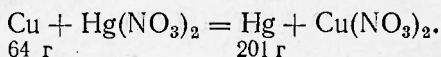
$(2,33 - x)$ г Zn » $\frac{22,4(2,33 - x)}{65}$ л H_2 .

Згідно з умовою задачі можна записати: $\frac{22,4x}{56} + \frac{22,4(2,33 - x)}{65} = 0,896$; $x = 1,68$ г. Отже, маса заліза 1,68 г, маса цинку $2,33 - 1,68 = 0,65$ г.

16. Мідну пластинку масою 20 г занурили в розчин нітрату ртуті. Маса пластинки збільшилася на 2,72 г.

¹ Нормальні умови (температура 0°С, тиск 1 ат).

Потім її нагріли, і вона набула початкового кольору. Як при цьому змінилася маса пластинки?



Ртуть ~~випарувалася~~ ^{світла} на поверхні пластинки і збільшила її масу: 64 г міді витісняють 201 г Hg, приріст маси — $201 - 64 = 137$ г. Визначимо кількість міді, що перейшла в розчин:

64 г Cu збільшують масу на 137 г;

x г Cu » » 2,72 г;

$$x = 1,27 \text{ г.}$$

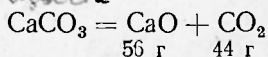
Після нагрівання ртуть випарувалася, і маса пластинки зменшилась на 1,27 г.

17. З якого мінералу та газоподібної речовини можна добути воду:

а) Відновленням руд, що складаються з оксидів металів, воднем можна добути метал і воду. Приклади руд: Fe_2O_3 (гематит), $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (бурий залізняк), Fe_3O_4 (магнетит), SnO_2 (каситерит), PbO (свинцевий глет) та ін.

б) Спалюванням у кисні (або повітрі) мінералів органічного походження, що містять водень, наприклад, вугілля, сланців, нафти.

18. У результаті прожарювання маса ^{известняка} вапняку зменшилась на 40%. Обчислити процентний вміст оксиду кальцію в негашеному вапні.



Зменшення маси відбувається за рахунок виділення вуглекислого газу. Якщо з 100 г вапняку виділяється 40 г CO_2 , то твердого залишку залишається 60 г.

З 56 г CaO утворюється 44 г CO_2 ;

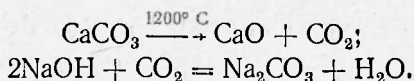
з x г CaO » 40 г CO_2 ;

$$x = 50,91 \text{ г.}$$

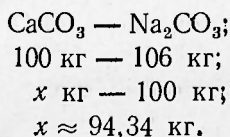
Визначимо процентний вміст CaO в негашеному вапні: $50,91 : 60 \approx 0,85$, або 85%.

19. Карбонат натрію можна добути, пропускаючи газоподібний продукт розкладу вапняку крізь розчин каустичної соди. Розрахувати, яка кількість вапняку, що містить

2% домішок, потрібна для добування 1 т 10%-ного розчину соди.



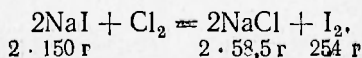
В 1 т 10%-ного розчину міститься 100 кг соди. Складемо стехіометричну схему:



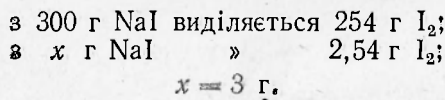
94,34 кг CaCO_3 у вапняку становить 98%, отже, всього вапняку треба взяти: $94,34 : 0,98 \approx 96,26$ кг.

20. 3,4 г суміші хлориду та йодиду натрію розчинили в 100 мл води. Крізь цей розчин пропустили хлор до повного виділення йоду. При цьому утворилося 2,54 г йоду. Визначити масовий склад вихідної суміші та процентну концентрацію утвореного розчину.

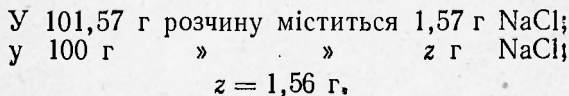
Перший спосіб.



Визначимо масу йодиду натрію:



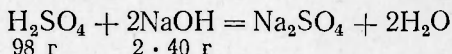
Маса NaCl становить: $3,4 - 3,0 = 0,4$ (г). Отже, у вихідній суміші 3 г NaI та 0,4 г NaCl . Визначимо масу NaCl , що утворився в результаті реакції. За рівнянням реакції утворюється $2 \cdot 58,5$ г NaCl і 254 г I_2 , або y г NaCl і 2,54 г I_2 ; $y = 1,17$ г. Загальна маса NaCl у розчині $0,4 + 1,17 = 1,57$ (г). Визначимо процентну концентрацію утвореного розчину. $100 : 1,57 = 101,57$ (г).



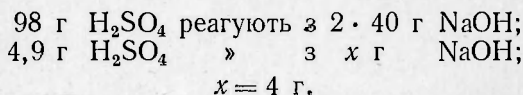
Отже, утворився розчин 1,56%-ної концентрації.

Другий спосіб. 2,54 г йоду становить 0,01 моль ($2,54 : 254 = 0,01$). Отже, у вихідній суміші було 0,02 моль NaI, тобто $150 \cdot 0,02 = 3$ (г) і 0,4 г NaCl. У результаті реакції утворилося 0,02 моль NaCl, тобто $58,5 \cdot 0,02 = 1,17$ (г). Усього NaCl $0,4 + 1,17 = 1,57$ (г). Процентну концентрацію розчину визначаємо, як у першому способі.

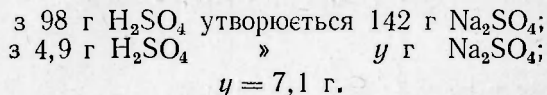
21. Змішали 50 г 9,8%-ної сірчаної кислоти та 50 г 10%-ного розчину гідроксиду натрію. Розрахувати процентну концентрацію середньої солі, що утворилася в розчині.



У 50 г розчину міститься $9,8 : 2 = 4,9$ (г) H_2SO_4 . Маса NaOH в 50 г розчину становить 5 г. Знайдемо, яка речовина прореагувала повністю:

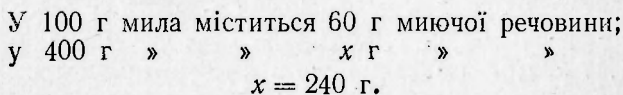


Отже, повністю прореагувала H_2SO_4 (4,9 г). Визначимо масу солі:



Ця кількість солі міститься в 100 г розчину, отже, розчин 7,1%-ної концентрації відносно сульфату натрію.

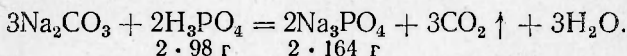
22. У господарському милі міститься 60% миючої речовини (якісне число мила). Маса шматка 400 г. Визначити вміст у грамах миючої речовини в шматку мила. Як зміниться якісне число мила, якщо після висушування шматок мила матиме масу 300 г?



$$240 : 300 = 0,8, \text{ або } 80\%.$$

ЗАДАЧІ ДЛЯ 8 КЛАСУ

1. 20 г розчину ортофосфорної кислоти повністю прореагували з карбонатом натрію. Утворений розчин випарили і сухий залишок зважили. Маса його дорівнює 4,95 г. Визначити процентну концентрацію кислоти. Які ознаки того, що розчини повністю прореагували?



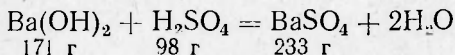
$\begin{array}{l} 3 \cdot 2 \cdot 98 \text{ г } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ утворюється } 2 \cdot 164 \text{ г } \text{Na}_3\text{PO}_4; \\ \text{з } x \text{ г } \text{H}_3\text{PO}_4 \quad \quad \quad \text{»} \quad \quad \quad 4,95 \text{ г } \text{Na}_3\text{PO}_4; \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x = 2,96 \text{ г.} \end{array}$

Визначимо процентну концентрацію фосфорної кислоти:

$\begin{array}{l} \text{у } 20 \text{ г розчину міститься } 2,96 \text{ г } \text{H}_3\text{PO}_4; \\ \text{у } 100 \text{ г } \quad \quad \quad \text{»} \quad \quad \quad \text{»} \quad \quad \quad y \text{ г } \text{H}_3\text{PO}_4; \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad y = 14,8 \text{ г.} \end{array}$

Отже, розчин 14,8%-ної концентрації. Якщо кислота прореагувала повністю, то червоний лакмусовий папірець синіє в розчині. Після закінчення реакції припиняється виділення вуглекислого газу.

2. Визначити масу осаду, утвореного в результаті зливання 200 г 8%-ного розчину гідроксиду барію і 400 г 1%-ного розчину сірчаної кислоти.



У 400 г 1%-ного розчину міститься $400 \cdot 0,01 = 4$ (г) H_2SO_4 , а в 200 г 8%-ного розчину — $200 \cdot 0,08 = 16$ (г) $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Визначимо, яка з вихідних речовин прореагувала повністю.

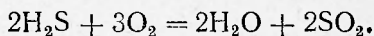
$\begin{array}{l} \text{На } 171 \text{ г } \text{Ba}(\text{OH})_2 \text{ витрачається } 98 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4; \\ \text{на } x \text{ г } \text{Ba}(\text{OH})_2 \quad \quad \quad \text{»} \quad \quad \quad 4 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4; \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x \approx 6,98 \text{ г } \text{Ba}(\text{OH})_2. \end{array}$

У розчині міститься 16 г $\text{Ba}(\text{OH})_2$; отже, сірчана кислота прореагувала повністю. Визначимо кількість осаду:

$\begin{array}{l} \text{з } 98 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ утворюється } 233 \text{ г } \text{BaSO}_4; \\ \text{з } 4 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 \quad \quad \quad \text{»} \quad \quad \quad y \text{ г } \text{BaSO}_4; \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad y \sim 9,5 \text{ г.} \end{array}$

Отже, утворилося 9,5 г BaSO_4 .

3. Сірчистий газ, добутий у результаті повного згоряння 560 мл сірководню, виміряного за нормальних умов, пропустили крізь 40 г 2,5%-ного розчину їдкого натру. Визначити процентну концентрацію добутої солі.



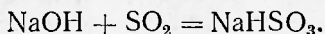
Згідно рівняння, утворюється 560 мл SO_2 . Визначимо, скільки це становить молів і грамів.

1 моль SO_2 становить 64 г, або 22 400 мл;

x моль SO_2 » y г, або 560 мл;

$$x = 0,025 \text{ моль}; y = 1,6 \text{ г}.$$

У 40 г 2,5%-ного розчину міститься $40 \cdot 0,025 = 1$ (г) NaOH , тобто 1:40 = 0,025 (моль). Отже, утвориться 0,025 моль кислій солі:



$M_{\text{NaHSO}_3} = 104$. $104 \cdot 0,025 = 2,6$ (г). Маса добутого розчину $40 + 1,6 = 41,6$ (г). Визначимо його процентну концентрацію.

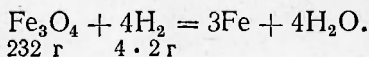
У 41,6 г розчину міститься 2,6 г NaHSO_3 ;

у 100 г » » x г NaHSO_3 ;

$$x = 6,25 \text{ г}.$$

Отже, розчин 6,25%-ний.

4. Який об'єм 20%-ного розчину сірчаної кислоти ($\rho = 1,14$) і яку кількість цинку треба взяти, щоб добути водень, потрібний для відновлення 20,88 г Fe_3O_4 ?



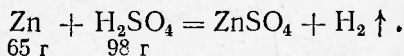
232 г 4 · 2 г

232 г Fe_3O_4 реагують з 8 г H_2 ;

20,88 г Fe_3O_4 » x г H_2 ;

$$x = 0,72 \text{ г}.$$

Визначимо кількості цинку і сірчаної кислоти, потрібні для утворення 0,72 г водню.



65 г 98 г

65 г Zn реагують з 98 г H_2SO_4 , утворюючи 2 г H_2 ;

y г Zn » z г H_2SO_4 » 0,72 г H_2 ;

$$y = 23,4 \text{ г}; z = 35,28 \text{ г}.$$

Визначимо масу розчину сірчаної кислоти

$$\begin{array}{lcl} \text{у } 100 \text{ г розчину } \text{H}_2\text{SO}_4 & \text{міститься} & 20 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 \\ \text{у } m \text{ г} & \text{»} & \text{H}_2\text{SO}_4 \quad \text{»} \quad 35,28 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 \\ & & m = 176,4 \text{ г.} \end{array}$$

Об'єм цього розчину $v = \frac{m}{\rho}$; $v \approx 154,7$ мл H_2SO_4 . Отже, для відновлення $20,88 \text{ г } \text{Fe}_3\text{O}_4$ потрібно $23,4 \text{ г } \text{Zn}$ та $154,7$ мл 20%-ного розчину H_2SO_4 .

5. 2,7 г речовини, що складається з трьох елементів, обробили газоподібним хлором. При цьому утворилася суміш хлоридів металів і хлороводень, з якого добуто 100 мл 2М розчину соляної кислоти. Визначити формулу речовини і ступені окислення елементів у ній, якщо відомо, що один з елементів — лужний метал, процентний вміст якого в цій речовині 42,59%, а в хлориді — 39,32%.

У 100 мл 2М розчину міститься 7,3 г HCl або 0,2 г H , отже, в 2,7 г речовини міститься 0,2 г H . Визначимо лужний метал. Формула хлориду MeCl .

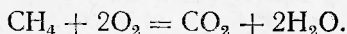
$$\begin{array}{lcl} \text{На } 39,32 \text{ г Me} & \text{припадає} & 60,68 \text{ г Cl;} \\ \text{на } x \text{ г Me} & \text{»} & 35,5 \text{ г Cl;} \\ & & x \approx 23 \text{ г.} \end{array}$$

Отже, лужний метал — натрій. 2,7 г речовини містять $2,7 \cdot 0,426 \approx 1,15 \text{ г Na}$; 0,2 г H у 2,7 г речовини становлять $0,2 : 2,7 = 0,0741$, або 7,41%. На невідомий елемент припадає $100 - (42,59 + 7,41) = 50(\%)$, або 1,35 г. Визначимо, скільки грамів кожного елемента припадає на моль натрію:

$$\begin{array}{lcl} \text{на } 1,15 \text{ г Na} & \text{припадає} & 1,35 \text{ г E і } 0,2 \text{ г H;} \\ \text{на } 23 \text{ г Na} & \text{»} & n \text{ г E і } m \text{ г H;} \\ & & n = 27 \text{ г; } m = 4 \text{ г.} \end{array}$$

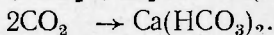
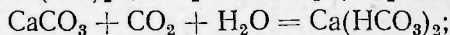
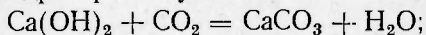
Отже, елемент — алюміній. Формула сполуки NaAlH_4 .

6. Визначити, який об'єм кисню витратиться на повне згоряння 24 л метану і скільки кислої солі утвориться, коли пропускати добутий вуглекислий газ крізь розчин гідроксиду кальцію.



$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ л } \text{CH}_4 & \text{взаємодіє з } 2 \text{ л } \text{O}_2, & \text{утворюючи } 1 \text{ л } \text{CO}_2; \\ 24 \text{ л } \text{CH}_4 & \text{»} & x \text{ л } \text{O}_2, \quad \text{»} \quad y \text{ л } \text{CO}_2; \\ & & x = 48 \text{ л; } y = 24 \text{ л.} \end{array}$$

Якщо пропускати вуглекислий газ крізь розчин гідроксиду кальцію, утворюється білий осад карбонату кальцію, який розчиняється в надлишку вуглекислого газу, утворюючи розчин гідрокарбонату кальцію:



$$2 \cdot 22,4 \text{ л} \quad 162 \text{ г}$$

З $2 \cdot 22,4 \text{ л}$ CO_2 утворюється $162 \text{ г Ca(HCO}_3)_2$;

з 24 л CO_2 « $y \text{ г Ca(HCO}_3)_2$;

$$y \sim 86,8 \text{ г.}$$

Отже, утвориться $86,8 \text{ г Ca(HCO}_3)_2$.

7. Для підводних робіт застосовується «гелієве повітря» — суміш кисню й гелію. Визначити процентний склад за об'ємом гелієвого повітря, відносна густина якого за воднем дорівнює 4,8.

Рішення

Перший спосіб. Визначимо середню молекулярну масу «гелієвого повітря»: $M = 2d_{\text{H}_2}$; $M = 2 \cdot 4,8 = 9,6$; $M_{\text{O}_2} = 32$; $M_{\text{He}} = 4$. Об'єм кисню в молі суміші беремо за x об'ємних одиниць, тоді об'єм гелію становитиме $(1 - x)$ об'ємних одиниць. Маса кисню в суміші становить $32x$, гелію — $4(1 - x)$. Отже,

$$32x + 4(1 - x) = 9,6; \quad x = 0,2.$$

Процентний склад суміші: $20\% \text{O}_2$; $80\% \text{He}$.

Другий спосіб. Визначимо відносну густина компонентів за воднем: d_{H_2} для O_2 — $\frac{32}{2} = 16$; d_{H_2} для He — $\frac{4}{2} = 2$. Відносна густина суміші складається з парціальних густин компонентів. Останні визначаємо з добутку густини газу на об'ємний вміст його в суміші. Позначимо об'єм O_2 через x , тоді об'єм He — $(1 - x)$. Парціальна густина кисню за воднем становить $16x$, а парціальна густина гелію за воднем — $2(1 - x)$. Отже,

$$16x + 2(1 - x) = 4,8; \quad x = 0,2.$$

Третій спосіб. Для розв'язування використовуємо діагональну схему:

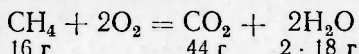
$$\begin{array}{ccc} 16 & & 2,8 \\ & \searrow & \nearrow \\ & 4,8 & \\ & \nearrow & \searrow \\ 2 & & 11,2 \\ 2,8 : 11,2 = 1 : 4 \end{array}$$

Четвертий спосіб. Відношення різниць відносних густин показує відношення об'ємів компонентів у суміші. Між відношенням об'ємів компонентів і відношенням різниць густин існує обернена пропорційність:

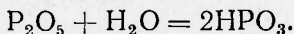
$$\frac{v_{O_2}}{v_{He}} = \frac{d_{\text{суміші за } H_2} - d_{He \text{ за } H_2}}{d_{O_2 \text{ за } H_2} - d_{\text{суміші за } H_2}};$$

$$\frac{v_{O_2}}{v_{He}} = \frac{4,8 - 2}{16 - 4,8}; \quad \frac{v_{O_2}}{v_{He}} = \frac{2,8}{11,2}; \quad v_{O_2} : v_{He} = 1 : 4.$$

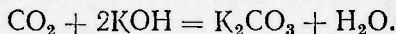
8. Спалено метан, а продукти реакції пропущено крізь U-подібні трубки, наповнені: а) фосфорним ангідридом, б) розчином їдкого калі. Маса другої трубки збільшилася на 5,65 г. На скільки збільшилася маса першої трубки? Скільки метану згоріло?



У першій трубці фосфорний ангідрид реагує тільки з водою:



У другій трубці розчин КОН вбирає вуглекислий газ:



Маса трубки збільшилася на 5,65 г. Отже, це маса CO_2 , утвореного в результаті згоряння метану. Визначимо масу метану і води.

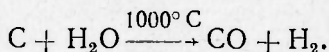
$$\begin{array}{lcl} \text{З } 16 \text{ г } CH_4 & \text{утворюється} & 44 \text{ г } CO_2 \text{ і } 36 \text{ г } H_2O; \\ \text{з } x \text{ г } CH_4 & \text{»} & 5,65 \text{ г } CO_2 \text{ і } y \text{ г } H_2O; \\ & & x = 2,05 \text{ г}; \quad y = 4,62 \text{ г}. \end{array}$$

Було спалено 2,05 г CH_4 . Оскільки вся вода вступає в реакцію з фосфорним ангідридом, то маса першої трубки збільшилася на 4,62 г.

9. Чи існують неметали, що розкладають воду з виділенням водню?

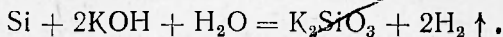
1. Розжарене вугілля при взаємодії з водою утворює чадний газ і водень:

із

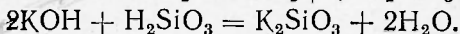
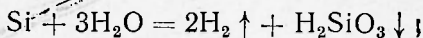


Ця суміш має технічну назву водяного газу.

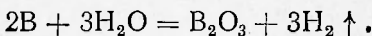
2. Кремній у присутності лугу енергійно діє на воду, утворюючи водень і силікат:



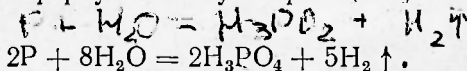
Луг відіграє роль каталізатора, реагуючи з утворенню силікатною кислотою:



3. Бор витісняє водень, взаємодіючи з водяною парою при температурі червоного жару:



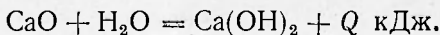
4. Нагріванням білого фосфору з водою при 500°C добувають фосфорну кислоту. При цьому виділяється водень:



10. Скільки грамів води утворилося в результаті нагрівання 15,6 г речовини, що має такий процентний склад: 34,62% Al, 61,53% O та 3,85% H?

Визначимо кількість водню в цій сполучі: $15,6 \cdot 0,0385 = 0,6$ (г). Весь водень увійшов до складу води. Масове співвідношення елементів води $\text{H} : \text{O} = 1 : 8$. Отже, 1 м. ч. становить 0,6 г, а 9 м. ч. — 5,4 г. Утворилося 5,4 г води.

11. Скільки теплоти виділилося при утворенні 5 кг гашеного вапна з оксиду кальцію й води? Теплота утворення оксиду кальцію дорівнює 634,7 кДж, води (рідина) — 285,7 кДж, гідроксиду кальцію — 987,4 кДж.



$$Q = Q_{\text{Ca(OH)}_2} - Q_{\text{CaO}} - Q_{\text{H}_2\text{O}};$$

$$Q = 987,4 - 634,7 - 285,7 = 67,0 \text{ кДж.}$$

При утворенні 74 г Ca(OH)_2 виділяється 67 кДж теплоти;

» » 5000 г Ca(OH)_2 » x кДж »

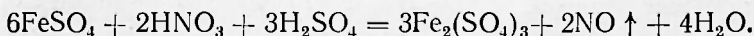
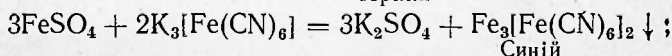
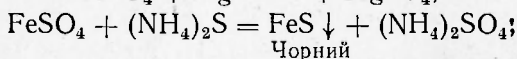
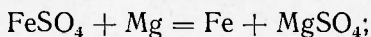
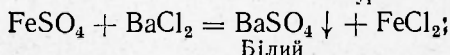
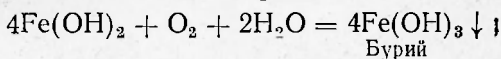
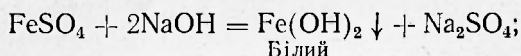
$$x = 335\,000 \text{ кДж.}$$

Отже, виділяється 335 000 кДж теплоти.

12. Визначити формулу солі, яка містить метал Me. Відоме масове співвідношення між елементами — $\text{Me} : \text{H} : \text{O} : \text{S} = 11,17 : 2,8 : 35,2 : 6,4$. Які хімічні перетворення

цієї солі ви знаєте? Навести відповідні рівняння хімічних реакцій.

Перший спосіб. Позначимо формулу солі через $Me_aH_bO_cS_z$, $Me : H : O : S = 11,17 : 2,8 : 35,2 : 6,4 = (11,17 \times 5) : (2,8 \cdot 5) : (35,2 \cdot 5) : (6,4 \cdot 5) = 55,85 : 14 : 176 : 32$. Масову кількість кожного елемента поділимо на його атомну масу і визначимо кількість атомів: $14 : 1 = 14$ (14 атомів водню); $176 : 16 = 11$ (11 атомів кисню); $32 : 32 = 1$ (1 атом сірки). Отже, $b = 14$; $c = 11$; $z = 1$. За періодичною системою встановлюємо, що метал Me — залізо ($A_{Fe} = 55,85$); $55,85 : 55,85 = 1$; $a = 1$. Формула солі $FeH_{14}O_{11}S$, або $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Основні хімічні властивості цієї солі можна виразити такими рівняннями:



Другий спосіб. Водень може входити до складу кислих, основних солей та кристалогідратів. Оскільки водню за умовою багато, можна стверджувати, що сіль є кристалогідратом. Якщо в кристалізаційній воді міститься 2,8 м. ч. водню, то кисню, зв'язаного з ним, буде 22,4 м. ч. ($H : O = 1 : 8$; $2,8 \cdot 8 = 22,4$). $35,2 - 22,4 = 12,8$ (м. ч.) кисню, що входить до складу кислотного залишку. Визначимо кількість атомів кисню, що припадає на один атом сірки:

$$\frac{12,8}{6,4} = \frac{16x}{32}; \quad x = 4.$$

Отже, кислотний залишок SO_4^{2-} . Визначимо кількість молекул води в кристалогідраті:

$$\frac{6,4}{22,4} = \frac{32}{16y}; \quad y = 7.$$

Визначимо атомну масу металу:

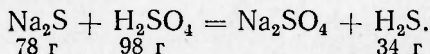
$$\frac{11,17}{6,4} = \frac{z}{32}, \quad z = 55,85.$$

Метал Me — залізо. Отже, формула солі $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

13. На шальках технічних терезів зрівноважено два стакани. У першому міститься 5 г сульфиду натрію, в другому — 5 г сульфиду цинку. У перший стакан долили 25 г 20%-ного розчину сірчаної кислоти, в другий — 25 г 20%-ного розчину соляної кислоти (кислоту доливали у витяжний шафі). Як зміниться рівновага на шальках після закінчення реакції? Які речовини утворилися в результаті реакції?

У 25 г 20%-ного розчину міститься $25 \cdot 0,2 = 5$ (г) речовини.

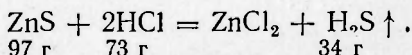
Перший стакан:



78 г Na_2S реагують з 98 г H_2SO_4 , утворюючи 34 г H_2S ;
 x г Na_2S » з 5 г H_2SO_4 » y г H_2S ;
 $x \approx 3,98$ г; $y \approx 1,73$ г.

Маса стакана зменшилася на 1,73 г за рахунок виділення сірководню. Сірчана кислота прореагувала повністю. У розчині містяться сульфат натрію та надлишок сульфиду натрію.

Другий стакан:

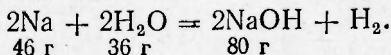


97 г ZnS реагують з 73 г HCl , утворюючи 34 г H_2S ;
5 г ZnS » x г HCl , » y г H_2S ;
 $x \approx 3,76$ г; $y = 1,75$ г.

Маса стакана зменшилася на 1,75 г. Сульфід цинку прореагував повністю. У стакані міститься надлишок соляної кислоти та хлорид цинку. В обох стаканах є частина розчиненого у воді сірководню. Перший стакан важчий, ніж другий.

14. Скільки натрію треба взяти на один літр води, щоб добути 10%-ний розчин лугу?

Перший спосіб.



46 г Na реагують з 36 г H_2O , утворюючи 80 г NaOH ;
 x г Na » $\frac{36x}{46}$ г H_2O , » $\frac{80x}{46}$ г NaOH .

Отже, прореагує $\frac{36x}{46}$ г води, а залишиться $\left(1000 - \frac{36x}{46}\right)$ г.
 У цій кількості води розчиниться утворений їдкий натр,
 тобто $\frac{80x}{46}$ г.

У 90 г H_2O міститься 10 г NaOH ;
 $y \left(1000 - \frac{36x}{46}\right)$ г H_2O » $\frac{80x}{46}$ г NaOH ;
 $46\,000 - 36x = 9 \cdot 80x$; $171x = 11\,500$; $x \approx 60,85$.

Отже, на 1 л води треба взяти 60,85 г натрію.

Другий спосіб. З x г Na добудемо $\frac{80x}{46}$ г NaOH ,
 що становить 10%, тобто 0,1 маси всього розчину. Визначимо масу розчину, яка дорівнює сумі мас води й натрію
 мінус маса водню, що виділиться:

$$1000 + x - \frac{2x}{46} = 1000 + x - \frac{x}{23}.$$

Складемо рівняння з одним невідомим і розв'яжемо його:

$$1000 + x - \frac{x}{23} = \frac{80x}{46} \cdot 10; \quad 46\,000 + 46x - 2x = 800x;$$

$$46\,000 = 756x; \quad x \approx 60,85.$$

4.3015. Скільки чистого продукту можна добути перекристалізацією технічного мідного купоросу в температурному інтервалі від 100 до 0°C , якщо для перекристалізації взято 5 кг 95%-ного $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$?

Розчинність CuSO_4 при 100°C становить 73,61 г, а при 0°C — 14,81 г. У 5 кг технічного мідного купоросу міститься $5 \cdot 0,95 = 4,75$ (кг) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. $M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 250$.

У 250 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ міститься 160 г CuSO_4 ;
 у 4,75 кг $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ » x кг CuSO_4 ;
 $x = 3,04$ кг.

У 100 кг H_2O розчиняється 73,61 кг CuSO_4 ;
 в y кг H_2O » 3,04 кг CuSO_4 ;
 $y = 4,13$ кг.

Маса всього розчину становить $3,04 + 4,13 = 7,17$ кг. При 100°C в $7,17$ кг розчину міститься $4,75$ кг $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ і $7,17 - 4,75 = 2,42$ кг H_2O , що не використовується на утворення кристалогідрату. При 0°C в 100 г води розчиняється $14,81$ г CuSO_4 або $23,14$ г $\left(\frac{14,81 \cdot 250}{160} \approx 23,14\right)$ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Отже, в $114,81$ г розчину міститься $91,67$ г води, яка не використовується на утворення кристалогідрату ($114,81 - 23,14 = 91,67$).

У $91,67$ г H_2O розчиняється $23,14$ г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
у 2420 г H_2O » » z г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;
 $z \approx 611$ г.

Отже, при 0°C розчиняється 611 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, а при 100°C — 4750 г. У результаті охолодження розчину виділиться $4750 - 611 = 4139$ (г) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

16. Кислота містить $3,06\%$ водню, здатного заміщуватися на метал. Визначити процентний вміст металу в натрієвій солі цієї кислоти.

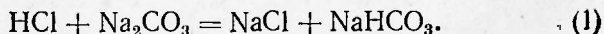
Визначимо грам-еквівалент кислотного залишку:

на $3,06$ г водню припадає $96,94$ г кислотного залишку;
на $1,008$ г » » » x г » »
 $x = 31,93$ г.

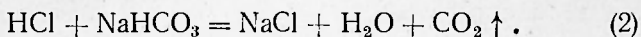
Грам-еквівалент солі складається з грам-еквівалента натрію та грам-еквівалента кислотного залишку: $22,99 + 31,93 = 54,92$. Визначимо процентний вміст натрію в солі: $22,99 : 54,92 \approx 0,4185$, або $41,85\%$.

17. При поступовому доливанні 100 г розчину соляної кислоти до 100 г розчину соди утворюється $198,9$ г розчину продуктів реакції. Під час зливання тих самих розчинів у зворотному порядку маса добутого розчину становить $197,8$ г. Пояснити явище, що спостерігається, і визначити концентрацію розчинів, узятих для реакції.

Зменшення маси розчину відбувається за рахунок виділення вуглекислого газу. У першому випадку його виділилося $1,1$ г, у другому — $2,2$ г. Кількість виділеного вуглекислого газу визначається за вихідною речовиною, що повністю прореагувала. Перша реакція:



Потім надлишок соляної кислоти реагує з гідрокарбонатом натрію:



Для першого випадку відношення $\frac{m_{\text{HCl}}}{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} < 2$. У протинному разі в реакцію із соляною кислотою вступив би весь утворений гідрокарбонат і вуглекислого газу виділилося б не менше, ніж у другому випадку. Це відношення є умовою недостачі соляної кислоти в реакції (1). У другому випадку соляна кислота використовується повністю.

За схемою $2\text{HCl} - \text{CO}_2$ визначимо загальну кількість

$$2 \cdot 36,5 \text{ г} \quad 44 \text{ г}$$

соляної кислоти, витраченої у другому випадку:

$$\begin{array}{rcl} 73 \text{ г HCl} & \text{утворюють} & 44 \text{ г CO}_2; \\ x \text{ г HCl} & \text{»} & 2,2 \text{ г CO}_2; \\ & & x = 3,65 \text{ г.} \end{array}$$

За схемою $\text{HCl} - \text{CO}_2$ визначимо кількість HCl, витрачену в другій стадії:

$$\begin{array}{rcl} 36,5 \text{ г HCl} & \text{утворюють} & 44 \text{ г CO}_2; \\ y \text{ г HCl} & \text{»} & 1,1 \text{ г CO}_2; \\ & & y = 0,91 \text{ г.} \end{array}$$

У першій стадії витрачено $3,65 - 0,91 = 2,74 \text{ г HCl}$. Визначимо кількість соди за схемою: $\text{HCl} - \text{Na}_2\text{CO}_3$

$$\begin{array}{rcl} 36,5 \text{ г HCl} & \text{реагують з} & 106 \text{ г Na}_2\text{CO}_3; \\ 2,74 \text{ г HCl} & \text{»} & z \text{ г Na}_2\text{CO}_3; \\ & & z \approx 7,95 \text{ г.} \end{array}$$

Отже, взято 3,65%-ний розчин HCl і 7,95%-ний розчин Na_2CO_3 .

18. Мінерал берил містить 31,28% кремнію, 53,63% кисню, а також алюміній і берилій. Визначити формулу берилу. (Користуватися наближеними значеннями атомних мас).

Позначимо вміст берилію в 100 г мінералу через x , тоді вміст алюмінію — $100 - (31,28 + 53,63) - x = 15,09 - x$. Формулу берилу позначимо так: $\text{Al}_a\text{Be}_b\text{Si}_c\text{O}_2$. У мінералі елементи проявляють характерні ступені окислення:

$$\begin{array}{cccc} +3 & +2 & +4 & -2 \\ \text{Al}_a & \text{Be}_b & \text{Si}_c & \text{O}_2 \\ 27 \text{ г} & 9 \text{ г} & 28 \text{ г} & 16 \text{ г} \end{array}$$

Кількості молів елементів у 100 г речовини відповідно становлять:

$$\frac{15,09 - x}{27}, \quad \frac{x}{9}, \quad \frac{31,28}{28}, \quad \frac{53,63}{16}.$$

Виходячи з того, що алгебраїчна сума добутків числа атомів елементів на їх ступені окислення дорівнює нулю, можна скласти рівняння:

$$\frac{15,09 - x}{27} \cdot 3 + \frac{x}{9} \cdot 2 + \frac{31,28}{28} \cdot 4 - \frac{53,63}{16} \cdot 2 = 0; \quad x = 5,03.$$

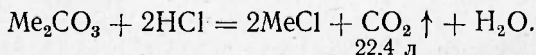
Знаючи процентний вміст елементів, знаходимо формулу речовини:

$$a : b : c : d = \frac{10,06}{27} : \frac{5,03}{9} : \frac{31,28}{28} : \frac{53,63}{16} = 2 : 3 : 6 : 18.$$

Найпростіша формула $\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$, або $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{BeO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

19. 7,5 г суміші карбонату і гідрокарбонату одновалентного металу розчинили в невеликій кількості води, а до добутого розчину долили надлишок соляної кислоти. При цьому виділилося 0,672 г газу (н. у.). Визначити якісний та кількісний склад суміші.

У воді розчиняються тільки карбонати лужних металів. Визначимо атомну масу A металу, припустивши, що суміш містить тільки карбонат:

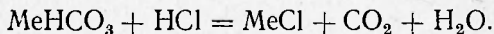


З $(2A + 60)$ г Me_2CO_3 утворюється 22,4 л CO_2 ;

з 7,5 г Me_2CO_3 » 0,672 л CO_2 ;

$$(2A + 60) \cdot 0,672 = 7,5 \cdot 22,4; \quad A = 95.$$

Припустивши, що суміш містить тільки гідрокарбонат, дістанемо:



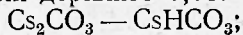
З $(A + 61)$ г MeHCO_3 утворюється 22,4 л CO_2 ;

з 7,5 г MeHCO_3 » 0,672 л CO_2 ;

$$A = 189.$$

Справжнє значення атомної маси знаходиться між значеннями 95 і 189. За періодичною системою встановлюємо, що це метал цезій. Визначимо кількість молів CO_2 :

$\frac{0,672}{22,4} = 0,03$ (моль). Загальна кількість молів карбонату і гідрокарбонату також дорівнює 0,03.



$$326 \text{ г} - 194 \text{ г};$$

$$x \text{ г} - (7,5 - x) \text{ г};$$

$$\frac{x}{326} + \frac{7,5 - x}{194} = 0,03; \quad x = 4,15 \text{ г}.$$

У суміші містилося 4,15 г, або 55,33%, Cs_2CO_3 та $7,5 - 4,15 = 3,35$ г, або 44,67%, CsHCO_3 .

20. Визначити формулу речовини, що складається з елементів А (метал) та Б (неметал). Відомі водневі сполуки цих елементів, що містять відповідно 10% і 11,11% водню. Які властивості має речовина?

З водневих сполук, які можна записати формулами AH_x і BH_y , визначаємо елементи А і Б. Молекулярна маса AH_x ($M_A + x$) в. о. становить 100%, маса водню — 10%. Знаходимо відношення між цими масами:

$$\frac{x}{M_A + x} = 0,1; \quad 0,1M_A + 0,1x = x; \quad M_A = 9x.$$

Значення M_B можна визначити з іншого співвідношення: молекулярна маса BH_y ($M_B + y$) в. о. становить 100%, а маса водню — 11,12%; отже, $\frac{y}{M_B + y} = 0,111; \quad M_B = 8y$.

Елемент А не може мати валентність, вищу за 4, бо це метал. Підставивши значення $x = 1, 2, 3$ і 4, дістанемо значення M_A . При $x = 1$ $M_A = 9$ (атомна маса берилію, проте у водневій сполуці берилію x не може набувати значення 1). При $x = 2$ $M_A = 18$ (в періодичній системі такого металу немає). При $x = 3$ $M_A = 27$ — це атомна маса алюмінію. Отже, елемент А — алюміній. Підставляємо значення $y = 1, 2, \dots$ у вираз $M_B = 8y$. При $y = 1$ $M_B = 8$ — такого елемента немає в періодичній системі. При $y = 2$ $M_B = 16$ — це кисень. Формула шуканої речовини Al_2O_3 .

21. Один з елементів періодичної системи дуже поширений у природі і широко застосовується в народному господарстві. Оксид цього елемента містить 28,5% кисню, а хлорид — 63,9% хлору. Який це елемент?

Кількості елементів, що входять до складу оксиду, відносяться як їх еквіваленти: $28,5 : 71,5 = 8 : x; \quad x = 20,07$,

де x — еквівалент елемента. За періодичною системою та формулою $A = E \cdot n$ (A — атомна маса, E — еквівалент, n — валентність елемента), встановлюємо, що цей елемент — кальцій: $A = 20,07 \cdot 2 = 40,14$. Оксид має формулу CaO . У 111 г CaCl_2 міститься 71 г хлору, тобто $71:111 \approx \approx 0,639$, або 63,9%.

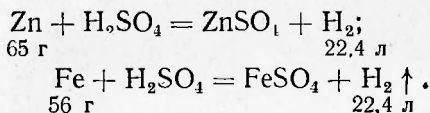
22. Із суміші трьох металів два відомі — цинк і залізо. У результаті розчинення 2,5 г суміші в розбавленій сірчаній кислоті виділилося 672 мл водню (н. у.), а 0,64 г третього металу залишилося в осаді. Для добування оксиду з цієї кількості металу потрібно 112 мл кисню. Який це метал? Визначити масовий і процентний склад суміші.

Визначимо грам-еквівалент металу:

0,64 г металу взаємодіють з 0,112 л кисню;

x г » » $\frac{8 \cdot 22,4}{32}$ л кисню.

За формулою $A = E_{\text{ме}} \cdot n$ знаходимо атомну масу металу. При $n = 1$ $A = 32$ — такого металу немає в періодичній системі; при $n = 2$ $A = 64$ — це атомна маса міді. У суміші міститься $0,64:2,5 = 0,256$, або 25,6% міді. Маса суміші цинку і заліза становить $2,5 - 0,64 = 1,86$ (г).



Кількість цинку і заліза можна визначити кількома способами.

Перший спосіб. З рівнянь реакцій видно, що моль водню виділяється в результаті взаємодії моля цинку або моля заліза з розбавленою сірчаною кислотою. Виділилось $0,672:22,4 = 0,03$ (моль) водню, отже, в суміші було 0,03 моль цинку і заліза разом. Якщо кількість цинку позначити через x моль, то кількість заліза — $(0,03 - x)$ моль, тоді маса цинку в суміші становитиме $65x$ г, а маса заліза — $56(0,03 - x)$ г. Розв'яжемо рівняння з одним невідомим:

$$65x + 56(0,03 - x) = 1,86; \quad x = 0,02.$$

Отже, в суміші міститься 0,02 моль, або $65 \cdot 0,02 = = 1,3$ (г) цинку, що становить $1,3:2,5 = 0,52$, або 52%, та 0,01 моль, або $56 \cdot 0,01 = 0,56$ (г) заліза, що становить $0,56:2,5 = 0,224$, або 22,4%.

Другий спосіб. Кількість цинку в суміші позначимо через x г, а кількість заліза — через $(1,86 - x)$ г. Тоді в суміші міститься $\frac{x}{65}$ моль цинку і $\frac{1,86 - x}{56}$ моль заліза. Під час взаємодії цинку з розбавленою сірчаною кислотою виділилося $\frac{x}{65}$ моль водню, заліза — $\frac{1,86 - x}{56}$ моль водню. Звідси:

$$\frac{x}{65} + \frac{1,86 - x}{56} = 0,03; \quad x = 1,3 \text{ г.}$$

Отже в суміші було 1,3 г Zn і $1,86 - 1,3 = 0,56$ (г) Fe.

Третій спосіб. Кількість цинку в суміші позначимо через x г, а об'єм водню, що виділився в результаті взаємодії цинку з кислотою — через y л. Кількість заліза в суміші становить $(1,86 - x)$ г, а об'єм водню, що виділився в результаті розчинення заліза в кислоті — $(0,672 - y)$ л. З рівнянь реакції видно, що

$$\begin{array}{lll} 65 \text{ г Zn} & \text{витісняють} & 22,4 \text{ л H}_2; \\ x \text{ г Zn} & \text{»} & y \text{ л H}_2; \\ & & y = 0,345 x, \end{array}$$

при взаємодії 56 г Fe виділяється 22,4 л H_2 ;

$$\begin{array}{lll} \text{» } (1,86 - x) \text{ г Fe} & \text{»} & (0,672 - y) \text{ л H}_2; \\ 22,4 (1,86 - x) = 56 (0,672 - y). \end{array}$$

Підставимо значення $y = 0,345 x$; розв'яжемо рівняння відносно x ; $x = 1,3$ г. Отже, в суміші 1,3 г Zn, 0,56 г Fe та 0,64 г Cu.

Четвертий спосіб аналогічний до попереднього, але замість об'єму водню беремо кількість його молів.

П'ятий спосіб. Знайдемо кількість водню, що виділився б у результаті взаємодії 1,86 г цинку, 1,86 г заліза з розбавленою сірчаною кислотою.

$$\begin{array}{lll} 65 \text{ г Zn} & \text{витісняють} & 22,4 \text{ л H}_2; \\ 1,86 \text{ г Zn} & \text{»} & x \text{ л H}_2; \\ & & x = 0,641 \text{ л.} \\ 56 \text{ г Fe} & \text{витісняють} & 22,4 \text{ л H}_2; \\ 1,86 \text{ г Fe} & \text{»} & y \text{ л H}_2; \\ & & y = 0,743 \text{ л.} \end{array}$$

У першому випадку водню виділилося б на 0,672 — 0,641 = 0,031 (л) менше, а в другому — на 0,743 — 0,672 = 0,071 (л) більше, ніж дано в умові задачі. Відношення цих величин указує на співвідношення компонентів у суміші: $\frac{0,031}{0,071} = \frac{1}{2,32} \cdot 3,32$ частини (1 + 2,32 = 3,32) суміші одна частина припадає на залізо (його в суміші менше) і 2,32 частини — на цинк.

1,86 г становлять 3,32 частини;

x г » 2,32 »

$$x_1 = 1,3 \text{ г.}$$

У суміші 1,3 г Zn і 1,86 — 1,3 = 0,56 (г) Fe.

Шостий спосіб (графічний). За попереднім способом встановили: якби цинку було 1,86 г, то виділилося б 0,641 л водню, а при розрахунку на все залізо — 0,743 л водню. Відкладемо ці значення на осі ординат і сполучимо точки прямою, а значення масового і процентного вмісту — на осі абсцис (мал. 1, стор. 29). Проекція значення дійсного об'єму водню за умовою задачі з осі ординат на цю пряму, а потім з утвореної точки на вісь абсцис — значення вмісту цинку і заліза (в грамах і процентах).

23. До 25,7 г суміші малахіту і кристалогідрату хлориду міді (II), що містить 21,05% кристалізаційної води, добавили 33 мл води. Утворився 27%-ний розчин. Визначити масовий склад вихідної суміші.

Визначимо кількість кристалізаційної води в $\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$. Моль CuCl_2 становить 135 г. $\frac{78,95}{135} \cdot \frac{21,05}{18} = 1:2$. Формула сполуки $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. У 100 г розчину міститься 27 г CuCl_2 і 73 г води. Визначимо кількість кристалогідрату в 100 г 27%-ного розчину:

$\text{CuCl}_2 - \text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

135 г — 175 г;

27 г — x г

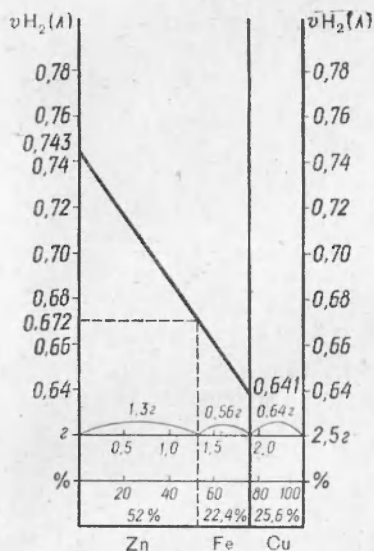
$$x = 34,2 \text{ г}$$

Кількість води становить 100 — 34,2 = 65,8 (г).

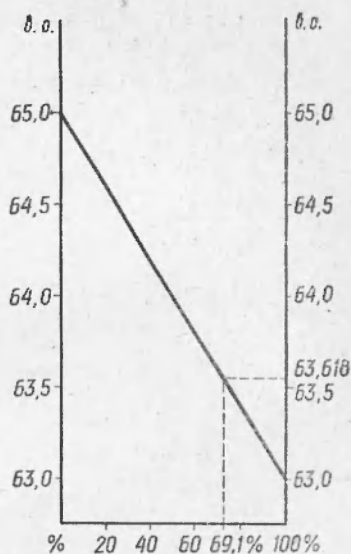
У 65,8 г H_2O розчиниться 34,2 г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

у 33 г H_2O » y г $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

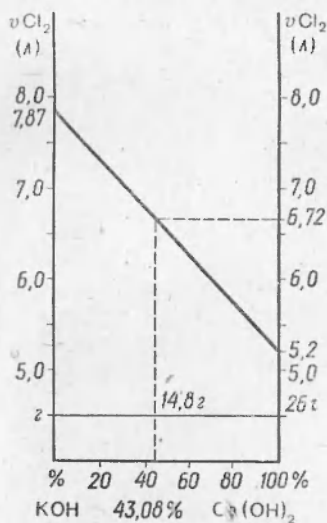
$$y = 17,1 \text{ г.}$$



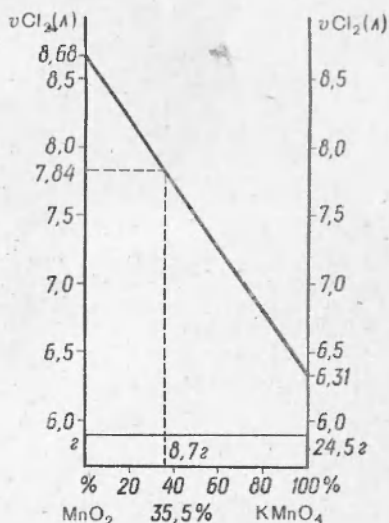
Maл. 1



Maл. 2



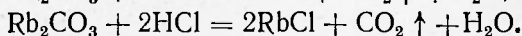
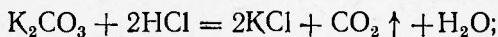
Maл. 3



Maл. 4

У суміші містилося 17,1 г кристалогідрату хлориду міді (II) та 25,7 — 17,1 = 8,6 (г) малахіту.

24. Розчиненням 32,2 г суміші карбонатів калію та рубідію у воді добули 500 мл розчину. На нейтралізацію 22 мл 2М соляної кислоти витрачено 50 мл добутого розчину карбонатів. Визначити склад суміші карбонатів.



Перший спосіб. З 50 мл розчину прореагувало $\frac{22 \cdot 2}{1000} = 0,044$ (моль) кислоти; а з 500 мл прореагувало 6 0,44 моль кислоти. Позначимо через x г кількість K_2CO_3 в суміші, тоді $(32,2 - x)$ г — кількість Rb_2CO_3 .

x г K_2CO_3 реагують з $\frac{2x}{138}$ моль HCl ;

$(32,2 - x)$ г Rb_2CO_3 » з $\frac{2(32,2 - x)}{230}$ моль HCl .

$$\frac{2x}{138} + \frac{2(32,2 - x)}{230} = 0,44;$$

$$x = 27,6 \text{ г.}$$

Отже, в суміші було 27,6 г K_2CO_3 і $32,2 - 27,6 = 4,6$ г Rb_2CO_3 .

Другий спосіб. Позначимо через x кількість грамів K_2CO_3 в суміші, а через y — кількість молів HCl , що реагують з даною кількістю солі. Тоді $(32,2 - x)$ г Rb_2CO_3 реагують з $(0,44 - y)$ моль HCl .

138 г K_2CO_3 реагують з 2 моль HCl ;

x г K_2CO_3 » з y моль HCl ;

$$2x = 138y; y = \frac{2x}{138};$$

230 г Rb_2CO_3 реагують з 2 моль HCl ;

$(32,2 - x)$ г Rb_2CO_3 » $(0,44 - y)$ моль HCl ;

$$2(32,2 - x) = 230(0,44 - y);$$

$$230\left(0,44 - \frac{2x}{138}\right) = 2(32,2 - x);$$

$$x = 27,6.$$

Отже, в суміші було 27,6 г K_2CO_3 та $32,2 - 27,6 = 4,6$ (г) Rb_2CO_3 .

25. Змішали 210 г 52%-ного розчину і 115 г 22%-ного розчину фосфорної кислоти. Яка концентрація добутого розчину?

Визначимо кількість фосфорної кислоти в розчинах:

у 100 г розчину міститься 52 г H_3PO_4 ;

у 210 г » » x г H_3PO_4 ;

$$x = 109,2 \text{ г}$$

у 100 г розчину міститься 22 г H_3PO_4 ;

у 115 г » » y г H_3PO_4 ;

$$y = 25,3 \text{ г.}$$

Загальна маса розчину 325 г ($210 + 115 = 325$), в ньому міститься 134,5 г H_3PO_4 ($109,2 + 25,3$). Визначимо концентрацію розчину:

у 325 г розчину міститься 134,5 г H_3PO_4 ;

у 100 г » » z г H_3PO_4 ;

$$z \approx 41,38 \text{ г.}$$

Отже, розчин 41,38%-ної концентрації.

26. Скільки кристалогідрату $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ треба додати до 100 г води, щоб добути насичений при 20°C розчин сульфату міді (розчинність 20)?

Перший спосіб. У 100 г H_2O при 20°C розчиняється 20 г CuSO_4 .

160 г CuSO_4 з 90 г H_2O утворюють 250 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;

20 г CuSO_4 з $\frac{90}{8}$ г H_2O » $\frac{250}{8}$ г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;

» 11,25 г H_2O » 31,25 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Отже, в 120 г розчину міститься $100 - 11,25 = 88,75$ (г) H_2O . При 20°C

у 88,75 г H_2O розчиняється 31,25 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;

в 100 г H_2O » x г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$;

$$x \approx 35,21 \text{ г.}$$

Отже, треба додати 35,2 г кристалогідрату.

Другий спосіб.

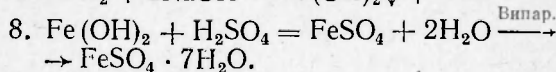
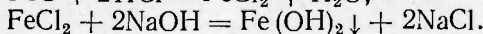
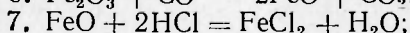
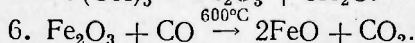
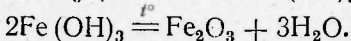
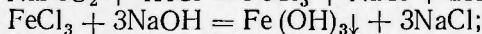
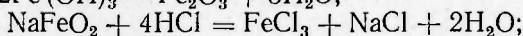
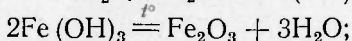
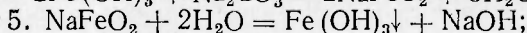
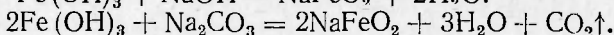
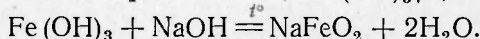
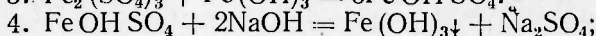
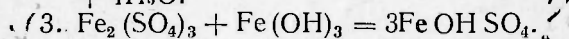
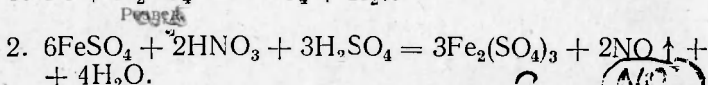
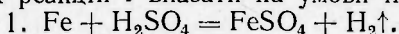
У 250 г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ міститься 160 г CuSO_4 і 90 г H_2O ;

в x г $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ » $\frac{16x}{25}$ г CuSO_4 і $\frac{9x}{25}$ г H_2O ;

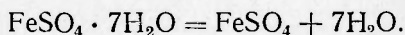
Загальна кількість води становить $\left(\frac{9x}{25} + 100\right)$ г. При 20°C в насиченому розчині солі буде за масою в 5 раз менше, ніж води, бо в 100 г води розчиняється 20 г солі. Складаємо рівняння:

$$\left(\frac{9x}{25} + 100\right) : 5 = \frac{16x}{25}; x = 35,21 \text{ г.}$$

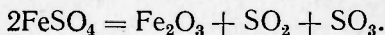
27. Як здійснити такі перетворення: $\text{Fe} \xrightarrow{1} \text{FeSO}_4 \xrightarrow{2} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \xrightarrow{3} \text{FeOH SO}_4 \xrightarrow{4} \text{NaFeO}_2 \xrightarrow{5} \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{6} \text{FeO} \xrightarrow{7} \text{Fe} \xrightarrow{8} \text{Fe}(\text{OH})_2 \xrightarrow{9} \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$? Окремі перетворення відбуваються в кілька стадій. Написати рівняння хімічних реакцій і вказати на умови їх перебігу.



9. Під час нагрівання кристалогідрату спочатку виділяється кристалізаційна вода: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$



При дальшому нагріванні відбувається реакція розкладу:



Последние 1-2 молекулы H_2O отбавляются с разложением соли

3. Виготовлено 50 г розчину нітрату свинцю, насиченого при 89°C . Концентрація розчину становить 54%. Скільки нітрату свинцю випаде в осад при охолодженні цього розчину до 18°C , якщо насичений розчин при 18°C містить 33,33% солі?

Перший спосіб. У 50 г розчину при 89°C міститься 27 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, а води — 23 г ($50 - 27 = 23$). Визначимо, яка кількість солі розчиниться в 23 г води при 18°C . У 100 г розчину міститься 33,3 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ і 66,67 г води.

У 66,67 г H_2O розчиняється 33,33 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;

у 23 г H_2O » » x г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;

$$x \sim 11,5 \text{ г.}$$

У результаті охолодження розчину в осад випадає $27 - 11,5 = 15,5$ (г) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Другий спосіб. У 50 г 54%-ного розчину міститься 27 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Кількість солі, що випадає в осад при охолодженні розчину, позначимо через x г. Залишається $(50 - x)$ г розчину, в якому міститься $0,3333 \cdot (50 - x)$ г розчиненої солі при 18°C , що за умовою задачі дорівнює $(27 - x)$ г.

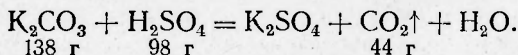
$$(50 - x) \cdot 0,3333 = 27 - x; \quad x \approx 15,5.$$

Отже, в осад випадає 15,5 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

4. На шальках терезів зрівноважено два відкритих стакани, в кожний з яких налито по 50 мл 10%-ного розчину сірчаної кислоти ($\rho = 1,066$). У перший стакан внесли 3 г поташу, в другий — 3 г карбонату магнію. Після закінчення реакції в перший стакан добавили 3 г карбонату магнію, а в другий — 3 г поташу. Як порушиться рівновага терезів: а) після закінчення першої реакції; б) після закінчення другої реакції?

Визначимо кількість сірчаної кислоти, що міститься в кожному стакані: $50 \cdot 1,066 \cdot 0,1 = 5,33$ (г).

а) Перший стакан:

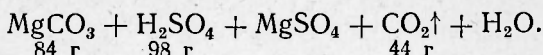


138 г K_2CO_3 взаємодіють з 98 г H_2SO_4 , утворюючи 44 г CO_2 ;

3 г K_2CO_3 . » x г H_2SO_4 , » y г CO_2 ;

$$x \approx 2,13 \text{ г; } y \approx 0,96 \text{ г.}$$

Другий стакан:



84 г MgCO_3 взаємодіють з 98 г H_2SO_4 , утворюючи 44 г CO_2 ;
 3 г MgCO_3 » x_1 г H_2SO_4 , » y_1 г CO_2 ;
 $x_1 = 3,5$ г; $y_1 \approx 1,57$ г.

Після реакції маса першого стакана зменшилася на 0,96 г, а другого — на 1,57 г. Отже, другий стакан став легшим. У першому стакані залишилися кислоти 5,33 — 2,13 = 3,2 (г), у другому — 5,33 — 3,5 = 1,83 (г).

б) Перший стакан:

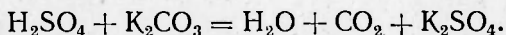


98 г H_2SO_4 взаємодіють з 84 г MgCO_3 , утворюючи 44 г CO_2 ;
 3,2 г H_2SO_4 » MgCO_3 , » z г CO_2 .

З попереднього розв'язку видно, що на 3 г MgCO_3 потрібно 3,5 г H_2SO_4 ; отже, повністю прореагують 3,2 г H_2SO_4 .

$$z \approx 1,44 \text{ г.}$$

Другий стакан:



98 г H_2SO_4 взаємодіють з 138 г K_2CO_3 , утворюючи 44 г CO_2 ;
 1,83 г H_2SO_4 » K_2CO_3 , » z_1 г CO_2 .

З попередніх розрахунків видно, що на 3 г K_2CO_3 потрібно 2,13 г H_2SO_4 ; отже, повністю прореагують 1,83 г H_2SO_4 .

$$z_1 \sim 0,82 \text{ г.}$$

Маса першого стакана зменшиться на $0,96 + 1,44 = 2,4$ (г), другого — теж на $1,57 + 0,83 = 2,4$ (г). Отже, в результаті обох реакцій рівновага терезів не порушиться.

5. Визначити концентрації іонів цинку і хлору в 0,1 н. розчині хлориду цинку, якщо ступінь його дисоціації 73%.

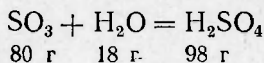
Еквівалент ZnCl_2 дорівнює половині молекулярної маси. 0,1 н. розчин містить 0,1 г-екв/л ZnCl_2 , або 0,05 моль/л. З 0,05 моль ZnCl_2 тільки 0,73% розпалося на іони, що відповідає $0,05 \cdot 0,73 = 0,0365$ (моль/л). З рівняння дисоціації $\text{ZnCl}_2 \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ видно, що кожна

молекула утворює два іони хлору і один іон цинку. Тому концентрація іонів цинку дорівнює 0,0365 моль/л, іонів хлору — 0,073 моль/л.

Цю задачу можна розв'язати, використовуючи залежність $C^1 = C\alpha n$, де C — загальна концентрація електроліту, α — ступінь дисоціації, n — число іонів, C^1 — концентрація іонів.

6. Скільки кілограмів сірчаного ангідриду і 98%-ної сірчаної кислоти потрібно для утворення 1 т 20%-ного олеуму?

В 1 т 20%-ного олеуму міститься 200 кг SO_3 і 800 кг H_2SO_4 .



80 кг SO_3 взаємодіють з 18 кг H_2O , утворюючи 98 кг H_2SO_4 ;

x кг SO_3 » y кг H_2O » 800 кг H_2SO_4 ;

$$y \approx 147 \text{ кг}; \quad x \sim 653 \text{ кг}.$$

В 1 т 20%-ного олеуму міститься 147 кг H_2O і $653 + 200 = 853$ (кг) SO_3 . В 1 кг 98%-ного розчину кислоти міститься 0,98 кг H_2SO_4 і 0,02 кг H_2O , тобто (за рівнянням реакції) 0,8 кг SO_3 і $0,18 + 0,02 = 0,20$ (кг) H_2O .

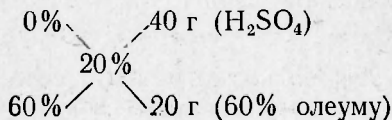
1 кг розчину містить 0,2 кг H_2O ;

z кг » 147 кг H_2O ;

$z = 735$ кг 98%-ного розчину H_2SO_4 . $1000 - 735 = 265$ (кг) SO_3 .

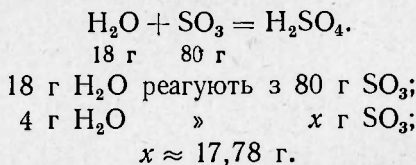
9-71 (9) 7. Скільки літрів 96%-ної сірчаної кислоти ($\rho = 1,84$) і 60%-ного олеуму ($\rho = 2,03$) потрібно, щоб утворилося 2,34 л 20%-ного олеуму ($\rho = 1,895$)?

Перший спосіб. Маса 2,34 л 20%-ного олеуму $2,34 \cdot 1,895 \approx 4,434$ (кг) = 4434,3 (г). Визначимо співвідношення чистої сірчаної кислоти і 60%-ного олеуму, потрібних для утворення 20%-ного олеуму:



$$\frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{m_{60\% \text{ олеуму}}} = \frac{40}{20} = \frac{2}{1}.$$

Треба взяти $\frac{4434,3 \cdot 2}{3} = 2956,2$ (г) чистої сірчаної кислоти і $\frac{4434,3 \cdot 1}{5} = 1478,1$ г 60%-ного олеуму. На 100 г сірчаної кислоти припадає 4 г води.



Отже, для зв'язування 4 г H_2O потрібно 17,78 г SO_3 . В якій кількості 60%-ного олеуму міститься 17,78 г SO_3 ?

$$\begin{array}{rccccccc} \text{У } 100 \text{ г } 60\% \text{-ного олеуму міститься } 60 \text{ г SO}_3; \\ \text{у } y \text{ г} & \text{»} & \text{»} & \text{»} & 17,78 \text{ г SO}_3; \\ & & y \approx 29,63 \text{ г.} \end{array}$$

Отже, в 100 г 96%-ного розчину H_2SO_4 і 29,63 г 60%-ного олеуму міститься 129,63 г чистої сірчаної кислоти. Визначимо, скільки кислоти і олеуму потрібно для утворення 2956,2 г чистої сірчаної кислоти.

Для 129,63 г H_2SO_4 потрібно 100 г H_2SO_4 і 29,63 г олеуму;
для 2956,2 г H_2SO_4 » z г H_2SO_4 і z_1 г »
 $z \approx 2280,5$ г; $z_1 \approx 675,7$ г.

Загальна маса 60%-ного олеуму $1478,1 + 675,7 = 2153,8$ г. Для приготування 20%-ного олеуму потрібно $2280,5 : 1,84 \approx 1239$ (мл), або 1,24 л, 96%-ної H_2SO_4 та $2153,8 : 2,03 \approx 1061$ (мл), або 1,06 л, 60%-ного олеуму.

Другий спосіб. Із 100 г 96%-ного розчину H_2SO_4 і 29,63 г 60%-ного олеуму добудемо 129,63 г чистої сірчаної кислоти. Кількість 60%-ного олеуму, потрібну для перетворення 129,6 г моногідрату в 20%-ний олеум, приймаємо за x г. Добудемо $(129,6 + x)$ г олеуму, що втричі більше за x г, бо олеум розбавлено втричі (60% і 20%).
 $\frac{129,6 + x}{x} = 3$; $x = 64,8$ г. Отже, для добування 20%-ного

олеуму потрібно на 100 г 96%-ної кислоти взяти $29,63 + 64,8 \approx 94,4$ (г) 60%-ного олеуму, тобто на кожні 100

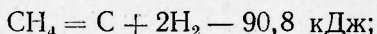
м. ч. 96%-ної кислоти треба взяти 94,4 м. ч. 60%-ного олеуму. Знаходимо значення масових частин:

$$100y + 94,4y = 4434,3; \quad y \approx 22,8 \text{ г.}$$

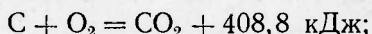
Для добування 4434,3 г 20%-ного олеуму потрібно $22,8 : 1,84 \cdot 100 = 1239$ (мл) $\approx 1,24$ (л) 96%-ної H_2SO_4 і $22,8 \cdot 94,4 \approx 21,54$ (г), або $2154 : 2,03 \approx 1060$ (мл), або 1,06 л, 60%-ного олеуму.

8. Визначити тепловий ефект реакції горіння метану, знаючи величини теплоутворення оксиду вуглецю (IV) (408,8 кДж), водяної пари (241,8 кДж) та метану (90,8 кДж).

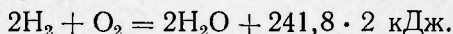
Розбиваємо реакцію на окремі проміжні стадії: а) розклад метану на вуглець і водень:



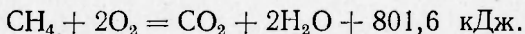
б) утворення CO_2 з простих речовин:



в) утворення водяної пари з простих речовин:



Сума теплових ефектів цих трьох стадій реакції дорівнює загальному тепловому ефекту: $408,8 - 90,8 + 241,8 \times 2 = 801,6$ кДж. Термохімічне рівняння горіння метану:



9. Струм послідовно проходить через ряд електролізів, у яких містяться водні розчини таких електролітів:

а) сульфату міді; б) сульфату нікелю; в) сульфату заліза (III); г) хлориду заліза (II). Які кількості металів виділяться на катодах, якщо відомо, що біля анода останнього електролізера виділилося 1,4 л хлору (н. у)?

1 г-екв хлору становить 11,2 л;

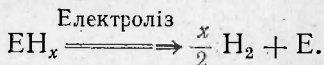
x г-екв » » 1,4 л;

$$x = 0,125 \text{ г-екв.}$$

За законом Фарадея кількість грам-еквівалентів речовини, що виділяється на електродах, прямо пропорційна кількості електричного струму, який пройшов крізь розчини. Кількості грам-еквівалентів речовин, виділених на електродах, однакові. Знаючи, що еквівалент металу дорів-

11. У результаті електролізу розплав 13,44 г речовини на аноді виділилося 3,36 л водню (н. у). Яка це речовина?

Якщо під час електролізу виділився водень, то в розплаві він повинен мати від'ємний заряд. Тому можна припустити, що електролізували гідрид якогось елементу EH_x , молекулярна маса якого дорівнює $(A + x)$ г, де A — атомна маса елемента. Значення x може бути 1 або 2, бо при $x = 3$ і $x = 4$ гідриди леткі і не мають солетворного характеру. Рівняння електролізу можна записати так:



3,36 л водню становлять $3,36 : 22,4 = 0,15$ (моль), або 0,3 г.

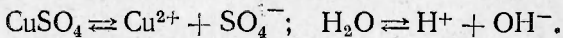
З 13,44 г речовини утворилося 0,3 г H_2 ;

$$3 (A + x) \text{ г} \quad \gg \quad \bullet \quad \gg \quad x \text{ г } \text{H}_2;$$
$$13,44 \quad x = 0,3 (A + x); \quad 13,14x = 0,3A.$$

При $x = 1$ атомна маса елемента становить 43,8 в. о. (такого елемента немає в періодичній системі); при $x = 2$ атомна маса дорівнює 87,6 в. о. — це атомна маса стронцію. Отже, формула гідриду SrH_2 .

12. Струм силою 300 мА проходить протягом 2 год крізь розчин сульфату міді, в який занурено нерозчинні електроди. Вважаючи вихід за струмом 85%, визначити кількість міді і кількість молів кислоти, що утворилися за цей відрізок часу. Описати процеси, що відбулися на катоді й аноді. Написати сумарне рівняння електролізу.

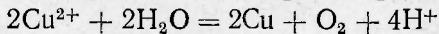
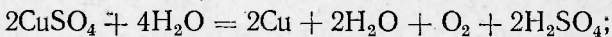
Запишемо рівняння дисоціації сульфату міді і води:



На катоді: $\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}^0$;

на аноді: $4\text{OH}^- - 4e = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Сумарне рівняння електролізу:



За законом Фарадея $m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F}$, де m — кількість речовини, що виділилась; E — грам-еквівалент (для міді 32 г);

I — сила струму, A ; t — час, год; F — число Фарадея, $26,8A \cdot \text{год}$;

$$m = \frac{32 \cdot 0,3 \cdot 2}{26,8} \approx 0,72 \text{ (г)}.$$

Враховуючи вихід за струмом, маємо: $0,72 \cdot 0,85 = 0,612 \text{ (г)}$ міді.

64 г Cu еквівалентні 1 моль H_2SO_4 ;
 0,612 г Cu » x моль H_2SO_4 ;
 $x = 0,0095$ моль.

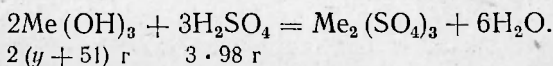
Отже, утворилося 0,0095 моль сірчаної кислоти.

13. На розчинення 2,06 г гідроксиду тривалентного металу пішло 30 мл 1 М розчину сірчаної кислоти. Визначити атомну масу металу і формулу гідроксиду.

Визначимо, скільки H_2SO_4 міститься в 30 мл 1 М розчину.

У 1000 мл розчину міститься 98 г H_2SO_4 ;
 у 30 мл » » x г H_2SO_4 ;
 $x = 2,94$ г.

Атомну масу невідомого металу позначимо через y :



($2y + 102$) г гідроксиду металу реагують з 3 · 98 г H_2SO_4 ;
 2,06 г » » 2,94 г H_2SO_4 ;
 $y = 52$.

Це атомна маса хрому. Формула гідроксиду хрому (III)

$\text{Cr}(\text{OH})_3$.

14. Чому радіоактивність 119 мг металічного урану дорівнює радіоактивності 143 мг UO_3 ?

Моль UO_3 містить моль урану.

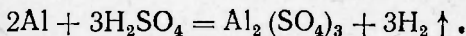
У 286 мг UO_3 міститься 238 мг U;
 у 143 мг UO_3 » x мг U;
 $x = 119$ мг.

Отже, радіоактивність обох зразків однакова, бо залежить від вмісту в них урану.

15. Наважка порошку металу масою в 1,35 г повністю прореагувала з 42 мл 26%-ного розчину сірчаної кислоти

($\rho = 1,190$). Після реакції маса розчину становила 51,18 г. Який це метал? Який об'єм водню виділився? Як з добутого розчину приготувати 0,3 н. розчин утвореної солі?

Маса 42 мл 26%-ного розчину кислоти становить 42 мл \cdot 1,19 г/мл = 49,98 г. Маса вихідних речовин: 1,35 + 49,98 = 51,33 г. Отже, маса водню, що виділився, становить 51,33 — 51,18 = 0,15 (г), тобто 0,15 г-екв, або $(0,15 \times \times 22,4) : 2 = 1,68$ (л). Оскільки кількість металу еквівалентна кількості водню, то грам-еквівалент металу дорівнює $1,35 : 0,15 = 9$ (г). Атомна маса A дорівнює добутку еквівалента E на валентність n . При $n = 1$ $A = 9$; при $n = 2$ $A = 18$; при $n = 3$ $A = 27$. Невідомий метал — алюміній. При взаємодії його з кислотою відбувається реакція:



Якщо виділилося 0,15 г-екв водню, то утворилося також 0,15 г-екв сульфату алюмінію. Щоб приготувати 0,3 н. розчин цієї солі, треба її розчинити в 500 мл води.

16. У результаті прожарювання 2 моль гідроксиду тривалентного металу виділилося a г оксиду. Нагріванням a г гідроксиду добули b г залишку; після прожарювання b г гідроксиду маса залишку дорівнювала 82,76 г. Визначити формулу гідроксиду. Яка атомна маса металу?

Запишемо рівняння реакції розкладу гідроксиду металу:



Позначимо через x г масу 2 моль $\text{Me}(\text{OH})_3$; тоді 1 моль Me_2O_3 становитиме $(x - 54)$ г.

З x г $\text{Me}(\text{OH})_3$ утворюється $(x - 54)$ г Me_2O_3 ;

з $(x - 54)$ г $\text{Me}(\text{OH})_3$ » $\frac{(x - 54)^2}{x}$ г Me_2O_3 ;

з $\frac{(x - 54)^2}{x}$ г $\text{Me}(\text{OH})_3$ » $\frac{(x - 54)^3}{x^2}$ г Me_2O_3 ;

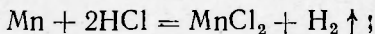
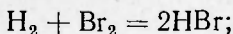
$$\frac{(x - 54)^3}{x^2} = 82,76; \quad x = 206 \text{ г.}$$

$M_{\text{Me}(\text{OH})_3} = 206 : 2 = 103$; $A_{\text{Me}} = 52$. Це — хром.

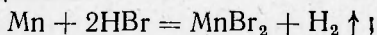
17. Два хімічних елементи А і Б розміщені в одній групі періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва. Вони можуть сполучатися один з одним, утворюючи спо-

луку AB_2 . Елемент Б у вільному стані — рідина, яка може сполучатися з воднем. Елемент А може витискувати водень з розбавлених кислот — неокислювачів. Обидва елементи утворюють кислотні оксиди. Калійну сіль елемента А використовують у лабораторії для добування елемента Б з його безкисневої кислоти. Які це елементи? Дати обґрунтовану відповідь. Скласти рівняння реакцій, зазначених в умові задачі. В яких з реакцій елемент А є окисником, а в яких — відновником?

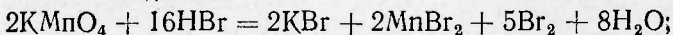
В умові задачі зазначено, що елемент Б — рідина, здатна сполучатися з воднем. Це — бром. Елемент А — досить активний метал, бо він витісняє водень з кислот. Цей елемент знаходиться в одній групі з бромом, отже, це — марганець. Формула сполуки — MnBr_2 . Оксиди: BrO_2 , Br_2O і Mn_2O_7 . Рівняння реакцій:



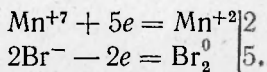
Відновник



Відновник

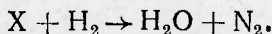


Окисник



18. Після вибуху суміші, що складається з одного об'єму досліджуваного газу і одного об'єму водню, утворилися один об'єм водяної пари і один об'єм азоту. Усі вимірювання проводилися за однакових умов. Визначити формулу досліджуваного газу.

Позначимо невідомий газ через X:

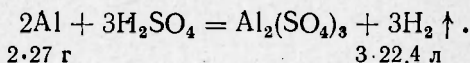


Оскільки один об'єм газу прореагував з одним об'ємом водню і при цьому утворилося по одному об'єму водяної пари і азоту, то молекула невідомого газу має складатися з двох атомів азоту та одного атому кисню — N_2O (оксид азоту (I), або геміоксид азоту),

19. У закритій посудині змішали 0,224 л хлору (н. у.) з двома газами: перший утворюється в результаті взаємодії 3,78 г алюмінію з розбавленою сірчаною кислотою,

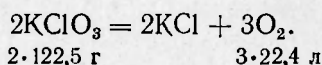
другий — в результаті повного розкладу 7,35 г бертолетової солі. Яка кислота і якої процентної концентрації утворилася в результаті взаємодії цієї суміші? Який газ залишився в надлишку?

Обчислимо об'єми утворених газів.



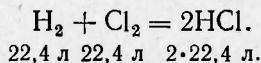
При взаємодії 2 · 27 г Al утворюється 3 · 22,4 л H₂:

$$\begin{array}{rcl} \text{»} & \text{»} & 3,78 \text{ г Al} & \text{»} & \text{»} & x \text{ л H}_2; \\ & & x = 4,704 \text{ л.} \end{array}$$

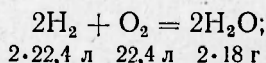


$$\begin{array}{rcl} \text{З } 2 \cdot 122,5 \text{ г KClO}_3 & \text{утворюється} & 3 \cdot 22,4 \text{ л O}_2; \\ \text{з } 7,35 \text{ г KClO}_3 & \text{»} & y \text{ л O}_2; \\ & & y = 2,016 \text{ л.} \end{array}$$

Обчислимо кількість утвореного хлороводню:



За рівнянням реакції з 0,224 л Cl₂ і 0,224 л H₂ може утворитись 0,448 л HCl. Залишилося 4,704—0,224=4,48 (л) H₂. Визначимо кількість утвореної води:



2,016 л O₂ реагують з 4,032 л H₂, отже, в надлишку залишилось 4,48—4,032 = 0,448 (л) H₂.

$$\begin{array}{rcl} 2 \cdot 22,4 \text{ л O}_2 & \text{утворюють} & 2 \cdot 18 \text{ г H}_2\text{O}; \\ 2,016 \text{ л O}_2 & \text{»} & z \text{ г H}_2\text{O}; \\ & & z = 3,24 \text{ г.} \end{array}$$

Визначимо процентну концентрацію розчину соляної кислоти:

$$\begin{array}{rcl} 36,5 \text{ г HCl} & \text{мають об'єм} & 22,4 \text{ л}; \\ n \text{ г HCl} & \text{»} & 0,448 \text{ л}; \\ & & n = 0,73 \text{ г.} \end{array}$$

Усього розчину було $3,24 + 0,73 = 3,97$ г.

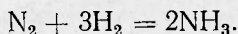
У $3,97$ г розчину міститься $0,73$ г HCl ;

у 100 г » » m г HCl ;

$$m \approx 18,4 \text{ г.}$$

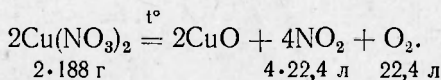
Отже, утворився $18,4\%$ -ний розчин HCl ; $0,448$ л H_2 залишилось у надлишку.

20. 56 л суміші азоту й водню пропустили над катализатором. У результаті реакції об'єм суміші зменшився на 28 л. Добутий аміак розчинили в 120 мл 15% -ного розчину аміаку ($\rho = 0,94$). Визначити концентрацію добутого розчину.



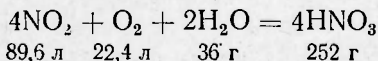
Позначимо об'єм азоту в суміші через x л; тоді об'єм водню — $3x$ л; об'єм утвореного аміаку — $2x$ л. Об'єм суміші $4x$ л зменшився на $4x - 2x = 2x$ (л), за умовою задачі на 28 л; отже, $x = 14$ л. Маса 28 л аміаку становить $\frac{28 \cdot 17}{22,4} = 21,25$ (г). У 120 мл 15% -ного розчину міститься $0,15 \cdot 120 \cdot 0,94 = 16,92$ г, а маса розчину дорівнює $0,94 \cdot 120 = 112,8$ г. Після розчинення $21,25$ г NH_3 розчин містить $21,25 + 16,92 = 38,17$ (г) NH_3 ; маса розчину $112,8 + 38,17 = 150,97$ (г). Концентрація розчину $\frac{38,17}{150,97} \approx 0,253$, або $25,3\%$.

21. Суміш газів, що виділилася в результаті розкладу $37,6$ г нітрату міді, розчинили в $28,8$ мл води. Яка кислота при цьому утворилася та якої процентної концентрації? Скільки мілілітрів 1 н розчину їдкого калі потрібно для нейтралізації цієї кислоти?



З $2 \cdot 188$ г $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ утворюється $(4 \cdot 22,4 + 22,4)$ л суміші;
з $37,6$ г $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ » x л »

$$x = 11,2 \text{ л.}$$



За рівнянням реакції з 112 л суміші газів утворюється 252 г HNO_3 , а з $11,2$ л — $25,2$ г. На утворення HNO_3 ви-

Маса електронів атома Fe становить $26 \cdot 9,1 \cdot 10^{-28}$ г;
 маса електронів x атомів Fe » 1 г;

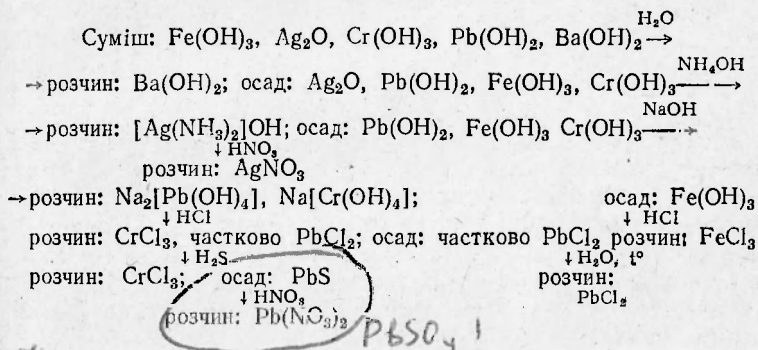
$$x = \frac{1}{26 \cdot 9,1 \cdot 10^{-28}} \text{ (атомів)}.$$

$6,02 \cdot 10^{23}$ атомів Fe мають масу 55,847 г;

$$\frac{1}{26 \cdot 9,1 \cdot 10^{-28}} \text{ атомів Fe } \gg y \text{ г;}$$

$$y = 3920,93 \text{ (г)} \approx 3,92 \text{ кг.}$$

24. У посудині міститься суміш твердих речовин: гідроксиду заліза (III), оксиду срібла, гідроксиду свинцю (II), гідроксиду барію та гідроксиду хрому (III). Як розділити цю суміш, щоб кожний з металів перебував у вигляді середньої солі в окремому розчині?



9-7 25. Дві пластинки однакової маси виготовлені з одного металу, валентність якого в хімічних реакціях дорівнює двом. Пластинки занурили в розчини солей міді й срібла однакової нормальної концентрації. Через деякий час пластинки промили, висушили і зважили (вважали, що виділений метал осідав на пластинках). Маса першої пластинки збільшилася на 0,8%, другої — на 16%. З якого металу виготовлено пластинки?

Перший спосіб. Позначимо масу пластинки через m г, а моль невідомого металу — через x г, кількість молів кожного металу (міді, срібла та невідомого металу) через n . Тоді $64n$ — маса міді, що виділилася; xn — маса металу, який перейшов у розчин; $216n$ — маса срібла, що виділилося (з молем двовалентного металу реагують 2 моль срібла). Маса пластинки, зануреної в розчин солі срібла, збільши-

лася на $(216n - xn)$ г, а маса пластинки, зануреної в розчин солі міді, — на $(64n - xn)$ г

m г становлять 100 %;

$$(64n - xn) \text{ г} \quad \gg \quad 0,8\%; \quad \frac{100(64n - xn)}{0,8} = m;$$

m г становлять 100 %;

$$(216n - xn) \text{ г} \quad \gg \quad 16\%; \quad \frac{100(216n - xn)}{16} = m$$

$$\frac{64 - x}{216 - x} = \frac{0,8}{16}, \quad x = 56 \text{ г.}$$

Пластинку було виготовлено із заліза.

Другий спосіб. Грам-еквівалент невідомого металу позначимо через x г, грам-еквівалент міді дорівнює 32 г, грам-еквівалент срібла — 108 г. Масу міді, що виділилася на пластинці, позначимо через y г. Визначимо кількість розчиненого металу:

32 г Cu витіснять x г Me;

y г Cu $\gg \frac{xy}{32}$ г Me.

Оскільки маса пластинки збільшилася на величину, яка дорівнює різниці маси виділеної міді і розчиненого металу, то маса пластинки, зануреної в розчин солі міді, збільшиться на $y - \frac{xy}{32} = \frac{(32 - x)y}{32}$ (г), що за умовою задачі становить 0,8%, або 0,008. Визначимо кількість срібла, виділеного на пластинці:

x г Me витісняють 108 г Ag;

$\frac{xy}{32}$ г Me $\gg \frac{108y}{32}$ г Ag.

Маса пластинки, зануреної в розчин солі срібла, збільшиться на $\frac{108y}{32} - \frac{xy}{32} = \frac{(108 - x)y}{32}$ (г), що за умовою задачі становить 16%, або 0,16. Якщо масу пластинки невідомого металу позначити через m г, то $m = \frac{(32 - x)y}{32 \cdot 0,008}$ і $m = \frac{(108 - x)y}{32 \cdot 0,16}$;

$$\frac{32 - x}{32 \cdot 0,008} = \frac{108 - x}{32 \cdot 0,16}; \quad x = 28.$$

Отже, грам-еквівалент металу дорівнює 28 г. Якщо валентність металу 2, атомна маса його — $28 \cdot 2 = 56$ (г). Це — залізо.

26. Природна мідь складається з двох ізотопів, середня атомна маса яких дорівнює 63,618 в. о. Визначити атомну масу важчого ізотопу міді, якщо вміст легшого ізотопу ^{63}Cu в ній становить 69,1 атомних процента.

Перший спосіб. Атомну масу важчого ізотопу міді позначимо через x . Процентний вміст ^{63}Cu — $100 - 69,1 = 30,9\%$. Кількість масових частин ^{63}Cu в 100 масових частинах природної міді становить 69,1, а ^{63}Cu — 30,9. Знайдемо масу 100 масових частин природної міді і складемо рівняння з одним невідомим:

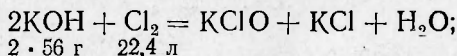
$$63 \cdot 69,1 + x \cdot 30,9 = 63,618 \cdot 100;$$

$$30,9 x = 6361,8 - 4353,3; \quad 30,9 x = 2008,5; \quad x = 65.$$

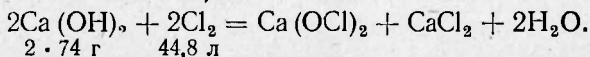
Другий спосіб (графічний). На осі абсцис (мал. 2, стор. 29) відкладемо атомні проценти ізотопів, на осі ординат — атомну масу ізотопу ^{63}Cu і середнє значення атомної маси (63,618). На перетині перпендикулярів з точок 69,1 і 63,618 утворюється точка. Провівши пряму через цю точку і точку 63,0 до перетину її з другою віссю ординат, дістанемо значення атомної маси важчого ізотопу.

27. Визначити процентний вміст сухих гідроксидів калію і кальцію в 26 г суміші, якщо під час взаємодії суміші з хлором прореагувало 6,72 л хлору (н. у.).

Перший спосіб. Рівняння хімічних реакцій:



$$2 \cdot 56 \text{ г} \quad 22,4 \text{ л}$$



$$2 \cdot 74 \text{ г} \quad 44,8 \text{ л}$$

Позначимо мольну долю KOH через x , а мольну долю $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — через y . Тоді

$$56x + 74y = 26 \text{ (I)}.$$

6,72 л хлору становлять $6,72 : 22,4 = 0,3$ (моль). Як видно з рівнянь реакцій, з молем KOH реагує 0,5 моль Cl_2 , а з молем $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — моль Cl_2 . Отже, можна записати:

$$0,5x + y = 0,3 \text{ (II)}.$$

З рівняння (II) знайдемо значення y :

$$y = 0,3 - 0,5x.$$

Підставивши значення y у рівняння (I), дістанемо:

$$28x + 37(0,3 - 0,5x) = 13; x = 0,2; y = 0,2.$$

Отже, кількість КОН становить $56 \cdot 0,2 = 11,2$ г, або $\frac{11,2}{26} \approx 0,4308$, або 43,08%; кількість $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 26 - 11,2 = 14,8$ (г), або $\frac{14,8 \cdot 100}{26} 0,5692$, або 56,92%.

Другий спосіб (графічний). Припустимо, що для реакції потрібно 26 г КОН, тоді хлору треба x г

112 г КОН реагують з 22,4 л Cl_2 ;

26 г КОН » x_1 л Cl_2 ;

$$x_1 = 5,2 \text{ л.}$$

Якщо припустити, що прореагувало 26 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$, то хлору потрібно x л:

148 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ реагують з 44,8 л Cl_2 ;

26 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ » x_2 л Cl_2 ;

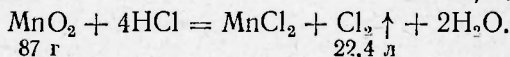
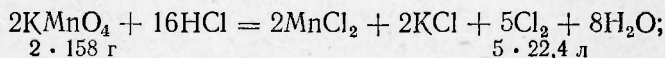
$$x_2 \approx 7,87 \text{ л.}$$

Побудуємо графічну залежність: на осях ординат (мал. 3, стор. 29) відкладемо знайдені кількості хлору — 5,2 л і 7,87 л і дістанемо дві точки.

Сполучимо ці дві точки прямою. На осі абсцис відкладемо кількості речовин у грамах і процентах. Кількість хлору, потрібну для реакції з сумішшю (6,72 л), відкладемо на осі ординат; дістанемо точку і з неї проведемо лінію, паралельну осі абсцис. З точки перетину цієї лінії з прямою опустимо перпендикуляр на вісь абсцис і дістанемо значення 14,8 г, або 56,92%, для $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і 11,2 г, або 43,08%, для КОН.

28. У результаті взаємодії 24,5 г суміші перманганату калію і оксиду марганцю (IV) з надлишком соляної кислоти утворюється 7,84 л хлору (н. у.). Визначити процентний склад суміші.

Перший спосіб.



Позначимо мольну долю KMnO_4 через x , а мольну долю MnO_2 — через y ; мольна доля Cl_2 дорівнює $7,84 : 22,4 = 0,35$.

$$\begin{cases} 158x + 87y = 24,5; \\ 2,5x + y = 0,35; \quad y = 0,35 - 2,5x. \end{cases}$$

Підставивши значення y в перше рівняння системи, дістанемо:

$$\begin{aligned} 158x + 87(0,35 - 2,5x) &= 24,5; \\ x &= 0,1; \quad y = 0,1. \end{aligned}$$

Отже, в суміші було 0,1 моль KMnO_4 , що становить $158 \cdot 0,1 = 15,8$ (г), або $\frac{15,8}{24,5} \approx 0,645$, або 64,5%, та 0,1 моль MnO_2 , що становить $24,5 - 15,8 = 8,7$ (г), або $100 - 64,5 = 35,5$ (%).

Другий спосіб (графічний). Припустимо, що в реакцію вступило 24,5 г KMnO_4 .

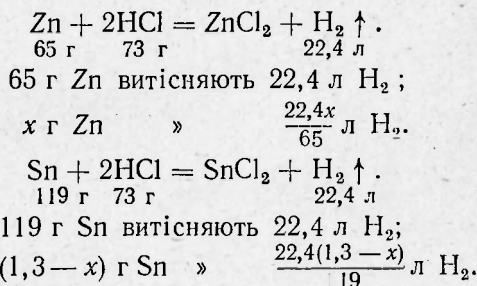
При взаємодії 2 · 157 г KMnO_4 утворюється 112 л Cl_2 ;
 » » 24,5 г KMnO_4 » x_1 л Cl_2 ;
 $x_1 = 8,68$ л.

При взаємодії 87 г MnO_2 утворюється 22,4 л Cl_2 ;
 » » 24,5 г MnO_2 » x_2 л Cl_2 ;
 $x_2 = 6,31$ л.

Відкладемо значення x_1 і x_2 на осях ординат, а масу і процентний вміст сполук — на осі абсцис (мал. 4, стор. 29); з'єднаємо точки 8,68 і 6,31 прямою. Відкладемо значення 7,84 на осі ординат, дістанемо точку і проведемо з цієї точки пряму, паралельну осі абсцис. Опустивши з точки перетину двох прямих перпендикуляр на вісь абсцис, дістанемо значення маси і процентного вмісту речовин у суміші: 15,8 г KMnO_4 , або 64,5%, і 8,7 г MnO_2 , або 35,5%.

29. 2 г сплаву латуні, що містить мідь, олово і цинк, обробили 10%-ним розчином соляної кислоти ($\rho = 1,047$). Визначити процентний склад сплаву та об'єм соляної кислоти, потрібної для реакції, якщо відомо, що в результаті розчинення виділилося 368,1 мл газу. Маса осаду, який не розчинився в надлишку кислоти, становить 0,7 г.

У соляній кислоті мідь не розчиняється—її маса становить 0,7 г. Маса цинку й олова, що прореагували, дорівнює $2 - 0,7 = 1,3$ (г). Позначимо масу цинку через x г, тоді маса олова становитиме $(1,3 - x)$ г. Визначимо кількість виділеного водню.

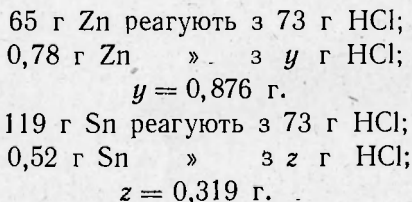


За умовою задачі

$$\frac{22,4x}{65} + \frac{22,4(1,3 - x)}{119} = 0,3681; \quad x = 0,78.$$

Отже, сплав складався з 0,7 г міді, 0,78 г цинку і 0,52 г олова ($1,3 - 0,78 = 0,52$). Процентний склад сплаву: міді — $0,7 : 2 = 0,35$, або 35%, цинку — $0,78 : 2 = 0,39$, або 39%, олова — $0,52 : 2 = 0,26$, або 26%.

Визначимо кількість витраченої соляної кислоти:



$$0,876 + 0,319 + 1,195 \text{ (г)}.$$

У 100 г розчину міститься 10 г HCl;

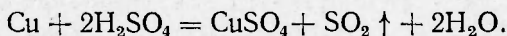
$$y \text{ г} \quad \text{»} \quad \text{»} \quad 1,195 \text{ г HCl};$$

$$m = 11,95 \text{ г розчину, або } 11,4 \text{ мл} \left(v = \frac{m}{\rho} = \frac{11,95 \text{ г}}{1,047 \text{ г/мл}} \approx \right.$$

$\left. \approx 11,4 \text{ мл} \right)$. Отже, для реакції потрібно 11,4 мл 10%-ної соляної кислоти.

30. У результаті взаємодії 4,31 г суміші цинку, алюмінію та невідомого металу з надлишком лугу виділилося 2016 мл водню (н. у.). Після промивання і просушування маса залишку становила 1,28 г. Під час його розчинення в концентрованій сірчаній кислоті виділилася така сама кількість газу. Який це газ і який об'єм займає він при 20°С і тиску 760 мм рт. ст.? Визначити склад суміші.

Внаслідок взаємодії металу з сірчаною кислотою виділиться сірчистий газ SO_2 . $M_{\text{SO}_2} = 64$ в. о. Еквівалент дорівнює молекулярній масі, поділений на кількість електронів, приєднаних сіркою, тобто 32 в. о. Кількість грам-еквівалентів $\text{SO}_2 - \frac{1,28}{32} = 0,04$. За законом еквівалентів одному грам-еквіваленту SO_2 відповідає один грам-еквівалент металу, отже, 0,04 г-екв SO_2 відповідають 0,04 г-екв металу. Грам-еквівалент металу дорівнює $\frac{1,28}{0,04} = 32$. $A = E \cdot n$ (n — валентність елемента); при $n = 1$ $A = 32$ (з такою атомною масою металу в періодичній системі немає); при $n = 2$ $A = 64$ (це атомна маса міді); при $n = 3$ $A = 96$ (це атомна маса молібдену, але він реагує тільки з гарячою концентрованою сірчаною кислотою). Отже, невідомий метал — мідь.



64 г SO_2 займають об'єм 22,4 л;

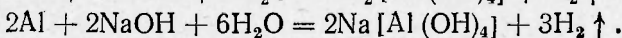
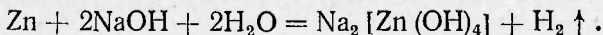
1,28 г SO_2 » » » x л;

$$x = 0,448 \text{ л.}$$

При 20°С газ займає об'єм v .

$$\frac{v_0}{T_0} = \frac{v}{T}; \quad v = \frac{v_0 T}{T_0};$$

$$v = \frac{0,448 (273 + 20)}{273} = 0,481 \text{ (л)}.$$



Визначити склад суміші цинку й алюмінію можна різними способами.

Перший спосіб. Позначимо кількість молів цинку в суміші через x , а кількість молів алюмінію — через y . Кількість молів водню, що виділяється в результаті взаємодії алюмінію з розчином лугу, становитиме $1,5y$, а кіль-

кість молів водню, яка виділяється при взаємодії цинку з розчином лугу, — x . Маса суміші цинку й алюмінію становить $4,31 - 1,28 = 3,03$ г. При взаємодії лугу з металами утворюється $(2,016 : 22,4 = 0,09$ (моль) H_2 . Складемо систему рівнянь і розв'яжемо її:

$$\begin{cases} 65x + 27y = 3,03 \text{ (I)} \\ x + 1,5y = 0,09 \text{ (II)} \end{cases}$$

З рівняння (II) знаходимо:

$$x = 0,09 - 1,5y.$$

Підставивши це значення в рівняння (I), матимемо:

$$65(0,09 - 1,5y) + 27y = 3,03; \quad y = 0,04.$$

$$x = 0,09 - 1,5y = 0,03.$$

Отже, в суміші міститься 0,03 моль Zn , або $65 \cdot 0,03 = 1,95$ (г), що становить $1,95 : 4,31 = 0,4524$, або 45,24%; 0,04 моль Al , або $27 \cdot 0,04 = 1,08$ (г), що становить $1,08 : 4,31 = 0,2506$, або 25,06%; Cu — 1,28 г, або 29,7%.

Другий спосіб. Позначимо кількість цинку в суміші через x г, тоді кількість алюмінію становитиме $(3,03 - x)$ г. Кількість молів Zn і Al відповідно дорівнює:

$\frac{x}{65}$ і $\frac{3,03 - x}{27}$. Кількість молів водню, що виділився

в результаті взаємодії розчину лугу з цинком, становить $\frac{x}{65}$ моль, при взаємодії лугу з алюмінієм — $\frac{(3,03 - x) \cdot 1,5}{27}$ моль. Загальна сума молів водню становить:

$$\frac{x}{65} + \frac{(3,03 - x) \cdot 1,5}{27} = 0,09; \quad x = 1,95 \text{ г.}$$

Отже, в суміші міститься 1,95 г, або 45,24%, Zn ; 1,08 г, або 25,06%, Al ; 1,28 г, або 29,7%, Cu .

Третій спосіб. Позначимо кількість цинку в суміші двох металів через x г, а об'єм водню, виділеного в результаті взаємодії цинку з розчином лугу, — через y л. Загальна маса суміші 3,03 г. Отже, алюмінію в ній міститься $(0,03 - x)$ г. Об'єм водню, що виділився під час реакції алюмінію з розчином лугу, становить $(2,016 - y)$ л.

65 г Zn витісняють 22,4 л H_2 ;

x г Zn » y л H_2 ;

$$x = \frac{65y}{22,4} = 2,902y.$$

З рівняння реакції видно, що під час взаємодії 27 г Al з розчином лугу утворюється $22,4 \cdot 1,5$ (л) H_2 , а $(3,03 - x)$ г Al — $(2,016 - y)$ л H_2 . Отже,

$$27(2,016 - y) = (3,03 - x) \cdot 1,5 \cdot 22,4.$$

Підставивши значення x , дістанемо:

$$54,432 - 27y = 101,808 - 97,507y;$$

$$y = 0,672 \text{ л}; \quad x = 2,902 \cdot 0,672 = 1,95 \text{ (г)}.$$

Маса цинку дорівнює 1,95 г, або 45,24%, маса алюмінію — 1,08 г, або 25,06%, маса міді — 1,28 г, або 29,7%.

Четвертий спосіб. Припустимо, що 3,03 г становить тільки цинк або тільки алюміній. Визначимо кількості цих металів.

При взаємодії 27 г Al з лугом виділяється 1,5 моль H_2 ;

» » x_1 г Al з » » 0,09 моль H_2 ;

$$x_1 = 1,62 \text{ г}.$$

При взаємодії 65 г Zn з лугом виділяється 1 моль H_2 ;

» » x_2 г Zn » » 0,09 моль H_2 ;

$$x_2 = 5,85 \text{ г}.$$

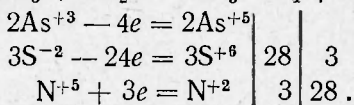
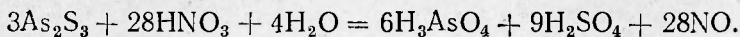
Отже, маса цинку більша на $5,85 - 3,03 = 2,82$ (г), а у випадку алюмінію — менша на $3,03 - 1,62 = 1,41$ (г) від маси суміші, про яку йдеться в умові задачі. Відношення $\frac{x_0}{x_1} = \frac{2,82}{1,41} = \frac{2}{1}$ показує співвідношення між об'ємами водню.

Загальна сума об'ємних частин становить 3. З них об'єм водню, що виділився в результаті взаємодії цинку з лугом, відповідає $\frac{0,09 \cdot 1}{3} = 0,03$ (моль), а об'єм водню,

що виділився в результаті взаємодії алюмінію з лугом — $\frac{0,09 \cdot 2}{3} = 0,06$ (моль). Кількість молів цинку дорівнює кількості молів водню: 0,03 моля, або $65 \cdot 0,03 = 1,95$ (г), або 45,24%; кількість молів алюмінію в 1,5 раза менша, ніж кількість молів водню: $0,06 : 1,5 = 0,04$ (моль), або $27 \cdot 0,04 = 1,08$ (г), або 25,06%.

31. У результаті взаємодії сульфиду миш'яку (As_2S_3) з розчином азотної кислоти утворюється ортомиш'якова кислота, сірчана кислота та оксид азоту (II). Скласти

рівняння реакції, розрахувати коефіцієнти, визначити окисник і відновник.



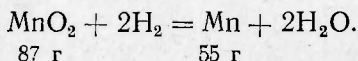
Окисником у цьому процесі є азотна кислота (N^{+5}), а відновником — сульфід миш'яку (III) (As^{+3} і S^{-2}).

32. 43,5 г оксиду металу, що містить 63,22% металу, нагрівали в струмені водню. Маса твердого залишку після реакції становить 37,1 г. Визначити кількість відновленого металу. Який оксид відновлювали?

Визначимо еквівалент металу:

$$\begin{array}{lcl} 63,22 \text{ г Ме} & \text{взаємодіють з} & 36,78 \text{ г О}, \\ E \text{ г Ме} & \text{»} & 8 \text{ г О}, \\ E = 13,75. \end{array}$$

За рівнянням $A = E \cdot n$, де A — атомна маса, E — еквівалент, n — валентність, яка може мати значення від 1 до 8, знаходимо значення A при різних валентностях: 13,75; 27,5; 38,25; 55. З цього ряду чисел визначаємо атомну масу металу за періодичною системою. При $n = 4$ це метал марганець; формула оксиду MnO_2 .



Різниця між масою взятого оксиду металу і утвореним металом становить $87 - 55 = 32$ (г). За умовою задачі відповідна різниця становить $43,5 - 37,1 = 6,4$ (г).

32 г різниці мас відповідають відновленню 55 г Mn ;
6,4 г » » » » x г Mn ;

$$x = 11 \text{ г}.$$

Отже, відновленням оксиду марганцю (IV) добули 11 г Mn .

33. На повне окислення 5,03 г суміші двох металів, з яких один метал має ступінь окислення $+3$, а другий — $+2$, витрачається 1,96 л кисню (н. у.). Атомна маса першого металу в 2,134 рази більша за атомну масу другого, а їх молярне співвідношення в суміші дорівнює 1:2. Визначити метали та масовий склад суміші цих металів.

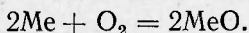
Позначимо атомну масу легшого металу через x , а його масу — через m ; тоді атомна маса важчого металу — $2,134x$, а його маса — n . За умовою $m + n = 5,03$; $n = 5,03 - m$;

$$\frac{n}{2,134x} : \frac{m}{x} = \frac{1}{2}; \quad n = 1,067m;$$

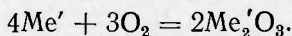
$$5,03 - m = 1,067m; \quad m = 2,43;$$

$$n = 5,03 - 2,43 = 2,6.$$

Отже, в суміші було 2,43 г легшого металу і 2,6 г важчого. За рівнянням реакції металів з киснем знаходимо їх атомні маси.



На один моль металу витрачається 0,5 моль кисню; а на $\frac{2,43}{x}$ моль металу $-\frac{2,43 \cdot 0,5}{x} = \frac{1,215}{x}$ (моль кисню).



На один моль металу витрачається $\frac{3}{4}$, або 0,75 моль кисню, а на $\frac{2,6}{2,134x}$ моль металу $-\frac{2,6 \cdot 0,75}{2,134x} = \frac{0,914}{x}$ (моль кисню). 1,96 л кисню становить $1,96 : 22,4 = 0,0875$ (л). Отже, можна записати:

$$\frac{1,215}{x} + \frac{0,914}{x} = 0,0875;$$

$x = \frac{2,129}{0,0875} = 24,33$. За періодичною системою знаходимо, що Me — магній. $24,33 \cdot 2,134 \approx 52$, отже, Me' — хром. У суміші містилося 2,43 г магнію та 2,6 г хрому.

34. 0,81 г металу розчинили в соляній кислоті. Із солі, що утворилася при цьому, приготували 300 мл децимолярного розчину. Вказати метал і описати його хімічні властивості. В якому об'ємі розчину концентрація солі становитиме 0,25 М?

Якщо розчин утвореного хлориду 0,1 М, то в 300 мл його міститься $\frac{0,1 \cdot 300}{1000} = 0,3$ (моль) солі. Отже, металу було також 0,03 моль. Його атомна маса дорівнює $0,81 : 0,03 = 27$. Це алюміній. Якщо 0,1 моль солі міститься в 300 мл розчину, то 0,25 М розчин матиме об'єм $\frac{1000 \cdot 0,03}{0,25} = 120$ (мл).

35. У результаті взаємодії деякої кількості калію з 100 мл води добуто стільки гідроксиду калію, що ним можна нейтралізувати 25 мл 17,6 %-ного розчину сірчаної кислоти ($\rho = 1,25$). Визначити концентрацію добутого розчину гідроксиду калію та об'єм виділеного під час реакції газу (н. у.).

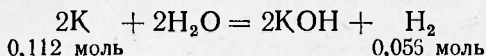
Маса розчину $1,25 \cdot 25 = 31,25$ (г). Чистої кислоти в ньому $31,25 \cdot 0,176 = 5,5$ (г).

98 г H_2SO_4 становлять 2 г-екв;

5,5 г H_2SO_4 » x г-екв;

$$x = 0,112 \text{ г-екв.}$$

Отже, в розчині утворилося 0,112 г-екв КОН, тобто 0,112 моль, або $56 \cdot 0,112 \approx 6,3$ (г). Обчислимо масу та об'єм газу, що виділився, а також кількість калію, що прореагував.



0,112 моль калію становлять $39 \cdot 0,112 \approx 4,37$ (г); маса 0,056 моль водню дорівнює $2 \cdot 0,056 = 0,112$ (г), а об'єм — $22,4 \cdot 0,056 \approx 1,25$ (л). Маса утвореного розчину: $100 + 4,37 - 0,112 = 104,26$ (г).

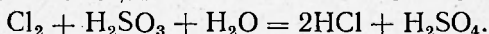
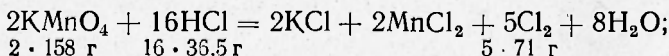
У 104,26 г розчину міститься 6,3 г КОН;

у 100 г » » y г КОН;

$$y \approx 6,04 \text{ г.}$$

Отже, утворився розчин 6,04 %-ної концентрації.

36. На 3,16 г перманганату калію подіяли концентрованою соляною кислотою. Газоподібний продукт реакції повністю витратився на реакцію з 625 мл 0,08 М розчину сірчистої кислоти. Визначити концентрацію іонів водню в утвореному розчині. Яка кількість 36 %-ної соляної кислоти ($\rho = 1,18$) потрібна для взаємодії з такою самою кількістю перманганату калію?



При взаємодії $2 \cdot 158$ г KMnO_4 утворюється 5 моль Cl_2 ;

» » 3,16 г KMnO_4 » x моль Cl_2 ;

$$x = 0,05 \text{ моль.}$$

Визначимо кількість молів сірчистої кислоти:

у 1000 мл розчину міститься 0,08 моль H_2SO_3 ;

у 625 мл » » у моль H_2SO_3 ;

$$y = 0,05 \text{ моль.}$$

На 0,05 моль H_2SO_3 витрачається 0,05 моль Cl_2 ; отже, утворилося 0,05 моль H_2SO_4 та 0,1 моль HCl . Концентрація іонів водню в суміші кислот дорівнює: $C_{\text{H}^+} + C'_{\text{H}^+}$, де C_{H^+} — концентрація іонів водню, що утворилися з H_2SO_4 ; C'_{H^+} — концентрація іонів водню з соляної кислоти. $C_{\text{H}^+} = \alpha Cn$, де C — молярна концентрація кислоти; α — ступінь її дисоціації; n — кількість іонів H^+ , що утворюються під час дисоціації молекули кислоти.

$$C_{\text{H}^+} = 0,05 \cdot 1 \cdot 2 = 0,1 \text{ (моль/л);}$$

$$C'_{\text{H}^+} = 0,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,1 \text{ (моль/л);}$$

$$0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ (моль/л).}$$

Визначимо кількість соляної кислоти:

2 · 158 г KMnO_4 реагують з 16 · 36,5 г HCl ;

3,16 г KMnO_4 » z г HCl ;

$$z = 5,84 \text{ г.}$$

У 100 г розчину міститься 36 г HCl ;

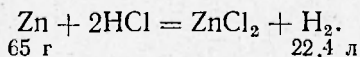
в m г » » 5,84 г HCl ;

$$m = 16,22 \text{ г.}$$

Об'єм соляної кислоти: $16,22 : 1,18 = 13,75$ (мл).

37. У герметично закритій товстостінній літровій склянці, що містить 6,5 г цинку та 100 мл концентрованої соляної кислоти, встановилася температура 69°C . Визначити тиск у склянці після закінчення реакції.

У колбі місткістю 1 л знаходилося $1000 - 100 = 900$ (мл) = 0,9 л повітря. Визначимо об'єм виділеного водню (н. у):



У склянці містилося 2,24 л водню і 0,9 л повітря. За нормальних умов суміш газів мала б об'єм $2,24 + 0,9 =$

3,14 л. Величину тиску в склянці після закінчення реакції знайдемо за рівнянням:

$$\frac{V_0 \cdot P_0}{T_0} = \frac{V \cdot P}{T}; \quad \bar{P} = \frac{P_0 \cdot V_0 \cdot T}{V \cdot T_0};$$

$$P = \frac{1 \cdot 3,14 \cdot 342}{273 \cdot 0,9}, \quad P = 4,37 \text{ ат};$$

$$V_0 = 0,9 + 2,24 = 3,14 \text{ (л)}; \quad V = 0,9 \text{ л}; \quad T_0 = 273 \text{ К};$$

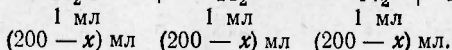
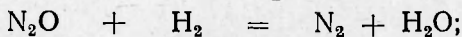
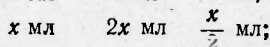
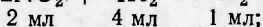
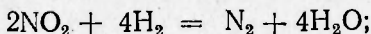
$$T = 273 + 69 = 342 \text{ (К)}; \quad P_0 = 1 \text{ ат.}$$

$$P = \frac{1 \cdot 3,14 \cdot 342}{273 \cdot 0,9}; \quad P = 4,37 \text{ ат.}$$

У склянці встановився тиск 4,37 ат.

38. На повне відновлення 200 мл суміші оксиду азоту (I), та оксиду азоту (IV) було використано 300 мл водню, взятого в надлишку. Після закінчення реакції об'єм суміші зменшився до 225 мл. Визначити об'ємний склад вихідної суміші оксидів азоту в процентах, якщо єдиним газоподібним продуктом реакції є азот (у. н.).

Перший спосіб. Позначимо об'єм оксиду азоту (IV) в суміші через x мл, тоді об'єм оксиду азоту (I) становитиме $(200 - x)$ мл. Визначимо об'єм водню, витраченого на повне відновлення суміші, та утвореного при цьому азоту.



На відновлення 200 мл суміші витрачено $2x + (200 - x)$ мл водню. Отже, залишилося $300 - 2x - (200 - x)$ мл водню.

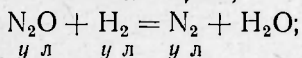
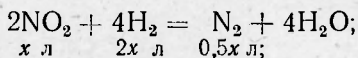
Азоту утворилося $\frac{x}{2} + (200 - x)$ мл. Складемо рівняння:

$$0,5x + (200 - x) + 300 - 2x - (200 - x) = 225;$$

$$x = 50 \text{ мл.}$$

У 200 мл суміші містилося 50 мл NO_2 , тобто $50 : 200 = 0,25$, або 25%; 150 мл N_2O , тобто $150 : 200 = 0,75$, або 75%.

Другий спосіб. Позначимо об'єм NO_2 в суміші через x л, а об'єм N_2O — через y л.



У результаті першої реакції об'єм зменшується на $2,5x$ л, а другої — на y л. Об'єм суміші зменшився на $300 + 200 - 225 = 275$ (мл). Складемо систему двох рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 200; \\ 2,5x + y = 275; \end{cases}$$

$$x = 50; \quad y = 150.$$

39. Електричний струм силою $33,5$ А протягом 20 год пропускали крізь електролізер, у катодному просторі якого містилося 15 л 4 М розчину хлориду натрію. Визначити молярну концентрацію солі та лугу в утвореному розчині, якщо вихід гідроксиду натрію за струмом дорівнює 80% (об'єм розчину сталий).

У 15 л 4 М розчину містилося $4 \cdot 15 = 60$ моль NaCl . Кількість електричного струму, що проходить крізь електроліт, становить $33,5 \cdot 20 = 670$ А · год. Для хімічного перетворення грам-еквівалента електроліту треба пропустити крізь нього струм силою $26,8$ А · год. Якщо крізь розчин пропустити 670 А · год струму, то повинно утворитися $670 : 26,8 = 25$ (г-екв), або 25 моль, NaOH . Фактично утворилося $25 \cdot 0,8 = 20$ (моль) NaOH , бо практичний вихід за струмом дорівнює 80% . У 15 л розчину міститься 20 моль NaOH та 40 моль NaCl . Визначимо концентрацію цих речовин: $20 : 15 \approx 1,33$ (моль) NaOH в 1 л; $40 : 15 \approx 2,67$ (моль) NaCl в 1 л. Отже, розчин $1,33$ М відносно NaOH і $2,67$ М відносно NaCl .

40. Електричний струм однакової сили одночасно пропускали крізь водні розчини сірчаної кислоти і хлориду металу. При цьому в першому електролізері виділилося 200 мл водню, виміряного при температурі 25°C і тиску 740 мм рт. ст., а на катоді другого електролізера — $0,52$ г металу. Визначити метал й описати його хімічні властивості.

За законом Фарадея під час проходження крізь розчин електроліту 96500 кулонів електрики на катоді виділяється

один грам-еквівалент речовини. Оскільки сила струму та час однакові, то по виділеному водню можна визначити метал. Приводимо об'єм водню до нормальних умов:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}; \quad V_0 = \frac{740 \cdot 200 \cdot 273}{298 \cdot 760} = 178,4 \text{ (мл)}.$$

178,4 мл Н еквівалентні 0,52 г Ме;

11200 мл Н » Е г Ме;

$$E = 32,65.$$

За формулою $A = En$ (де n — валентність) знаходимо значення атомної маси при різних n : 32,65; 65,3 і т. д. Значення 65,3 відповідає цинку. Отже, метал — цинк.

41. Для метеорологічних досліджень атмосфери використовують прилади-радіозонди. Скільки рідкого водню ($\rho = 0,07$) потрібно для заповнення кульки газоподібним воднем, якщо маса приладу становить 3,7 кг?

Підйомна сила водню в повітрі дорівнює різниці мас однакових об'ємів повітря та водню. Моль повітря становить у середньому 29 г, а моль водню — 2 г. Підйомна сила водню — $29 - 2 = 27$ г.

27 кг підйомної сили створюється 2 кг H_2 ;

3,7 кг » » » х кг H_2 ;

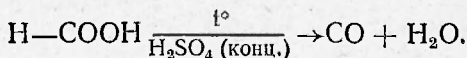
$$x = 0,274 \text{ кг}.$$

Рідкого водню треба $274 \text{ г} : 0,07 \text{ г/см}^3 \approx 3914 \text{ мл} \approx 3,9 \text{ л}$.

42. 5,22 г оксиду, що містить 72,36 % металу, сплави якого широко використовують у народному господарстві, нагрівають у струмені газу, добутого нагріванням речовини, що містить 26,09 % вуглецю, 4,35 % водню й кисень, з концентрованою сірчаною кислотою. Маса залишку після нагрівання становить 4,58 г. Визначити масу відновленого металу.

Формулу речовини запишемо у вигляді $C_x H_y O_z$. $x : y : z = \frac{26,09}{12} : \frac{4,35}{1} : \frac{69,56}{16} = 1 : 2 : 2$ (формула речовини CH_2O_2 ,

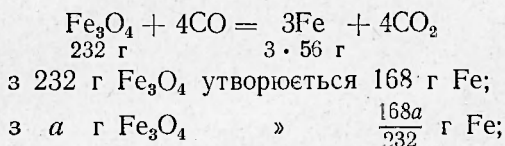
або $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \quad \quad \text{OH} \end{array}$ (мурашина кислота).



Невідомий оксид позначимо формулою Me_mO_n . Визначимо грам-еквівалент металу:

$$\begin{array}{rcl} 72,36 \text{ г Me} & \text{взаємодіють з} & 27,64 \text{ г O;} \\ E \text{ г Me} & \text{»} & 8 \text{ г O} \\ E = 20,94 \text{ г.} \end{array}$$

За формулою $A = E \cdot n$ при $n = 1 - 8$, дістанемо такі значення: 20,94; 41,88; 83,76; 104,7. Всі вони не задовольняють умові задачі. При значенні $n = 2,67$ (для мішаних оксидів типу Me_3O_4) атомна маса металу дорівнює $20,94 \cdot 2,67 = 55,9$, що відповідає залізу. Отже, формула оксиду Fe_3O_4 .



Залишок Fe_3O_4 становить $(5,22 - a)$ г, утворюється $\frac{21a}{29}$ г металу, а за умовою задачі це становить 4,58 г.

$$\begin{aligned} (5,22 - a) + \frac{21a}{29} &= 4,58; \\ a &= 1,68 \text{ г.} \end{aligned}$$

Отже, маса відновленого заліза — 1,68 г.

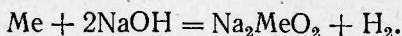
43. На 5,36 г суміші трьох металів поділяли 32 мл 22%-ного розчину гідроксиду натрію ($\rho = 1,247$). При цьому виділилося 1792 мл газу (н. у.). Для повного розчинення другого металу (еквівалент якого становить $\frac{3}{8}$ еквівалента третього металу), до реакційної суміші додали 83 мл 20%-ної соляної кислоти ($\rho = 1,1$). Після того як газ виділився, (визначити його об'єм), твердий залишок розчинили в азотній кислоті. Добутий розчин обробили лугом. Осад відфільтрували та прожарили. Маса його становила 4 г. Якщо нагрівати осад у сірчаній кислоті, утворюється розчин солі, в якій метал, сірка й кисень знаходяться в масовому співвідношенні 2:1:2. Визначити якісний та кількісний склад вихідної суміші.

Схема перетворення третього металу: $\text{Me} \rightarrow \text{Me}(\text{NO}_3)_n \rightarrow \text{Me}(\text{OH})_n \rightarrow \text{Me}_m\text{O}_n \rightarrow \text{Me}_m(\text{SO}_4)_n$. Визначимо формулу сульфату $\text{Me}_x\text{S}_y\text{O}_z$.

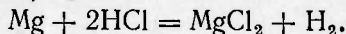
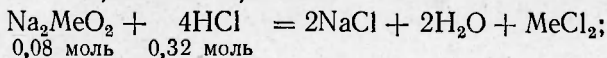
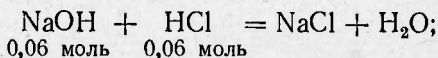
$$x : y : z = \frac{2}{a} : \frac{1}{32} : \frac{2}{16} = \frac{2 \cdot 32}{a} : 1 : 4;$$

$$a = 64.$$

Це мідь. $M_{\text{CuO}} = 80$ г; 4 г CuO становлять $4 : 80 = 0,05$ (моль). У вихідній суміші було $64 \cdot 0,05 = 3,2$ г міді. Еквівалент другого металу становить $\frac{3 \cdot 32}{8} = 12$; його атомна маса — $12 \cdot 2 = 24$. Це магній. Перший метал взаємодіє з лугом:



При цьому виділилося $1792 : 22400 = 0,08$ (моль) H_2 . Отже, прореагувало 0,16 моль NaOH , утворилося 0,08 моль Na_2MeO_2 . Усього взято лугу $\frac{32 \cdot 1,247 \cdot 0,22}{40} = 0,22$ (моль). Залишилося $0,22 - 0,16 = 0,06$ (моль) NaOH . З соляною кислотою відбуваються такі реакції:



Усього взято соляної кислоти $\frac{83 \cdot 0,2 \cdot 1,1}{36,5} = 0,5$ (моль). З магнієм прореагувало $0,5 - (0,06 + 0,32) = 0,12$ (моль) HCl . Отже, магнію було 0,06 моль, або $24 \cdot 0,06 = 1,44$ (г). Невідомого металу було $5,36 - (3,2 + 1,44) = 0,72$ (г). Визначимо його атомну масу (через грам-еквівалент):

0,72 г Me витісняють 0,08 моль H_2 ;

x г Me » 0,5 моль (1 екв) H_2 ;

$$x = 4,5 \text{ г.}$$

$A_{\text{Me}} = 4,5 \cdot 2 = 9$. Це берилій. Склад вихідної суміші: 0,72 г Be ; 1,44 г Mg ; 3,2 г Cu . Об'єм газу 1344 мл.

44. У результаті повного розкладу 24,70 г суміші нітратів трьох металів, що мають ступінь окислення +2, утворилося 10,40 г твердого залишку. Якщо залишок обробити соляною кислотою, виділиться 448 мл газу (н. у.).

Визначити якісний і кількісний склад вихідної суміші, якщо відомо, що атомні маси металів відносяться між собою як 1:2,29:2,71 і що один з нітратів містить 50,79% кисню. Скласти відповідні рівняння реакцій.

Визначимо метал, що входить до складу одного з нітратів, $\text{Me}(\text{NO}_3)_2$:

96 г О становлять 50,79%;

28 г N » $x\%$;

$$x = 14,81\%.$$

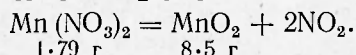
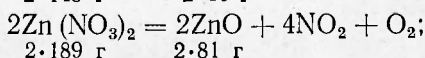
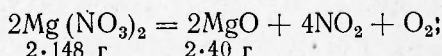
$$100\% - (50,79\% + 14,81\%) = 34,4\% \text{ Me.}$$

14,81% N становлять 28 г;

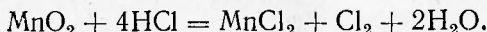
34,4% Me становлять y г;

$$y = 65 \text{ г.}$$

Отже, метал — цинк. Збільшуючи і зменшуючи атомну масу цинку на 2,29 і 2,71, визначимо інші метали. $65:2,71 = 24$. Це магній. Третій метал — марганець ($24 \cdot 2,29 \approx 55$). Під час нагрівання нітрати розкладаються:



Газ виділяється під час взаємодії MnO_2 з соляною кислотою:



448 мл хлору становлять $448:22400 = 0,02$ (моль). У вихідній суміші було $179 \cdot 0,02 = 3,58$ (г) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, а в залишку $85 \cdot 0,02 = 1,7$ (г) MnO_2 . Суміш нітратів цинку й магнію становила $24,7 - 3,58 = 21,12$ (г), а суміш оксидів цих металів — $10,4 - 1,7 = 8,7$ (г).

Позначимо кількість молів $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ через x , а $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ через y . Складемо систему рівнянь з двома невідомими:

$$\begin{cases} 148x + 189y = 21,12; \\ 40x + 81y = 8,7; \\ x = 0,015; y = 0,1. \end{cases}$$

$148 \cdot 0,015 = 2,22$ (г); $189 \cdot 0,1 = 18,9$ (г). Масовий склад вихідної суміші: 2,22 г $Mg(NO_3)_2$; 18,90 г $Zn(NO_3)_2$; 3,58 г $Mn(NO_3)_2$.

45. До 400 мл води долили 222,2 мл 78%-ного розчину сірчаної кислоти ($\rho = 1,71$). Визначити процентну концентрацію та нормальність утвореного розчину, якщо його густина дорівнює 1,29. Обчислити титр розчину.

Маса утвореного розчину становить приблизно 780 г ($400 \cdot 1 + 222,2 \cdot 1,71 \approx 780$). Маса кислоти в розчині — $222,2 \cdot 1,71 \cdot 0,78 \approx 296,37$ (г). Визначимо концентрацію цього розчину.

У 780 г розчину міститься 296,37 г H_2SO_4 ;

у 100 г » » x г H_2SO_4 ;

$$x = 38 \text{ г.}$$

Отже, розчин 38%-ний. Знайдемо об'єм цього розчину: $780 : 1,29 \approx 604,7$ (мл). Визначимо його нормальність.

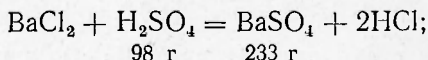
У 604,7 мл розчину міститься 296,37 г H_2SO_4 ;

у 1000 мл » » y г H_2SO_4 ;

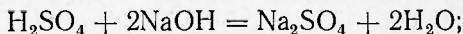
$$y = 490,11 \text{ г.}$$

490,11 г H_2SO_4 становлять $490,11 : 49 \approx 10$ (г-екв). Отже, розчин 10 н. Титр розчину дорівнює: $296,37 : 604,7 \approx 0,49019$.

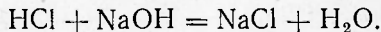
46. Для нейтралізації 400 г розчину, що містить соляну і сірчану кислоти, витрачено 287 мл 10%-ного розчину їдкого натру ($\rho = 1,115$). Якщо до 100 г того самого розчину додати надлишок розчину хлориду барію, то утвориться 5,825 г осаду. Визначити кількість молів та процентну концентрацію обох кислот у вихідному розчині.



98 г 233 г



2.40 г



36,5 г

Знаходимо кількість їдкого натру в розчині: $287 \times 0,1 \cdot 1,115 \approx 32$. З 100 г розчину утворюється 5,825 г осаду. Визначаємо кількість H_2SO_4 в цьому розчині:

98 г H_2SO_4 утворюють 233 г $BaSO_4$;

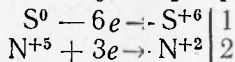
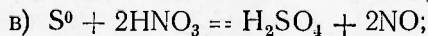
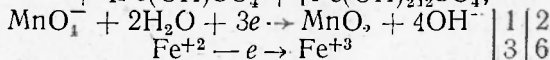
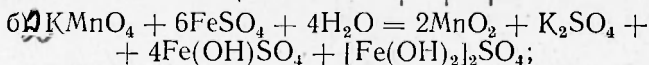
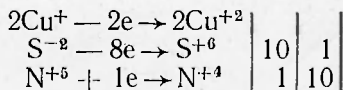
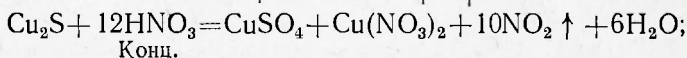
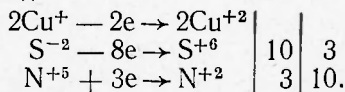
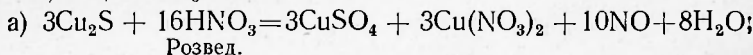
x г H_2SO_4 утворюють 5,825 г $BaSO_4$;

$$x = 2,45 \text{ г.}$$

Отже, розчин 2,45%-ний. У 400 г розчину міститься $\frac{2,45 \cdot 400}{100} = 9,8$ г, або $9,8 : 98 = 0,1$ моль H_2SO_4 . З рівняння реакції нейтралізації видно, що на моль сірчаної кислоти витрачається 2 моль лугу, а на 0,1 моль H_2SO_4 — 0,2 моль лугу, що становить 8 г ($40 \cdot 0,2 = 8$). Для реакції нейтралізації витрачено $32 - 8 = 24$ (г) NaOH , що відповідає $\frac{36,5 \cdot 24}{40} = 21,9$ (г) HCl , або $21,9 : 36,5 = 0,6$ (моль) HCl .

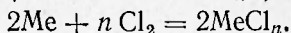
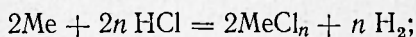
У 400 г розчину міститься 21,9 г HCl , а в 100 г — $21,9 : 4 = 5,475$ (г). Отже, розчин соляної кислоти 5,475%-ної концентрації.

З 47. Дописати рівняння реакцій, що відбуваються у водних розчинах:

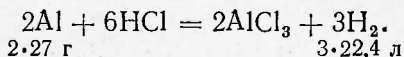


48. Дано наважки двох металів по 0,81 г кожна. Перший метал прореагував з хлороводнем, другий — з хлором. Кожну з добутих речовин розчинили у воді і приготували 0,1 М розчини. Перший розчин довели до об'єму 300 мл, другий — до 900 мл. Які це метали? Який об'єм водню виділиться в результаті взаємодії першого металу з хлороводнем? Скільки грамів речовини утвориться в результаті взаємодії другого металу з хлором? До якого об'єму

треба довести розчин солі кожного металу, щоб добути 0,1 н. розчини?

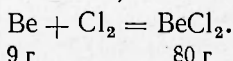


Визначимо кількості молів добутих хлоридів: а) 1000 мл розчину містить 0,1 моль; 300 мл першого розчину містить 0,03 моль; б) $\frac{0,1 \cdot 300}{100} = 0,09$ (моль); 900 мл другого розчину містить 0,09 моль. Моль хлориду містить один моль металу, бо хлор одновалентний. Отже, було 0,03 моль першого металу та 0,09 моль другого. Визначимо молі металів: $0,81 : 0,03 = 27$ (г) — алюміній; $0,81 : 0,09 = 9$ (г) — берилій.



При взаємодії 2 · 27 г Al утворюється 3 · 22,4 л H₂;
 » » 0,81 г Al » x л H₂;

$$x = 1,008 \text{ л.}$$

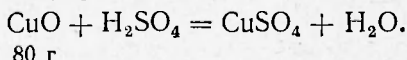
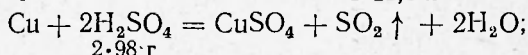
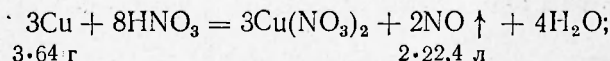


З 9 г Be утворюється 80 г BeCl₂;
 з 0,81 г Be » y г BeCl₂;

$$y = 7,2 \text{ г.}$$

0,1 моль AlCl₃ містить 0,3 г-екв цієї солі. Щоб розчин став 0,1 н., його треба розбавити в три рази — до 900 мл. 0,09 моль BeCl₂ містить 0,18 г-екв. Щоб розчин став 0,1 н., треба збільшити його об'єм удвоє — до 1800 мл.

49. Який об'єм 78%-ної сірчаної кислоти (ρ = 1,71) потрібний для розчинення 4 г суміші міді та оксиду міді, якщо відомо, що в результаті розчинення такої самої кількості суміші в розбавленій азотній кислоті виділяється 560 мл нерозчинного у воді газу?



У результаті взаємодії 3,64 г Cu утворюється 2,22,4 л NO;
 » » x г Cu » 0,56 л NO;

$$x = 2,4 \text{ г}; 4 - 2,4 = 1,6 \text{ г.}$$

80 г CuO реагують з 98 г H₂SO₄;

1,6 г CuO » y г H₂SO₄;

$$y = 1,96 \text{ г};$$

64 г Cu реагують з 2 · 98 г H₂SO₄;

2,4 г Cu » z г H₂SO₄;

$$z = 7,35 \text{ г.}$$

Усього сірчаної кислоти треба $1,96 + 7,35 = 9,31 \text{ (г)}$.

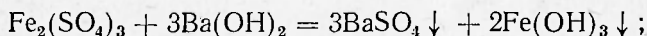
У 100 г розчину міститься 78 г H₂SO₄;

в n г » » 9,31 г H₂SO₄;

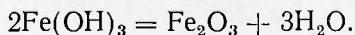
$$n \sim 11,94 \text{ г}$$

11,94 : 1,71 \approx 7,0 (мл). Отже, для розчинення суміші потрібно 7 мл 78%-ної сірчаної кислоти.

50. При зливанні 200 мл розчину сульфату заліза (III) і 200 мл розчину гідроксиду барію добули осад, який відфільтрували, висушили, прожарили і зважили. Його маса дорівнювала 17,18 г. Фільтрат обробили надлишком сірчаної кислоти. Утворилося 9,32 г осаду. Визначити молярність вихідних розчинів.

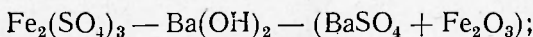


$$3 \cdot 233 \text{ г}$$



$$160 \text{ г}$$

Складемо стехіометричну схему:

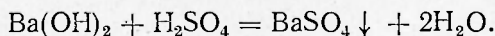


$$1 \text{ моль} \quad 3 \text{ моль} \quad 859 \text{ г}$$

$$x \text{ моль} \quad y \text{ моль} \quad 17,18 \text{ г}$$

$$x = 0,02 \text{ моль}; y = 0,06 \text{ моль.}$$

У фільтраті залишився Ba(OH)₂.



9,32 г BaSO₄ становлять $9,32 : 233 = 0,04 \text{ моль}$. Отже, у фільтраті було 0,04 моль Ba(OH)₂, всього до початку реакції було $0,6 + 0,04 = 0,1 \text{ (моль)}$.

У 200 мл розчину міститься 0,02 моль $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;
 у 1000 мл » » z_1 моль $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$;

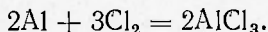
$$z_1 = 0,1 \text{ моль.}$$

У 200 мл розчину міститься 0,1 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$;
 у 1000 мл » » z_2 моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$;

$$z_2 = 0,5 \text{ моль.}$$

Отже молярність розчину $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ дорівнює 0,1, а $\text{Ba}(\text{OH})_2$ — 0,5.

51. Наважку алюмінію масою 2,25 г повністю спалили в атмосфері хлору. З утвореної солі виготовили 250 мл розчину. 50 мл цього розчину злили з 30 мл 2 н. розчину ідкого калі. Обчислити масу добутого осаду.



54 г

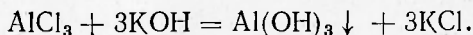
З 54 г Al утворюється 2 моль AlCl_3 ;
 з 2,25 г Al » x моль AlCl_3 ;

$$x = \frac{1}{12} \text{ моль, або } 0,25 \text{ г-екв, } \text{AlCl}_3.$$

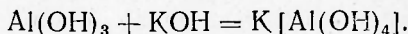
У 250 мл розчину міститься 0,25 г-екв AlCl_3 ;
 у 50 мл » » y г-екв AlCl_3 ;

$$y = 0,05 \text{ г-екв.}$$

Отже, злили 50 мл розчину, що містить 0,05 г-екв AlCl_3 і 30 мл 2 н. розчину KOH , що містить $\frac{30 \cdot 2}{1000} = 0,06$ г-екв KOH .



0,05 г-екв AlCl_3 реагують з 0,05 г-екв KOH ; при цьому утворюється 0,05 г-екв $\text{Al}(\text{OH})_3$; 0,01 г-екв KOH реагує з $\text{Al}(\text{OH})_3$ за схемою:



В осаді залишається 0,02 г-екв, або 0,52 г, $\text{Al}(\text{OH})_3$ (грам-еквівалент $\text{Al}(\text{OH})_3$ дорівнює 26).

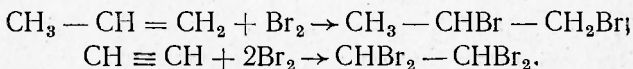
ЗАДАЧІ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

1. 448 мл суміші етану, пропілену та ацетилену (н. у.) можуть знебарвити 40 мл 5%-ного розчину бром у тетра-хлорметані ($\rho = 1,6$). Мінімальний об'єм 1 н. розчину ідо-кого калі, потрібний для вбирання вуглекислого газу, ут-вореного в результаті повного згоряння вихідної суміші, становить 50 мл. Визначити процентний склад (за об'ємом) вихідної суміші. Якими хімічними способами можна роз-ділити цю суміш, щоб виділити кожний газ у чистому вигляді?

Припустимо, що в суміші міститься x моль C_2H_6 , y моль C_3H_6 , z моль C_2H_2 . Об'єм суміші 448 мл, тобто $0,448 : 22,4 + 0,02$ (моль). Отже,

$$x + y + z = 0,02 \text{ (I)}.$$

Коли пропускати суміш крізь розчин бром у CCl_4 , від-буваються такі реакції:

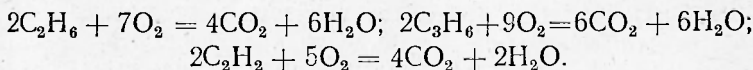


Етан з бромом не реагує за даних умов. Суміш знебарв-лює 40 мл, тобто $40 \cdot 1,6 = 64$ (г) 5%-ного розчину бром у, в якому міститься $64 \cdot 0,05 = 3,2$ (г) бром у, що становить $3,2 : 160 = 0,02$ (моль).

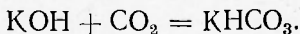
З рівнянь реакції видно, що 1 моль C_3H_6 реагує з 1 моль бром у, а 1 моль C_2H_2 — з 2 моль бром у. Якщо в суміші було y моль C_3H_6 і z моль C_2H_2 , то вони прореа-гували з $(y + 2z)$ моль бром у.

$$y + 2z = 0,02 \text{ (II)}.$$

При повному згорянні суміші відбуваються реакції:



Якщо суміш складається з x моль C_2H_6 , y моль C_3H_6 і z моль C_2H_2 , утворюється $(2x + 3y + 2z)$ моль CO_2 . Ос-кільки утворений CO_2 вбирається мінімальним об'ємом лугу, то в результаті утворюється гідрокарбонат калію, а не карбонат:



У 50 мл 1 н. розчину міститься 0,05 г-екв, тобто 0,05 моль, КОН. З цією кількістю реагує 0,05 моль CO_2 .

$$2x + 3y + 2z = 0,05 \text{ (III)}.$$

Розв'язавши систему трьох рівнянь з трьома невідомими (I, II, III), знайдемо: $x = z = 0,005$ моль; $y = 0,01$ моль. Отже, суміш складається з 112 мл, або 25%, C_2H_6 , такої самої кількості C_2H_2 та 224 мл, або 50%, C_3H_6 .

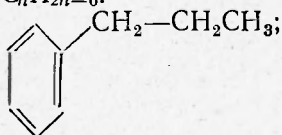
Пропустивши суміш крізь аміачний розчин оксиду срібла, можна ввібрати ацетилен, а потім бромною водою ввібрати пропілен. Залишається етан. Ацетилен можна виділити, обробляючи утворену речовину концентрованою соляною кислотою. Пропілен можна добути, діючи цинковим пилом на утворений дибромід.

2. Вуглеводень — рідина (за н. у.). Його пара приблизно в 4 рази важча за повітря. Після спалювання в струмені кисню 1,6 г цієї речовини утворилося 5,28 г вуглекислого газу і 1,44 г води. На основі цих даних визначити молекулярну формулу вуглеводню і написати структурні формули всіх можливих ізомерів. Як практично визначити кількість речовин, утворених у результаті спалювання вуглеводню?

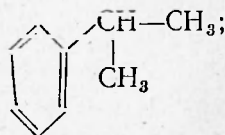
Середня молекулярна маса повітря 29 в. о. Отже, молекулярна маса вуглеводню приблизно становить 116 в. о. Визначимо кількість вуглецю й водню в 1,6 г даної речовини за стехіометричними схемами:

$$\begin{array}{ll} \text{C} - \text{CO}_2; & 2\text{H} - \text{H}_2\text{O}; \\ 12 \text{ г} - 44 \text{ г}; & 2 \text{ г} - 18 \text{ г}; \\ x \text{ г} - 5,28 \text{ г}; & y \text{ г} - 1,44 \text{ г}; \\ x = 1,44 \text{ г}; & y = 0,16 \text{ г}. \end{array}$$

Знайдемо найпростішу формулу речовини C_nH_m . $n : m = \frac{1,44}{12} : \frac{0,16}{1} = 3 : 4$; отже, формула C_3H_4 . Молекулярна маса C_3H_4 — 40 в. о. Фактично знайдена молекулярна маса дорівнює приблизно 116 в. о. Отже, справжня формула речовини C_9H_{12} . Напишемо структурні формули для C_9H_{12} . Це ізомери ароматичного вуглеводню, загальна формула якого $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$:

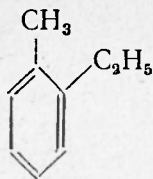


Пропілбензол

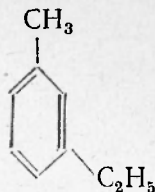


Ізопропілбензол

(К4мса)



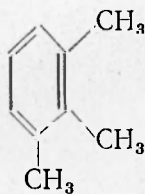
1-Метил-2-етилбензол



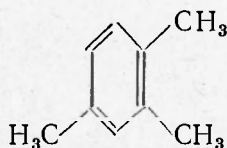
1-Метил-3-етилбензол



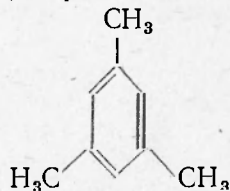
1-Метил-4-етилбензол



1, 2, 3-Триметилбензол



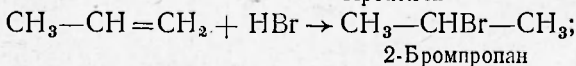
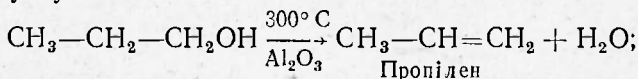
1, 2, 4-Триметилбензол

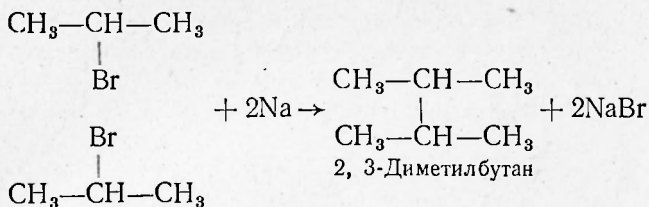


1, 3, 5-Триметилбензол

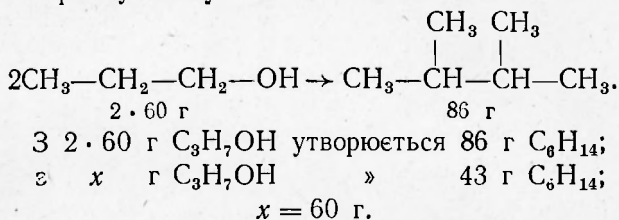
Щоб визначити кількість речовин, утворених у результаті спалювання вуглеводню, треба утворену газо-парову суміш пропустити крізь концентровану сірчану кислоту, яка вбирає пару води, і крізь розчин лугу, що вбирає вуглекислий газ. Збільшення маси обох розчинів відповідає кількості речовин (води і вуглекислого газу), які вони ввібрали.

3. Пару пропілового спирту пропустили над оксидом алюмінію при температурі 300°C . На утворений продукт подіяли бромоводнем і до добутої речовини добавили натрій. Написати схему перетворень і розрахувати, з якої кількості пропілового спирту утвориться 43 г кінцевого продукту.





З рівнянь видно, що для утворення моля 2, 3-диметилбутану потрібно два молі пропілового спирту. Складемо стехіометричну схему:



Для утворення 43 г кінцевого продукту потрібно 60 г пропілового спирту.

4. Складний ефір містить вуглецю — 62,07%, водню — 10,34%, кисню — 27,59%. Омиленням його в присутності їдкого калі добули сіль такого складу: вуглецю — 38,09%, водню — 5,56%, кисню — 25,40%, калію — 30,95%. Встановити структурну формулу складного ефіру. Записати рівняння реакцій.

Визначимо найпростішу формулу утвореної солі $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{K}_n$. $x:y:z:n = \frac{38,09}{12} : \frac{5,56}{1} : \frac{25,40}{16} : \frac{30,95}{39} \approx 3,17 : 5,56 : 1,59 : 0,79 \approx 4 : 7 : 2 : 1$. Загальна формула складного

ефіру $\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O}-\text{R}_1 \end{array}$. Сіль має склад $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{K}$; структурна

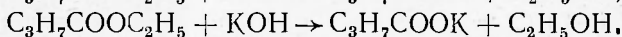
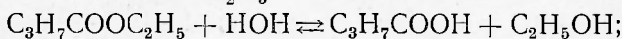
формула солі $\text{C}_3\text{H}_7-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OK} \end{array}$; відповідна кислота

$\text{C}_3\text{H}_7-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{array}$ (масляна кислота). Тепер визначимо найпростішу формулу вихідної речовини — складного ефіру.

$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{62,07}{12} : \frac{10,34}{1} : \frac{27,59}{16} = 3 : 6 : 1$. Отже, формула склад-

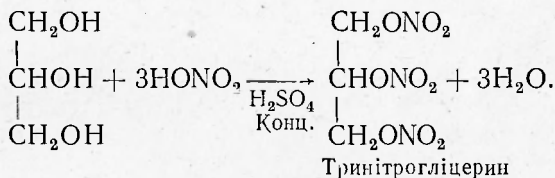
ного ефіру C_3H_6O . Щоб знайти молекулярну формулу, треба найпростішу формулу подвоїти, бо до складу молекули ефіру входять два атоми кисню. Вуглеводневий радикал — C_2H_5 . Отже, структурна формула складного

ефіру $C_3H_7-C \begin{matrix} \nearrow O \\ \searrow O-C_2H_5 \end{matrix}$ (етилбутират).

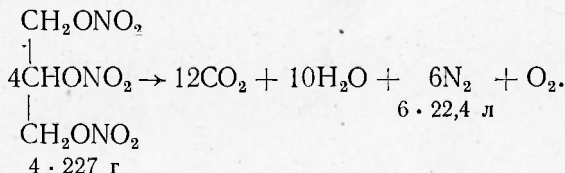


5. Гліцерин обробили концентрованою азотною кислотою в присутності речовини-осушника. 100 г добутої речовини вибухнуло. Продукти реакції пропустили крізь розчини лугу, концентрованої сірчаної кислоти і над нагрітою мідною спіраллю. Газ, що залишився, зібрали у вимірювальний циліндр над водою. Який це газ? Скільки його зібрали? Записати рівняння реакцій. Яку речовину-осушник можна використати в цих умовах? Назвати речовину, яка вибухнула.

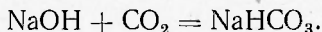
При обробці гліцерину концентрованою азотною кислотою відбувається реакція:



Під час вибуху відбувається реакція:

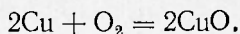


Вуглекислий газ вбирається розчином лугу:



Сірчана кислота — осушуючий засіб (можна також використовувати безводний хлорид кальцію або фосфорний

ангідрид). При пропусканні газу над нагрітою мідною дротинкою вбирається кисень:



Залишається азот, який не реагує з цими речовинами. Отже, у вимірювальному циліндрі збирається азот (він не розчиняється у воді, тому його збирають над водою).

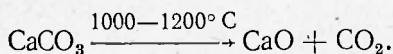
З 2 · 227 г речовини утворюється 3 · 22,4 л N₂;

з 100 г » » x л N₂;

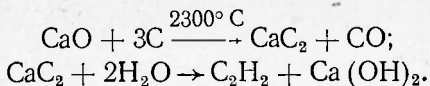
$$x = 14,8 \text{ л.}$$

6. Які перетворення треба виконати, щоб, виходячи з природної сировини — вапняку, добути бензойноетиловий ефір? За яких умов відбуваються реакції?

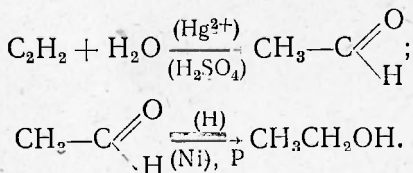
Перший спосіб. 1. Прожарюванням вапняку в печах добувають оксид кальцію:



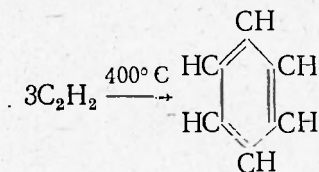
З оксиду кальцію при спіканні з коксом добувають карбід кальцію, який, взаємодіючи з водою, утворює ацетилен:



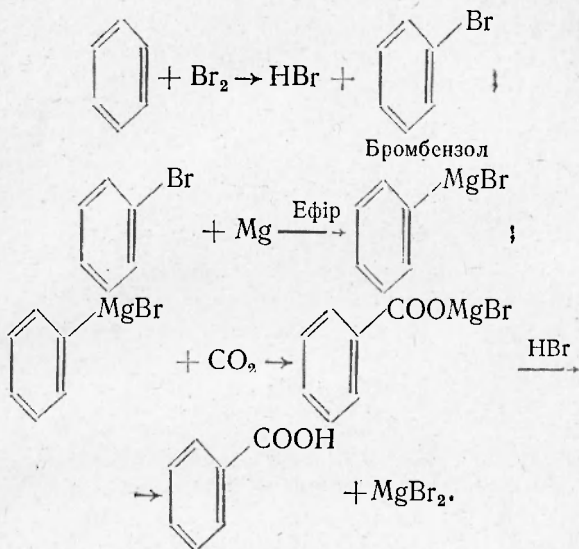
2. Етиловий спирт можна добути з ацетилену за такою схемою:



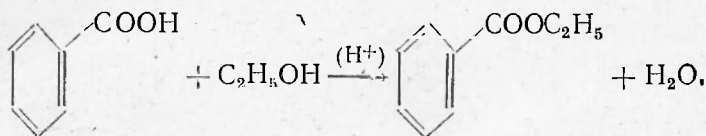
3. З ацетилену добувають бензол:



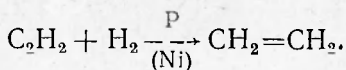
4. Бензойну кислоту добувають з бензолу за допомогою броду, магнію і вуглекислого газу, виконуючи такі перетворення:



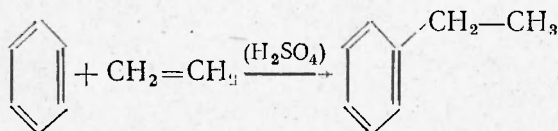
5. Бензойноетилловий ефір добувають так:



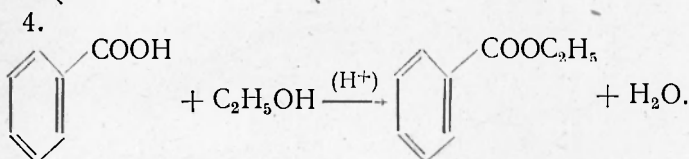
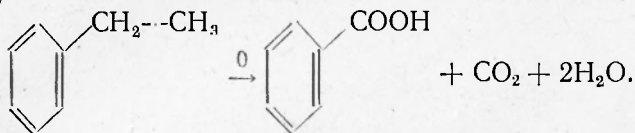
Другий спосіб: 1. З ацетилену добувають етилен:



2. З етилену і бензолу добувають етилбензол:

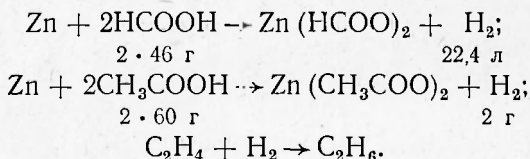


3. Окисленням етилбензолу добувають бензойну кислоту:



7. Газ, що утворився дією цинку на розчин 3,32 г суміші мурашиної і оцтової кислот у 16,68 мл води, змішали з 112 мл етилену (н. у.). Після взаємодії над платиновим каталізатором об'єм суміші зменшився до 672 мл (н. у.). Визначити процентну концентрацію кожної кислоти у вихідному розчині.

Перший спосіб.



Позначимо масову кількість мурашиної кислоти через x г, тоді масова кількість оцтової кислоти становитиме $(3,32 - x)$ г. Після реакції в суміші було 112 мл етану і 560 мл водню, що не прореагував $(672 - 112 = 560)$. У результаті взаємодії цинку з кислотами виділилося $560 + 112 = 672$ (мл) H_2 . Як видно з рівнянь реакцій,

з 2 · 46 г HCOOH утворюється 22400 мл H_2 ;

з x г HCOOH » y мл H_2 ;

$$y = \frac{5600x}{23} \text{ (мл)}.$$

2 · 60 г CH_3COOH утворюють 22400 мл H_2 ;

$(3,32 - x)$ г CH_3COOH » y_1 мл H_2 ;

$$y_1 = \frac{560(3,32 - x)}{3} \text{ (мл)}.$$

$$\frac{5600x}{23} + \frac{560(3,32 - x)}{3} = 672; \quad x = 0,92.$$

Кількість HCOOH становить 0,92 г, а CH_3COOH — $3,32 - 0,92 = 2,4$ (г). Маса розчину: $3,32 + 16,68 = 20$ г. Отже, процентна концентрація HCOOH — $\frac{0,92}{20} = 0,46$, або 4,6%; процентна концентрація CH_3COOH — $\frac{2,4}{20} = 0,12$, або 12%.

Другий спосіб. Позначимо масову кількість мурашиної кислоти через x г, оцтової — через y г. Тоді можна записати: $x + y = 3,32$ (I). Визначимо кількість водню, добутого в результаті реакцій.

2 · 46 г HCOOH утворюють 2 г H_2 ;

x г HCOOH » x_1 г H_2 ;

$$x_1 = \frac{x}{46} \text{ (г)}.$$

2 · 60 г CH_3COOH утворюють 2 г H_2 ;

y г CH_3COOH » y_1 г H_2 ;

$$y_1 = \frac{y}{60} \text{ (г)}.$$

З 112 мл етилену і 112 мл водню утворюється 112 мл етану. Отже, в суміші газів міститься 112 мл етану і надлишок водню: $672 - 112 = 560$ (мл). Оскільки на утворення 112 мл етану витрачено 112 мл водню, то його попередній об'єм становив $560 + 162 = 672$ (мл). Визначимо масу виділеного водню.

22 400 мл H_2 становлять 2 г (або 1 моль);

672 мл H_2 » x_2 г (або x_3 моль);

$$x_2 = 0,06 \text{ г}; \quad x_3 = \frac{672}{22\,400} = 0,03 \text{ (моль)}.$$

Складемо рівняння: $\frac{x}{46} + \frac{y}{60} = 0,06$. Розв'яжемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x + y = 3,32; \\ \frac{x}{46} + \frac{y}{60} = 0,06; \end{cases}$$

$$x = 0,92 \text{ г}; \quad y = 2,4 \text{ г}.$$

Процентний склад суміші: 4,6% HCOOH і 12% CH_3COOH .

Третій спосіб. Позначимо кількість молів мурашиної кислоти через x , а оцтової — через y ; тоді $46x + 60y = 3,32$. Кількість молів водню становитиме $\frac{x}{2} + \frac{y}{2}$. При взаємодії цієї кількості водню з 112 мл етилену утворюється 672 мл суміші етану й водню, або $672 : 22\,400 = 0,03$ (моль). Кількість молів водню, що виділився в результаті реакцій ($560 + 112 + 672$ (мл), або 0,03 моль), чисельно дорівнює кількості молів суміші газів після реакції, тобто

$$\frac{x}{2} + \frac{y}{2} = 0,03; \quad x + y = 0,06.$$

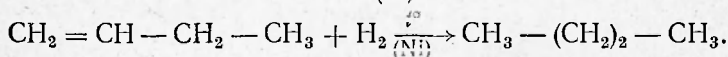
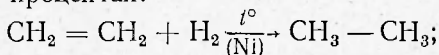
Складемо і розв'яжемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 46x + 60y = 3,32; \\ x + y = 0,06; \end{cases}$$

$$x = 0,02 \text{ моль}; \quad y = 0,04 \text{ моль},$$

що становить: $46 \cdot 0,02 = 0,92$ (г), або 4,6%, НСООН і $60 \cdot 0,04 = 2,4$ (г), або 12%, CH_3COOH .

8. 5 л суміші метану, етилену та бутилену мають масу 7,92 г. До цієї суміші добавили 5 л водню і пропустили над нагрітим нікелевим каталізатором. Об'єм суміші зменшився до 6 л. Визначити склад суміші в об'ємних процентах.



Після реакції об'єм суміші зменшився на $5 + 5 - 6 = 4$ (л) (прореагувало 4 л водню). Алкени вбирають об'єми водню, що дорівнюють їх об'ємам, отже, в 5 л вихідної суміші містилося 4 л суміші етилену й бутилену і 1 л метану, або $16 : 22,4 \approx 0,71$ г. Маса 4 л етилену та бутилену становить $7,92 - 0,71 = 7,21$ г. Об'єм етилену в суміші позначимо через x л, тоді об'єм бутилену становитиме $(4 - x)$ л. Знайдемо масу цих газів.

22,4 л C_2H_4 мають масу 28 г;

$$x \text{ л } \text{C}_2\text{H}_4 \quad \gg \quad \gg \quad \frac{28x}{22,4} \text{ г};$$

$$22,4 \text{ л } \text{C}_4\text{H}_8 \quad \gg \quad \gg \quad 56 \text{ г};$$

$$(4 - x) \text{ л } \text{C}_4\text{H}_8 \quad \gg \quad \gg \quad \frac{56(4 - x)}{22,4} \text{ г}.$$

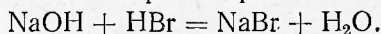
Складемо рівняння з одним невідомим і розв'яжемо його:

$$\frac{28x}{22,4} + \frac{56(4-x)}{22,4} = 7,21; \quad x \approx 2,35.$$

Вихідна суміш складалася з 1 л, або 20%, CH_4 , 2,35 л, або 47%, C_2H_4 та 1,65 л або 33%, C_4H_8 .

9. Наважку 12 г речовини $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$ обробили розчином 60 г бром у чотирихлористому вуглєці. Для нейтралізації бромоводню, який при цьому утворився, витратили 200 мл 1 н. розчину їдкого натру. Після закінчення реакції розчин залишився червоним. Щоб розчин знебарвити, крізь нього пропустили 1,68 л етилену (н. у). Визначити кількість молів бром у, що вступили в реакцію заміщення з 12 г $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$, а якщо відбулося і приєднання, то і кількість приєднаних молів бром у. Написати рівняння реакцій і навести структурні формули ізомерів бромпохідних, які при цьому утворилися.

Визначимо кількість грамів бромоводню.



40 г 81 г

40 г NaOH взаємодіють з 81 г HBr;

40 · 0,2 г NaOH » x г HBr;

$$x = 16,2 \text{ г.}$$

Визначимо кількість бром у, що вступив у реакцію заміщення. $M_{\text{C}_8\text{H}_8\text{O}} = 120$.

У результаті взаємодії 12 г речовини виділилося 16,2 г HBr;

» » 120 г » » x_1 г HBr;

$$x_1 = 162 \text{ г.}$$

Під час реакції заміщення один моль бром у витрачається на утворення моля HBr і один — на заміщення водню. 162 г HBr становлять 2 моль. Ця кількість відповідає 4 моль бром у, що взяли участь у реакції. З них 2 моль (160 г) витрачається на заміщення. Оскільки утворилося 16,2 г HBr, то в реакції заміщення взяло участь 32 г Br_2 , з них 16 г (0,2 моль) Br_2 замістили водень. За рівнянням реакції $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$ визначимо, скільки бром у залишилось у розчині до знебарвлення, тобто прореагувало з етиленом.

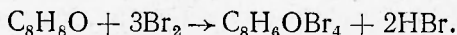
22,4 л C_2H_4 взаємодіють з 160 г Br_2 ;

1,68 л C_2H_4 » x_2 г Br_2 ;

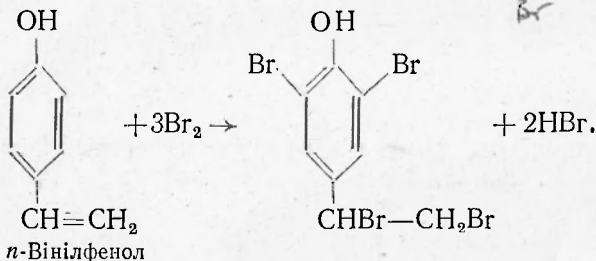
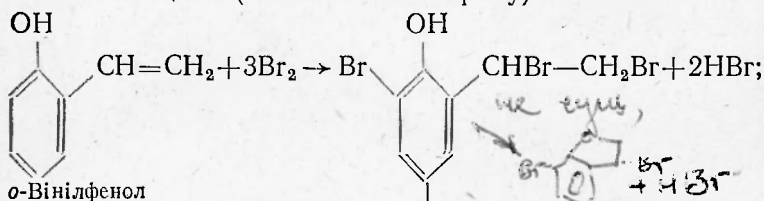
$$x_2 = 12 \text{ г.}$$

Тепер визначимо, скільки молів бром у приєдналося: $60 - (32 + 12) = 16$ (г), або 0,2 моль, Br_2 . Отже, під час взаємодії з 12 г $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$ 0,2 моль бром витратилося на заміщення водню і 0,2 моль — на приєднання.

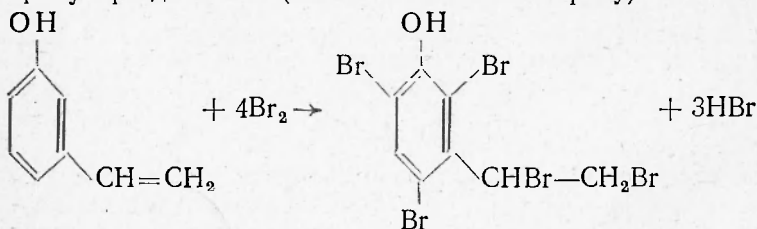
За звичайних умов бром легко заміщує водень і приєднується до подвійного зв'язку у фенолів з ненасиченим бічним ланцюгом:



Для сполуки $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$ можна написати три ізомери: *орто*-, *пара*- та *мета*-вінілфенол. Якщо бромувати *орто*- і *пара*-вінілфенол, то два атоми водню бензольного кільця заміщуються на бром, а два атоми бром у приєднуються до бічного ланцюга (всього 4 атоми бром):



мета-Вінілфенол до уваги не береться, бо при його бромованні заміститься три атоми водню на бром і 2 атоми бром у приєднуються (всього п'ять атомів бром):



10. Синтетичне волокно лавсан добувають з продукту поліконденсації складного ефіру кислоти ароматичного ряду та етиленгліколю. Кислота складається з вуглецю — 57,8%, водню — 3,6%, кисню — 38,6%. Для утворення метилового ефіру на 0,25 моль кислоти витрачається 16 г метилового спирту. Знайти молекулярну формулу кислоти. Скласти рівняння реакції поліконденсації, беручи до уваги, що молекули полімеру мають лінійну структуру.

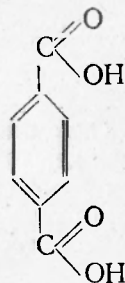
Визначимо найпростішу формулу кислоти $C_xH_yO_z$.

$$x : y : z = \frac{57,8}{12} : \frac{3,6}{1} : \frac{38,6}{16} = 4 : 3 : 2.$$

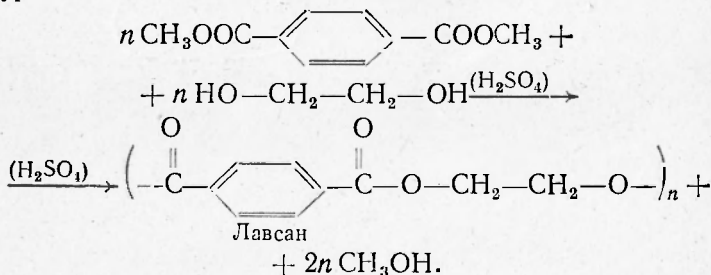
Найпростіша формула кислоти $C_4H_3O_2$. Моль CH_3OH дорівнює 32 г. 16 г CH_3OH становить 0,5 моль.

На 0,25 моль кислоти витрачається 0,5 моль спирту;
 на 1 моль » » 2 моль »

Отже, кислота двоосновна — $C_8H_6O_4$, або



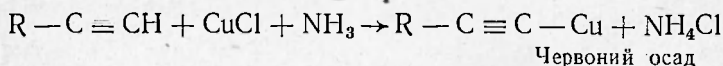
Карбоксильні групи перебувають у *пара*-положенні, бо під час реакції поліконденсації утворюється лінійна структура:



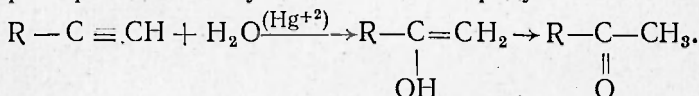
11. Визначити молекулярну формулу і будову вуглеводню, здатного приєднати 4 атоми бром; від дії хлориду міді (I) він утворює осад червоного кольору, а при

CO_2 ! гідратації за Кучеровим — сполуку, при окисленні якої утворюється суміш мурашиної, пропіонової та оцтової (переважно) кислот. Відповідь ілюструвати рівняннями реакцій.

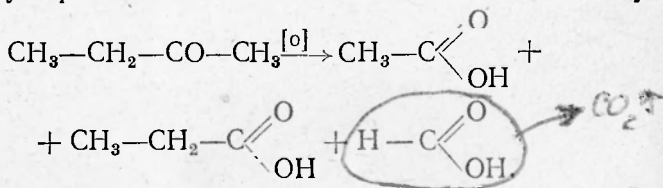
Якщо молекула вуглеводню здатна приєднати 4 атоми бром, то в молекулі міститься або один потрійний зв'язок, або два подвійних. Здатність утворювати червоний осад від дії хлориду міді (I) характерна для вуглеводнів ацетиленового ряду (реакція відбувається в аміачному розчині):



(R — водень або вуглеводневий радикал). Гідратація за Кучеровим у присутності солей двовалентної ртуті також характерна для сполук ацетиленового ряду:



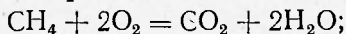
Окислення кетону завжди приводить до утворення суміші карбонових кислот. Отже, R — вуглеводневий радикал; розглянута сполука належить до вуглеводнів ацетиленового ряду. Не важко догадатися, що в цій задачі суміш кислот утворюється під час окислення метилетилкетону:



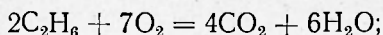
Отже, вихідна сполука — етилацетилен $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$.

12. У 95 мл кисню спалили 25 мл суміші метану і етану. Після реакції суміш вуглекислого газу і кисню становила 60 мл. Визначити процентний склад вихідної суміші.

Позначимо об'єм метану через x мл, тоді об'єм етану в суміші становитиме $(25-x)$ мл. Знайдемо кількість кисню, витраченого на згоряння цих газів, а також кількість утвореного CO_2 .



1 мл CH_4 взаємодіє з 2 мл O_2 , утворюючи 1 мл CO_2 ;
 x мл CH_4 » 2 мл O_2 » x мл CO_2 ;



2 мл C_2H_6 взаємодіють з 7 мл O_2 , утворюючи 4 мл CO_2 ;

$(25 - x)$ мл C_2H_6 взаємодіють з $\frac{7(25 - x)}{2}$ мл O_2 , утворюючи $\frac{4(25 - x)}{2}$ мл CO_2 .

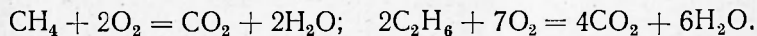
Отже, при спалюванні 25 мл суміші витрачено всього кисню: $2x + \frac{7(25 - x)}{2} = \frac{175 - 3x}{2}$ (мл), а залишилося $95 - \frac{175 - 3x}{2} = \frac{15 + 3x}{2}$ (мл). При цьому утворився вуглекислий газ: $x + \frac{4(25 - x)}{2} = 50 - x$ (мл) CO_2 . 60 мл складається з $(50 - x)$ мл CO_2 і $\frac{15 + 3x}{2}$ мл O_2 .

$$\frac{15 + 3x}{2} + 50 - x = 60; x = 5;$$

У суміші було 5 мл, або 20%, метану, і 20 мл, або 80%, етану.

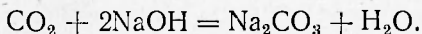
13. У результаті згоряння 22,4 л (н. у.) суміші метану й етану та вбирання утвореного газу розчином лугу утворилося 0,5 л 2,5 М розчину соди. Визначити процентний склад вихідної суміші.

Позначимо об'єм етану через x л, тоді об'єм метану становитиме $(22,4 - x)$ л. Визначимо, скільки CO_2 утвориться в результаті спалювання суміші.



Під час спалювання $(22,4 - x)$ л CH_4 утворюється такий самий об'єм CO_2 , а при спалюванні x л C_2H_6 — $2x$ л CO_2 .

Усього CO_2 буде: $22,4 - x + 2x = 22,4 + x$ (л). Увесь вуглекислий газ прореагував з розчином NaOH , утворивши карбонат:



З 22,4 л CO_2 утворюється 1 моль Na_2CO_3 ;

з y л CO_2 » 0,5 · 2,5 моль Na_2CO_3 ;

$$y = 28 \text{ л}.$$

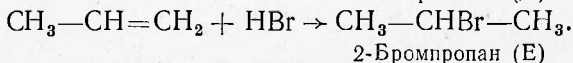
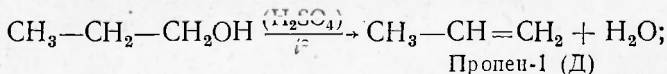
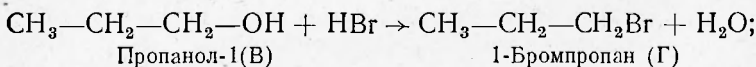
Складемо рівняння з одним невідомим і розв'яжемо його:

$$22,4 + x = 28; \quad x = 5,6 \text{ л.}$$

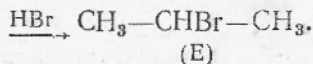
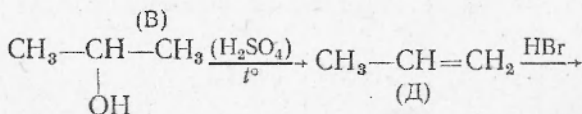
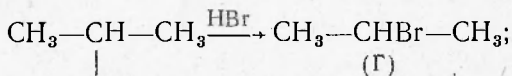
Отже, в суміші містилося 5,6, або 25 %, етану і 16,8 л, або 75 %, метану.

14. Нерозчинна у воді органічна сполука А містить 54,55 % вуглецю, 9,09% водню і 36,36% кисню. При повільному кип'ятінні її з розбавленим розчином КОН утворюється розчин Б. Перегонкою розчину Б можна добути рідину В (C_3H_8O). Після висушування рідини маса її становить близько 45% маси вихідної речовини А. Сполука В взаємодіє з бромоводнем, утворюючи речовину Г (C_3H_7Br). Під час нагрівання В з концентрованою сірчаною кислотою виділяється газ Д, який, взаємодіючи з бромоводнем, утворює сполуку Е (C_3H_7Br), що за властивостями відрізняється від речовини Г. Визначити будову всіх названих сполук і пояснити описані явища. Які ізомери може мати сполука А?

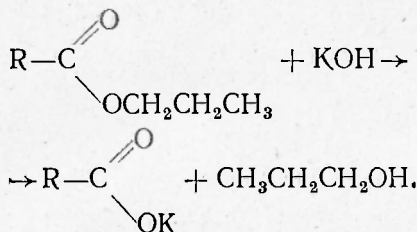
Припустимо, що сполука В — насичений спирт:



Якщо припустити, що В — ізопропіловий спирт, то сполука Е буде ідентична сполуці Г, що суперечить умові задачі:



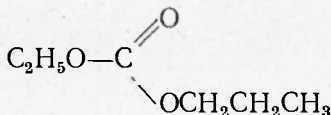
Сполука А — складний ефір, який під час кип'ятіння з розчином КОН утворює пропанол-1 і сіль карбонової кислоти:



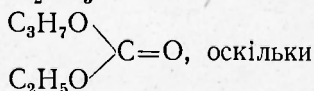
Знайдемо найпростішу формулу А:

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{54,55}{12} : \frac{9,09}{1} : \frac{36,36}{16} \approx 4,54 : 9,09 : 2,27 \approx 2 : 4 : 1.$$

Формула $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$; $M_{\text{C}_2\text{H}_4\text{O}} = 44$ в. о. За умовою $M_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}} = 60$ в. о.; $M_A = 60 : 0,45 \approx 133$ (в. о.); $\frac{133}{44} \approx 3$, отже, сполука А має формулу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3$, або

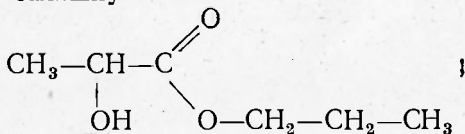


Ця сполука не може бути ефіром

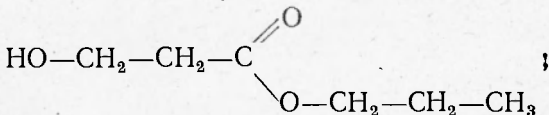


під час гідролізу цього ефіру утворюється етиловий спирт, який відганяється в першу чергу.

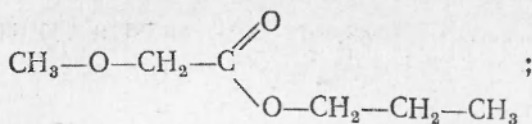
Ізомерія сполуки А пов'язана з будовою радикала та кислотного залишку:



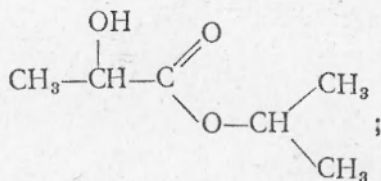
Складний ефір пропілового спирту
і α -оксипропіонової кислоти



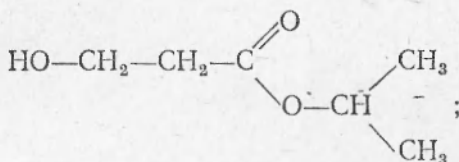
Складний ефір пропілового спирту
і β -оксипропіонової кислоти



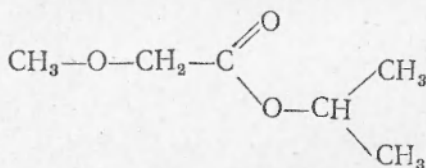
Складний ефір пропілового спирту
і метоксицтової кислоти



Складний ефір ізопропілового спирту
і α-оксипропіонової кислоти



Складний ефір ізопропілового спирту
і β-оксипропіонової кислоти



Складний ефір ізопропілового спирту
і метоксицтової кислоти

Розділ II. ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

ЗАДАЧІ ДЛЯ 7 КЛАСУ

1. Навести приклади реакцій: а) під час яких виділяється вода; б) в яких бере участь вода. Які способи очищення води застосовуються в промисловості?

2. Навести приклади реакцій, в яких: а) утворюються газоподібні продукти; б) утворюються осад; в) розчиняються осад; г) беруть участь газоподібні речовини.

3. Які досліди можна провести з киснем, воднем та повітрям? Як розпізнати ці гази? Скласти рівняння відповідних реакцій.

4. Маємо кілька речовин: карбонат кальцію, пісок, соляну кислоту, хлорид кальцію та порошок алюмінію. Як їх розпізнати?

5. Де міститься більше води (в процентах і масових частинах): у мідному купоросі $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ чи в залізнному купоросі $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$?

6. Нагріли 10 г сірки і 12 г цинку. Скільки добули сульфід цинку ZnS ? Яка проста речовина залишилася в надлишку? На основі якого закону зроблено розрахунок?

7. Визначити процентну концентрацію речовин, якщо: а) випарюванням 10 г розчину хлориду кальцію добуто 2,5 г сухого залишку; б) випарюванням 8 г розчину сульфату натрію добуто 0,4 г сухого залишку.

8. Які речовини і в якій кількості залишилися в розчині після того, як відфільтрували нерозчинний осад, утворений в результаті змішування розчинів, що містять: а) 20 г карбонату натрію і 5,55 г хлориду кальцію; б) 13,05 г нітрату барію і 10 г сульфату натрію?

9. Скільки 3%-ного розчину соляної кислоти треба взяти для реакції з: а) 28 г заліза; б) 3,25 г цинку?

10. 250 г сульфату магнію ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) залишили на повітрі. Через деякий час маса його становила 200 г.

Скільки кристалізаційної води залишилося в кристалах після звітрювання?

11. Який об'єм 20%-ного розчину їдкого натру ($\rho = 1,225$) потрібний для нейтралізації 20 г 4%-ного розчину сірчаної кислоти?

12. У якому випадку утвориться більше кисню: при повному розкладі 10 г оксиду ртуті (II) чи 10 г бертолетової солі? Відповідь підтвердити розрахунками.

13. Який об'єм води і 95,6%-ної сірчаної кислоти ($\rho = 1,84$) потрібно для виготовлення 500 мл 34%-ної сірчаної кислоти ($\rho = 1,225$)?

14. Визначити ступінь окислення фосфору в сполуках: PH_3 , P_2O_5 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, P_2O_3 та H_3PO_2 . До якого класу сполук належить кожна з речовин?

15. Визначити ступінь окислення азоту в сполуках: HNO_2 , HNO_3 , N_2O_5 , NO_2 , NH_4NO_3 та NH_4OH . До якого класу сполук належить кожна з цих речовин?

16. Під час нагрівання 1,11 г малахіту $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ утворилося 0,09 г води. Визначити, скільки утворилось оксиду міді (II) і вуглекислого газу (н. у.).

17. Визначити процентний вміст кисню в таких сполуках: KClO_3 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ та $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

18. До 10 г 5%-ного розчину сульфату міді додали надлишок розчину їдкого натру. Скільки гідроксиду міді було добуто? Що спостерігається при нагріванні гідроксиду міді?

19. Яка речовина залишиться в надлишку, якщо реагують однакові об'єми водню і кисню? Які речовини називаються простими, які — складними? Навести приклади таких речовин.

20. Яка із залізних руд має найвищий вміст заліза: червоний залізняк Fe_2O_3 , магнітний залізняк Fe_3O_4 , бурий залізняк $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ чи сидерит FeCO_3 ?

21. Обчислити процентну концентрацію розчину, що містить 60 г хлориду натрію в 250 мл розчину ($\rho = 1,20$).

22. У чому різниця між теорією і законом? Розкрити ці поняття на конкретних прикладах.

23. Скільки грамів нітрату калію міститься в 350 г 15%-ного розчину?

24. 10 г чорного порошку — суміш оксиду міді (II) і вугілля — спалили в струмені кисню, а газ, що утворився, пропустили через склянку з розчином, у якому було 10 г їдкого натру. У результаті аналізу встановили,

що в розчині залишилося 2 г їдкого натру. Скільки грамів солі утворилося в розчині і скільки оксиду міді містилося в суміші?

25. Який об'єм 24%-ного розчину сірчаної кислоти (густина 1,174) потрібний для розчинення 4,06 г цинку, в якому міститься 20% домішки оксиду цинку?

26. Для повного розкладу бертолетової солі до неї додають 5% діоксиду марганцю. Скільки грамів бертолетової солі і діоксиду марганцю треба взяти, щоб виготовити суміш, з якої можна добути 560 мл кисню (н. у.)?

27. У результаті відновлення воднем 6,09 г оксиду металу, валентність якого дорівнює чотирьом, добуто 3,85 г металу. Визначити метал і масу використаного на відновлення водню.

28. Маса найбільшого з відомих самородків срібла 13,5 т. Срібло у природі зустрічається у вигляді мінералу аргентиту, що складається з 87,1% срібла та дво-валентного елемента. Скільки руди, що містить 0,2% мінералу, треба було б переробити для добування 13,5 т срібла? Що ви знаєте про добування срібла в промисловості та його застосування в народному господарстві? Який елемент, крім срібла, входить до складу аргентиту?

29. Аналіз трьох зразків сполук свинцю з киснем дав такі результати: а) 7,17 г речовини А містить 0,96 г кисню; б) 4,46 г речовини Б добуто при сильному нагріванні 4,78 г речовини А; скільки літрів кисню виділилося при цьому (маса 1 л кисню 1,43 г)? в) у третій речовині В на одну масову частину кисню припадає 9,7 масових частин свинцю. Визначити процентний склад речовин А, Б і В. Чи відповідають дані задачі закону сталості складу речовин? Що вам відомо про цей закон хімії?

30. Під час розкладу біхромату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ утворюється оксид хрому (III), азот і вода. Скільки грамів твердого порошку та скільки літрів газу утвориться, якщо для реакції взяли 63 г солі?

31. Визначити формулу сполуки, що містить 48% кисню, 12% вуглецю та невідомий метал. Написати рівняння реакцій, характерних для цієї сполуки.

32. Визначити формулу невідомого газу, якщо для повного спалювання 0,4 моль потрібно 0,4 моль кисню. У результаті реакції утворилося 0,2 моль оксиду азоту (I) та 0,6 моль води.

33. Визначити формулу мінералу полігаліту, якщо до його складу входять: 12,96% одновалентного металу, 3,99% магнію, 13,29% кальцію, а також водень, сірка та кисень у мольному співвідношенні 2:2:9. Формулу записати у вигляді сполук цих металів.

34. Оксид металу відновлюється певним об'ємом водню v , а продукт відновлення витісняє інший об'єм водню v_1 . Визначити оксид. Пояснити описане явище та навести приклади, якщо відомо, що $v_1 < v$.

35. Під час нагрівання 4,90 г речовини виділилося 1344 мл кисню (н. у.). Утворилася сполука, яка містить 52,35% калію та 47,65% хлору. Мольний об'єм кисню за н. у. 22,4 л. Визначити формулу вихідної речовини.

36. У результаті повного розкладу 33,42 г суміші бертолетової солі (в ній 4% оксиду марганцю (IV) та перманганату калію маса твердого залишку становила 23,02 г. Визначити масовий та процентний склад вихідної суміші.

37. Морську сіль виділяють з кримських озер та води Чорного моря. Яка кількість морської води, що містить 1,5% солей, потрібна для добування 1 т морської солі, вологість якої становить 1,5%? (решувати)

38. Коли діяти на воду 4,6 г сплаву калію з іншим лужним металом, утворюється 2,24 л водню (н. у.). Який з лужних металів є другим компонентом сплаву та який склад у масових процентах цього сплаву?

39. Скільки потрібно грамів 20%-ного розчину гідроксиду натрію для нейтралізації 20%-ної соляної кислоти ($\rho = 1,10$), взятої в кількостях: а) 500 г; б) 500 мл?

40. Змішали 50 мл 30%-ної азотної кислоти ($\rho = 1,184$) з 25 мл 42%-ної азотної кислоти ($\rho = 1,264$). Визначити процентну концентрацію утвореного розчину. Скільки доломіту $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, що містить 8% некарбонатних домішок, не розчинних у кислоті, можна розчинити даною кількістю кислоти?

41. 6,4 г оксиду сірки (IV) розчинили в 125 мл води. Визначити процентну концентрацію добутого розчину та об'єм 12%-ного розчину гідроксиду калію ($\rho = 1,10$), потрібного для повної нейтралізації добутого розчину кислоти. Скільки солі можна добути випарюванням усієї води?

42. Скільки грамів 40%-ної азотної кислоти витрачається для нейтралізації 40%-ного розчину гідроксиду натрію ($\rho = 1,437$), взятого в кількостях: а) 200 г; б) 200 мл?

43. Крізь розчин, що містить 14,8 г гідроксиду кальцію, пропустили вуглекислий газ. При цьому утворилося 20 г білого осаду. Визначити кількість води, що утворилася під час реакції, об'єм вуглекислого газу (1 л цього газу має масу 1,96 г за н. у.) та масове співвідношення елементів у солі.

44. Який об'єм 10%-ного розчину сірчаної кислоти ($\rho = 1,05$) потрібний, щоб розчинити оксид міді, добутий прожарюванням 2,22 г малахіту? Який об'єм газу виділиться при дії на таку саму кількість малахіту надлишку соляної кислоти?

45. Визначити об'єм 10%-ного розчину сірчаної кислоти ($\rho = 1,07$) що витратиться на розчинення 16,16 г суміші заліза, оксиду заліза (III) та залісної окалини (її в суміші 43,67%), якщо під час розчинення всієї суміші виділилося 1,12 л водню (н. у.). Маса одного літра водню дорівнює 0,09 г.

46. Прореагували 14,71 г суміші оксиду та сульфату барію з 53,14 мл води. Фільтруванням добули 5%-ний розчин. Визначити масовий та процентний склад вихідної суміші.

47. Під час спалювання 20 г суміші оксиду заліза (II) та вугілля в струмені кисню утворився газ, який повністю прореагував з розчином, що містить 25 г гідроксиду натрію. Визначити кількість оксиду заліза (II) в суміші та кількість утвореного карбонату натрію.

48. Якщо крізь розчин гідроксиду калію пропустити 5,04 г суміші газів (оксиду вуглецю (II) та оксиду вуглецю (IV)), утвориться 5 г гідрокарбонату і 5,52 карбонату калію. Визначити в узятій суміші процентний вміст вуглекислого газу.

49. До розчину, що містить 8,56 г суміші сульфатів заліза (II) та заліза (III), долили надлишок хлориду барію. Утворилося 13,98 г осаду. Визначити процентний склад суміші.

50. Розрахувати масу 1 л суміші (н. у.), що містить рівні масові кількості кисню та водню. Скільки грамів води може утворитися, якщо підпалити 1 л цієї суміші?

51. Написати рівняння хімічних реакцій, що відбуваються між речовинами таких класів неорганічних сполук: а) проста речовина + проста речовина; б) оксид + проста речовина; в) оксид + оксид; г) кислота + проста речовина; д) оксид + кислота; е) основа + гідроксид; є) оксид + ос-

нова; ж) сіль + кислота; з) сіль + основа; и) сіль + сіль. Навести конкретні приклади.

52. Пояснити різноманітність речовин у природі на основі атомно-молекулярного вчення. Відповідь підтвердити прикладами.

53. Описати хімічні явища, що спостерігаються в природі. Відповідь підтвердити рівняннями хімічних реакцій.

54. Як ви розумієте вислів М. В. Ломоносова «Славного Роберта Бойля думка помилкова»? З якого приводу були сказані ці слова?

55. Описати історію відкриття одного з елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва. Про діяльність якого вченого-хіміка ви могли б розповісти?

56. Хто ввів у хімію кількісні дослідження? Що ви знаєте про це з історії хімії?

57. Назвати промислові шкідливі гази, що потрапляють в атмосферу, та вказати, які підприємства є їх джерелом. Написати формули цих газів.

58. Назвати новобудови хімічної промисловості десятої п'ятирічки. Які галузі й чому розвиватимуться найшвидшими темпами?

ЗАДАЧІ ДЛЯ 8 КЛАСУ

1. Розчинність поташу при 20°C 111,5 г. У скільки разів треба зменшити кількість води, щоб з 211,5 г розчину при цій самій температурі виділилася половина солі? Знайти процентну концентрацію добутого розчину.

2. Розчинність калійної селітри у воді при 25°C 40 г, а при 45°C — 75 г. 70 г розчину, насиченого при 25°C , нагріли до 45°C . Скільки калійної селітри треба додати до нагрітого розчину, щоб перетворити його в насичений? Яка процентна концентрація кожного з розчинів?

3. Розрахувати, скільки тепла виділиться при добуванні 300 г метафосфатної кислоти HPO_3 з оксиду фосфору (V) та води за такими даними: теплота утворення оксиду фосфору (V) — 1506,24 кДж; метафосфорної кислоти — 925,50 кДж; води — 285,77 кДж.

4. Сполука має формулу AB_2 (A — метал, B — неметал). Водневі сполуки елементів A і B містять відповідно 4,76 і 25% водню. Визначити склад сполуки. Описати її властивості.

5. Елементи А і В розміщені в другому і третьому періодах періодичної системи. Яку сполуку утворюють елементи між собою, якщо хлориди елементів містять відповідно 79,78 і 92,2% хлору? Які головні властивості сполуки?

6. Із суміші магнію й цинку виготовили дві однакові таблетки. Одну таблетку занурили в соляну кислоту, другу — в розчин їдкою калі. У першому випадку утворилося 336 мл водню, в другому — 112 мл водню (н. у.). Визначити масу таблетки та її процентний склад.

7. Для повного розчинення 0,76 г гідроксиду тривалентного металу потрібно 60 мл 0,1 М розчину сірчаної кислоти. Яку сіль і скільки добуто?

8. Елементи А, Б і В входять до складу молекул, які утворюють прості газоподібні сполуки. Значення молекулярних мас утворених речовин відносяться як 0,0625:1:2,22. Відомо багато сполук цих елементів між собою та з іншими елементами. Газоподібні сполуки можуть реагувати з металами і неметалами. До яких класів належать утворені при цьому сполуки? Скласти рівняння хімічних реакцій, що підтверджують велику хімічну активність цих газів. Які ізотопи елементів А, Б і В відомі?

9. Елемент А, розміщений в третьому періоді періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва, утворює з елементом Х сполуку AX_3 , а з елементом У — сполуку AU_5 . Елементи Х і У утворюють сполуку ХУ, розчин якої забарвлює лакмус у червоний колір. Якщо доливати до ХУ розчину нітрату срібла, випадає білий осад, що містить 75,27% срібла. Визначити елементи А, Х, У. Написати їх електронні конфігурації.

10. Обчислити добову витрату залізного колчедану на заводі, який виробляє щодоби 500 т 70%-ної сірчаної кислоти, якщо середній вміст FeS_2 в колчедані 95%, а в недогарку залишаються невикористаними 0,5% сірки.

11. Паличка латуні (склад латуні: 60% міді і 40% цинку) масою 10 г занурена в посудинку з 50,5%-ним розчином сірчаної кислоти ($\rho = 1,4$). Скільки літрів газу виділилося в результаті реакції?

12. 0,3250 г суміші хлоридів натрію і калію розчинили у воді. До цього розчину долили розчину нітрату срібла. Утворилося 0,7175 г осаду. Визначити процентний склад вихідної суміші. Скласти відповідні рівняння реакцій.

13. У закритій посудині, наповненій газоподібним хлором, спалили деяку кількість невідомого металу. Внаслідок реакції утворилося 16,25 г хлориду, а об'єм газу зменшився на 3,36 л (н. у.). Який метал спалили?

14. До 30 г 23%-ного розчину поташу долили 40 мл 1М розчину соляної кислоти і розчин поступово випарили. Визначити склад сухого залишку.

15. Елементи водень, хлор, кисень, фтор і вуглець треба розташувати в порядку зменшення електронегативності. Визначити напрям зміщення електронних пар в оксидах фтору, хлору, в оксиді вуглецю (IV) й метані.

16. Який тиск буде в посудині, наповненій киснем, якщо 8,7% його (за об'ємом) перетворити в озон?

17. Іон E^{2+} має конфігурацію зовнішнього електронного шару $3s^23p^63d^5$. Який це елемент? Які ступені окислення він проявляє? Визначити електронні конфігурації іонів, що відповідають цим ступеням окислення, і написати формули можливих сполук цього елемента з киснем.

18. Які хімічні процеси відбуваються при взаємодії неорганічної сполуки, що містить 16,67% натрію, 23,19% невідомого елемента, 57,97% кисню та 2,17% водню, з розчином їдкого натру, нагріванні з порошком магнію та цинку, оксидом алюмінію та содою. Визначити сполуку. Написати рівняння реакцій в молекулярній та іонній формах.

19. Алюмінотермія широко застосовується в техніці для добування чистих металів. На відновлення 42,1 г суміші двох оксидів (MnO_2 і Fe_2O_3) витрачено 16,2 г порошку алюмінію. Визначити процентний склад цієї суміші.

20. Розрахувати масу кубометра палива, що містить однакову масову кількість водню та оксиду вуглецю (II) (н. у.).

21. З нітрату невідомого металу добуто 94 г йодиду, що містить 54,043% йоду (метал не змінює ступеня окислення). Визначити кількість взятого нітрату та метал.

22. У лабораторії і техніці метал А добувають з оксидів відновленням більш активним металом. Визначити метал А та формулу його оксиду, якщо для добування 9,90 г металу А витрачається 4,32 г алюмінію. Скласти рівняння реакції.

23. Колба заповнена безбарвним сухим газом. Шийку колби занурюють у воду, яка в міру розчинення газу заповнює колбу. Визначити концентрацію добутого розчину (н. у.), якщо відомо, що вихідний газ, згоряючи в над-

лишку кисню в присутності каталізатора, утворює забарвлений газ, а без каталізатора — безбарвний газ.

24. Нагріли 14,15 г суміші трьох солей. При цьому утворилося 2,24 л газу (н. у.), в якому спалили 4,8 г магнію. Визначити масовий та молярний склад сумішей (до і після розкладу), якщо відомо: а) перша сіль містить 31,84% калію, 28,98% невідомого елемента та кисень; б) друга сіль — 38,614% калію, азот (у вищому ступені окислення) та кисень; в) до складу третьої солі входить натрій та 60,683% одного з галогенів (маса солі у 2,735 раза менша від маси газу).

25. Прості речовини А, Б і В (їх молекулярні маси відносяться між собою як 6 : 7 : 8) складаються з елементів, що знаходяться в двох сусідніх періодах системи елементів. Під час взаємодії з воднем утворюються сполуки Г, Д і Е. Елементи А, Б і В між собою утворюють речовини АВ, А₂Б, БВ₂, АВВ₃. Речовина А реагує з газом Х (маса 1 л якого дорівнює 1,96 г), при цьому одним з продуктів є АВ. Визначити всі речовини та написати рівняння реакцій.

26. Спалили 2,92 г сульфїду металу, що проявляє ступінь окислення два. У результаті добуто оксид цього металу, на відновлення якого витрачається 672 мл водню (н. у.). Визначити метал. Що вам відомо про цей метал та його властивості? Яка будова атома цього металу? Відповідь дати на основі положення цього елемента в періодичній системі.

27. При відновленні оксиду заліза воднем маса газоподібного продукту перевищує на 64 г масу водню, потрібного для повного відновлення. Якщо ж відновлювати таку саму кількість оксиду заліза оксидом вуглецю (II), маса якого дорівнює масі водню, виділяється 12 г металу. Визначити, який оксид заліза взято для реакції, за умови, що під час дії оксиду вуглецю оксид заліза відновлюється до заліза кількісно.

28. При взаємодії 12,4 г простої речовини А з киснем утворюється вищий оксид елемента А. Об'єм кисню, достатній для цієї реакції, можна добути нагріванням 64,9 г суміші хлорату та нітрату одновалентного металу, взятих у молярному відношенні 1 : 2. У першій речовині міститься 39,18% кисню, 28,98% хлору та метал. Визначити елемент А та написати формули різних його кислот. Скільки молей оксиду утворилося під час реакції?

29. Визначити процентний склад суміші хлориду та бромиду натрію, якщо при дії на її розчин надлишком розчину нітрату срібла маса осаду дорівнює масі нітрату срібла, що вступив у реакцію.

30. У результаті взаємодії 20 г 33,1%-ного розчину нітрату одного з металів з 60 г 3,9%-ного розчину хлориду іншого металу утворилося 5,56 г осаду. Визначити формули всіх сполук (розчинністю солі нехтувати).

31. На розчинення 11,6 г оксиду заліза (сполука А), що містить 72,41% заліза, потрібно 40 г 36,5%-ної соляної кислоти ($\rho = 1,19$). Скільки мілілітрів соляної кислоти такої самої концентрації витратиться на реакцію з алюмінієм (скільки його молів при цьому прореагує), щоб добутого водню було достатньо для відновлення такої самої кількості оксиду заліза (сполуки А)? Визначити сполуку А.

32. Для повної нейтралізації розчину, що містить гідроксиди барію й натрію в молярному співвідношенні 1:4, треба 126,74 мл 30%-ної соляної кислоти ($\rho = 1,152$). Визначити кількість осаду, що утвориться при доливанні надлишку розчину сульфату натрію.

33. 40 г розчину сульфату заліза (III) прореагувало з 19,7 мл розчину їдкого натру ($\rho = 1,268$). Утворився осад, маса якого після обробки та прожарювання становила 1 г. Визначити процентну концентрацію речовин у вихідних розчинах, якщо відомо, що для нейтралізації фільтрату було витрачено 44,1 г 12,6%-ного розчину сірчаной кислоти.

34. До 230 г 20%-ного розчину суміші хлоридів калію та заліза (III) долили до повного осадження іонів заліза 215 мл 10%-ного розчину гідроксиду натрію ($\rho = 1,115$). Визначити масу осаду і кількість солей у вихідному розчині.

35. В 1 л води розчинили рівні масові кількості оксиду барію та оксиду сірки (IV). Яка реакція розчину?

36. На нейтралізацію розчину 4,02 г кислоти, утвореної елементом сьомої групи періодичної системи елементів, витрачено 80 мл 0,5 н. розчину гідроксиду натрію. Визначити кислоту.

37. 50 г оксиду металу, до складу якого входить 31,58% кисню, нагріли в атмосфері водню. Після нагрівання маса залишку становила 38 г. Визначити оксид та кількість відновленого металу.

38. Дією на природний безбарвний мінерал каїніт води добуто розчин, при реакції з яким розчинів хлориду барію і нітрату срібла випадають білі осади, нерозчинні в кислотах. Якщо на мінерал подіяти розчином концентрованої сірчаної кислоти, виділиться газ, що добре розчиняється у воді і не викликає помутніння вапняної води. Якщо ж на розчин мінералу подіяти надлишком лугу, газ не виділяється, але випадає білий осад, що розчиняється в розчині газу. Проба цього розчину на відміну від розчину вихідного мінералу не забарвлює полум'я у фіолетовий колір. Після прожарювання вихідний мінерал втрачає в масі, причому продукт, який виділяється, повністю вбирається концентрованою сірчаною кислотою. Які сполуки входять до складу мінералу? Написати рівняння всіх згаданих реакцій. (Розчини мають однакову об'ємну концентрацію).

39. Для добування тугоплавкого скла суміш карбонату калію, вапняку та кремнезему прожарюють. Який об'єм (н. у.) займає газ, що виділився, якщо він повністю вбирається 250 мл розчину гідроксиду барію ($\rho = 1,10$) і при цьому утворюється 9,85 г осаду? Визначити процентну та молярну концентрації розчину гідроксиду барію.

40. Прості речовини елементів А, Б і В, що розміщені в різних групах періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва, під час взаємодії з воднем утворюють речовини 1, 2, 3, а при згорянні в кисні — речовини 4, 5, 6. Якщо на речовину 1 та 4 діє вода, утворюється розчин 7, який з речовинами 5 і 6 утворює білі осади 8 та 9. Ці осади розчиняються в соляній кислоті з утворенням газів 5 та 6. У процесі змішування газів 2 і 5 утворюється проста речовина Б. Речовина 2 горить, утворюючи воду та просту речовину Б або речовину 5. При спалюванні речовини 3 утворюється вода та речовина 6. Прості речовини елементів А, Б, В реагують між собою, утворюючи продукти 10, 11 та 12. Визначити елементи А, Б і В, якщо співвідношення їх атомних мас $1,25 : 1 : 0,375$. Дати електронні схеми будови атомів цих елементів.

41. Бінарні сполуки А і Б містять однакову кількість металу (81,1%). Під час взаємодії 4,11 г металу з водою виділяється 672 мл водню (н. у.). При дії соляної кислоти на речовину А утворюється газ В. Якщо пропускати його крізь розчини солей, утворюються осади різних кольорів. Взаємодією розведеної сірчаної кислоти з розчи-

ном Б добувають речовину Г, при дії якої на один з осадів спостерігається зміна кольору з чорного на білий (осад містить метал у 1,51 раза важчий від металу, що входить до складу вихідних сполук А і Б). Якщо до речовини Г додати каталізатори або ферменти, виділиться газ Д. Визначити формули згаданих речовин і написати рівняння можливих реакцій.

42. Елементи А і Б розміщені в одному періоді системи елементів Д. І. Менделєєва і утворюють між собою речовину A_2B . При дії на A_2B соляної кислоти утворюється газ І (що самозагоряється на повітрі) і сіль ІІ. Визначити всі сполуки і скласти рівняння реакцій, якщо відомо, що газ І містить 12,5% водню, а сіль ІІ — 74,74% хлору:

43. Прості речовини Х, У, Z (молекулярні маси яких відносяться між собою як 1:2,22:1,19), що складаються з елементів двох сусідніх груп періодичної системи елементів, утворюють речовини з воднем А, Б і В. Речовина А реагує з речовиною Z. У результаті дістаємо речовини В і Х. Коли речовини Б і Z взаємодіють, продуктами є речовини В і У. Під час взаємодії В з поширенням в природі речовиною Г, що містить 53,33% елемента Х, утворюється речовина Б і газ Д, густина якого за повітрям дорівнює 3,586. Визначити всі згадані речовини, написати рівняння відповідних реакцій.

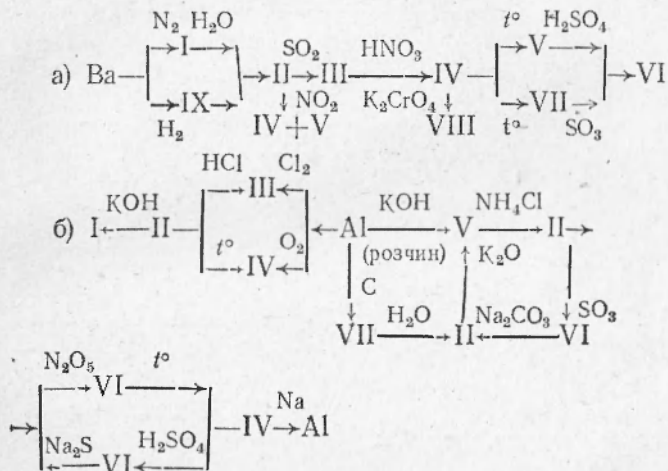
44. Два елементи А і Б містяться в одній групі періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва. У речовині, що містить обидва елементи, на кожні 1,3 г А припадає 1,2 г Б. Атомна маса А в 1,625 рази більша за атомну масу Б. Елемент Б сполучається з воднем. Речовина А витісняє водень із соляної кислоти. Обидва елементи утворюють різні оксиди, але тільки найвищі їх оксиди мають однакові ступені окислення елементів А і Б (в оксиді елемента А 48% кисню; в другому оксиді — 60% кисню). Визначити елементи А і Б, навести приклади сполук цих елементів і назвати їх.

45. Визначити формулу речовини А, що має такий процентний вміст елементів: азоту — 21,22%, водню — 6,82%, фосфору — 23,48%, решта — кисень. До якого класу сполук належить речовина А? Що вам відомо про властивості та застосування такого типу речовин?

46. 1756 р. англійський учений Дж. Блек нагрів 2801 гран магnezії до постійної маси. Добутий залишок розчинив у купоросному маслі, а потім долив надлишок розчину

поташу. Осад дорівнював масі наважки. Пояснити проведені операції, користуючись сучасними формулами та номенклатурою. До складу білої магnezії входить 26,37% металу, 9,89% вуглецю, а також водень та кисень у масовому співвідношенні 1:28. Один гран дорівнює 0,0622 г. Визначити невідому формулу.

47. Написати рівняння хімічних реакцій згідно зі схемою; вказати умови їх перебігу і назвати продукти:



48. Які наукові відкриття підтверджують правильність розміщення елементів у періодичній системі Д. І. Менделєєва? Ким і коли вони були зроблені?

49. Користуючись періодичною системою елементів Д. І. Менделєєва, обчислити ізотопний склад у процентах для елементів хлору та гелію, маючи на увазі, що ці елементи мають по два ізотопи.

50. У чому полягає основне завдання десятої п'ятирічки, шляхи його здійснення та які напрями науково-технічного прогресу забезпечать розвиток хімічної промисловості?

ЗАДАЧІ ДЛЯ 9—10 КЛАСІВ

(неорганічна хімія)

1. 25 мл азотної кислоти титрували 0,09562 н. розчином їдкого калі. Через несправність крана бюретки його вдалося закрити тільки тоді, коли об'єм вилитого лугу дорівнював 24,35 мл і розчин уже став лужним. На титру-

вання надлишку лугу було витрачено 0,58 мл 0,05 н. розчину сірчаної кислоти. Визначити нормальність розчину азотної кислоти.

2. Суміш 2,8 л оксидів вуглецю (II) і (IV) (н. у.) прореагувала з 0,56 л кисню. Потім суміш пропустили крізь 500 мл розчину, що містить 40 г їдкого натру в 1 л розчину. Визначити процентний склад вихідної суміші та молярну концентрацію їдкого натру після реакції.

3. Скільки молів азотної кислоти міститься в 1 л 46%-ного розчину ($\rho = 1,29$)? Який об'єм азотної кислоти треба витратити на реакцію з 0,25 моль червоного фосфору, якщо утворюється ортофосфорна кислота, оксид азоту (IV) та вода?

4. Закрити посудину з сумішшю водню й хлору поставили на розсіяне світло. Через деякий час вміст хлору в суміші зменшився на 20% відносно попереднього об'ємного вмісту хлору і склад газової суміші став таким: 60% хлору, 10% водню і 30% хлороводню за об'ємом. Визначити склад вихідної суміші. Як добути хлор, водень та хлороводень?

5. Для нейтралізації 200 г розчину, що містить соляну і сірчану кислоти, витрачено 93,33 мл 12%-ного розчину їдкого натру ($\rho = 1,10$). Якщо до 100 г такого самого розчину долити надлишок розчину нітрату срібла, то утвориться 1,435 г осаду. Визначити кількість молів обох кислот у вихідному розчині.

6. Дано два розчини їдкого натру (по 12 л): перший 10 н., другий — 40%-ний ($\rho = 1,43$). Які об'єми CO_2 (при 0°C і тиску 8 ат) треба використати, щоб в обох випадках добути кислі солі?

7. До 20 мл 17,2%-ного розчину азотної кислоти ($\rho = 1,10$) долили 20 мл 1М розчину гідроксиду барію. Визначити нормальну концентрацію добутої солі. Яка реакція утвореного розчину на лакмус? Скільки і якого розчину треба додати, щоб реакція була нейтральною?

8. 20 мл 75,5%-ного розчину сірчаної кислоти ($\rho = 1,68$) змішали з 30 мл 48%-ного розчину тієї самої кислоти ($\rho = 1,38$). Яка процентна концентрація добутого розчину? Скільки мілілітрів води треба додати, щоб добути: а) 0,1 М розчин; б) 0,1 н. розчин?

9. Маса посудини з вуглекислим газом 422 г, з аргонном — 420 г, із сумішшю однакових об'ємів аргону і невідомого газу — 414 г. Визначити масу посудини і молекулярну масу невідомого газу.

10. При якій температурі 0,71 кг хлору займають об'єм 61,5 л при тиску 4 ат? Скільки молекул і молів хлору міститься в цьому об'ємі?

11. У результаті взаємодії 7,04 г суміші кальцію, цинку та оксидів кальцію й цинку з водою виділилося 224 мл водню (н. у.). Залишок відфільтрували, добре промили водою і розчинили в 500 мл 0,24 М розчину соляної кислоти (еквівалентна кількість). При цьому дістали втричі більший об'єм водню (н. у.). Визначити процентний склад вихідної суміші.

12. При спалюванні на повітрі 2,16 г порошку невідомого металу утворилося 4,08 г твердого залишку. Що це за метал? Який об'єм газу виділиться в результаті взаємодії такої самої кількості металу з соляною кислотою при 27°C і 750 мм рт. ст.? Як реагує цей метал з розчином лугу? Чому саме так?

13. На основі принципу Ле Шательє, пояснити: а) чому розчинність їдкого натру з підвищенням температури зростає (відповідь пов'язати з тепловим ефектом); б) чому розчинність сульфату натрію найбільша при 32°C.

14. До 15 мл розчину соляної кислоти ($\text{pH} = 3$) долили 5 мл розчину лугу. Визначити концентрацію лугу, якщо після випарювання розчину утворилося 0,745 г хлориду калію.

15. У два стакани налито по 50 мл 0,2 М розчинів гідроксиду натрію та гідроксиду барію. У кожний стакан опустили електроди, підключили їх до джерела струму і з'єднали послідовно з електричними лампочками. Потім до кожного стакана почали добавляти краплинами з бюретки 0,1 М розчин сірчаної кислоти. Настав момент, коли одна з лампочок погасла, Яка? Який об'єм кислоти було при цьому витрачено? Як пояснити явища, що спостерігалися?

16. Які окислювально-відновні реакції відбуваються, коли діяти перманганатом калію (в різних середовищах), хлором, бромом та киснем на речовину, що містить 36,5% натрію, 25,4% сірки та 38,1% кисню? Яка це речовина?

17. У 1774 р. шведський хімік К. Шеєле добув сполуку K_2MnO_4 , сплавляючи оксид марганцю (IV), їдке калі та селітру. Він назвав цю сполуку «хамелеоном» через те, що водний розчин цієї речовини на повітрі змінює забарвлення із зеленого на буро-фіолетове. Написати рівняння добування манганату калію і пояснити, чому змінюється колір.

18. Скільки треба взяти порошку алюмінію, щоб способом алюмінотермії добути марганець з 5 кг марганцевої руди — піролюзиту, яка містить 82% оксиду марганцю (IV)? Які марганцеві руди ви знаєте?

19. Кінцевими продуктами розпаду природних ізотопів U-238, U-235 і Th-232, що супроводжується випромінюванням α , β і γ -частинок, є ізотопи свинцю. Написати сумарні рівняння розпаду цих ізотопів; визначити атомні маси ізотопів.

20. Крізь розчин сірководневої кислоти пропустили хлор. Продукти реакції перенесли у фарфорову чашку й обережно упарили до припинення виділення продуктів реакції, що забарвлюють мокрий лакмусовий папір у червоний колір. Що залишилося після упарювання, якщо під час дії цього розчину на розчин карбонату, сульфіту та сульфіді натрію виділяються газоподібні речовини? Які це гази? Скласти рівняння реакцій.

21. З якого металу виготовлено дві пластинки однакової маси, якщо при взаємодії з солями однакових нормальних концентрацій він проявляє валентність, що дорівнює двом? На деякий час першу пластинку занурили в розчин солі хрому (III), другу — в розчин солі міді (II). Потім пластинки промили, висушили і зважили. Вони стали легшими: перша — на 23,2%, друга — на 4,8%. Вважати, що метали повністю осаджувалися і розчин залишався прозорим.

22. Змішали однакові об'єми 0,01 н. розчинів: а) нітрату срібла й сульфату калію; б) нітрату свинцю і сульфату натрію. Чи утворюються при цьому осаді сульфату срібла (добуток розчинності $7 \cdot 10^{-5}$) і сульфату свинцю (добуток розчинності $2,2 \cdot 10^{-8}$)?

23. На розчинення 2,06 г гідроксиду тривалентного металу витрачається 30 мл 1 М розчину сірчаної кислоти. Визначити атомну масу металу і формулу його гідроксиду. Як реагує цей метал з соляною кислотою і хлором? Чому гідроксид цього металу має амфотерні властивості? Написати рівняння відповідних реакцій.

24. З вищого кислотного оксиду металу утворюється одноосновна кислота, натрієва сіль якої містить 23,4% кисню. Визначити, який це метал; накреслити електронну схему будови його атома. Яка історія відкриття цього металу?

25. Елементи А, Б, С, Х знаходяться в одному з малих періодів періодичної системи елементів Д. І. Мен-

делеева; елементи X, Y, Z — в одній групі. Кожний з елементів A, B, C може безпосередньо сполучатися з кожним з елементів X, Y, Z, утворюючи тверді кристалічні речовини. Найпоширеніша сполука AX. Оксиди елементів A і B мають лужний характер, оксид елемента C має амфотерні властивості. Реакція між простими речовинами, утвореними елементами C і Y, відбувається бурхливо, з утворенням сполуки CY_3 . Якщо цю сполуку розчинити у воді і пропустити крізь утворений розчин газ X_2 , розчин забарвлюється спочатку в жовтий, а потім у червоний колір. Якщо ж цей розчин додати до безбарвного розчину BZ_2 , то він набуває коричневого кольору. Визначити елементи, описати хід міркувань та скласти відповідні рівняння хімічних реакцій. Накреслити схему будови молекули AX.

26. Передпосівна обробка насіння бавовнику розчином карбонової кислоти прискорює появу його сходів на 1 — 2 дні, визрівання — на 5 — 6 днів, сприяє підвищенню врожайності на 2 — 3 ц з гектара. Визначити формулу карбонової кислоти, знаючи її склад (40,68% C, 5,08% H, 54,24% O), якщо відомо, що для добування 0,01 моль амонійної солі цієї кислоти потрібно 448 мл аміаку.

27. Скільки питної соди утвориться з 5 т технічного 80%-ного сульфату натрію за методом радянського вченого А. Л. Білопольського (пропускання вуглекислого газу й аміаку крізь розчин сульфату натрію), якщо процент виробничих втрат шуканого продукту становить 29%?

28. Ортофосфатну кислоту добули окисленням фосфору азотною кислотою. Скільки 40%-ної ортофосфатної кислоти можна дістати, маючи 600 кг 63%-ної азотної кислоти і фосфор, добутий з 370 кг фосфориту, що містить 80% фосфату кальцію, якщо виробничі втрати фосфору становлять 5%?

29. До 192,83 мл 0,415 н. розчину сірчаної кислоти долили 7,17 мл 10%-ного розчину їдкого натру ($\rho = 1,115$). Визначити водневий показник розчину після нейтралізації.

30. У результаті взаємодії 1,2 г металу з азотною кислотою виділилося 348 мл оксиду азоту (II) при температурі 27°C і тиску 672 мм рт. ст. Який це метал?

31. Карбонат якого тривалентного металу розкладали під час нагрівання, якщо з одного моля його добули A г залишку? При нагріванні A г цього карбонату утворюється B г залишку, B г карбонату дає 19,38 г білого за-

лишку. Що відбувається з цим карбонатом у воді? Написати рівняння хімічної реакції.

32. Визначити склад суміші, що містить цинк, алюміній та невідомий метал. Якщо розчинити 40,6 г суміші в надлишку лугу, виділяється 17,92 л водню і залишається 16,8 г нерозчинного осаду, якщо розчинити цей залишок у соляній кислоті, виділяється 6,72 л водню (н. у.).

33. При прожарюванні 8,56 г сплаву двох простих речовин у струмені кисню (повне згорання) утворилося 14,96 г суміші оксидів. Якщо діяти на 4,28 г цього самого сплаву розчином лугу, виділяється 3,36 л (н. у.) водню і залишається 3,2 г цегляно-червоного осаду, нерозчинного в соляній кислоті. Визначити процентний склад сплаву. Запропонувати спосіб виділення кожного компонента сплаву у вигляді окремих речовин.

34. Які окислювально-відновні процеси можуть відбуватися при наявності таких речовин: металічного цинку, концентрованої сірчаної кислоти, лугу, сірки, фосфору, бром, води, перманганату калію, сульфіту калію?

35. В евдіометрі вибухнуло 250 мл суміші повітря з 10 мл суміші етану і бутану, густина за воднем якої 17,8. Визначити склад газової суміші, що утворилася. Як зміниться тиск в евдіометрі, якщо до реакції умови були нормальні (температура приведена до попередньої)?

36. Чому при розчиненні у воді фтороводню утворюється кислота, а під час розчинення аміаку — основа? Чим є вода відносно фтороводню й аміаку?

37. Металічний натрій внесено в суміш звичайної і важкої води. Який водень виділяється і яка вода накопичується в розчині?

$$E_{\text{Na}/\text{Na}^+} = -2,71\text{В}; E_{\text{H}_2/2\text{H}^+} = \pm 0,00\text{В}; E_{\text{Д}_2/2\text{Д}^+} = - - 0,0034\text{В}.$$

38. Як змінюється стійкість сполук у вищому ступені окислення елементів VI групи (головної і побічної підгруп) періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва?

39. 2,08 г сульфату металу зі ступенем окислення +2 розчинили в 25 мл води. На реакцію з розчином сульфатом витратили 20 мл розчину хлориду барію з титром 0,1040. Визначити формулу сульфату.

40. Крізь розчин, що містить 17,8 г сульфатів міді і кадмію, пропустили електричний струм силою 1,34 А. Для

повного виділення кадмію і міді треба пропускати струм протягом 4 год. Визначити процентний склад суміші.

41. У мідному концентраті міститься сульфід міді (II) і залізний колчедан. При випалюванні залізний колчедан окислюється до оксиду сірки (IV) і оксиду заліза (II), який утворює силікат заліза і переходить у шлак, а сульфід міді (II) — до оксиду сірки (IV) і сульфиду міді (I), який утворює так званий штейн. Для випалювання 3 т мідного концентрату, який складається з 80% сульфиду міді і 20% залізного колчедану, витрачено 5000 м³ повітря (н. у., вміст кисню в повітрі 21%). Визначити склад утвореної газової суміші.

42. Скільки 10%-ного олеуму треба додати до 1 л 30,24%-ної сірчаної кислоти ($\rho = 1,735$), щоб збільшити концентрацію розчину на 2%?

43. До 10 мл розчину, що містить деяку кількість сульфату міді, додали такий самий об'єм розчину гідроксиду натрію ($\rho = 1,046$). Осад відфільтрували, промили та прожарили. Маса прожареного продукту становила 0,42 г. Визначити молярну концентрацію вихідного розчину сульфату міді та процентну концентрацію гідроксиду натрію.

44. Визначити кількість кристалогідрату сульфату алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$, що викристалізувався з 1134 г насиченого при 100°С розчину (розчинність безводної солі становить 89 г), якщо розчин охолодили до 20°С (розчинність безводної солі дорівнює 36,2 г).

45. Зобразити графічно зміну електропровідності розчину сульфату срібла при повільному доливанні до нього: а) розчину хлориду натрію; б) розчину хлориду барію; в) вапняної води. Розчини мають однакову молярну концентрацію. Написати рівняння реакцій, що відбуваються.

46. Під час спалювання 5,72 г суміші сульфідів двох металів виділяється газ X, який створює кисле середовище і повністю знебарвлює 180 мл 0,2 М розчину перманганату калію. Добутий у процесі спалювання сульфідів твердий залишок відновлюють. При цьому утворюється суміш двох металів, з яких тільки один реагує з лугом з виділенням 1,344 л водню (н. у.). Другий метал при взаємодії з соляною кислотою витісняє 0,672 л водню (н. у.), а утворена сіль містить 54,74% хлору. Визначити процентний склад суміші сульфідів. Що вам відомо про властивості сплаву цих двох металів? Визначити об'єм

кисню, що витрачається на спалювання сульфідів при 20° С та 748 мм рт. ст. Написати рівняння хімічних реакцій.

47. Бінарні сполуки А і Б містять однакову кількість металу (63,19%), 1,1 г якого під час взаємодії з соляною кислотою витісняє 448 мл водню (н. у.). У результаті реакції речовини А з соляною кислотою утворюється газ В. Якщо газ В пропускати крізь водні розчини, що містять галогени (I — безбарвний, II — червоний), утворюється осад, що жовтіє, а в розчинах III (безбарвний) і IV (голубий) — осади чорного кольору (один з них біліє під дією пероксиду водню). При взаємодії Б із соляною та бромоводневою кислотами утворюються речовини, що є розчинами I та II. Визначити невідомі речовини та написати рівняння хімічних реакцій. Які варіанти відповідей можливі?

48. У десятій п'ятирічці передбачено значне збільшення виробництва складних та багатокомпонентних добрив. Назвати ці добрива, обчислити в них вміст компонентів і вказати ефективність їх використання.

49. Середній вміст фосфору (в перерахунку на оксид фосфору (V) в простому суперфосфаті становить 20%, а кальцію (у вигляді оксиду кальцію) — 25%. Визначити процентний вміст сульфату кальцію та інших домішок у цьому добриві. Які перспективи розвитку виробництва мінеральних добрив у десятій п'ятирічці?

50. Визначити атомну масу металу, якщо під час його взаємодії з соляною кислотою виділяється 1,12 л водню (н. у.). При дії на добутий розчин лугом випадає осад, у результаті прожарювання якого на повітрі утворюється діоксид цього металу. Останній відновлюють за допомогою алюмінотермії, і при цьому утворюється 3,4 г оксиду алюмінію. Сплавленням діоксиду металу з бертолетовою сіллю та їдким калі можна добути нову сполуку цього металу такого складу: 39,59% калію, 27,92% елемента та кисень. Діючи на цю сполуку хлорною водою або азотною чи оцтовою кислотою, добувають нову сполуку, в якій невідомий елемент має найвищий ступінь окислення. При дії на цю сполуку в присутності сірчаної кислоти розчином сульфіту, сульфіді або нітриту натрію утворюється сполука, що містить елемент у найнижчому ступені окислення. Визначити елемент і написати всі згадані реакції.

51. При взаємодії 12 г сульфату тривалентного елемента А (I) з еквівалентною кількістю розчину лугу випадає осад 2 (реакція I). Якщо на нього діяти бромною водою з надлишком лугу, утворюється сполука 3, в якій А входить до складу аніону (реакція II). Для цієї реакції витрачається 14,4 г броду. При доливанні гідроксиду амонію до 3 (реакція III) знову випадає осад 2, утворюється луг та виділяється газ Х, що є простою речовиною з густиною за воднем, рівною 14. Доливаємо до осаду 247,25 мл 24%-ного розчину азотної кислоти ($\rho = 1,14$) — утворюється сполука 4 (реакція IV), яка під час випарювання розчину кристалізується із 6 молекулами води. Чому дорівнює маса кристалогідрату та що відбувається при його прожарюванні? Визначити всі речовини, написати рівняння хімічних реакцій (вважати, що всі процеси відбуваються кількісно).

52. Два елементи А і Б, що знаходяться в одній групі періодичної системи елементів, утворюють дві сполуки ABO_4 (I) і $\text{A}_2\text{B}_3\text{O}_{12}$ (II) (масове співвідношення елементів у I — 1,625 : 1 : 2; у II — 1,3 : 1,2 : 2,4). На відновлення 22 г еквімолярної суміші оксидів АО і A_2O_3 витрачається 8,96 л водню (н. у.). Проста речовина Б (жовта) горить на повітрі, утворюючи газ В, що при взаємодії з азотною кислотою в певних умовах дає сполуку Г. Елемент А утворює дві солі Д (жовту) та Е (оранжеву), в який він має однаковий ступінь окислення. Якщо на Д і Е подіяти концентрованою сполукою Г, утворюється червоний оксид елемента А (Ж). Якщо ж на сіль Д діяти газом В у присутності Г, можна дебути сполуку II. Сполука I — сильний відновник: витісняє водень з води, окислюється киснем. У результаті взаємодії II з бромом або перексидом водню в лужному середовищі утворюється Д. Суміш Г і Е широко застосовується в хімічних лабораторіях (для чого?). Визначити всі сполуки та написати рівняння хімічних реакцій.

53. Суміш цинку та магнію (5 г) повністю прореагувала з 6,272 л (н. у.) бромоводною, розчиненого у воді. Визначити склад суміші металів. Як вони реагують з сірчаною та азотною кислотами різних концентрацій? Указати на способи розділення цих металів. Як виділити бром та йод з відповідних солей цих металів? Дати характеристику цих галогенів. Написати рівняння, що показують властивості броду та йоду.

54. Якщо на розчин сульфату металу діяти надлишком розчину галогеніду калію, утворюється осад масою в 1,2 рази більшою, ніж узятий сульфат (в розрахунку на безводну сіль). А якщо цей сульфат обробити лугом, то добутий осад після його виділення та слабкого прожарювання матиме масу в 2 рази меншу за вихідну сіль. Визначити сульфат металу й галогенід. Написати рівняння реакцій.

55. Надлишок води добавили до 15,76 г суміші карбиду лужноземельного металу А та карбиду металу В (що містить 25% вуглецю). Виділилася суміш газів, один з яких має в складі 25% водню. На повне відновлення добутої газової суміші витрачено 3,584 л (н. у.) газу, добутого під час реакції 2,88 г металу В з лугом. На спалювання відновлених газів потрібно 8,96 л. (н. у.) кисню. Визначити процентний склад сумішей. Написати рівняння хімічних реакцій.

56. Крізь 100 мл розчинів нітратів міді та срібла пропустили електричний струм силою 1,742 А протягом двох годин. Яка молярна концентрація взятих розчинів, якщо на катодах виділилося 7,96 г металів? Які хімічні властивості мають ці метали? Визначити масовий вміст залишку після випарювання та прожарювання такої самої кількості розчину цих солей. Написати рівняння хімічних реакцій.

57. 20 г сульфату калію розчинили в 150 мл води. Після електролізу концентрація розчину становила 15%. Скільки літрів водню і кисню добуто при 20°С і 1 ат?

58. При повному розкладі 54 г суміші нітрату, нітриту і біхромату амонію добуто 15,2 г твердого залишку. При цьому утворилося 11,2 л газів (н. у.). Визначити масовий склад вихідної суміші.

59. Яким газом наповнили повітряну кульку, якщо її підймальна сила в 27 раз менша, ніж у такої самої кульки, наповненої воднем? Які гази задовольняють умові задачі? Які хімічні властивості мають ці гази? Написати відповідні рівняння хімічних реакцій.

60. Із суміші алюмінію, магнію, цинку і заліза приготували дві таблетки масою по 4 г. Одну з них помістили в розчин кислоти, другу — в розчин лугу. В першому випадку виділилося 3,59 л водню, у другому — 0,57 л водню (н. у.). Визначити процентний склад суміші, якщо цинку в 2 рази (за масою) менше, ніж алюмінію.

61. У кров тварини ввели 2 мл розчину, що містить штучний ізотоп натрію-24 активністю 2000 част. /с. Актив-

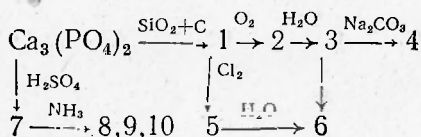
ність 1 мл крові, взятої через 5 год, виявилась рівною 16 част./хв. Період піврозпаду натрію-24 дорівнює 15 год. Визначити об'єм крові тварини.

62. Використовуючи фосфат калію, залізний купорос, кальцій та продукти взаємодії між ними, добути максимальну кількість хімічних речовин.

63. У посудині місткістю 10 л змішали 2 г водню з 80 г бромом при температурі 400°С. Через деякий час встановилася рівновага, причому в реакційній суміші утворилося 20% бромоводню (за об'ємом). Скільки бромоводню можна добути, якщо в ту саму посудину при тій самій температурі помістити 2 г водню і 40 г бромоводню?

64. Скласти рівняння хімічних реакцій, використовуючи такі сполуки: бром, сульфат хрому (III), сірку, нітрат свинцю, луг, перманганат калію, воду. Продукти перетворень теж можна використовувати.

65. Здійснити такі перетворення сполук фосфору і вказати на галузі їх застосування:



66. Схарактеризувати роль хімії в розвитку найважливіших галузей промисловості та сільського господарства. Які рішення прийняв XXV з'їзд КПРС щодо розвитку хімічної промисловості?

ЗАДАЧІ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

1. У результаті вибуху 4 мл суміші газоподібного вуглеводню і 25 мл кисню утворилося 12 мл вуглекислого газу і деяка кількість води. Після вибуху залишився 5 мл непрореагованого кисню. Усі виміри було зроблено за однакових умов. Знайти формулу вуглеводню.

2. Вуглеводень А обробили сумішшю мінеральних кислот. Утворилася сполука Б, до складу якої входить вуглець, водень, кисень і азот. При відповідній обробці Б утворюється органічна похідна аміаку В, що складається з вуглецю — 77,4%, водню — 7,5%, азоту — 15,1% і має молекулярну масу 93 в. о. Якщо діяти соляною кислотою на В, утворюється сполука Г, розчинна у воді. Написати

формули всіх речовин і рівняння реакцій. Де застосовуються ці речовини?

3. Один з галогенопохідних вуглеводнів містить 24% вуглецю і 76% галогену. Який галоген входить до складу цієї речовини? Написати структурну формулу галогенопохідного. Які хімічні властивості повинен мати цей вуглеводень? Яку практично важливу сполуку можна добути з нього? Дати обґрунтовану відповідь; скласти рівняння відповідних реакцій.

4. У результаті окислення етилового спирту добуто дві речовини: $C_2H_4O_2$ і C_2H_4O . Одна з них розчиняється в лузі, друга дає реакцію срібного дзеркала. Написати структурні формули цих речовин. Який інший спосіб добування C_2H_4O можна навести? Хто і коли його запропонував?

5. Як, використовуючи важку воду, можна добути з етилену мічені дейтерієм спирти складу: а) CH_3D-CH_2OH ; б) CH_3-CH_2OD ; в) CH_2OD-CH_2OD ? Які речовини треба при цьому використати? Скласти рівняння реакцій.

6. Які вуглеводні можна добути, діючи надлишком натрію на суміш йодистого етилу (15,6 г) і йодистого метилу (14,2 г)? Який об'єм (н. у.) займуть продукти реакції?

7. Скільки грамів перманганату нагрівали, якщо добутого кисню (н. у.) було достатньо, щоб спалити 4,6 г диметилового ефіру? Скільки мілілітрів 2М розчину їдкого натру треба взяти для вбирання всього вуглекислого газу, що утворився після спалювання (обчислення вести відносно карбонату натрію)?

8. Скільки мілілітрів 92%-ної сірчаної кислоти ($\rho = 1,83$) треба взяти для взаємодії з 18 л глюкози, якщо проводити реакції: а) без нагрівання; б) при нагріванні?

9. Діючи на речовину А воднем у присутності катализатора, добули речовину Б, що має склад: вуглецю — 85,72%; водню — 14,28%; густина її пари за повітрям 2,9. Під час реакції А з концентрованою сірчаною кислотою утворюється речовина В, яка при сплавланні з лугом та наступній обробці соляною кислотою утворює речовину Г, що широко застосовується в народному господарстві. Написати формули речовин і рівняння реакцій.

10. На нейтралізацію 20 мл розчину одноосновної карбонової кислоти, що містить 5,75 г цієї кислоти в 1 л, витрачено 25 мл 0,1 М розчину їдкого натру. Встановити,

яка це кислота. Написати її молекулярну і структурну формули. Як провести реакцію нейтралізації за фенолфталейном?

11. Розташувати в порядку збільшення кислотності (тобто збільшення здатності до дисоціації) такі кислоти: монсбремцову, монсфорсцову, оцтову, монсйодоцтову, пропіонову, монохлороцтову; пояснити цей порядок.

12. Циклічний вуглеводень А складу C_6H_8 у контакті з металічною платиною (кімнатна температура) перетворюється на суміш двох вуглеводнів Б і В, причому загальна маса суміші Б + В дорівнює кількості А. У молекулі сполуки В атоми вуглецю й атоми водню рівноцінні між собою. Однакові масові кількості речовини А і добутої з неї суміші Б з В при гідруванні над платиною вбирають ту саму кількість водню, причому в обох випадках утворюються однакові кількості сполуки Б. При вищій температурі однакові масові кількості речовини А і суміші Б + В відщеплюють однакову кількість водню, і в обох випадках утворюються однакові кількості сполуки В. Вуглецевий скелет вихідних і кінцевих речовин у всіх описаних перетвореннях не змінюється. Визначити речовини А, Б і В. Написати рівняння реакцій.

13. У результаті взаємодії органічної речовини, що містить 60% вуглецю, 13,33% водню (решта — кисень) з мурашиною кислотою утворюється сполука, 176 г якої при спалюванні дають 352 г вуглекислого газу і 144 г води. Густина пари добутої сполуки за азотом 3,14. Яку будову мають вихідна речовина і продукти реакції? Яким способом можна визначити структуру вихідної речовини?

14. Одним з найпоширеніших мономерів, які використовують для виробництва полімеризаційних пластмас, є сполука, що містить вуглець, водень і хлор. Це — рідина, густина пари її за воднем 31,25. Знайти молекулярну формулу цієї речовини. Як вона називається? Скласти, користуючись структурними формулами, рівняння реакцій добування цієї речовини з ацетилену і полімеризації добутого мономеру. Пояснити, чому полімери цієї речовини хімічно дуже стійкі. Теоретично розрахувати об'єми вихідних газів, потрібних для дсбування 5 т полімеру.

15. Речовина, яка широко застосовується у виробництві пластмас, являє собою рідину. Густина її пари за воднем 43. Хімічний склад: вуглецю — 55,8%, водню — 6,98%, кисню — 37,22%. Визначити молекулярну формулу. Напи-

сати структурну формулу цієї речовини, враховуючи, що її можна розглядати як ефір одноосновної карбонової кислоти і ненасиченого спирту або як продукт заміщення водню карбоксильної групи кислоти радикалом вуглеводню ряду етилену, який має в молекулі стільки атомів вуглецю, скільки їх у молекулі кислоти. Як назвати цю речовину? Які особливості будови молекули речовини зумовлюють її використання для виробництва пластмас?

16. Вихідною речовиною для синтезу багатьох полімерів, у тому числі й каучуку, є один з ненасичених вуглеводнів, що при температурі, вищій від 5°C , стає газом, густина якого за воднем 26. Термічною полімеризацією з нього добувають похідну бензолу, здатну до полімеризації та співполімеризації, наприклад з бутадієном. Приєднання до вихідної речовини хлороводню приводить до утворення мономеру одного з видів каучуку. Побудувати структурну формулу вихідної речовини. Встановити, з якого вуглеводню можна добути цю речовину. Скласти рівняння реакцій добування вихідної речовини і синтезу полімерів. Назвати речовини, добуті в процесі синтезу.

17. У промисловому виробництві пластмас широко застосовуються акрилова кислота та її ефір. Як добути акрилову кислоту, використовуючи тільки неорганічні речовини?

18. Які властивості має речовина, якщо при повному згорянні 0,7 г її утворюється 0,9 г води і 2,2 г вуглекислого газу? При бромованні цієї речовини утворюється продукт, що має такий процентний склад елементів: $\text{C} — 12,77\%$, $\text{H} — 2,13\%$, $\text{Br} — 85,1\%$.

19. Маємо два ізомери А і Б молекулярної формули $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$. У результаті взаємодії з лугом та нейтралізації мінеральною кислотою ізомер А перетворюється в сполуку В. Під час взаємодії ізомеру Б з азотистою кислотою також утворюється сполука В. Написати ізомери А і Б та їх перетворення в сполуку В.

20. Як добути органічну сполуку, що містить 33,33% водню?

21. Як можна добути ацетон з: а) нормального пропілового спирту, б) метилацетилену, в) оцтової кислоти, використовуючи як допоміжні матеріали тільки неорганічні речовини?

22. Підпалили 100 мл суміші пропану і надлишку кисню. Після закінчення реакції і приведення газів до

нормальних умов об'єм стансвив 70 мл. Визначити об'ємний (у процентах) склад вихідної та утвореної сумішей.

23. Один з галогенопохідних вуглеводнів містить 14,46% вуглецю і 85,54% галогену. Який галоген входить до складу цієї сполуки та яка її структурна формула? Написати рівняння реакцій добування цього вуглеводню з ацетилену. Визначити кількість галогену, потрібну для утворення 166 кг цієї сполуки.

24. За методом М. М. Ворожцова анілін добувають, діючи на хлорбензол аміаком. Скільки аніліну можна добути з 450 кг хлорбензолу і 200 м³ аміаку, якщо вирсбнічі втрати аміаку становлять 5%, а практичний вихід продукту — 90%?

25. При електролізі солей карбонових кислот постійним струмом іони RCOO^- на аноді перетворюються на вуглекислий газ і вуглеводень, що має вдвічі більше атомів вуглецю, ніж радикал R; наприклад, $2\text{CH}_3\text{COO}^- - 2e = 2\text{CO}_2 + \text{C}_2\text{H}_6$. При електролізі 2 г солі карбонової кислоти на аноді виділилося 0,495 л газу (при 20° С і тиску 740 мм рт. ст.), а на катоді — 0,426 г металу, причому в розчині залишилося 0,6 г солі. Яку сіль електролізували?

26. Для повного згоряння 0,5 л пропан-бутанової суміші було взято 4,5 л кисню. Після приведення речовин до нормальних умов об'єм газів дорівнював 3,4 л. Визначити процентний склад вихідної і добутої сумішей.

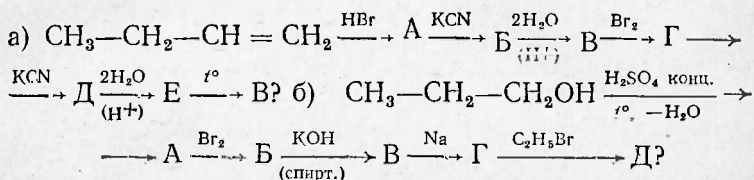
27. 560 мл суміші метану, етилену та ацетилену (н. у.) можуть знебарвити 40 мл 5%-ного розчину бром у тетрахлорметані (густина 1,6). Для вбирання вуглекислого газу, утвореного при повному згорянні даної суміші, потрібно 400 мл 0,2 н. розчину їдкого натру (максимальний об'єм). Визначити об'ємний і процентний склад вихідної суміші.

28. Відомо, що основність аніліну в 3 рази менша за основність N, N-диметиланіліну, а основність 2, 4, 6-тринітроаніліну в 40 тис. раз менша, ніж 2, 4, 6-тринітродиметиланіліну. Пояснити ці явища; вказати на зміщення електронної густини в молекулах.

29. Нерозчинна у воді рідка речовина I з молекулярною масою 88 містить вуглець, водень і кисень. Під час нагрівання її з розбавленим водним розчином їдкого натру утворюється розчин, підкисленням якого можна добути дві речовини II і III. Обидві вони реагують з металічним нат-

рієм, виділяючи водень і перетворюючись у сполуки IV і V. Якщо речовину IV прожарювати з твердим їдким натром, утворюється метан. При нагріванні речовини III з підкисленим водним розчином перманганату калію випадає осад бурого кольору і утворюється речовина II. Коли добавляти поташ до водного розчину речовини II, виділяється газ. Водний розчин речовини III за цих умов газу не виділяє, але під час нагрівання речовини з концентрованою сірчаною кислотою утворюється газ, який знебарвлює бромну воду. Визначити речовини; написати рівняння реакцій.

30. Як здійснити такі перетворення та назвати всі продукти:



31. Водню, що виділився при взаємодії 28 г суміші метилового та етилового спиртів з надлишком натрію, було достатньо для добування 10,853 г аніліну з нітробензолу. Визначити процентний та мольний склад узятій суміші. Які способи добування й хімічні властивості спиртів? Скласти рівняння хімічних реакцій.

32. Розкрити суть явища ізомерії, показати значення її в природі, органічній хімії та в промисловості.

33. Скласти рівняння реакцій, за допомогою яких можна пропаналь перетворити у відповідний кетон. Дати порівняльну характеристику обох речовин і описати способи добування їх у промисловості.

34. Назвати вуглеводні нафти, які найчастіше застосовуються як хімічна сировина, вказати галузі застосування. Відповідь підтвердити рівняннями хімічних реакцій. Які перспективи розвитку нафтодобувної та нафтопереробної промисловості СРСР у світлі рішень XXV з'їзду КПРС?

35. У рішеннях XXV з'їзду КПРС перед хіміками поставлено завдання збільшити в десятій п'ятиріччі виробництво каучуку в 1,6 раза. У скільки разів треба збільшити видобуток етилбензолу і бутану, якщо вихід мономерів (стиролу та дивінілу) становить відповідно 90 і 75%?

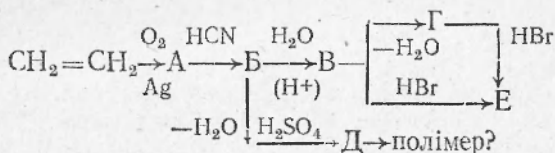
36. У лабораторії є водний розчин суміші фенолу та одноосновної карбонової кислоти, в якій вуглецю місти-

ться в два рази менше, ніж у фенолі. На нейтралізацію розчину, що містить 4,1 г даних речовин, витрачено 125 мл 0,4 М розчину гідроксиду натрію. Визначити молярний та процентний склад суміші. Запропонувати спосіб розділення цієї суміші. Які хімічні властивості мають ці речовини? Навести приклади рівнянь реакцій.

37. Які речовини, що містяться в нафті і продуктах переробки вугілля, можна використати для добування синтетичного волокна капрон?

38. Якщо спиртовим розчином лугу діяти на сполуку А, утворюється сполука Б. При обробці сполуки Б розчином сульфату ртуті (II) в кислому середовищі утворюється 3,3-диметилбутанон-2. Визначити будову сполук А і Б.

39. Як здійснити такі реакції та назвати всі продукти (сполука Б містить 19,72% азоту):



40. На вуглеводень ряду $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ (А) подіяли бромоводнем. Продукт реакції Б при взаємодії з водним гідроксидом натрію утворює речовину В з молекулярною масою 100 в. од., яка, окислюючись, утворює речовину Г. На речовину Г подіяли гідроксиламіном NH_2OH та сірчаною кислотою. При цьому утворився капролактан, з якого добувають відомий полімер. Визначити всі згадані речовини.

41. Речовина 1 окислюється до речовини 2, що здатна взаємодіяти з гідроксидом кальцію. Добута при цьому сполука 3 внаслідок нагрівання до температури вище 300°C перетворюється на нову сполуку 4; остання легко відновлюється до речовини 5 (в якій $\text{R}-\text{CH}_3$, вміст С, Н, О, відповідно, 60%, 13,33%, 26,67%). Відомо, що сполука 1 під час взаємодії з PCl_5 утворює хлорид, який при реакції з магнієм перетворюється на сполуку 6. Якщо в розчин речовини 6 пропустити газ, утворюється речовина 7, яка після підкислення розведеною соляною кислотою перетворюється на монокарбонову кислоту 8 з молекулярною масою 74. Крім того, речовину 8 можна одержати, послі-

довно діючи на хлорид, добутий раніше із сполуки I та PCl_5 , ціанідом натрію та водою. При взаємодії сполук 5 та 8 утворюється речовина 9. Запропонувати інші варіанти добування сполуки 9, використовуючи для цього проміжні продукти реакцій. Написати ізомери речовини 9.

42. Крізь 150 г суміші бензолу, фенолу та аніліну пропустили струм сухого хлороводню. Утворений осад відфільтрували і зважили, його маса становить 64,75 г. Фільтрат обробили розчином їдкого натру, при цьому розчин розшарувався. Визначити процентний склад суміші, якщо об'єм верхнього шару 47,7 мл, а його густина 0,88.

43. Під час синтезу капрону з 131 г амінокапронової кислоти виділилося 17,64 г води. Визначити молекулярну масу полімеру, який при цьому утворився, та описати його властивості.

44. До 100 мл суміші азоту, аміаку та ацетилену добавили 200 мл кисню (при відсутності каталізатора) і суміш підпалили. Після реакції об'єм охолодженої суміші становив 176,8 мл, а після пропускання крізь розчин лугу об'єм газової суміші зменшився до 87,2 мл. Встановити склад вихідної газової суміші в мілілітрах. Визначити склад та об'ємне співвідношення кінцевої газової суміші.

45. Безбарвний газ I ($M = 26$) пропустили крізь воду, в якій був певний каталізатор (реакція 1). Добутий при цьому розчин речовини II здатний відновлювати хромову суміш (реакція 2) з утворенням органічної речовини III, яка з лугом при дуже високій температурі може давати безбарвний газ IV. Якщо діяти на речовину III PCl_5 (реакція 3), утворюється легко кипляча рідина V, яка димить на повітрі. При дії III на аміак утворюється речовина VI (реакція 4), яка легко гідролізує (реакція 5). Нагріванням VI можна добути (реакція 6) речовину VII — безбарвні кристали, які взаємодіють з водою (реакція 7) з утворенням III. Сполуку VII можна також дістати дією на речовину V розчину аміаку (реакція 8). При дії на речовину VII розчину азотної кислоти виділяється безбарвний газ і утворюється речовина III (реакція 9). III також може взаємодіяти з $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (реакція 10). Добутий продукт під час нагрівання розкладається з утворенням сполуки III (реакція 11), і якщо подіяти йодом і лугом, утворює сполуку IX (реакція 12) — жовті кристали, що мають дезинфікуючі властивості. Останню сполуку можна також добути дією йоду і лугу на сполуку

II (реакція 13). Назвати всі описані сполуки та скласти рівняння хімічних реакцій.

46. Взаємодія бензолу з хлором може відбуватися двома напрямками. Написати відповідні рівняння та пояснити причини такого явища. Який механізм реакції хлорування?

47. В автоклав помістили активоване вугілля, наповнили його ацетиленом, нагріли до 600°C і витримали деякий час. Добуту газову суміш перекачали в посудину, що містить водний розчин сульфату ртуті (II). Утворилося два шари. Верхній шар відокремили, послідовно обробили окисником і лугом. Після обробки залишилося 13,385 мл органічної речовини з густиною $0,874\text{ г/см}^3$ та молекулярною масою 78 в. о. У лужному розчині залишилося 24,6 г іншої органічної речовини. Який об'єм ацетилену (н. у.) було взято, якщо припустити, що побічні органічні сполуки не утворювалися, а неорганічні реагенти брали в надлишку?

48. Послідовно відбуваються реакції: взаємодія C_xH_y з бромом (I), гідроліз добутих органічних продуктів (II), нагрівання їх з концентрованою сірчаною кислотою (III), приєднання побічного продукту реакції I (IV), взаємодія з натрієм (V). Кінцевий продукт за якісним складом подібний до початкового, в реакції металепсії дає єдину органічну сполуку VI (наприклад, при участі броду молекулярна маса продукту VI на 56 в. о. більша за молекулярну масу продукту IV). В усіх процесах беруть участь еквімолярні кількості сполук. Написати рівняння згаданих хімічних реакцій та структурні формули вихідного та кінцевого продуктів.

49. Суміш мурашного, оцтового і масляного альдегідів загальною масою 19 г ввели в реакцію «срібного дзеркала». Добуті органічні речовини були виділені в чистому вигляді (їх маса становила 20,8 г) та прожарені з лугом. При цьому було добуто 5,376 л (н. у.) газоподібних продуктів. Написати рівняння реакцій, визначити склад (у грамах) початкової суміші, якщо відомо, що на останній стадії вихід продукту становив 80%. Неорганічні реагенти бралися в надлишку.

50. До розчину, в якому міститься 2,19 г суміші етилового і пропілового спиртів і 15 мл бензолу (густина 0,88), добавили надлишок натрію. Газ, що при цьому виділився, пропустили в спиртовий розчин 1,54 г оцтового альдегіду в присутності платинового каталізатора. Після

закінчення реакції каталізатор відфільтрували, а до фільтрату добавили надлишок аміачного розчину оксиду срібла. При легкому нагріванні реакційної суміші випало 3,24 г осаду. Визначити (в масових процентах) концентрацію кожного з спиртів у вихідному розчині, вважаючи, що всі реакції відбувалися кількісно.

51. Дією нітритної кислоти на сполуку А добуто сполуку Б з вмістом 68,2% вуглецю, 13,6% водню і 18,2% кисню. Густина пари цієї сполуки за повітрям (за однакових умов) дорівнює 3,04. Сполука Б реагує з натрієм, а при дії окисників перетворюється на сполуку, що дає реакцію «срібного дзеркала». Нагрівання Б з концентрованою фосфорною кислотою приводить до утворення речовини В. Після тривалого кип'ятіння В з концентрованим розчином перманганату калію в реакційній суміші з органічних сполук виявлено тільки масляну кислоту. Встановити будову сполуки А, навести будову ізомерів та їх назви. Написати рівняння хімічних реакцій.

52. Діючи хлором на один з компонентів природного газу, добувають сполуку А, яка утворює при гідролізі продукт Б. Окисленням останнього можна добути сполуку В, що дає реакцію «срібного дзеркала», а при дальшому окисленні легко перетворюється на сполуку Г. Прожарювання продукту взаємодії з гідроксидом натрію з натронним вапном приводить до виділення газоподібної речовини Д. Піролізом Д добувають газову суміш, одним з компонентів якої є речовина Е, яка під час пропускання крізь шар нагрітого активованого вугілля перетворюється на продукт Ж — один з основних видів сировини промислового органічного синтезу. Сплавленням продукту сульфування речовини Г з лугом добувають речовину З, що має дезинфікуючі властивості і яку легко виявити кольоровою реакцією з хлорним залізом. Назвати речовини, написати рівняння хімічних реакцій. Як використовуються названі сполуки в народному господарстві?

53. Від дії бром у на невідомий вуглеводень виділилася галогенопохідна сполука, густина пари якої у 5,207 разів більша від густини повітря. Визначити формулу вуглеводню.

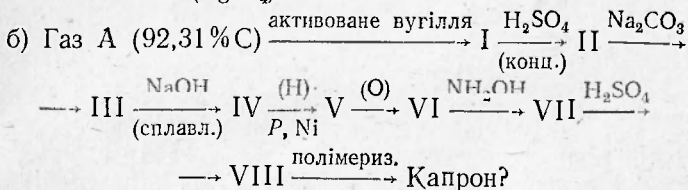
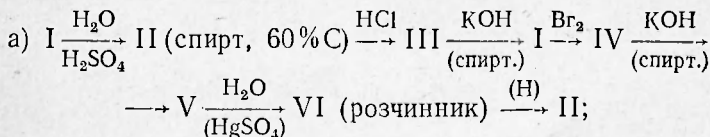
54. Написати рівняння реакцій приєднання бромоводню до етилену, пропілену, пропеналу в присутності пероксидів та без них. Назвати продукти реакції. Як використовуються ненасичені сполуки для добування полімерів?

55. Встановити будову речовини складу $C_3H_4O_4$, якщо відомо, що вона має кислотні властивості, а при взаємодії з етиловим спиртом утворює сполуку складу $C_7H_{12}O_4$. Під час нагрівання вихідної речовини виділяється оксид вуглецю (IV) та утворюється сполука $C_2H_4O_2$, водний розчин якої має кислу реакцію на лакмус.

56. Як, використовуючи тільки неорганічні реагенти, добути з етилового спирту: а) пропіловий спирт, б) 3-метилпентанол-3.

57. У результаті змішування 230 г безводного етанолу з 180 г октанової кислоти в присутності декількох краплин концентрованої сірчаної кислоти та витримуванні добутого розчину до досягнення рівноваги утворилося 127 г складного ефіру. Скільки складного ефіру міститиметься в реакційній рівноважній суміші, добутий змішуванням 18,4 г безводного етанолу з 18 г октанової кислоти за тих самих умов? Як практично підвищити вихід ефіру? Дати мотивовану відповідь.

58. Як здійснити такі перетворення (назвати всі продукти):



59. Написати формули можливих ізомерів олефінів, що містять шість вуглецевих атомів. Які з них можуть існувати у вигляді цис-та транс-ізомерів? При окисленні яких з них хромовою сумішшю можна добути: а) ізомасляну та оцтову кислоти; б) пропіонову кислоту; в) ізовалер'янову та мурашину кислоту?

60. Під час нагрівання солі карбонової кислоти (25,69 г), що містить метал зі ступенем окислення +2, утворюється органічна сполука А і бінарна речовина Б (в ній міститься 22,54% кисню). При прожарюванні сполуки Б у

струмені кисню добуто сполуку В. Якщо до неї долити концентрованої соляної кислоти, виділиться 2,24 л (н. у.) газу Х. При сплавленні сполуки В з бертолетовою сіллю та гідроксидом калію утворюється сполука, молекулярна маса якої в 2,26 раза більша за молекулярну масу сполуки В. Про які речовини йдеться? З яких ненасичених сполук можна добути речовину А? Проаналізувати всі можливі варіанти та підтвердити їх розрахунками. Скласти рівняння хімічних реакцій.

61. Назвати один з методів хімічного розділення суміші, що містить фенол, анілін, оцтову кислоту та нітробензол. Відповідь бажано написати однією з іноземних мов.

62. Речовина Х містить 54,54% вуглецю, 9,09% водню та кисень. Визначити молекулярну формулу речовини, якщо відомо, що вона утворює гідросульфідну похідну, що містить 21,62% сірки. Що можна добути дією на речовину Х гідроксиламіну? Назвати утворену сполуку.

ЗАДАЧІ ВСЕСОЮЗНИХ ОЛІМПІАД

Задачі для 8 класу

1. Визначити процентний вміст заліза в технічному препараті, якщо в результаті обробки 8,5 г цього препарату соляною кислотою виділилося 2,8 л газу (н. у.). Який об'єм 20%-ної соляної кислоти ($\rho = 1,1$) треба використати? Які додаткові умови і чому треба ввести в текст задачі, щоб дістати правильну відповідь?

2. Концентрований водний розчин речовини Х реагує з двома різними твердими речовинами А і Б з утворенням двох газоподібних речовин В і Г, які, взаємодіючи, утворюють вихідну речовину Х. Визначити названі речовини. Написати рівняння відповідних реакцій.

3. У вас є 0,1 моль сірчаної кислоти. Чи можна, використовуючи повністю цю кількість кислоти, добути: а) 1,12 л; б) 2,24 л; в) 3,36 л; г) 4,48 л сірчастого газу? Навести можливі варіанти відповідей.

4. Платинову пластинку, покриту шаром якогось металу, помістили в розчин мідного купоросу, де вона знаходилася доти, поки не припинилася зміна маси. Потім її вийняли з розчину, промили, висушили і зважили. Маса пластинки збільшилася на 0,28 г. Після цього пластинку

помістили в розчин сульфату ртуті, поки не припиниться зміна маси. Маса пластинки збільшилася ще на 4,80 г. Визначити метал і яку кількість його було нанесено на платинову пластинку. (Розчини солей взято в надлишку, всі метали в описаних перетвореннях мають однаковий ступінь окислення, втратами в ході експерименту можна нехтувати).

5. Написати формулу селеніту рубідію. Передбачити його фізичні властивості і навести 3—4 рівняння реакцій, що характеризують хімічні властивості цієї сполуки.

6. У результаті розчинення оксиду металу, що має ступінь окислення $+2$, в необхідній кількості 20%-ної сірчаної кислоти утворився 22,6%-ний розчин солі цього металу. Оксид якого металу було взято для дослідження? Чи можна розв'язати цю задачу, якщо не вказано ступінь окислення металу або замість нього вказана група періодичної системи, в якій розміщений даний метал? Чи можна розв'язати задачу, якщо для проведення реакції взято гарячу концентровану сірчану кислоту?

7. Які відбудуться реакції, якщо зливати водні розчини хлорної міді й гідросульфиту кальцію? Написати рівняння можливих реакцій і обґрунтувати відповідь.

8. До 50 г 35,6%-ного розчину галогеніду лужного металу додали 10 г розчину нітрату срібла. Після виділення осаду вихідна концентрація галогеніду зменшилася в 1,2 раза. Яка сіль знаходилася в розчині? Відповідь підтвердити розрахунками.

9. У лабораторії є йодид калію, залізо, бертолетова сіль, сірчаний цвіт, соляна кислота. Як, не використовуючи додаткових реактивів (у тому числі й води), з цих речовин і продуктів їхніх перетворень добути хімічно чисту йодоводневу кислоту? Написати рівняння відповідних реакцій.

10. Три наважки тонко подрібненої суміші металу з його оксидом, що містять різну кількість металу, кинули в соляну кислоту. Коли кинули першу, — виділився газ А, другу — газ Б, а коли третю — газ зовсім не виділився. Суміш яких речовин використали для проведення реакцій? Дати вмотивовану відповідь і навести можливі варіанти розв'язування.

11. Запропонувати максимальну кількість способів добування хлориду алюмінію. Скласти рівняння відповідних реакцій і зазначити, за яких умов вони відбуваються.

12. Суміш порошоків основного карбонату міді (малахіту) і міді прожарили в струмені повітря, причому після охолодження маса зразка не змінилася. Визначити процентний вміст міді в зразку.

13. У розпорядженні експериментатора є кристалічна сода, фосфорит, сірчана кислота, вапняк та кухонна сіль. Добути з них десять нових сполук, що використовуються в народному господарстві.

14. У результаті реакції 20 г суміші порошоків алюмінію та магнітного залізняку виділилося 72,86 кДж теплоти. Визначити процентний склад вихідної суміші, якщо теплота утворення оксиду алюмінію дорівнює 1646 кДж/моль, а залізної окалини — 1087 кДж/моль.

15. Суміш двох речовин має металічний блиск, плавиться під час навіть незначного нагрівання і забарвлює полум'я в малиновий колір. У результаті розчинення 5,75 г цієї суміші у воді виділилося 2,8 л газу (н. у.). Що являє собою ця суміш? Яка кількість і якого складу утвориться при кип'ятінні розчину суміші з надлишком розчину мідного купоросу?

16. Крізь підкислений розведеною сірчаною кислотою розчин перманганату калію пропущено якийсь газ X. Розчин при цьому знебарвився й одночасно випав осад. Визначити газ X. Написати рівняння можливих реакцій.

17. В атмосфері кисню спалили 6 г речовини А. Добуток при спалюванні речовина кількісно увібралася 38,57 мл 37%-ного розчину їдкого натру ($\rho = 1,40$). Процентний вміст лугу в утвореному розчині знизився вдвічі порівняно з попереднім, причому цей розчин може хімічно зв'язати 11,2 л вуглекислого газу (н. у.). Яку речовину було спалено?

18. Відпрацьовані фотографічні розчини містять сполуки срібла. Запропонувати можливі способи регенерації срібла. Написати рівняння реакцій і вказати їхні умови.

19. Сполуки А, В і С містять один і той самий метал. Він забарвлює полум'я у фіолетовий колір. Під час взаємодії А і В утворюється речовина С. При нагріванні В добувають речовину Д, яка, взаємодіючи з водним розчином С, дає сполуку В. З речовиною А, залежно від умов, Д може реагувати або з утворенням В, або з утворенням С. Що являють собою речовини А, В, С і Д? Написати відповідні рівняння реакцій.

20. Правилами з техніки безпеки в лабораторії передбачено роздільне зберігання цілого ряду так званих «несумісних» сполук. Несумісність багатьох реактивів полягає в тому, що при випадковій взаємодії може відбутися: а) утворення речовин, здатних підтримувати горіння; б) реакція зі значним екзотермічним ефектом; в) утворення вибухових або отруйних речовин. Навести приклади речовин та обґрунтувати їхню «несумісність».

21. У 100 мл води розчинили 15,3 г оксиду барію. До утвореного розчину добавили 46,7 мл 10,3%-ної сірчаної кислоти ($\rho = 1,07$). Осад, що випав, відфільтрували, а фільтрат випарили досуха при кімнатній температурі. При цьому добуто 15,3 г залишку Х, повністю розчинного у воді. Визначити сполуку Х.

22. Д. І. Менделєєв установив, що коли в одній і тій самій кількості води розчиняти однакову кількість моль хлоридів різних металів, то густина добутих розчинів збільшується зі збільшенням молекулярної маси хлоридів. Це дало змогу підтвердити виправлену ним атомну масу і валентність одного з елементів на основі таких вимірювань: розчини хлоридів калію, магнію й згаданого елемента при концентрації 1 моль солі на 200 моль води мали густину відповідно: 1,0121; 1,0203; 1,0138. Користуючись цими даними, встановити, про який елемент згадувалося.

23. У закритій посудині вибухнуло 8,1 г суміші хлору з воднем. Добуту суміш газів пропустили через трубку, що містить 50 г гідроксиду натрію, внаслідок чого маса трубки збільшилася на 8,1 г. Який максимальний вміст водню (в процентах за об'ємом та масою) в узятій суміші?

24. Під час пропускання озонованого кисню крізь розчин йодиду калію з'являється забарвлення, а об'єм пропущеного газу не змінюється. Якщо той самий озонований кисень пропускати крізь розчин пероксиду водню, об'єм пропущеного газу збільшується, а рідина, що залишилася, не викликає забарвлення розчину йодиду калію. Пояснити описані процеси та навести рівняння реакцій. (Температура газу та рідини постійна, розчинність газів нехтувати).

25. Оксид елемента, в якому він проявляє вищий ступінь окислення, — це тверда речовина, що плавиться та переганяється без розкладу. Оксид розчиняється у воді,

утворюючи досить сильну одноосновну кислоту, натрієва сіль цієї кислоти містить 23,42% кисню. Який це елемент? Яка формула оксиду?

26. При прожарюванні в струмені кисню деякої сполуки маса добутого твердого залишку практично дорівнює масі вихідної сполуки. Наведіть приклади таких речовин.

27. У результаті взаємодії водних розчинів двох солей, до складу яких входить один і той самий метал, утворився осад. Які пари солей могли прореагувати?

28. Наважка сплаву двох металів розділена на три рівні частини. Першу розчинили в соляній кислоті, причому виділилось 1,792 л водню (н. у.). Другу обробили концентрованим розчином лугу, виділилось 1,344 л водню (н. у.) і залишився нерозчинний залишок, маса якого становила 52% від узятій проби. Третю частину спалили в кисні, при цьому утворилося 3,530 г суміші оксидів. Які метали входять до складу сплаву (всі метали проявляють постійний ступінь окислення)? Яка маса сплаву?

29. Крапля рідини А на поверхні твердої речовини Б реагує з нею, утворюючи тверду речовину В і газ Д (проста речовина). Під час взаємодії газу Д з речовиною Б при постійній температурі й тиску утворюється тверда речовина Е, яка може реагувати з А, утворюючи В і Д. Про які речовини йдеться?

Задачі для 9 класу

1. Якщо у воду, насичену вуглекислим газом, додати краплину нейтрального лакмусу, індикатор змінить своє забарвлення. Добавляння однієї краплини 0,01 н. розчину їдкого натру знову викликає зміну забарвлення розчину, але через 1—2 хвилини забарвлення відновлюється. Пояснити це явище. Чи спостерігатимуться аналогічні зміни кольору, якщо замість розчину вуглекислого газу взяти насичений розчин сірчистого газу, хлорну воду чи розчин аміаку? Відповідь підтвердити рівняннями реакцій.

2. Крізь прилад для електролізу, що містить 100 г 37,6%-ного розчину нітрату міді (II), пропущено постійний струм, здатний повністю розкласти 10 г розплавленого їдкого натру. Після закінчення експерименту електролізер продули струмом аргону і залишили на ніч. Наступного дня платинові електроди вийняли з електролізера, висушили й зважили. Зміна маси одного з них

становила 4 г. Пояснити кількісні результати експерименту.

3. У чотирьох пробірках містяться прозорі 1 М розчини чотирьох речовин. Відомо, що в цих розчинах можна визначити катіони цинку, барію, водню, натрію та хлорид-сульфат- і карбонат-аніони, причому кожний з названих іонів входить до складу принаймні однієї із сполук, Як, не використовуючи інших реактивів, визначити сполуку в кожній з пробірок? Відповідь обґрунтувати.

4. 7,44 г кристалогідрату сполуки натрію (1) під час нагрівання до $60\text{--}70^\circ\text{C}$ перетворюється на рідину, яка при $110\text{--}120^\circ\text{C}$ утворює 4,74 г твердої сполуки 2, що плавиться без розкладу при ще вищій температурі. Добута сполука 2 (4,74 г) розділена на три рівні частини. Якщо першу частину внести в надлишок концентрованої сірчаної кислоти, виділяється 896 мл газу 3. Другу частину нагрівали з концентрованою азотною кислотою — виділяється 1792 мл газу 4. А під час взаємодії третьої частини сполуки 2 з надлишком соляної кислоти виділяється 224 мл газу 3 і утворюється 0,32 г осаду 5 жовтого кольору. Гази 3 і 4 реагують між собою з утворенням твердої білої речовини 6 і газу 7, який можна добути кип'ятінням сполуки 5 з розведеною азотною кислотою. При взаємодії 0,32 г речовини 5 з 6 (реакція сполучення) утворюється 672 мл газу 3. Визначити формули сполук та скласти рівняння всіх згаданих перетворень. (Об'єми газів виміряно за нормальних умов).

5. При 20°C у 100 г води розчиняється 75 г безводного хлориду кальцію, а при 40°C — 116 г; при 60°C — 137 г солі. Якщо до насичених при вказаних температурах розчинів додати невелику кількість безводної солі, випадають осади, які після фільтрування та прожарювання мають маси відповідно на 270%, 304% і 60% більші, ніж взяті наважки. Пояснити цей факт і підтвердити відповідь розрахунками.

6. У Харкові випробовували автомобіль, у якому як пальне використовується водень, що утворюється дією води на порошок речовини X. Що може собою являти порошок X за умови, що на одиницю маси він повинен виділяти максимальну кількість водню? Чи можна регенерувати цю речовину і, якщо можна, то як це зробити? Які переваги як пальне має водень порівняно з бензином? Дати вмотивовану відповідь.

7. При виготовленні деяких вирібів складного профілю з хромо-нікелевих сталей використовують травлення азотною кислотою. Як видалити з утворених розчинів нікель і хром та запобігти попаданню в атмосферу отруйних газів? Написати рівняння реакцій, які вмотивують ваші пропозиції і довести доцільність запропонованих вами способів для здійснення процесу в промислових масштабах.

8. У закритій посудині вибухнула стехіометрична суміш двох газів. Після конденсації продуктів взаємодії утворилася 69%-на плавикова кислота. Визначити компоненти вихідної суміші та розрахувати її густину у г/л за нормальних умов.

9. Запропонувати план експерименту для визначення поверхні зразка активованого вугілля та метод розрахунку цієї поверхні.

10. Нижче наведено теплоти гідратації різних іонів у сильно розведених розчинах (у кДж/моль), причому іони перераховано в алфавітному порядку, а величини теплот гідратації подані у порядку збільшення їх числових значень: а) катіони алюмінію, берилію, калію, кальцію, літію: 339, 532, 1617, 2518, 4713; б) аніони нітритної, нітратної, сульфатної кислот: 310, 410, 1110. Кожному іону приписати відповідне значення теплоти гідратації і встановити наближені значення теплот гідратації іонів натрію і магнію.

11. Два юних хіміки насичували розчин гідроксиду калію сірководнем і досліджували його взаємодію з розчином біхромату калію. Один з них дійшов висновку, що утворюється осад, який повністю не розчиняється в розведеній сірчаній кислоті, проте розчиняється при нагріванні в азотній кислоті. Другий вважав, що осад частково розчиняється в розведеній сірчаній кислоті. Як пояснити добуті результати, якщо відомо, що всі спостереження правильні? Написати рівняння реакцій.

12. Суміш оксиду міді (I) з міддю помістили в середині трубки, в якій уже була невелика кількість хлороводню. Трубку герметично закрили і внесли в піч, яка дає змогу проводити нагрівання так, що на одному кінці трубки підтримується значно вища температура, ніж на другому, і рівномірно знижується з одного кінця трубки до іншого. Піч нагріли, створивши перепад температур. До кінця досліду взята суміш повністю розділилася,

причому мідь містилася в холоднішому кінці трубки. Пояснити, як і чому відбулося розділення компонентів суміші.

13. Сульфат заліза (III) прожарили при 710°C і нормальному тиску. При цьому він перетворився на оксид заліза (III). Леткі продукти розкладу, добуті з 1 моль безводної солі, займають при вказаних вище умовах об'єм $0,3\text{ м}^3$. Запропонувати запитання, для відповіді на яке потрібно використати всі наведені в задачі дані, і відповіді на нього.

14. Чи вбиратиметься вуглекислий газ розчинами соди, ортофосфату натрію, хлориду цинку, хлориду натрію краще чи гірше, ніж чистою водою? Дати вмотивовану відповідь.

15. Сполука А за звичайних умов — рідина. $19,59\text{ г}$ її нагріли без доступу повітря. При цьому утворилося тільки $5,585\text{ г}$ твердого залишку і $11,2\text{ л}$ (н. у.) деякого горючого газу, що не знебарвлює бромну воду. Сполуки А після цієї операції не залишилися. При обробці добутого твердого залишку соляною кислотою виділилося $2,24\text{ л}$ іншого горючого газу, що не реагує з бромною водою. Визначити найпростішу формулу сполуки А. Що вона являє собою? Як її можна добути?

16. У три герметичні ампули об'ємом $0,5\text{ л}$ помістили відповідно $5,35\text{ г}$ нашатира, 8 г аміачної селітри і $9,6\text{ г}$ карбонату амонію. Ампули поступово нагрівали до 600°C , а потім рівномірно охолодили до вихідної температури. Зобразити на графіку, як змінюватиметься тиск у кожній ампулі під час досліду. Графік пояснити.

17. Суміш водню, кисню та оксиду вуглецю (II), що знаходиться при -30°C в закритій посудині, вибухнула. Після цього посудину охолодили знову до -30°C . При цьому тиск у ній змінився вдвоє. Потім у посудину помістили невеликий надлишок твердого гідроксиду літію. Коли тиск перестав змінюватися (при -30°C), виявилось, що він у десять раз відрізняється від тиску в посудині до вибуху. Газ, що залишився, не горить. Визначити процентний склад вихідної суміші. Об'ємами твердих сполук нехтувати.

18. Написати рівняння реакцій, коли при зливанні двох розчинів одночасно виділяється газ та утворюється осад.

19. Цинковий та алюмінієвий електроди, з'єднані з контактами гальванометра, занурені в розчин хлориду натрію. Гальванометр показує електричний струм, що іде

від цинку до алюмінію. Якщо в розчин добавляти гідроксид амонію, відхилення стрілки гальванометра збільшується. Якщо ж замість гідроксиду амонію взяти гідроксид натрію, стрілка відхиляється в протилежний напрям. Пояснити описані факти. Чи не суперечать результати дослідів електрохімічному ряду напруг металів?

20. У двох розчинах знаходяться еквівалентні кількості солей сірчаної та вугільної кислот: маса першої солі — 9,2 г, другої — 10,36 г. При зливанні цих розчинів утворюється 9,32 г осаду середньої солі, а після випарювання фільтрату залишається 5,28 г сухої речовини. Які солі було взято? (Врахувати можливість використання середніх, кислих та основних солей).

21. 9,9 г суміші безводного нітрату міді з вугіллям прожарили в закритій посудині при температурі 600°C до припинення виділення газоподібних продуктів, що є сумішшю двох негорючих газів, один з яких проста речовина. Твердий залишок (3,36 г) нагріли з надлишком концентрованої сірчаної кислоти до повного розчинення. При цьому виділилося 336 мл газу (н. у.). Визначити кількісний склад вихідної суміші.

22. Олов'яно-нікелеве покриття, що має високі механічні властивості і красивий зовнішній вигляд, дістають електрохімічним способом, осаджуючи одночасно обидва метали у вигляді сплаву на металевому виробі. До складу електроліту входять хлориди двовалентних олова та нікелю. Визначити процентний склад гальванічного покриття, якщо електроліз проводили протягом години струмом силою 6,43 А і маса деталі збільшилася на 10,08 г. Вихід за струмом прийняти 100%.

23. При нагріванні простої речовини А з металічним магнієм утворюється речовина Б. Під час дії води на цю речовину виділяється газ В. 1 моль газу В реагує з 4 моль хлору, утворюючи газ Г і тверду речовину Д. Увесь добутий газ з надлишком розчину лугу дає 3 моль солі Е. При дії надлишку розчину лугу на всю добуту речовину Д утворюється 5 моль солі Е та 1 моль солі Є. Визначити всі речовини та написати рівняння хімічних реакцій.

СР 24. Відомо, що розклад неорганічних нітратів — окислювально-відновний процес. Атоми яких елементів при цьому окислюються, а яких — відновлюються? Розглянути можливі варіанти та написати рівняння відповідних реакцій.

Задачі для 10 класу

1. Органічна сполука А реагує з гідроксидом кальцію з утворенням речовини В. Прожарювання сполуки В при високій температурі приводить до утворення речовини С. Якщо сполуку С нагрівати з надлишком хромової суміші, то в розчині після закінчення реакції можна визначити тільки вихідну органічну сполуку А, але кількість її приблизно в два рази менша. Цей ланцюг перетворень можна повторювати доти, доки сполука А практично повністю не зникне. Що являє собою сполука А? Написати схеми описаних перетворень.

2. 16,8 г деякої органічної речовини А прокип'ятили з 200 мл води. Після доливання надлишку аміачного розчину оксиду срібла, добутого з 20 г нітрату срібла, утворюється 23,5 г осаду. Виділена з розчину органічна речовина В приєднує бром з утворенням сполуки С. Продукт реакції 5,8 г сполуки В з бромною водою обробили вологим оксидом срібла і добули при цьому 9,2 г речовини Х, що являє собою в'язку рідину, здатну розчиняти гідроксид міді. Після обробки 4,6 г сполуки Х сумішшю концентрованих сірчаної та азотної кислот утворюється 9,08 г легко вибухаючої від удару або при нагріванні рідини У (вихід якої становить 80% у розрахунку на взятую кількість речовини Х). У результаті відновлення 8,4 г вихідної речовини А воднем на нікелевому каталізаторі утворюється 1,12 л газу, густина якого за повітрям дорівнює 1,517. Визначити описані речовини та скласти рівняння хімічних перетворень.

3. Відновленням оксидів заліза в струмені водню добувають залізо; в той же час відомо, що добувати водень можна пропусканням водяної пари крізь трубку, заповнену залізом, нагрітим до червоного жару. Як пояснити ці два факти? Відповідь бажано дати однією з іноземних мов.

4. Органічна сполука Х містить 18,18% кисню. Вона повільно реагує з натрієм, не змінюється під дією 2%-ного розчину перманганату калію, швидко реагує з хлороводнем, а згоряючи, утворює тільки вуглекислий газ і воду. Написати структурну формулу сполуки Х.

5. У експериментатора є зразок бокситу, що містить домішки оксидів заліза, хрому та кремнію. Запропонувати схему виділення чистого оксиду алюмінію, який можна використати для добування електролітичного алюмінію.

Чи можна застосовувати запропоновану вами схему в промисловості?

6. Написати всі реально існуючі структурні формули ізомерів речовини $C_3H_5ClO_2$ і дати кілька реакцій, що характеризують хімічні властивості цих ізомерів.

7. Щоб визначити концентрацію соди й сульфіту натрію у фотографічному проявнику, 50 мл цього розчину обробили надлишком соляної кислоти. Газ, що при цьому виділювався, пропустили крізь 100 мл розчину, виготовленого розчиненням у мірній колбі місткістю 1000 мл 149 г дво-водного біхромату натрію і 120 мл концентрованої сірчаної кислоти. Для повного переходу забарвлення взятого для аналізу розчину потрібно додати 125 мл розчину, добутого розчиненням 166,8 г кристалічного залізного купоросу в мірній колбі місткістю 500 мл. Газ, що проходив крізь розчин біхромату натрію, вбирався надлишком 10%-ного розчину гідроксиду натрію. До добутого розчину добавили надлишок розчину хлориду барію. Маса добутого осаду, промитого і прожареного при $1000^\circ C$, становила 7,65 г. Визначити концентрацію соди і сульфіту натрію в грамах на літр розчину. (Розчинність газів нехтувати).

8. Як з 3,3,3-трифторпропену-1 можна добути 3,3,3-трифторпропанол-1, 1,1,1-трифторпропанол-2 і 2,2,2-трифторетанол? Запропонувати схеми можливих способів синтезу названих сполук, зазначити реагенти та умови, за яких відбуваються запропоновані вами реакції. Який з названих спиртів матиме найбільшу, а який — найменшу кислотність?

9. Зразок хлориду калію, що містить домішку невідомої речовини, не втрачає в масі при прожарюванні на повітрі або в струмені хлору. Під час обробки 2,44 г цього препарату надлишком концентрованої сірчаної кислоти виділяється 896 мл газу (н. у.). Прозорий фільтрат вилили в надлишок розчину карбонату калію. Маса добутого осаду, промитого й прожареного, становила 0,4 г. Яка домішка і в якій кількості містилась у вихідному препараті?

10. Відомо, що недостатньо добре відкачані лампи розжарювання як з вугільною, так і з вольфрамовою ниткою досить швидко темніють, покриваються з внутрішньої сторони тонким нальотом, а нитка розжарювання руйнується. У лампах, наповнених аргон-криптоною сумішшю, цей процес різко уповільнюється. У присутності ж слідів йоду для однієї з указаних ниток розжарювання

нальот практично не утворюється 1 строк користування ламною подовжується. Пояснити описані явища, якщо відомо, що ні вуглець, ні вольфрам при температурі розжарювання нитки практично не випаровуються.

11. 5,74 г білої кристалічної речовини 1 розчинили у водному розчині 2. Добутий розчин 3 розділили на чотири рівні частини. При дії на першу чверть розчину 3 надлишком азотної кислоти випадає 1,435 г речовини 1, прожарюванням якої в струмені водню добули 1,08 г речовини 4. Діючи на другу частину розчину 3 газом 5, густина якого за воднем 14, добули 1,08 г осаду сполуки 4. Якщо кризь половину розчину 3, що залишився, пропустити газ 6, випадає 2,48 г осаду 7. Після прожарювання 1,24 г осаду 7 в струмені кисню утворилося 1,08 г речовини 4 і газ 8, густина за воднем якого дорівнює 32. У результаті обробки 1,24 г осаду 7 надлишком пероксиду водню осад розчиняється і утворюється розчин 9. Його прокип'ятили з оксидом марганцю (IV) і відфільтрували оксид марганцю (IV), що не прореагував. Якщо до утвореного розчину долити розчин йодиду калію, випадає 2,35 г жовтого осаду 10. Відомо, що гази 6 і 8 реагують з розчином 2, утворюючи солі, а взаємодіючи між собою — утворюють рідину 11 і тверду речовину 12. Визначити речовини 1—12. Написати рівняння цих перетворень.

12. Як виготовити хлорат калію, що містить тільки ізотоп ^{17}O , виходячи з карбонату кальцію, до складу якого входить даний ізотоп кисню? Запропонувати схему перетворень, що дасть змогу повністю позбавити кінцевий продукт від інших ізотопів кисню. Дати повну відповідь рідною мовою та скорочену — однією з іноземних мов.

13. Написати схеми реакцій, за допомогою яких можна однозначно довести будову етилового ефіру 3-хлормасляної кислоти. Як можна добути таку сполуку з етанолу? Написати рівняння реакцій.

14. У посудині місткістю 1 л при 0°C до 1 л суміші бутану з бутадієном добавили 1 л бромоводню. Через деякий час тиск у посудині зменшився від 2 ат до 1,4 ат і перестав змінюватися. Пояснити реакції, що відбулися, та визначити процентний вміст бутану у вихідній суміші.

15. При одночасному доливанні розчинів хлориду олова (II) і біхромату калію як до 40%-ної сірчаної кислоти, так і до 40%-ного розчину гідроксиду калію утворюються

прозорі розчини, що відрізняються за забарвленням. Написати рівняння можливих реакцій.

16. Органічна речовина (рідина А) що переганяється без розкладу, за даними елементарного аналізу містить 40% вуглецю, 6,67% водню і кисень. Густина пари речовини А при деякій температурі в 3,7 рази ($\pm 5\%$) перевищує густину повітря при тій самій температурі, причому пара не містить продуктів розкладу і повністю конденсується з утворенням вихідної рідини А. Речовина А розчиняється у воді, причому її водний розчин реагує як з гідроксидом міді, так і з оксидом срібла. 0,6 г речовини А може вступити в реакцію з 1,16 г оксиду срібла. Визначити речовину А. Написати її структурну формулу і навести рівняння п'яти хімічних реакцій, що відображують хімічні властивості сполуки А.

17. Під час пропускання газів I, II, III, IV крізь бромну воду відбувається знебарвлення розчину, причому при пропусканні газу I одночасно виділяється газ V у кількості, що дорівнює половині витраченого газу I; при пропусканні газу II утворюється рідина VI, що не змішується з водою; під час реакції газу III виділяється осад VII, а газ IV тільки знебарвлює розчин. Визначити всі згадані речовини. Обміркувати можливі варіанти і написати рівняння реакцій, що відбуваються.

18. При обережному внесенні 5 г твердої речовини А в концентровану соляну кислоту виділяється 2,78 л газоподібної простої речовини В (н. у.). Визначити зазначені речовини. Відповідь підтвердити розрахунком.

19. Крізь три послідовно з'єднані електролізери з платиновими електродами, кожний з яких площею 100 см², при безперервному перемішуванні електролітів протягом 3 год пропускали постійний струм силою 8,935 А. У першому електролізері містилося 0,5 л 2 М розчину хлориду заліза (III), в другому — 0,5 л 1 М розчину сульфату натрію і в третьому — 0,5 л 2 М розчину гідросульфату натрію. Які речовини і в якій кількості можна виділити з кожного розчину після закінчення електролізу? Які гази, в якій кількості і біля яких електродів виділилися в кожному електролізері? (Вихід за струмом вважати рівним 100%, об'єми газів — обчисленими за нормальних умов, розчинністю газів у електролітах нехтувати).

20. Відомо, що реакція ізобутану з хлором у присутності слідів йоду різко вповільнюється, а взаємодія бен-

золу з хлором у присутності йоду прискорюється. Як пояснити ці явища? Які речовини утворюватимуться під час дії хлору на толуол у присутності слідів йоду? Дати вмотивовану відповідь.

21. В одному досліді при спалюванні 1,18 г органічної речовини А було добуто 2,64 г оксиду вуглецю (IV) і 1,26 мл води. У другому — при спалюванні 0,60 г тієї самої речовини А виділилось 1,32 г оксиду вуглецю (IV) і 0,72 мл води. Вихідна сполука А стійка до дії лугів, оксиду срібла в аміачному розчині, бромної води, гідроксиду міді, а також до натрію та оцтового ангідриду. Під час нагрівання речовини А з водою в присутності краплини соляної кислоти утворюються дві органічні речовини В і С. Сполука В дає реакцію «срібного дзеркала», приєднує водень у присутності нікелю, перетворюючись на сполуку С. Окислення суміші В і С приводить до утворення одного органічного продукту Д. Встановити будову речовини А і написати рівняння відповідних реакцій. У якому з наведених аналізів допущено помилку?

22. Відомо, що лужні та лужноземельні метали утворюють пероксида. Чи існують пероксида хрому та інших перехідних металів? Відповідь обґрунтувати. Чи можна добути пероксидні сполуки цих елементів? Відповідь дати однією з іноземних мов.

23. У посудину з міченим оксидом азоту потрапила невелика кількість кисню. Якими способами можна очистити оксид азоту з мінімальними його втратами? Чи залежить спосіб очистки від того, по якому з елементів був помічений вихідний оксид азоту? Написати рівняння реакцій.

24. Є препарати кристалогідратів карбонату калію і сульфату натрію з невідомим вмістом кристалізаційної води. З цих препаратів виготовили дві суміші А і В різного складу. При прожарюванні 0,513 г зразка суміші А його маса зменшилася до 0,333 г, причому розчин речовини Х, що залишилася після прожарювання, осаджує з надлишку розчину хлориду кальцію 0,270 г осаду У, що повністю розчиняється в соляній кислоті з виділенням 56 мл газу. Зразок суміші В масою 0,552 г після прожарювання дає 0,327 г Х і відповідно 0,280 г осаду У, який, розчинюючись у соляній кислоті, утворює 56 мл газу (п. у.). Встановити формули кристалогідратів. (Розчинністю газів нехтувати).

25. До наважки *пара*-нітроаніліну добавили надлишок 10%-ної соляної кислоти. При цьому розчинилася невелика частина речовини, основна ж маса залишилася в осаді. До суміші добавили певну кількість цинкового пилу й нагріли. Через деякий час осад повністю розчинився. Як пояснити явища, що спостерігаються? Що відбуватиметься при поступовому доливанні розчину лугу до утвореного розчину? Чи зміниться поведінка *пара*-нітроаніліну, якщо 10%-ну соляну кислоту замінити на концентровану? Відповідь умотивувати.

26. Натрій помістили в надлишок насиченого спирту RON . Після того як весь метал прореагував, до утвореної суміші добавили алкіл-бромід R^1Br . У результаті обробки реакційної суміші виділено органічну речовину А, рідину за звичайних умов, і надлишок спирту RON . В аналогічному досліді натрій помістили в надлишок спирту R^1OH . Коли реакція закінчилася, до утвореної суміші добавили алкілбромід RBr . При цьому відбувалося виділення газу, який був у $1\frac{4}{7}$ раза легший, ніж пара сполуки А (за однакових умов). Після обробки реакційної суміші виділився спирт R^1OH як єдина органічна сполука. Які спирти й алкілгалогеніди використовувалися в цих дослідях? Чому в першому та другому дослідях здобули різні результати? Відповідь підтвердити рівняннями реакцій.

27. При освітленні яскравим сонячним світлом розчину органічної сполуки А вона перетворюється на сполуку Б того самого складу, що й А, але відрізняється від неї за властивостями. Під час нагрівання А переходить у сполуку В, яка не змінюється під дією сонячного світла. Сполуки А, Б і В реагують з гідроксидом літію. При цьому А і В дають сполуку Г, а Б утворює сполуку Д того самого складу, що і Г, але має інші властивості. Сполуки А, Б, В, Г і Д приєднують бром, причому А, Б і В реагують з удвічі меншою молярною кількістю броду, ніж гідроксиду літію. При нагріванні деякої кількості сполуки А з підкисленим розчином перманганату-калію виділяється газ Е, що реагує з баритовою водою з утворенням осаду. Об'єм цього газу за нормальних умов у 22,4 раза більший за об'єм 0,25 М розчину броду і в стільки ж разів більший, ніж об'єм 0,5 розчину гідроксиду літію. Про які сполуки А — Е йдеться в задачі? Як добувають

у промисловості сполуку А, де вона застосовується? Дати обґрунтовану відповідь. Написати рівняння реакцій.

28. Якщо в пробірки, що містять однакові кількості насичених спиртів нормальної будови $C_1 - C_6$, додати, перемішуючи, однакові кількості одного і того самого зразка порошкоподібного розчину металічного натрію (розміри частинок вважають однаковими), то виділення газу відбувається з різними швидкостями для різних спиртів. Як пояснити це явище? Як змінюватиметься швидкість виділення газу в аналогічному досліді в ряді: етанол, гліцерин, сорбіт (продукт відновлення глюкози)?

29. Щоб добути кисень, юний хімік узяв із склянки без етикетки залишки речовини. На його думку, в ній раніше знаходилася бертолетова сіль. При нагріванні відбувся вибух. Розслідуючи причину вибуху, пропустили невелику кількість газу, що випадково зберігся у приймачі над 1,200 г металічного кальцію. Продукт реакції повністю і без виділення газу розчинився в 200 мл 2,14% -ного розчину соляної кислоти (густина 1,01), причому, коли реакція закінчилася, 1,403 г соляної кислоти залишилося у надлишку. Яка речовина була в склянці? Яке порушення правил роботи в хімічній лабораторії допустив учень?

30. У розчин середньої солі Х при постійному перемішуванні й охолодженні поступово краплинами добавляли розчин іншої середньої солі У. Через деякий час у реакційній суміші виявили одночасно кислу сіль А, основну сіль В і середню сіль С. Чи зміниться результат дослідів від зміни порядку змішування розчинів? Чи можна провести дослід так, щоб у реакційній суміші були присутні тільки основна та середня сіль або кисла сіль і середня? Дати вмотивовану відповідь.

31. До деякої кількості натрію добавили 5,1 мл свіжовиготовленого розчину оцтової кислоти в етиловому спирті. Після завершення реакції суміш розвели рівним об'ємом води і добутий розчин випарили досуха. У результаті прожарювання сухого залишку виділилося 0,56 л газу (н. у.), а маса твердої речовини після прожарювання дорівнювала 3,65 г. Скільки оцтової кислоти (в грамах) містилось у взятій кількості її розчину?

32. Юний хімік зробив у лабораторному журналі такі записи дослідів, не вказавши назв деяких речовин: а) до розчинів речовин Х та У добавили по одній краплині розчину фенолфталеїну і по дві краплини розчину їдкого

натру. Кожний з розчинів при цьому забарвився в малиновий колір. При зливанні забарвлених розчинів колір розчинів зникає; б) нерозчинну в воді речовину Z внесли у воду і до суміші добавили краплину фенолфталеїну. Ніяких змін при цьому не відбулося. Але коли до добутої суспензії добавили краплину розчину хлориду натрію, з'явилося малинове забарвлення. Які речовини (X, Y, Z) міг використати учень у своїх дослідах? Написати рівняння реакцій та зазначити умови їх перебігу.

33. У результаті нагрівання суміші двох простих речовин A та B утворюється речовина B, яка при дії води виділяє суміш газів X, Y (густина B приблизно така сама, як і густина вуглекислого газу) і твердий залишок D. Він мало розчинний у воді, але не розчинний у розчинах лугів, фосфатної кислоти, повністю розчинний в сірчаній, азотній та соляній кислотах, причому утворений розчин дає осаді із солями силікатної, сірчистої та вугільної кислот. Суміш газів X і Y знебарвлює бромну воду й повністю вбирається нейтральним розчином перманганату калію. Суміш газів X і Y, взаємодіючи з таким самим об'ємом водню, утворює газ E, який також знебарвлює бромну воду і підкислений розчин перманганату калію, причому в розчині після завершення реакції є тільки сульфати калію, марганцю й оцтова кислота. Установити будову речовин, описаних у задачі, пояснити явища, що відбуваються, та написати повні рівняння згаданих реакцій, якщо в стехіометричній суміші A та B міститься 57% простої речовини A.

34. Органічна похідна фосфору A, що містить 29% вуглецю, 7,3% водню, 25% фосфору та кисень, взаємодіючи з йодистим метилом, дає речовину X. Яка кількість осаду утворюється в результаті вбирання продуктів повного згоряння 2,48 г речовини A надлишком вапняної води? Що загального в поведінці та будові речовини X і речовини складу $C_4H_{13}NO$? Як можна добути речовину $C_4H_{13}NO$ в чистому вигляді? Навести по 3—4 рівняння реакцій, що характеризують хімічні властивості цих речовин.

35. Який об'єм 98%-ної сірчаної кислоти ($\rho = 1,84$) треба взяти для розчинення 2,75 г суміші міді з її оксидом, якщо відомо, що при розчиненні такої самої кількості суміші в розбавленій азотній кислоті виділяється 448 мл нерозчинного у воді газу (н. у.)?

36. Чи можуть існувати сполуки двох елементів А і В, які мають склад A_xB_y і A_yB_x ? Якщо такі сполуки існують, наведіть їх приклади і розкажіть про їх властивості.

37. 0,7 г суміші етану, пропілену та ацетилену займають об'єм 448 мл (н.у.) і можуть знебарвити 40 мл 5%-ного розчину бром у чотирихлористому вуглеці ($\rho = 1,6$). Мінімальний об'єм 1 н. розчину їдкого калі, яким можна увібрати весь вуглекислий газ, що утворюється при повному спалюванні 448 мл вихідної суміші, дорівнює 50 мл. Визначити процентний вміст (за об'ємом) газів у вихідній суміші. Якими хімічними способами можна розділити цю суміш, виділяючи кожний газ у чистому вигляді?

38. Чи може органічна сполука містити 40% водню? Якщо така сполука існує, то як її можна добути?

39. Які елементи в художній літературі називають елементами життя і смерті? Дати повну відповідь рідною мовою і коротку однією з іноземних мов.

40. У XVII ст. німецький хімік Й. Глаубер, нагріваючи вологу сіль, залізний купорос і галуни, добув «соляний спирт». Які реакції при цьому відбувалися? Що являє собою «соляний спирт»? Як ця речовина називається тепер і які джерела добування її в техніці ви знаєте? Відповідь проілюструйте рівняннями реакцій.

41. При прожарюванні 1 моль сульфату двовалентного елемента добули a г оксиду цього елемента складу МО. При прожарюванні a г цього самого сульфату утворилося b г того ж оксиду, а при прожарюванні b г сульфату — 20 г оксиду. Сульфат якого елемента взяли для дослідження? Де застосовують цей метал і його сполуки в техніці?

42. У результаті взаємодії 25 мл бензольного розчину свіжовиготовлених 3,66 г суміші фенолу, етилового спирту і оцтової кислоти невідомого складу з надлишком металічного натрію виділилося 672 мл газу (н.у.). Для повної нейтралізації цієї самої кількості суміші потрібно 18,18 мл 8%-ного розчину їдкого натру ($\rho = 1,1$). До утвореного після нейтралізації розчину долили бромної води. При цьому виділилося 3,31 г осаду. Визначити молярну концентрацію кожної з речовин, розчинених у бензольному розчині.

43. Яка будова ізомеру октану, що утворюється як єдиний продукт у результаті реакції між первинним га-

логенопохідним і металічним натрієм, якщо при бромованні він утворює практично тільки третинний монобромід?

44. 2,5 н. розчин перманганату калію, виготовлений для титрування солі заліза, містить 7,5% солі. Визначити густину цього розчину.

45. Елементи X і У розміщені в одній групі періодичної системи. Дві кислоти, утворені цими елементами, відомі тільки у водних розчинах. У результаті взаємодії цих кислот утворюється сіль і вода. Де застосовуються елементи X і У у вигляді простих речовин і їх сполук?

46. Яка будова речовини А (C_6H_{10}), якщо відомо: вона реагує з бромною водою і розчином перманганату калію, причому в результаті останньої реакції утворюється речовина Б ($C_6H_{12}O_2$)? Речовина А реагує з бромистим воднем, утворюючи сполуку В ($C_6H_{11}Br$), яка з водним розчином лугу утворює сполуку Г ($C_6H_{12}O$). Від дії спиртового розчину лугу на речовину В утворюється вихідна речовина А. Сполука Г при окисленні утворює спочатку сполуку Д ($C_6H_{10}O$), яка не реагує з натрієм, на відміну від речовини Г, а потім сполуку Е ($C_6H_8O_2$), що утворюється також і при окисленні сполуки Б. При подальшому окисленні речовини Е утворюється сполука Є ($C_6H_{10}O_4$), здатна до реакцій з натрієм і содою. Продукт реакції між речовиною Є і содою при прожарюванні з надлишком лугу утворює н-бутан. Речовина Є має велике значення для синтезу пластичних матеріалів і волокон.

47. 22,2 г суміші двох ізомерних бутилових спиртів кількісно окислили в умовах, що виключають розрив вуглецевого ланцюга. Після окислення добули 23,2 г продуктів реакції. Визначити кількісний склад суміші. Якщо задача має кілька розв'язків або недостатньо умов для встановлення будови взятих спиртів, проаналізувати ці розв'язки і запропонувати простіші додаткові дослідження.

48. Органічна сполука $C_7H_{14}O_3$ (А), нерозчинна у воді, повільно розчиняється під час кип'ятіння з розбавленим розчином КОН. Якщо добутий однорідний розчин Б перегнати, то при температурі $87^\circ C$ відганяється рідина Г (C_3H_8O), температура кипіння якої підвищується до $97^\circ C$ після витримування протягом доби над прожареним поташем. Маса сполуки Г становить приблизно 41% маси вихідної речовини А. Сполука Г реагує з бро-

моводнем, утворюючи речовину Д складу C_3H_7Br . Коли нагрівати речовину Г з концентрованою сірчаною кислотою, виділяється газ Е, здатний під час реакції з бромоводнем утворювати сполуку Є (C_3H_7Br). Сполука Є відрізняється від речовини Д. Яка будова всіх названих речовин? Написати рівняння реакцій, що відбуваються; пояснити описані явища. Що спостерігатиметься, якщо до розчину Б доливати баритової води? Як можна синтезувати сполуку А?

49. Газ, що виділився під час кип'ятіння в надлишку концентрованої азотної кислоти сполуки сірки з молібденом, яка містить 40% сірки, пропустили крізь 100 мл 0,72 М розчину їдкого натру. Визначити величину наважки вихідної сполуки, якщо після закінчення реакції концентрація розчину лугу зменшилася вдвоє (змінюючи об'єму нехтувати).

50. Деяка кількість ненасиченого вуглеводню від дії на нього надлишком розчину хлору в чотирехлористому вуглеці утворює 3,5 г дихлориду. Від дії надлишку брому в хлористому метилені на ту саму кількість вихідного вуглецю добуто 5,28 г диброміду. Яка структурна формула вихідного вуглеводню? Як його добувають і де використовують у промисловості?

51. Одна із сполук сурми містить 25,36% сурми, 14,35% натрію, 3,74% водню, 26,61% сірки і 29,94% кисню. При розчиненні 6,41 г цієї сполуки в 203,6 мл води добуто 0,2 н. розчин ($\rho = 1,05$). Визначити формулу сполуки, назвати її. Яким способом добувають цю сполуку в лабораторії?

52. Які процеси відбуваються, коли пропускати постійний електричний струм крізь емульсію суміші стиролу і бутадієну у водному розчині ацетату натрію? Відповідь проілюструвати рівняннями хімічних реакцій і пояснити ці рівняння.

53. Сполуку A_xB_y перевели в розчин кип'ятінням у надлишку концентрованої азотної кислоти. До утвореного розчину долили надлишок розчину хлориду барію— випав білий осад В. При доливанні до фільтрату надлишку розчину нітрату срібла випав осад, який відокремили фільтруванням, а до нового фільтрату обережно долили розчину їдкого калі до майже нейтральної реакції. При цьому з розчину випав жовтий осад Г. Визначити формулу вихідної речовини A_xB_y , якщо осад В має масу в 1,35

раза меншу від маси осаду Г. Відповідь обґрунтувати. Як можна добути вихідну речовину?

54. Чи можна зберігати мурашину кислоту і формамід, мічені ізотопом ^{18}O , у водних розчинах?

55. Чи може в 1 л газу (н. у.) маса водню бути в п'ять раз більшою, ніж маса чистого водню? Як виділити водень з цього газу?

56. 1,94 г сполуки A_xB_y злегка нагріли в струмені суміші двох простих газоподібних речовин. Твердий продукт реакції розчинили у воді і до утвореного розчину долили надлишок нітрату свинцю; при цьому випало 6,06 г осаду. Осад відфільтрували, прожарили з вугіллям. Утворилося 4,78 г сполуки Pb_mB_n , що містить 86,6% свинцю. Написати рівняння всіх реакцій.

57. У закритій посудині місткістю 1 л, заповненій активованим вугіллям, міститься ацетилен (н.у.). Посудину нагріли до 500°C , витримали деякий час при цій самій температурі, а потім охолодили до 0°C . Тиск у посудині при цьому зменшився у п'ять раз. Добутий продукт А може реагувати з бромом у присутності солі заліза. Газ, що при цьому виділився, вступає в реакцію з 200 мл 0,04 н. баритової води. Визначити вихід речовини А в процентах від теоретично можливого, вважаючи, що під час реакції з бромом утворюється тільки одна органічна речовина, що має густину пари за гелієм приблизно 40.

58. Сульфат хрому (III) можна добути взаємодією розчинів двох і навіть трьох кислот. Написати рівняння відповідних реакцій. Як із сульфату хрому добути вихідні кислоти?

59. 11,74 г суміші нітрату срібла і кристалогідрату нітрату міді з невідомим вмістом кристалізаційної води розчинили у воді і обробили 5 г порошку заліза. Маса відфільтрованого, промитого водою і висушеного на повітрі осаду становила 7,56 г. Визначити склад кристалогідрату, якщо відомо, що після прожарювання такої самої кількості суміші утворюється 4,84 г залишку, для розчинення якого потрібно 45,45 мл 10,08%-ної азотної кислоти ($\rho=1,10$).

60. Органічна сполука А має склад $\text{C}_7\text{H}_9\text{O}_2$. При нагріванні її з аміачним розчином оксиду срібла (реакція 1) утворюється осад. Один моль речовини А легко приєднує в присутності каталізаторів один моль водню

по кратному вуглець-вуглецевому зв'язку (реакція 2), утворюючи речовину Б. 5,1 г речовини Б при нагріванні з 100 г 5,6%-ного розчину їдкого калі (реакція 3) утворює рідку речовину В і тверду речовину Г, добре розчинну у воді. Для нейтралізації надлишку лугу після закінчення реакції 3 потрібно 100 мл 0,5 н. розчину соляної кислоти. Один моль речовини В в присутності концентрованої сірчаної кислоти може відщепити один моль води (реакція 4), утворюючи сполуку Д. Якщо до сполуки Д. долити води (реакція 5), утворюється сполука Е, що має такий самий склад, що і В, але відрізняється від неї своїми властивостями. Сполука Е може окислюватись хромовою сумішшю в карбонільну сполуку Є (реакція 6). При нагріванні 4 г вихідної сполуки А з водою в присутності слідів кислоти (реакція 7) і доливання до утвореного розчину оксиду срібла при нагріванні випадає 17,28 г осаду (реакція 8). Яка будова речовини А? Дати обґрунтовану відповідь; написати рівняння реакцій.

61. Сріблясто-білий метал горить на повітрі, утворюючи білий оксид MO . Оксид не розчиняється у воді, але добре розчиняється в соляній, сірчаній та азотній кислотах. Від дії на розчин хлориду металу розчинів карбонату, силікату та фосфату натрію утворюються осаді. Який це метал? Дати обґрунтовану відповідь; скласти рівняння відповідних реакцій (для реакцій, що проводяться з розчинами, написати скорочені іонні рівняння).

62. Свіжоприготовлена суміш пропілового спирту і пропіонової кислоти реагує з 100 мл 4,04%-ного розчину бікарбонату натрію ($\rho = 1,04$). Газ, що при цьому виділяється, займає об'єм, у 18 раз менший від об'єму того самого газу, що утворюється при повному згорянні такої ж кількості вихідної суміші (н. у.). Визначити масу і процентний склад вихідної суміші. Чи зміниться кількість газу, якщо для проведення дослідів узяти суміш, виготовлену тиждень тому?

63. 3,2 г металічної міді обробили при нагріванні певною кількістю 96%-ної сірчаної кислоти. Залишок металу обробили певною кількістю 85%-ної азотної кислоти. Після цих операцій 1,28 г металу залишилося нерозчинним. Добуті в першому і другому досліді газу змішали й охолодили до 25°C . При цьому утворилося (н. у.) 896 мл суміші газів. Який об'єм зайняв би газ, якби та-

ку ж кількість (3,2 г) міді обробили сумішшю тих самих кислот і в тій же кількості, попередньо розбавлених у десять раз водою? (Вважати, що реакції відбуваються кількісно).

64. При повному згорянні 2,72 г суміші двох гомологів насичених вуглеводнів, що відрізняються за своїм складом на два атоми вуглецю, утворилося 8,36 г діоксиду вуглецю. Які вуглеводні і в яких кількостях було змішано? Чи можна знайти загальний метод розв'язування подібної задачі для сумішей двох гомологів, що відрізняються на n атомів вуглецю?

65. Написати рівняння реакцій, за допомогою яких можна безпосередньо або через проміжні стадії здійснити такий ланцюг перетворень: гідросульфат заліза (III) \rightarrow залізний купорос \rightarrow оксид заліза (II) \rightarrow сульфід заліза (II) \rightarrow сірчистий газ. Вказати умови реакцій.

66. Які хімічні реакції можуть відбуватися та які зовнішні зміни спостерігатимуться, якщо 40%-ний розчин бромоводневої солі аніліну обробити: 1) водним розчином нітрату срібла; 2) хлорною водою; 3) водним розчином хромату натрію; 4) баритовою водою; 5) розчином бертолетової солі; 6) суспензією карбонату кальцію при кип'ятінні; 7) розчином формаліну? Написати рівняння можливих реакцій.

67. Написати структурні формули всіх ізомерів, що мають молекулярну формулу C_3H_6ClBr та запропонувати методи синтезу, по можливості, кожного ізомера окремо. Вказати умови реакцій.

ВІДПОВІДІ ДО РОЗДІЛУ II

Задачі для 7 класу

5. У $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. 6. $\approx 17,9$ г ZnS ; $\approx 4,1$ г S . 7. а) 25%; б) 5%.
 8. а) 14,7 г Na_2CO_3 ; 5,85 г NaCl ; б) 2,9 г Na_2SO_4 ; 8,5 г NaNO_3 .
 9. а) $\approx 1216,7$ г; б) $\approx 121,7$ г. 10. 78 г. 11. 2,67 мл. 12. 3 KClO_3 .
 13. ≈ 395 мл H_2O ; 118,4 мл H_2SO_4 . 14. -3; +5; +5; +3; +1.
 15. +3; +5; +5; +4; -3; +5; -3. 16. 0,8 г CuO ; 0,112 л CO_2 .
 17. $\approx 39,2\%$; $\approx 21,3\%$; $\approx 67,6\%$. 18. 0,3 г. 19. Кисень. 20. Fe_3O_4 .
 21. 20%. 23. 52,5 г. 24. 10,6 г Na_2CO_3 ; 8,8 г CuO . 25. 17,4 мл. 26.
 $\approx 2,04$ г KClO_3 ; 0,11 г MnO_2 . 27. Mn ; 0,28 г. 28. 7750 г; сірка. 29. а)
 $\text{A} - \text{PbO}_2$ (86,61% Pb ; 13,39% O); б) $\text{B} - \text{PbO}$ (92,83% Pb ; 7,17%
 O); в) $\text{B} - \text{Pb}_3\text{O}_4$ (90,66% Pb ; 9,34% O). 30. 38 г; 5,6 л N_2 . 31.
 CaCO_3 . 32. NH_3 . 33. $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. 34. Fe_2O_3 ;
 $\text{V} : \text{V}_1 = 3 : 2$. 35. KClO_3 . 36. 24,5 г KClO_3 (73,31%); 1,02 г MnO_2
(3,05%); 7,9 г KMnO_4 (23,64%). 37. 65,7 т. 38. Літій; 84,8% K ;
15,2% Li . 39. 548 г; 603 г. 40. 34,2%; 24,6 г. 41. 6,24%; 84,8 мл;
15,8 г. 42. 315 г; 453 г. 43. 3,6 г; 4,48 л; $\text{Ca} : \text{C} : \text{O} = 10 : 3 : 2$.
44. $\approx 18,67$ мл H_2SO_4 ; 224 мл CO_2 . 45. 265,5 мл. 46. 2,49 г BaO
(16,93%); 12,22 г BaSO_4 (83,07%). 47. 16,25 г FeO ; 33 г Na_2CO_3 .
48. 78,57%. 49. 53,27% FeSO_4 ; 46,73% $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. 50. 0,168 г;
0,09 г H_2O .

Задачі для 8 класу

1. Удвічі; $\approx 52,7\%$. 2. 17,5 г; $\approx 28,57\%$; $\approx 42,86\%$. 3. 110,61 кДж.
 4. CaC_2 . 5. Al_4C_3 . 6. 0,565 г; 42,48% Mg ; 57,52% Zn . 7. 1,132 г
 $\text{La}_2(\text{SO}_4)_3$. 8. $\text{A} - \text{H}$; $\text{B} - \text{O}$; $\text{B} - \text{Cl}$; ${}^1_1\text{H}$; ${}^2_1\text{D}$; ${}^3_1\text{T}$; ${}^{16}_8\text{O}$; ${}^{17}_8\text{O}$; ${}^{18}_8\text{O}$;
 ${}^{35}_{17}\text{Cl}$; ${}^{37}_{17}\text{Cl}$. 9. $\text{A} - \text{P}$; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$; $\text{X} - \text{H}$; $1s^1$; $\text{Y} - \text{Cl}$;
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. 10. 226,7 т. 11. 1,38 л H_2 . 12.
53,4% NaCl ; 46,6% KCl . 13. Залізо. 14. 2,98 г KCl ; 4,14 г K_2CO_3 .
15. F , O , Cl , C , H ; $\overline{\text{F}_2\text{O}}$ $\overline{\text{Cl}_2\text{O}}$; $\overline{\text{CO}_2}$; $\overline{\text{CH}_4}$. 16. 0,971 ат. 17. Марганець;
0, +2, +3; +4, +6, +7; $3d^5 4s^2$; $3d^5$; $3d^4$; $3d^3$; $3d^1$; $3p^6$;
 MnO , Mn_2O_4 ; Mn_2O_3 ; MnO_2 ; Mn_2O_7 . 18. $\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. 19.
62% MnO_2 ; 38% Fe_2O_3 . 20. ≈ 167 г. 21. 68 г AgNO_3 . 22. Марганець,
 Mn_2O_4 . 23. 0,076% NH_3 , або 0,16% NH_4OH . 24. а) До реакції:
8,08 г (0,08 моль) KNO_3 ; 4,9 г (0,04 моль) KClO_3 ; 1,17 г (0,02 моль)
 NaCl ; б) після реакції: 6,8 г (0,08 моль) KNO_3 ; 2,98 г (0,04 моль)
 KCl ; 1,17 г (0,02 моль) NaCl . 25. $\text{A} - \text{Mg}$; $\text{B} - \text{Si}$; $\text{B} - \text{O}$; $\text{X} - \text{CO}_2$;
 SiH_4 ; H_2O ; H_2O_2 ; MgO ; Mg_2Si ; SiO_2 ; MgSiO_3 . 26. Zn . 27. Fe_3O_4 . 28.
 $\text{A} - \text{P}$; 0,2 моль P_2O_5 . 29. 27,83% NaCl ; 72,17% NaBr . 30. NaCl ;

Pb(NO₃)₂; PbCl₂. 31. A—Fe₃O₄; 33,6 мл; 0,13 моль. 32. 46,6 г. 33. 6,25% Fe₃(SO₄)₃; 24% NaOH. 34. 21,4 г (0,2 моль) Fe(OH)₃; 32,5 г (0,2 моль) FeCl₃; 13,5 г (0,23 моль) NaCl. 35. Кисла. 36. HClO₄. 37. Cr₂O₃; 26 г Cr. 38. KCl · MgSO₄ · 3H₂O. 39. 1,12 л; 3,11%; 0,2 M. 40. A—Ca; B—S; B—C; 1—CaH₂; 2—H₂S; 3—CH₄; 4—CaO; 5—SO₂; 6—CO₂; 7—Ca(OH)₂; 8—CaSO₃; 9—CaCO₃; 10—CaS; 11—CS₂; 12—CaC₂. 41. A—BaS; B—BaO; B—H₂S; Г—H₂O₂; Д—O₂. 42. A—Mg; B—Si; Mg₂Si; 1—SiH₄; II—MgCl₂. 43. X—O₂; Y—Cl₂; Z—F₂; A—H₂O; B—HCl; B—HF; Г—SiO₂; Д—SiF₄. 44. A—Cr; B—S. 45. (NH₄)₂ HPO₄. 46. 3MgCO₃ · Mg(OH)₂ · 3H₂O.

Задачі для 9—10 класів (неорганічна хімія)

1. 0,092 н. 2. 40% CO; 60% CO₂; 0,5 M. 3. 9,42 моль; 132,7 мл. 4. 75% Cl₂; 25% H₂. 5. 0,02 моль HCl; 0,144 моль H₂SO₄. 6. 336 л; 480 л. 7. 1 н; кисла; 10 мл 1 M розчину Ba(OH)₂. 8. 60,32%; 4566 мл; 9182 мл. 9. 400 г; 16 в. о. 10. 27° C; 6,02 · 10²⁴ молекул; 10 моль. 11. 5,7% Ca; 27,7% Zn; 34,5% ZnO; 32,1% CaO. 12. Алюміній; 2,99 л. 14. 2M KOH. 15. Друга; 100 мл H₂SO₄. 18. 1,7 кг. 21. Кадмій. 22. а) Ni; б) так. 23. Cr(OH)₃. 24. Реній. 25. A—Na; B—Mg; C—Al; X—Cl; Y—Br; Z—I. 26. HOOC—CH₂—CH₂—COOH. 27. 3,36 т. 28. 444,5 кг. 29. 0,52. 30. Мідь. 31. Алюмінію. 32. 13 г Zn; 16,8 г Fe; 10,8 г Al. 33. 25,26% B; 74,74% Cu; 35. 200 мл N₂; 9 мл O₂; 24 мл CO₂; тиск зменшиться. 37. H₂ виділяється; D₂O в розчині. 39. CdSO₄. 40. 56,2% CuSO₄; 43,8% CdSO₄. 41. 79,9% N₂; 9,9% O₂; 10,2% SO₂. 42. 49,57 г. 43. 0,525 M; 4,02%. 44. 839 г. 45. а) У точці еквівалентності електропровідність зменшиться; б) у точці еквівалентності чиста вода; в) для цього випадку буде проміжна крива електропровідності. 46. 52,4% Al₂S₃; 47,6 NiS; ≈ 3,48 л; X—SO₂. 47. MnS; MnO₂. 49. 41% CaSO₄; 26% інших домішок. 50. Марганець. 51. 21 г; A—Fe; 1—Fe₃(SO₄)₃; 2—Fe(OH)₃; 3—K₂FO₄; 4—Fe(NO₃)₃ · 6H₂O. 52. A—Cr; B—S; B—SO₂; Г—H₂SO₄; Д—K₂CrO₄; E—K₂Cr₂O₇; Ж—CrO₃; I—CrSO₄; 2—Cr₂(SO₄)₃. 53. 52% Zn; 48% Mg. 54. CuSO₄; KI. 55. 42,86% CH₄; 57,14% C₂H₂; 18,27% Al₄C₃; 81,73% BaC₂. 56. 0,5 M AgNO₃; 0,4 M Cu(NO₃)₂; 5,4 г Ag; 3,2 г CuO. 57. 48,98 л H₂; 24,49 л O₂. 58. 16 г; 12,8 г; 25,2 г. 59. N₂; CO; B₂H₆; C₂H₄; 28 в. о. 60. Al—24%; Mg—56%; Fe—8%; Zn—12%. 61. ≈ 6 л. 63. 0,2 моль HBr (16%).

Задачі з органічної хімії

1. C₃H₈. 2. A—C₆H₆; B—C₆H₅NO₂; B—C₆H₅NH₂; Г—C₆H₅NH₂ · HCl. 3. C₂F₄. 4. CH₃COOH і CH₃CHO; HC≡CH + HOH $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$ → (CH₂=CHOH) → CH₃CHO (реакція Кучерова). 5. а) CH₂=CH₂ + $\frac{1}{2}$ D₂O $\xrightarrow{\text{H}_3\text{PO}_4}$ → CH₂D—CH₂—OD $\xrightarrow{\text{Na}}$ CH₂D—CH₂—ONa $\xrightarrow{\text{H}^+}$ → CH₂D—CH₂OH; б) CH₂=CH₂ $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$ CH₃—CH₂—OH $\xrightarrow{\text{Na}}$ → CH₃—CH₂—ONa $\xrightarrow{\text{D}_2\text{O}}$ CH₃—CH₂—OD; в) CH₂=CH₂ → $\xrightarrow{(\text{O})+\text{D}_2\text{O}}$ CH₂OD—CH₂OD. 6. 2,24 л суміші C₂H₆, C₃H₈ та C₄H₁₀.

7. 94,8 г KMnO_4 ; 200 мл. 8. $\approx 11,64$ мл; $\approx 69,84$ мл. 9. А — C_6H_6 ; В — C_6H_{12} (циклогексан); Г — $\text{C}_6\text{H}_5\text{OSO}_3\text{H}$; Д — $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (хлорбензол застосовують у виробництві аніліну). 10. HCOOH . 11. $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$; CH_3COOH ; CH_3ICOOH ; CH_2FCOOH ; CH_2BrCOOH ; CH_2ClCOOH . 12. А — циклогексادیєн; В — бензол; Г — циклогексан. 13. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ — пропіловий або ізопропіловий спирт; утворюється ефір $\text{C}_3\text{H}_7\text{OOSH}$,

або $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \text{CHOOSH}$ (метилетиловий ефір $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$ не підходить — він не реагує з кислотою).

14. $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$; по $1792 \text{ м}^3 \text{ HC} \equiv \text{CH}$ і HCl . 15. Вінілацетат $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{OCH} = \text{CH}_2$. 16. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$.

17. $\text{CaC}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HC} \equiv \text{CH} \xrightarrow{\text{HCN}} \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CN} \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{(1+)} \text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$. 18.

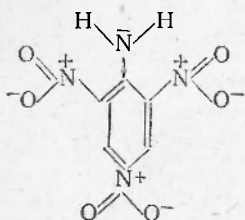
Етилен. 19. $\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{A} - \text{CH}_2 - \text{C} \\ | \\ \text{OH} \end{matrix} \text{NH}_2$ (амін гліколевої кислоти);

$\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{B} - \text{CH}_2 - \text{C} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{matrix} \text{OH}$ (гліцин); $\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{B} - \text{CH}_2 - \text{C} \\ | \\ \text{OH} \end{matrix} \text{OH}$ (гліколева кислота). 21.

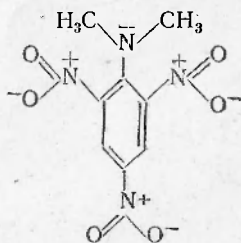
а) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц.}]{\text{I}^+} \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{H}_2\text{O}} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3 \xrightarrow{(\text{O})} \text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$; б) $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3 \xrightarrow{\text{H}} \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ (далі як у попередньому способі); в) $2\text{CH}_3\text{COOH} +$

$+ \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \xrightarrow{(\text{O})} \text{CaCO}_3 + \text{CH}_3\text{COCCH}_3$. 22. Вихідна суміш: 10% C_3H_8 ; 90% O_2 ; добута суміш: 42,86% CO_2 ; 57,14% O_2 . 23. C_2Cl_4 ; 213 кг, або 67,2 $\text{м}^3 \text{ Cl}_2$. 24. 334,8 кг. 25. $(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO})_2\text{Cu}$. 26. Вихідна суміш: 60% C_3H_8 ; 40% C_4H_{10} ; добута суміш: по 50% CO_2 і O_2 . 27. 224 мл (40%) CH_4 ; 224 мл (40%) C_2H_4 ; 112 мл (20%) C_2H_2 .

28. Незначна різниця в основності аніліну та N, N-диметиланіліну (сильніша за анілін основа) узгоджується з уявленням про невеликий позитивний індукційний ефект метильних груп у другій сполучі. Різка різниця основностей 2, 4, 6-тринітроаніліну (I) та 2, 4, 6-тринітродиметиланіліну пояснюється тим, що збільшення об'єму замісників біля атома азоту спричинює поворот навколо C—N-зв'язку, порушення площинна будова молекули. При цьому зменшується спряження аміногрупи з ядром I, як наслідок, збільшується основність аміну (II).

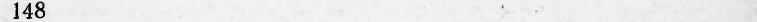
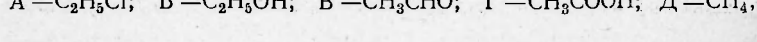
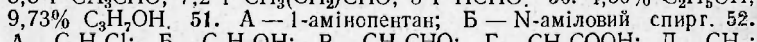
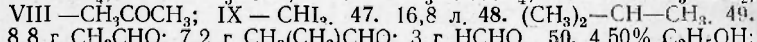
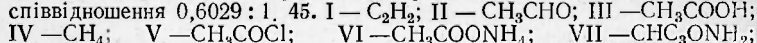
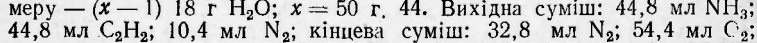
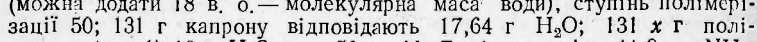
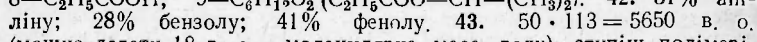
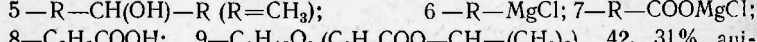
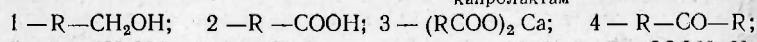
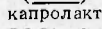
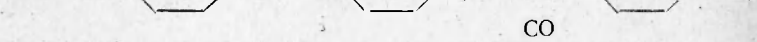
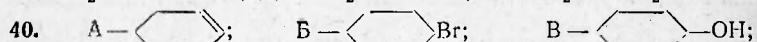
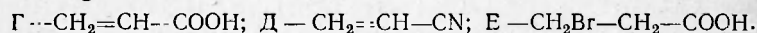
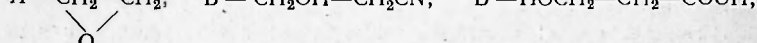
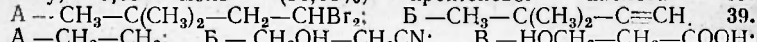
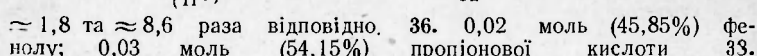
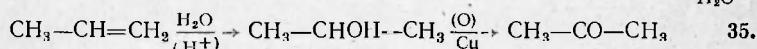
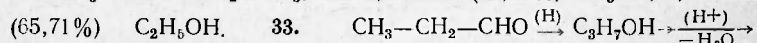
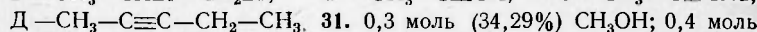
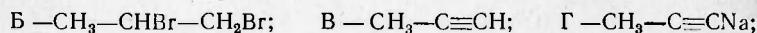
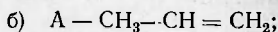
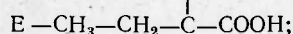
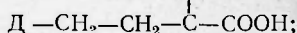
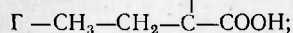
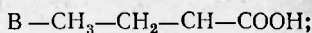
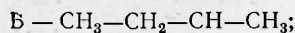


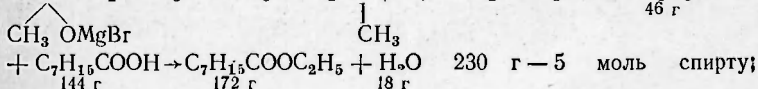
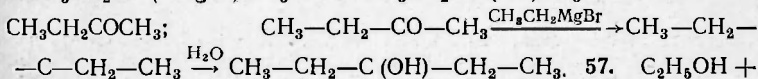
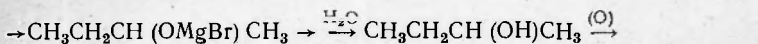
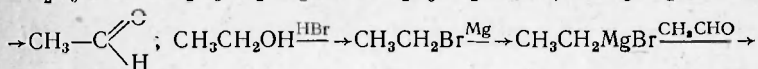
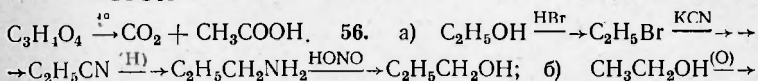
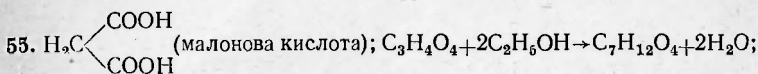
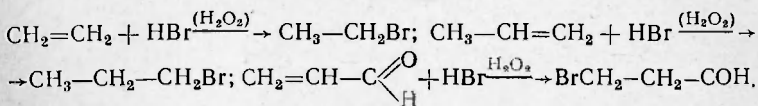
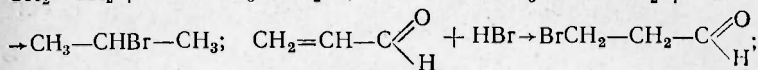
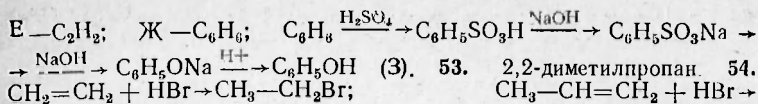
I



II

29. I — $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$; II — CH_3COOH ; III — $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; IV — CH_3COONa ; V — $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$. 30. а) А — $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH—CH}_3$;

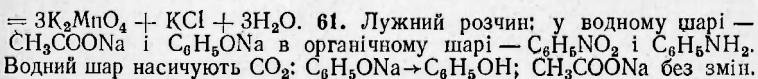
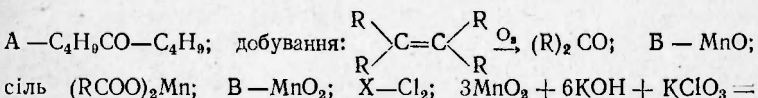




$$180 \text{ г} - 1,25 \text{ моль кислоти}; \quad 127 \text{ г} - 0,74 \text{ моль ефіру}; \quad 0,74 \text{ моль води};$$

$$K_{\text{рівн.}} = \frac{[\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOC}_2\text{H}_5] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}] \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{0,74^2}{4,26 \cdot 0,51}; \quad K_{\text{рівн.}} = 0,252; \quad \text{щоб}$$

підвищити вихід, треба відганяти ефір чи забирати воду (пропускати газ HCl або добавити безводний CuSO_4). 58. а) I — $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$; II — $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$; III — $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_3$; IV — $\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$; V — $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$; VI — $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$; б) А — $\text{HC}\equiv\text{CH}$; I — C_6H_5 ; II — $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$; III — $\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{Na}$; IV — $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$; V — $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$; VI — $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$; VII — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}-\text{OH}$; VIII — капролактан. 59. Ізомери C_6H_{12} : гексен-1; гексен-2; гексен-3; 2-метилпентен-1; 2-метилпентен-2; 2-метилпентен-3; 4-метилпентен-1; 3-метилпентен-2; 3-метилпентен-1; 3,3-диметилбутен-1; 2,3-диметилбутен-1; 2,3-диметилбутен-2. 60.



Фенол можна відігнати з водяною парою або екстрагувати. При обробці органічного шару соляною кислотою (нейтралізація): в розчині анілін, нітробензол (без змін); утворений $C_6H_5NH_2 \cdot HCl$ обробити лугом, а утворений анілін вилучити за допомогою ефіру або відігнати з водяною парою. 62. CH_3CHO ; $CH_3-CH-OH$; $CH_3-CH=N-OH$



(оксим оцтового альдегіду).

Задачі всесоюзних олімпіад.

Задачі для 8 класу

- 82,35%; 41,48 мл. 2. X — H_2SO_4 ; A — Na_2SO_3 ; B — $NaCl$; B — SO_2 ; Г — Cl_2 (або A — метал; B — MnO_2 чи PbO_2 і т. д.). 3. Взаємодією з: а) KBr , KI , Zn та ін. металами, цукром, $FeSO_4$; б) P , H_2O_2 , K_2SO_3 , CO , NO ; в) сіркою тощо. 4. ≈ 2 г Fe. 5. Rb_2SeO_3 . 6. Оксид германію. 8. $LiCl$. 10. Mn і MnO_2 , Pb і PbO_2 тощо. 12. 52,76%. 14. 23,68% Al 76,32% Fe_3O_4 . 15. Li і $K(1:1)$. 16. X — H_2S , H_2Se , H_2Te . 17. A — водень. 19. A — KOH ; B — $KHCO_3$; C — K_2CO_3 ; Д — CO_2 . 20. $KMnO_4$ і H_2SO_4 (конц.); Al і BBr_3 ; NH_4OH і I_2 . 21. 8,1 г $Ba(OH)_2$; 7,2 г H_2O ; X — $Ba(OH)_2 \cdot 4H_2O$. 22. На ординаті відкладемо молекулярні маси хлоридів, а на абсцисі — їхню густину (мал. 5). За графіком $M_{MeCl_2} = 79$ в. о. При $n = 1$ $A_{Me} = 79 - 35,5 = 43,5$ (такого металу немає;

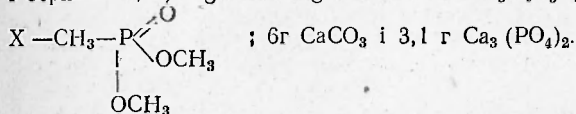
при $n = 2$ $A_{Me} = 79 - 71 = 8$ (це наближене значення атомної маси берилію). 23. 50% (за об'ємом). 25. Re ; Re_2O_7 . 26. Cu_2S ; SnS ; Mo_2S_3 ; $Sn(OH)_2$. 27. $Na_2[Zn(OH)_4]$ і $ZnCl_2$; $Na_3[Al(OH)_6]$ і $AlCl_3$; $FeCl_3$ і $K_4[Fe(CN)_6]$; $MnSO_4$ і $KMnO_4$; $Mg(HCO_3)_2$ і $MgCl_2$. 28. 6,3 г. 29. A — вода; B — лужний або лужноземельний метал; B — луг; Д — водень; E — гідрид.

Задачі для 9 класу

- Розчин сірчастого газу і хлорна вода поведуть себе аналогічно.
- Виділилося 8 г Cu ; з часом 4 г прореагувало з HNO_3 ; залишилося 4 г Cu . 3. а) $BaCl_2$, $ZnCl_2$, H_2SO_4 , Na_2CO_3 ; б) $BaCl_2$, $ZnSO_4$, H_2SO_4 , Na_2CO_3 ; в) $BaCl_2$, $ZnSO_4$, HCl , Na_2CO_3 . 4. 1 — $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$; 2 — $Na_2S_2O_3$; 3 — SO_2 ; 4 — NO_2 ; 5 — S ; 6 — SO_3 ; 7 — NO . 6. BeH_2 . 8. H_2 ; OF_2 ; 0,863. 15. $Fe(CO)_5$ (підина). 17. По 40% CO і O_2 ; 20% H_2 . 21. 8,46 г (85,5%) $Cu(NO_3)_2$; 1,44 (14,5%) C . 22. 4,08 г (40,5%) Ni ; 6,00 г (59,5%) Sn . 23. A — P ; B — Mg_3P_2 ; B — PH_3 ; Г — HCl ; Д — PCl_5 ; E — $NaCl$ (або KCl); Є — Na_3PO_4 (або K_3PO_4).

Задачі для 10 класу.

1. А — оцтова кислота; В — ацетат кальцію; С — ацетон. 2. $X - C_3H_5O_3$ (гліцерин); $Y -$ тринітрогліцерин. 6. $HOOC-CH_2-CH_2Cl$; $ONHCH_2-CHON-CH_2Cl$. 7. 106 г/л Na_2CO_3 ; 225,1 г/л Na_2SO_3 . 9. 0,95 г $MgCl_2$. 11. 1 — $AgCl$; 2 — NH_4OH ; 3 — $[Ag(NH_3)_2]Cl$; 4 — Ag ; 5 — CO ; 6 — H_2S ; 7 — Ag_2S ; 8 — SO_2 ; 9 — Ag_2SO_4 ; 10 — AgI ; 11 — H_2O ; 12 — S . 14. 70%. 15. $Cr_2(SO_4)_3$ та $K[Cr(OH)_4]$. 16. CH_3COOH . 17. I — NH_3 ; II — C_2H_4 ; III — H_2S ; IV — SO_2 ; V — N_2 ; VI — $C_2H_4Br_2$. 18. А — $KClO_3$; В — Cl_2 ; 19. 18,67 г Fe; 11,2 л Cl_2 . 21. $CH_3-CH(OC_2H_5)_2$. 26. $ROH - (CH_3)_3COH$; $R'OH - CH_3OH$. 29. Ca_3N_2 або $Ca(NH_2)_2$. 31. 2,23 г. 32. а) $CaCl_2$ і Na_2HPO_4 ; гліцерин; і борна к-та; б) HgO . 33. Mg і C. 34. А — $C_3H_9O_3P$, або $(CH_3O)_3P$:



35. 3,84 мл. 36. K_2O і KO_2 ; Rb_2O і RbO_2 ; Cs_2O і CsO_2 ; Na_2O і NaO_2 ; Cl_2O і ClO_2 ; N_2O і NO_2 ; Cu_2S і CuS_2 ; H_3N і NH_3 ; C_2H_4 і C_4H_2 ; C_4H_6 і C_6H_4 та ін. 37. 25% C_2H_6 ; 25% C_2H_2 ; 50% C_3H_6 . 38. CD_4 . 39. NiP . 40. HCl . 41. $CuSO_4$. 42. 0,4 М фенолу; 0,8 М етанолу; 1,2 М оцтової кислоти. 43. $(CH_3)_2CH-(CH_2)_2CH-(CH_3)_2$ (2,5-диметилгексан). 44. 1,0533 г/см³. 45. $X-Cr$; $Y-S$. 46. А — циклогексен; Б — циклогександіол; В — бромциклогексан; Г — циклогексанол; Д — циклогексанон; Е — циклогександіон; Є — адипінова кислота. 47. 7,4 г вторинного і 14,8 г первинного спиртів. 48. $A-CH_3-CH(OH)-CH_2-COO-(CH_2)_2-CH_3$. 49. 0,32 г MoS_2 . 50. $C_6H_5-CH=CH_2$. 51. $Na_3SbS_4 \cdot 9H_2O$. 52. Співполімеризація. 53. As_2S_3 . 54. Ni . 55. C_4H_{10} ; $Si(CH_3)_4$; B_4H_{10} . Виділити водень можна високотемпературним крекінгом або електролізом води, що утворилася при спалюванні сполук. 56. A_xB_y-ZnS . 57. 66% C_6H_6 . 59. $Cu(NO_3)_2 \cdot 8H_2O$. 60. $A-HCOOCH=CH-CH_2-CH_2-CH_3$. 61. Be, Mg або Zn. 62. 18,7 г; $\approx 19,78\%$ кислоти; $\approx 80,22\%$ спирту. 63. 448 мл. 64. Пентан і гептан (0,01 і 0,02 моля); гексан і октан (0,025 і 0,005 моль) та ін.

ДОДАТОК

Процентна концентрація і густина розчинів кислот
і лугів при температурі 18° С

%	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	KOH	NaOH	NH ₃
1	2	3	4	5	6	7
4	1,027	1,022	1,019	1,033	1,046	0,983
6	1,040	1,033	1,029	1,048	1,069	0,973
8	1,055	1,044	1,039	1,065	1,092	0,967
10	1,069	1,056	1,049	1,082	1,115	0,960
12	1,083	1,068	1,059	1,100	1,137	0,958
14	1,098	1,080	1,069	1,118	1,159	0,946
16	1,112	1,093	1,079	1,137	1,181	0,939
18	1,127	1,106	1,089	1,156	1,203	0,932
20	1,143	1,119	1,100	1,176	1,225	0,926
22	1,158	1,132	1,110	1,196	1,247	0,919
24	1,174	1,145	1,121	1,217	1,268	0,913
26	1,190	1,158	1,132	1,240	1,289	0,908
28	1,205	1,171	1,142	1,263	1,310	0,903
30	1,224	1,184	1,152	1,286	1,332	0,898
32	1,238	1,198	1,163	1,310	1,352	0,893
34	1,255	1,211	1,173	1,334	1,374	0,889
36	1,273	1,225	1,183	1,358	1,395	0,884
38	1,290	1,238	1,194	1,384	1,416	—
40	1,307	1,251	—	1,411	1,437	—
42	1,324	1,264	—	1,437	1,458	—
44	1,342	1,277	—	1,460	1,478	—
46	1,361	1,290	—	1,485	1,499	—
48	1,380	1,303	—	1,511	1,519	—
50	1,399	1,316	—	1,538	1,540	—
52	1,419	1,328	—	1,564	1,560	—
54	1,439	1,340	—	1,590	1,580	—
56	1,460	1,351	—	1,616	1,601	—
58	1,482	1,362	—	—	1,622	—
60	1,503	1,373	—	—	1,643	—
62	1,525	1,384	—	—	—	—
64	1,547	1,394	—	—	—	—
66	1,571	1,403	—	—	—	—
68	1,594	1,412	—	—	—	—

Продовження табл.

%	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	KOH	NaOH	NH ₃
1	2	3	4	5	6	7
70	1,617	1,421	—	—	—	—
72	1,640	1,429	—	—	—	—
74	1,664	1,437	—	—	—	—
76	1,687	1,445	—	—	—	—
78	1,710	1,453	—	—	—	—
80	1,732	1,460	—	—	—	—
82	1,755	1,467	—	—	—	—
84	1,776	1,474	—	—	—	—
86	1,793	1,480	—	—	—	—
88	1,808	1,486	—	—	—	—
90	1,819	1,491	—	—	—	—
92	1,830	1,496	—	—	—	—
94	1,837	1,500	—	—	—	—
96	1,840	1,504	—	—	—	—
98	1,841	1,510	—	—	—	—
100	1,838	1,522	—	—	—	—

18	—	94	62	232	133	30	40	61	71	80	223	217	172	10
18	35	56	40	125	171	74	58	99	89	98	241	235	90	10
36,5	53,5	74,5	58,5	143,5	208	111	95	136	126	135	278	272	127	16
81	98	119	103	188	297	200	184	225	215	224	367	361	216	2
128	145	166	150	235	391	294	278	319	309	—	461	455	310	4
34	68	110	78	248	169	72	56	97	87	96	239	233	88	2
63	80	101	85	170	261	164	148	189	179	188	331	325	180	2
82	116	158	126	296	217	120	104	145	135	144	287	281	136	3
98	132	174	142	312	233	136	120	161	151	160	303	297	152	4
62	96	138	106	276	197	100	84	125	115	124	267	261	116	2
78	112	154	122	292	213	116	100	141	131	140	283	277	132	3
98	149	212	164	419	601	310	262	385	355	382	811	793	358	1
60	77	98	82	167	255	158	142	183	173	182	325	319	174	2

РОЗЧИННІСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ ТА ОСНОВ У ВОДІ

	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Fe
		P	P	P	—	P	M	H	H	H	—	M	H
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	M	P
	P	P	P	P	H	—	—	—	H	H	H	H	H
	P	P	P	P	M	M	M	M	M	—	—	H	M
	P	P	P	P	M	H	M	P	P	P	—	M	P
	P	P	P	P	M	M	H	M	—	—	H	H	H

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ

		Г Р У П П И					
ПЕРІОДИ	РЯД	I	II	III	IV	V	
I	1	1 H ВОДЕНЬ 1,008					
II	2	3 Li ЛІТІЙ 6,94	4 Be БЕРИЛІЙ 9,01	5 B БОР 10,81	6 C ВУГЛЕЦЬ 12,011	7 N АЗОТ 14,007	
III	3	11 Na НАТРІЙ 22,99	12 Mg МАГНІЙ 24,31	13 Al АЛЮМІНІЙ 26,98	14 Si КРЕМНІЙ 28,09	15 P ФОСФОР 30,97	
IV	4	19 K КАЛІЙ 39,10	20 Ca КАЛЬЦІЙ 40,08	Sc 21 СКАНДІЙ 44,96	Ti 22 ТИТАН 47,90	V 23 ВАНАДІЙ 50,94	
	5	Cu 29 МІДЬ 63,55	Zn 30 ЦИНК 65,37	31 Ga ГАЛІЙ 69,72	32 Ge ГЕРМАНІЙ 72,59	33 As МИШ'ЯК 74,92	
V	6	37 Rb РУБІДІЙ 85,47	38 Sr СТРОНЦІЙ 87,62	Y 39 ІТРІЙ 88,91	Zr 40 ЦИРКОНІЙ 91,22	Nb 41 НІОБІЙ 92,91	
	7	Ag 47 СРІБЛО 107,89	Cd 48 КАДМІЙ 112,40	49 In ІНДІЙ 114,82	50 Sn ОЛОВО 118,69	51 Sb СУРМА 121,75	
VI	8	55 Cs ЦЕЗІЙ 132,91	56 Ba БАРІЙ 137,34	La* 57 ЛАНТАН 138,91	Hf 72 ГАФНІЙ 178,49	Ta 73 ТАНТАЛ 180,95	
	9	Au 79 ЗОЛОТО 196,97	Hg 80 РТУТЬ 200,59	81 Tl ТАЛІЙ 204,37	82 Pb СВИНЕЦЬ 207,19	83 Bi ВІСМУТ 209,00	
VII	10	87 Fr ФРАНЦІЙ [223]	88 Ra РАДІЙ [226]	Ac** 89 АКТИНІЙ [227]	Ku 104 КУРЧАТОВІЙ [264]		
ВИЩІ ОКСИДИ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	
ЛЕТКІ ВОДНЕВІ СПОЛУКИ					RH ₄	RH ₃	
* ЛАНТАНОЇДИ		Ce 58 ЦЕРІЙ 140,12	Pr 59 ПРАЗЕОДИМ 140,00	Nd 60 НЕОДИМ 144,24	Pm 61 ПРОМЕТІЙ [145]	Sm 62 САМАРІЙ 150,35	Eu 63 ЄВРОПІЙ 151,96
** АКТИНОЇДИ		Th 90 ТОРІЙ 232,04	Pa 91 ПРОТАКТИНІЙ [231]	U 92 УРАН 238,03	Np 93 НЕПУТІЙ [237]	Pu 94 ПЛУТОНІЙ [242]	Am 95 АМЕРИЦІЙ [243]

ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄВІ

Е Л Е М Е Н Т І В							
VI		VII		VIII			
		(H)		2 He ГЕЛІЙ 4,00			
8 O КИСЕНЬ 15,999		9 F ФТОР 19,00		10 Ne НЕОН 20,18			
16 S СІРКА 32,06		17 Cl ХЛОР 35,45		18 Ar АРГОН 39,95			
Cr 24 ХРОМ 52,00		Mn 25 МАРГАНЕЦЬ 54,94		Fe 26 ЗАЛІЗО 55,85		Co 27 КОБАЛЬТ 58,93	
				Ni 28 НІКЕЛЬ 58,71			
34 Se СЕЛЕН 78,96		35 Br БРОМ 79,90		36 Kr КРИПТОН 83,80			
Mo 42 МОЛІБДЕН 95,94		Tc 43 ТЕХНЕЦІЙ [99]		Ru 44 РУТЕНІЙ 101,07		Rh 45 РОДІЙ 102,90	
				Pd 46 ПАЛАДІЙ 106,40			
52 Te ТЕЛУР 127,60		53 I ЙОД 126,90		54 Xe КСЕНОН 131,30			
W 74 ВОЛЬФРАМ 183,85		Re 75 РЕНІЙ 186,22		Os 76 ОСМІЙ 190,20		Ir 77 ІРІДІЙ 192,20	
				Pt 78 ПЛАТИНА 195,09			
84 Po ПОЛОНІЙ [210]		85 At АСТАТ [210]		86 Rn РАДОН [222]			
RO ₃		R ₂ O ₇		RO ₄			
RH ₂		RH					
Gd 64 ГАДОЛІНІЙ 157,25		Tb 65 ТЕРБІЙ 158,92		Dy 66 ДИСПРОЗІЙ 162,50		Ho 67 ГОЛЬМІЙ 164,93	
				Er 68 ЕРБІЙ 167,26		Tm 69 ТУЛІЙ 168,93	
Cm 96 КУРІЙ [247]		Bk 97 БЕРКЛІЙ [247]		Cf 98 КАЛІФОРНІЙ [249]		Es 99 ЕЙНШТЕЙНІЙ [254]	
				Fm 100 ФЕРМІЙ [253]		Md 101 МЕНДЕЛЄВІЙ [256]	
				No 102 НОБЕЛІЙ [255]		Lr 103 ЛОУРЕНСІЙ [257]	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ, РЕКОМЕНДОВАНОЇ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ХІМІЧНИХ ОЛІМПІАД

Адамович Т. П., Васильєва Г. И., Попкович Г. А., Улазова А. Р. Сборник упражнений и усложненных задач с решениями по химии. Минск, Высшая школа, 1978.

Буринська Н. М. Тренувальні вправи з неорганічної хімії. К., Радянська школа, 1979.

Буринська Н. М. Тренувальні вправи з органічної хімії. К., Радянська школа, 1975.

Глинка Н. Л. Общая химия. М., Химия, 1977.

Григор'єва В. В. Основні класи неорганічних сполук. К., Радянська школа, 1973.

Кузьменко Н. Е., Чуранов С. С. Общая и неорганическая химия. М., Изд-во Моск. ун-та, 1977.

Некрасов Б. В. Основы общей химии. М., Химия, т. 1, 2, 1973.

Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Т. Органическая химия. М., Высшая школа, 1973.

Пилипенко А. Т., Починок В. Я., Середа И. П., Шевченко Ф. Д. Справочник по элементарной химии. К., Наукова думка, 1977.

Середа І. П. Конкурсні задачі з хімії для вступаючих до вузів. К., Вища школа, 1977.

З М І С Т

Передмова	8
Розділ I. Типові олімпіадні задачі та їх розв'язання	4
Задачі для 7 класу	4
Задачі для 8 класу	13
Задачі для 9—10 класів (неорганічна хімія)	33
Задачі з органічної хімії	71
Розділ II. Задачі для самостійного розв'язування	
Задачі для 7 класу	89
Задачі для 8 класу	94
Задачі для 9—10 класів (неорганічна хімія)	101
Задачі з органічної хімії	111
Задачі всесоюзних олімпіад	122
Відповіді до розділу II	145
Додаток	152
Список літератури, рекомендованої для підготовки до хімічних олімпіад	158

**НИНА НАЗАРОВНА МУШКАЛО,
ВАЛЕНТИНА ІЛЬЙНИЧНА БРАЙКО
ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ХИМИИ**

Пособие для учителей
Издание второе, переработанное
(на украинском языке)

Издательство «Радянська школа» Государственного комитета Украинской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли

Зав. редакції біології і хімії *Н. І. Зайченко*

Редактор *Л. П. Величко*. Літредактор *Л. П. Фалінська*. Художній редактор *В. Ф. Монжеран*. Обкладинка художника *О. А. Гайдая*. Технічний редактор *В. М. Зайцева*. Коректор *О. В. Іванова*.

Информ. бланк № 1740.

Здано до набору 20.06.78. Підписано до друку 31.01.79. БФ 10072. Формат 84 × 108¹/₃₂. Папір друк. № 3. Гарнітура літературна. Спосіб друку високий. Умовн. арк. 8,4. Обл-видавн. арк. 7,62. Тираж 70 000. Видавн. № 25949. Зам. № 8-259. Ціна 20 к.

Видавництво «Радянська школа» Державного комітету Української РСР у справах видавництв, поліграфії і книжкової торгівлі, 252053. Київ, вул. Юрія Коцюбинського, 5. Темплан 1979 р.

Книжкова фабрика ім. М. В. Фрунзе Республіканського виробничого об'єднання «Поліграфкнига» Держкомвидав УРСР, Харків, Донець-Захаржевська, 6/8.