

ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ З ХІМІЇ

**Полтавський обласний інститут післядипломної
педагогічної освіти ім. М.В.Остроградського**

О Л І М П І А Д Н І З А Д А Ч І
З Х І М І Ї

Полтава
2007

Олімпіадні задачі з хімії. Навчально-методичний посібник / Автори-упорядники: Н.І. Шиян, О.О. Буйдіна, Т.О.Кравченко – Полтава: ПОІШПО, 2007. – 68 с.

Рецензенти:

- кандидат хімічних наук, доцент Полтавського державного педагогічного університету ім. В.Г. Короленка **Ю.В. Самусенко**
- вчитель хімії Полтавської гімназії № 32, вчитель-методист, заслужений учитель України **Л.О. Севастьян**

Затверджено на засіданні вченої ради Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти ім.М.В.Остроградського від 28.08.2007 протокол № 4.

У посібнику подані завдання II та III етапів олімпіад з хімії за 2005-2007 рр. в Полтавській області. Завдання згруповані за етапами та навчальними роками, до кожного з них наведені розв'язки. Представлені відомості про результати олімпіад з хімії в Полтавській області, учнів-призерів та їх учителів.

Навчально-методичний посібник призначений для учнів загальноосвітніх навчальних закладів, абітурієнтів, студентів факультетів природничих дисциплін, учителів хімії, організаторів олімпіад.

ISBN 966-7215-71-7

©ПОІШПО, 2007

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
ЧАСТИНА 1. ЗАВДАННЯ ТА ОРІЄНТОВНІ РОЗВ'ЯЗКИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ 2005-2006 НАВЧАЛЬНОГО РОКУ	5
II ЕТАП	5
8 клас	5
9 клас	7
10 клас	10
11 клас	14
III ЕТАП	18
8 клас	18
9 клас	20
10 клас	23
11 клас	25
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ТУР	29
8 клас	29
9 клас	29
10 клас	29
11 клас	29
ЧАСТИНА 2. ЗАВДАННЯ ТА ОРІЄНТОВНІ РОЗВ'ЯЗКИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ 2006-2007 НАВЧАЛЬНОГО РОКУ	30
II ЕТАП	30
8 клас	30
9 клас	32
10 клас	35
11 клас	40
III ЕТАП, ТЕСТОВИЙ ТУР	44
8 клас	44
9 клас	45
10 клас	46
11 клас	47
III ЕТАП, ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР	49
8 клас	49
9 клас	50
10 клас	52
11 клас	54
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ТУР	57
8 клас	57
9 клас	58
10 клас	59
11 клас	63
ВІДОМОСТІ ПРО УЧАСНИКІВ ВІДБІРКОВО-ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗБОРІВ У 2005/2006 ТА 2006/2007 НАВЧАЛЬНИХ РОКАХ	67

ПЕРЕДМОВА

Предметні учнівські олімпіади є однією з традиційних і добровільних форм роботи сучасної шкільної освіти, що реалізують бажання школярів перевірити свої здібності, уміння розв'язувати нестандартні задачі та виконувати практичні досліди.

Тисячі дітей щорічно випробовують свої сили в учнівських олімпіадах, починаючи від внутрішкільних і закінчуючи всеукраїнськими та міжнародними. Разом з тим, олімпіади підсумовують усю підготовчу роботу кожної школи, міст а чи району.

Якщо раніше навіть на республіканських змаганнях, школярам, крім логічного мислення й кмітливості, було достатньо знань із поглибленого шкільного курсу хімії, то тепер для розв'язування задач потрібні знання на рівні сучасного розвитку хімічних наук, а також глибока підготовка із математики, фізики, біології.

Зрозуміло, найбільш суттєвий внесок у підготовку й проведення змагань вносить учитель – компетентний помічник і консультант, організатор самостійної й пізнавальної діяльності, який безпосередньо проводить заняття з учнями в гуртках, організовує й проводить шкільний тур олімпіади, готує своїх учнів до наступних етапів. Неабияку енергію та ентузіазм проявляють організатори та члени журі того чи іншого етапу олімпіади, робота яких полягає не лише в підборі завдань, перевірці дитячих робіт і визначенні переможців, але й у вирішенні багатьох різнопланових завдань: фінансових, формально-документальних, етичних.

Найчисленнішими командами на олімпіаді завжди є команди м. Полтави (21 школяр у 05-06 н.р. і 16 – у 06-07 н. р.), Кременчука (13 – 05-06 н. р. і 19 – 06-07 н. р.), Лубен (14 – 05-06 н. р. і 13 – 06-07 н. р.). Усього в змаганнях взяли участь у 2005-2006 н.р. 129 юних хіміків із різних навчальних закладів області: міських та сільських шкіл та закладів нового типу, у 2006-2007 н. р. – 124. Переможцями III етапу відповідно стали 40 і 38 учасників. Серед переможців III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії обираються учасники весняних відбірково-тренувальних зборів. Це ті учні, які набрали найбільшу кількість балів за роботу. Для них окремо організовується навчання, що передбачає обов'язкове написання циклу контрольних робіт. За підсумками написаних робіт формується команда, яка захищатиме честь області на IV етапі змагань.

До посібника включені завдання міських (районних) і обласних олімпіад 2005-2007 рр., які пропонувались Полтавським обласним інститутом післядипломної педагогічної освіти ім. М.В. Остроградського та кафедрою хімії та методики викладання хімії Полтавського державного педагогічного університету ім. В.Г. Короленка. До кожного завдання подано можливий варіант розв'язання.

Дане видання адресоване широкій аудиторії – учням, які цікавляться хімією, учителям шкіл, студентам та абітурієнтам.

Із вдячністю розглянемо будь-які зауваження та пропозиції як щодо конкретного видання, так і до роботи з обдарованою молоддю.

**ЧАСТИНА 1. ЗАВДАННЯ ТА ОРІЄНТОВНІ РОЗВ'ЯЗКИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ 2005-2006
НАВЧАЛЬНОГО РОКУ**

II ЕТАП

8 клас

Задача 1. При хлоруванні металу масою 6 г утворюється 23,75 г хлориду металу. Визначте метал.

Розв'язання



$$M(\text{Me}) = y \frac{e}{\text{моль}};$$

$$\nu(\text{Me}) = \nu(\text{MeCl}_x) = \frac{m}{M} = \frac{6}{y} \text{ моль};$$

$$M(\text{MeCl}_x) = \frac{m}{\nu} = \frac{23,75}{\frac{6}{y}} = y + 35,5x \frac{e}{\text{моль}};$$

$$23,75 \frac{y}{6} = y + 35,5x;$$

$$23,75y = 6y + 213x;$$

$$y = 12x.$$

y	12	24	36	48
x	I	II	III	IV
	-	Mg	-	

Невідомий метал: **магній (Mg)**.

Задача 2. Масова частка Нітрогену в одному з оксидів складає 30,43%. Густина пари оксиду за гелієм дорівнює 23. Встановіть молекулярну формулу оксиду.

Розв'язання

1 спосіб

$$w(\text{O}) = 69,57\%;$$

$$\text{N}_x\text{O}_y; \quad x : y = \frac{30,43}{14} : \frac{69,57}{16} = 2,17 : 4,34 = 1 : 2.$$

Отже, найпростіша формула сполуки NO_2 .

$$M(\text{NO}_2) = 46 \frac{\text{г}}{\text{моль}}; M(\text{N}_x\text{O}_y) = D(\text{He}) \cdot M(\text{He}) = 23 \cdot 4 = 92 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

Справжня формула оксиду: N_2O_4 .

2 спосіб

$$M(\text{N}_x\text{O}_y) = 23 \cdot 4 = 92 \frac{\text{г}}{\text{моль}};$$

$$m(\text{N}) = 92 \cdot 0,3043 = 28 \text{ г}; \nu(\text{N}) = \frac{m}{M} = \frac{28}{14} = 2 \text{ моль};$$

$$m(\text{O}) = 92 - 28 = 64 \text{ г}; \nu(\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{64}{16} = 4 \text{ моль};$$

Справжня формула оксиду: N_2O_4 .

Задача 3. Маса однієї молекули білого фосфору $2,06 \cdot 10^{-22}$ г. Виведіть молекулярну формулу білого фосфору.

Розв'язання

$$\nu(1 \text{ м-ли Р}) = \frac{m}{M} = \frac{2,06 \cdot 10^{-22}}{31} = 0,06645 \cdot 10^{-22} \text{ моль};$$

$$N = \nu \cdot N_a = 0,06645 \cdot 10^{-22} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4 \text{ атоми.}$$

Молекулярна формула білого фосфору – P_4 .

Задача 4. У довіднику наводяться такі дані:

1. Кальцій входить до складу вапняку, гіпсу, апатиту тощо, які належать до поширених мінералів.
2. Кальцій – це сріблястий метал з температурою плавлення 850°C .
3. Кальцій за поширеністю в земній корі займає V місце (4,1 % за масою).
4. Кальцій реагує з водою майже з такою самою швидкістю, як і літій.
5. Кальцій має валентність II.
6. Кальцій уперше був отриманий Г. Деві в 1808 р. під час електролізу суміші гашеного вапна з гідраргірум(II) оксиду.
7. Кальцію в організмі людини міститься в середньому близько 1 г.
8. Кальцій розчиняється в рідкому амоніаку з утворенням електропровідних розчинів.
9. Кальцій гарно проводить електричний струм.

У яких твердженнях ідеться про просту речовину, а в яких – про хімічний елемент? Які твердження характеризують фізичні властивості простої речовини, а які – хімічні?

Розв'язання

Проста речовина: 2,4,6,8,9.

Хімічний елемент: 1,3,5,7.

Фізичні властивості: 2,9.

Хімічні властивості: 4,6,8.

Задача 5. Один літр суміші гідроген хлориду та гідроген броміду важить за нормальних умов 2,8 г. Визначте об'ємний склад суміші.

Розв'язання

Нехай, $v(\text{HCl}) = x$, а $v(\text{HBr}) = y$.

Тоді: $22,4x + 22,4y = 1$ (л), а $36,5x + 81y = 2,8$ (г).

Розв'язуємо систему рівнянь:

$$x + y = 0,0446,$$

$$\underline{36,5x + 81y = 2,8};$$

$$x = 0,0816.$$

$$\varphi(\text{HCl}) = \frac{0,018}{0,0446} = 0,41 \text{ або } 41\%$$

$$\varphi(\text{HBr}) = 0,59 \text{ або } 59\%.$$

Задача 6. Відоме прислів'я говорить: "Людину пізнаєш, коли з'їси з нею пуд солі". Відомо, що добова потреба людини в натрій хлориді складає 0,215 моль. Скільки часу людям потрібно прожити разом, щоб дізнатись один про одного (1 пуд дорівнює 16,38 кг).

Розв'язання

$$m(\text{NaCl}) = \nu \cdot M = 0,215 \text{ моль} \cdot 58,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 12,5775 \text{ г};$$

$$m'(\text{NaCl}) = 12,5775 \cdot 2 = 25,155 \text{ (г солі для двох)};$$

$$\text{Кількість днів} = \frac{16380}{25,155} = 651,163 \text{ (дні)}.$$

Людям потрібно прожити разом **651,163 дні**.

9 клас

Задача 1. При нагріванні мінералу А зеленого кольору утворюється три оксиди – В, С і Д, які за нормальних умов знаходяться в трьох агрегатних станах. При взаємодії А з надлишком хлоридної кислоти утворюються В і С, а також речовина Е, яка може бути отримана взаємодією Д з хлоридною кислотою (в цій реакції утворюється також С).

1) Визначте речовини А – Е.

2) Запишіть рівняння реакцій, про які йдеться в задачі.

3) Чи зміниться склад продуктів термічного розкладу А, якщо нагрівання проводити в присутності водню.

4) Назвіть прізвище письменника, у багатьох творах якого згадується мінерал А. Назвіть ці твори.

Розв'язання

1) А: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$;

В: CO_2 ;

С: H_2O ;

Д: CuO ;

Е: CuCl_2 .

2) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;

$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{CuCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;

$\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

3) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

4) Бажов Павло Петрович. Збірник казок "Малахитовая шкатулка".

Задача 2. До яких класів неорганічних сполук можна віднести такі мінерали: SiO_2 – кварц, CuFeS_2 – халькопірит, $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ – малахіт, CaWO_4 – шеєліт, ZrSiO_4 – циркон, NH_4NO_3 – амонійна селітра, $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ – хромистий залізняк, Fe_3O_4 – магнітний залізняк, Mn_3O_4 – гаусманіт. Назвіть сполуки згідно правил хімічної номенклатури, укажіть ступені окиснення елементів.

Розв'язання

SiO_2 – силіцій(IV) оксид;

CuFeS_2 або $\text{CuS} \times \text{FeS}$ – купрум(II) ферум(II) сульфід;

$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ або $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – дикупрум дигідроксид карбонат;

CaWO_4 – кальцій вольфрамат;

ZrSiO_4 або $(\text{ZrO}_2 \times \text{SiO}_2)$ – циркон(IV) сіліцій(IV) оксид;

NH_4NO_3 – амоній нітрат;

$\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ або $\text{FeO} \times \text{Cr}_2\text{O}_3$ – ферум(II) дихром(III) оксид;

Fe_3O_4 – триферум тетраоксид або $\text{FeO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3$ – ферум(II) диферум(III) оксид;

Mn_3O_4 або Mn_2MnO_4 – манган(II) манганат(IV).

Задача 3. На шальках терезів перебувають у рівновазі однакові посудини, у кожену з яких налито по 100 г одного й того самого розчину сульфатної кислоти. В одну посудину додано 1,3 г порошку цинку. Яку масу алюмінію потрібно додати у другу посудину, щоб після повного розчинення обох металів у кислоті терези знову були у рівновазі?

Розв'язання

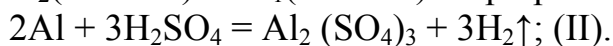
$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$; (I).

$\nu(\text{Zn}) = \frac{m}{M} = \frac{1,3}{65} = 0,02$ моль;

За реакцією (I): $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Zn}) = 0,02$ моль, $m(\text{H}_2) = \nu \cdot M = 0,04$ г.

$$m_1(\text{шальки}) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{Zn}) - m(\text{H}_2) = 100 + 1,3 - 0,04 = 101,26 \text{ г};$$

$$m_2(\text{шальки}) = m_1(\text{шальки}) - \text{при рівновазі};$$



За реакцією (II): якщо $\nu(\text{Al}) = x$ моль, тоді $\nu(\text{H}_2) = 1,5x$ моль;

$$m(\text{Al}) = \nu \cdot M = 27x \text{ (г)}; m(\text{H}_2) = 1,5x \cdot 2 = 3x \text{ г.}$$

$$m_2(\text{шальки}) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{Al}) - m(\text{H}_2); 101,26 = 100 + 27x - 3x.$$

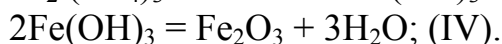
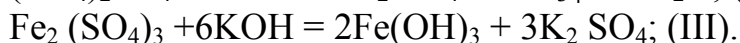
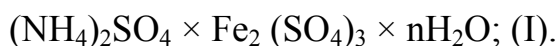
$$x = 0,0525 \text{ моль};$$

$$m(\text{Al}) = 1,4175 \text{ г.}$$

У другу посудину слід додати **1,4175 г** алюмінію.

Задача 4. Щоб встановити формулу кристалогідрату подвійного феруму(III) сульфату та амоній сульфату 19,28 г його розчинили у воді і до розчину додали концентрований луг. При цьому виділилося 896 мл газу (н.у.) і бурий осад, маса якого після прожарювання становила 3,2 г. Знайдіть формулу кристалогідрату. Відповідь подайте сумою атомів елементів цієї формули.

Розв'язання



$$\nu(\text{NH}_3) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,894 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,04 \text{ моль}; \nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{3,2 \text{ г}}{160 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,02 \text{ моль.}$$

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,02 \times 400 = 8 \text{ г};$$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 0,02 \times 132 = 2,64 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 19,28 - 8 - 2,64 = 8,64 \text{ г};$$

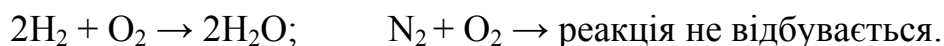
$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{8,64 \text{ г}}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,48 \text{ моль.}$$

$$\nu((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) : \nu(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) : \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,02 : 0,02 : 0,48 = 1 : 1 : 24.$$

Отже, формула кристалогідрату **$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times 24\text{H}_2\text{O}$** .

Задача 5. До 20 мл суміші водню й азоту додали 10 мл кисню і спалили. Об'єм суміші, що утворилась, дорівнював 26 мл. Визначте склад початкової й утвореної суміші за умови, що вода перебуває в пароподібному стані, а всі об'єми виміряні за однакових умов.

Розв'язання



Якщо кисень у реакції реагує повністю, то водню витрачається 20 мл, що суперечить умові задачі. Отже, кінцеву суміш утворюють такі гази: O_2 , $2\text{H}_2\text{O}$, N_2 .

Нехай $V(O_2)$ (який прореагував) = x (мл),
тоді $V(N_2) = 20 - 2x$ (мл), $V(H_2) = 2x$ (мл).

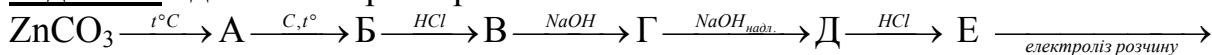
$V(O_2)$ (який залишився) = $10 - x$.

$20 - 2x + 2x + 10 - x = 26$ (мл);

$x = 4$ (мл).

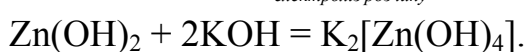
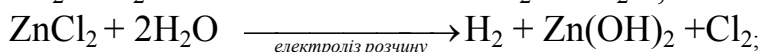
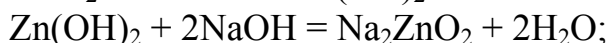
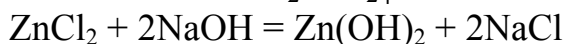
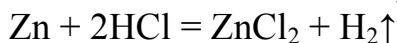
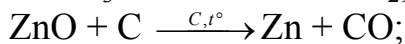
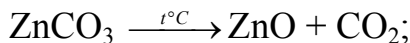
$V(H_2) = 8$ мл; $V(N_2) = 12$ мл; $V'(N_2) = 12$ мл; $V'(H_2O) = 8$ мл.

Задача 6. Здійснить перетворення:



Назвіть речовини А – Л у наведеній схемі.

Розв'язання



Розчин

10 клас

Задача 1. Наведіть по одному прикладу реакцій, у яких:

а) окисником виступає:

атом Оксигену в складній речовині;

сірка як проста речовина;

атом Нітрогену в складній речовині;

молекула азоту;

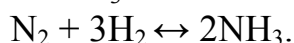
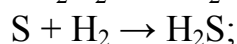
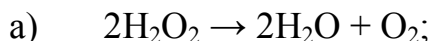
б) відновником виступає:

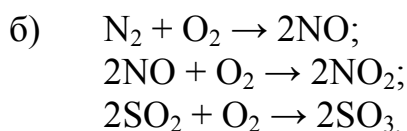
молекула азоту;

атом Нітрогену в складній речовині;

атом Сульфуру в складній речовині.

Розв'язання





Задача 2. Газ, що утворився в результаті спалювання 4,48 л (за н.у.) суміші метану (CH_4) й ацетилену (C_2H_2), густина якої за воднем дорівнює 11,75, пропустили через 240 г розчину з масовою часткою калій гідроксиду 14%. Визначте маси солей в утвореному розчині.

Розв'язання

$$M_r(\text{суміші}) = 11,75 \cdot 2 = 23,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}};$$

$$M_r(\text{суміші}) = \chi_1 M_{r1} + \chi_2 M_{r2};$$

$$\chi_1 = x; \chi_2 = 1 - x;$$

$$23,5 = 16x + 26(1 - x);$$

$$x = 0,25.$$

Отже, $\varphi(\text{CH}_4) = 25\%$, а $\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = 75\%$.

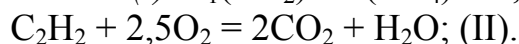
$$v(\text{суміші}) = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(\text{CH}_4) = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ моль};$$

$$v(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,2 \cdot 0,75 = 0,15 \text{ моль};$$

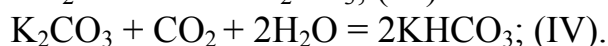
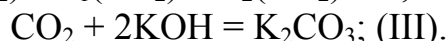


За рівнянням (I): $v_1(\text{CO}_2) = v(\text{CH}_4) = 0,05 \text{ моль};$



За рівнянням (II): $v_2(\text{CO}_2) = 2 \cdot v(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,3 \text{ моль};$

$$v(\text{CO}_2) = v_1(\text{CO}_2) + v_2(\text{CO}_2) = 0,05 + 0,3 = 0,35 \text{ моль}.$$



$$v(\text{KOH}) = \frac{240 \text{ г} \cdot 0,14}{56 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,6 \text{ моль};$$

За рівнянням (III): $v(\text{K}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2} v(\text{KOH}) = 0,3 \text{ моль};$

$$v'(\text{CO}_2) = 0,35 - 0,3 = 0,05 \text{ моль}; v_1(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,05 \text{ моль};$$

За рівнянням (IV): $v(\text{KHCO}_3) = 2 \cdot v_1(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,1 \text{ моль};$

$$v'(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,3 - 0,05 = 0,25 \text{ моль};$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 0,25 \cdot 138 = \mathbf{34,5 \text{ (г)}};$$

$$m(\text{KHCO}_3) = 100 \cdot 0,1 = \mathbf{10 \text{ (г)}}.$$

Задача 3. Газ А горить у кисні з утворенням безбарвного газу Б й парів води. Газ Б здатний реагувати при кімнатній температурі з металічним літієм з утворенням твердої речовини В, що містить 60% літію за масою. При взаємодії

речовини В з водою виділяється газ А і утворюється розчин речовини Г, який змінює забарвлення фенолфталеїну. Визначте речовини А, Б, В і Г. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

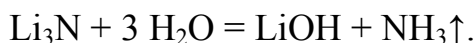
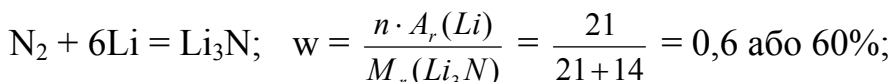
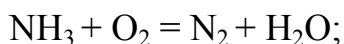
Розв'язання

А: NH_3 ;

Б: N_2 ;

В: Li_3N ;

Г: LiOH .



Задача 4. Змішали 1 моль кальцій оксиду, 2 моль кальцій карбїду та 3 моль кальцій фосфїду. Визначте, який об'єм води може вступити в реакцію з 16 г такої суміші та яка маса кальцій гїдроксиду утвориться.

Розв'язання

$$v(\text{CaO}) : v(\text{CaC}_2) : v(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 1 : 2 : 3.$$

$$m(\text{CaO}) = vM = 56 \text{ г},$$

$$m(\text{CaC}_2) = vM = 2 \cdot 64 = 128 \text{ г},$$

$$m(\text{Ca}_3\text{P}_2) = vM = 3 \cdot 182 = 128 \text{ г};$$

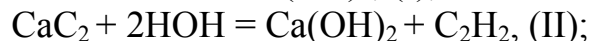
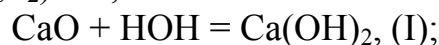
$$m(\text{суміші}) = 730 \text{ г}.$$

$$m'(\text{CaO}) = 56 : 730 \cdot 16 = 1,227 \text{ г};$$

$$v'(\text{CaO}) = \frac{m'}{M} = \frac{1,227}{56} = 0,022 \text{ моль};$$

$$v'(\text{CaC}_2) = 0,044 \text{ моль};$$

$$v'(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 0,066 \text{ моль}.$$



$$\text{За рівнянням (I): } v'(\text{H}_2\text{O}) = v'(\text{CaO}) = 0,022 \text{ моль}, \quad v'(\text{Ca}(\text{ОН})_2) = 0,022 \text{ моль};$$

$$\text{За рівнянням (II): } v''(\text{H}_2\text{O}) = 2v'(\text{CaC}_2) = 0,088 \text{ моль},$$

$$v''(\text{Ca}(\text{ОН})_2) = 0,044 \text{ моль};$$

$$\text{За рівнянням (III): } v'''(\text{H}_2\text{O}) = 6v'(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 0,396 \text{ моль},$$

$$v'''(\text{Ca}(\text{ОН})_2) = 0,198 \text{ моль}.$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 0,022 + 0,088 + 0,396 = 0,506 \text{ моль};$$

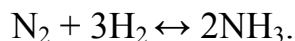
$$V(\text{H}_2\text{O}) = v \cdot V_m = 0,506 \text{ моль} \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = \mathbf{11,3344 \text{ л}}.$$

$$v(\text{Ca}(\text{ОН})_2) = 0,022 + 0,044 + 0,198 = 0,264 \text{ моль};$$

$$m(\text{Ca}(\text{ОН})_2) = 74 \cdot 0,264 = \mathbf{19,5 \text{ г}}.$$

Задача 5. У стані рівноваги системи $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ концентрації реагуючих речовин були $\left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right)$: $C(N_2) = 0,3$; $C(H_2) = 0,9$; $C(NH_3) = 0,4$. Обчисліть, як зміняться швидкості прямої й оберненої реакцій, якщо тиск збільшити в 5 раз. В якому напрямку зміститься рівновага?

Розв'язання



$$V_{\text{пр.}} = k[N_2][H_2]^3; V_{\text{пр.}} = k \cdot 0,3 \cdot 0,9^3 = 0,2187k;$$

$$V'_{\text{пр.}} = k \cdot 1,5 \cdot 4,5^3 = 136,6875k;$$

$$\frac{V_{\text{пр.}}}{V'_{\text{пр.}}} = \mathbf{625} \text{ (у стільки раз зросте швидкість прямої реакції).}$$

$$V_{\text{зв.}} = k[NH_3]^2; V_{\text{зв.}} = k \cdot (0,4)^2 = 0,16k; V'_{\text{зв.}} = k \cdot 2^2 = 4k;$$

$$\frac{V_{\text{зв.}}}{V'_{\text{зв.}}} = \mathbf{25} \text{ (у стільки раз зросте швидкість зворотної реакції).}$$

Рівновага зміститься у сторону прямої реакції.

Задача 6. 24,5 г бертолетової солі прожарили до постійної маси (в присутності каталізатора). Газ, який виділився, прореагував у присутності каталізатора з газом, отриманим дією лугу на 10,7 г амоній хлориду. Газоподібні продукти реакції пропустили в 100 г охолодженого 20%-вого розчину натрій гідроксиду.

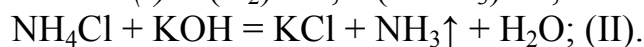
Визначте маси утворених в розчині речовин.

Розв'язання



$$v(KClO_3) = \frac{m}{M} = \frac{24,5}{122,5} = 0,2 \text{ моль};$$

За рівнянням (I): $v(O_2) = 1,5v(KClO_3) = 0,3$ моль; $V'(O_2) = 22,4 \cdot 0,3 = 6,72$ л.



$$v(NH_4Cl) = \frac{m}{M} = \frac{10,7}{53,5} = 0,2 \text{ моль};$$

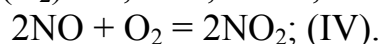
За рівнянням (II): $v(NH_3) = v(NH_4Cl) = 0,2$ моль;

$$V'(NH_3) = 22,4 \cdot 0,2 = 4,48 \text{ л.}$$



За рівнянням (III): $v'(O_2) = \frac{5}{4} \cdot 0,2 = 0,25$ моль; отже, кисень у надлишку

$$(v_{\text{надл.}}(O_2) = 0,3 - 0,25 = 0,05 \text{ моль}); v(NO) = v(NH_3) = 0,2 \text{ моль.}$$



За рівнянням (IV): $v'(NO) = 2v''(O_2) = 0,1$ моль;

$$v_{\text{надл.}}(NO) = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ моль}; v(NO_2) = v'(NO) = 0,1 \text{ моль.}$$



$$v(\text{NaOH}) = \frac{w \cdot m_{p-ny}}{M(\text{NaOH})}; v(\text{NaOH}) = \frac{0,2 \cdot 100}{40} = 0,5 \text{ (моль)};$$

За рівнянням (V): $v(\text{NO}_2) = v(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ (моль)}$;

($v_{\text{надл.}}(\text{NaOH}) = 0,5 - 0,1 = 0,4 \text{ (моль)}$);

$$v(\text{NaNO}_3) = v(\text{NaNO}_2) = \frac{1}{2} v(\text{NO}_2) = 0,05 \text{ (моль)};$$

$$m(\text{NaNO}_3) = v \cdot M = 0,05 \cdot 85 = 4,25 \text{ (г)};$$

$$m(\text{NaNO}_2) = v \cdot M = 0,05 \cdot 69 = 3,45 \text{ (г)}.$$

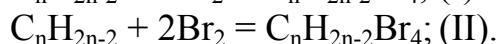
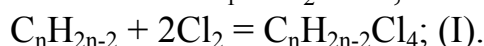
11 клас

Задача 1. Деяка кількість вуглеводню складу $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ при взаємодії з хлором утворює 21,0 г тетрахлориду. Така ж кількість вуглеводню з надлишком брому утворює 38,8 г тетраброміду. Встановіть молекулярну формулу цього вуглеводню й напишіть його можливі структурні формули.

Розв'язання

1-й спосіб

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 38,8 - 21 = 17,8 \text{ (г)}.$$



За рівнянням (I): $v(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 2v(\text{Cl}_2)$; $m'(\text{Cl}_2) = vM = 2 \cdot 71 = 142 \text{ г}$;

За рівнянням (II): $v(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 2v(\text{Br}_2)$; $m'(\text{Br}_2) = vM = 2 \cdot 160 = 320 \text{ г}$.

$$\Delta m' = m'_1 - m'_2 = 320 - 142 = 178 \text{ г}.$$

Порівнюючи Δm і $\Delta m'$ робимо висновок, що справжні маси в 10 раз менші. Отже, $m(\text{Cl}_2) = 14,2 \text{ г}$, а $m(\text{Br}_2) = 32 \text{ г}$.

За рівнянням (I): $m(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 21 - 14,2 = 6,8 \text{ г}$;

За рівнянням (II): $m(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 38,8 - 32 = 6,8 \text{ г}$.

Тоді: $M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 68 \text{ г}$.

$$12n + 2n - 2 = 68;$$

$$n = 5; \text{ (C}_5\text{H}_8\text{)}.$$

2-й спосіб

$$Mr(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{Cl}_4) = 14n - 2 + 142 = 14n + 140;$$

$$Mr(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{Br}_4) = 14n - 2 + 320 = 14n + 318.$$

$$\frac{14n + 140}{14n + 318} = \frac{21}{38,8};$$

$$n = 5; \text{ (C}_5\text{H}_8\text{)}.$$

Можливі сполуки: диметилциклопропен, 3-метилбутин-1, пентадієн-1,3, 2-метил-бутадієн.

Задача 2. Густина вуглеводню за азотом дорівнює 2. Наведіть структурні формули та дайте назви всім речовинам, що задовольняють цю умову.

Розв'язання

$$M(C_xH_y) = D(N_2) \times M(N_2).$$

$$M(C_xH_y) = 2 \cdot 28 = 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

$$12x + 1y = 56$$

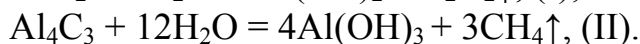
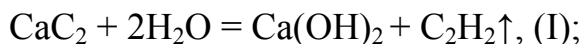
x	1	2	3	4
y	44	32	20	8

Дану умову задовольняють 4 атоми Карбону і 8 атомів Гідрогену. Отже, молекулярна формула сполуки C_4H_8 .

Можливі сполуки: **бутен-1, цис-бутен-2, транс-бутен-2, циклобутан, метилпропен, метилциклопропан.**

Задача 3. Унаслідок повного гідролізу суміші карбідів кальцію та алюмінію утворилась газова суміш у 1,6 рази легша за кисень. Визначте масові частки сполук у суміші.

Розв'язання



$$M_r(\text{суміші}) = \frac{32}{1,6} = 20; M_r(\text{суміші}) = \chi_1 M_{r1} + \chi_2 M_{r2};$$

$$\chi_1 = x; \chi_2 = 1 - x;$$

$$20 = 26x + 16(1 - x)$$

$$x = 0,4 \text{ або } 40\%$$

$$\chi(C_2H_2) = 0,4 \text{ або } 40\%; \chi(CH_4) = 0,6 \text{ або } 60\%.$$

Нехай, $\nu(\text{суміші}) = 1$ моль, тоді: $\nu(C_2H_2) = 0,4$ моль, а $\nu(CH_4) = 0,6$ моль.

За рівнянням (I): $\nu(CaC_2) = \nu(C_2H_2) = 0,4$ моль;

За рівнянням (II): $\nu(Al_4C_3) = \frac{1}{3} \nu(CH_4) = 0,2$ моль.

$$m(CaC_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,6 \text{ г}; m(Al_4C_3) = 0,2 \cdot 144 = 28,8 \text{ г}.$$

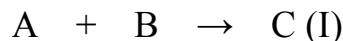
$$w(CaC_2) = \frac{25,6}{25,6 + 28,8} = 0,47 \text{ або } 47\%;$$

$$w(Al_4C_3) = 0,53 \text{ або } 53\%.$$

Задача 4. Для проведення реакції $A_{\text{газ}} + B_{\text{газ}} = C_{\text{газ}}$ використані однакові вихідні концентрації речовин А і В, які дорівнюють $2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$. Рівновага в системі

встановилась після того, як $\frac{1}{3}$ вихідних речовин прореагувала. Після встановлення рівноваги продукти реакції С були видалені із системи і в реакторі знову встановилась рівновага. Визначте концентрацію речовин А, В і С після повторного встановлення рівноваги в системі.

Розв'язання



$$\text{Вихідні концентрації, } \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right): \quad 2 \quad 2 \quad -$$

$$\text{В реакції, } \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right): \quad \frac{2}{3} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{2}{3}$$

$$\text{Рівноважні концентрації, } \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right): \quad 2 - \frac{2}{3} \quad 2 - \frac{2}{3} \quad \frac{2}{3}$$

$$K_p = \frac{c(C)}{c(A)c(B)} = \frac{2}{3} : \left(\frac{4}{3}\right)^2 = \frac{18}{48} = 0,375.$$



$$\text{Вихідні концентрації, } \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right): \quad \frac{4}{3} \quad \frac{4}{3}$$

$$\text{В реакції, } \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right): \quad x \quad x \quad x$$

$$\text{Рівноважні концентрації, } \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right): \quad \frac{4}{3} - x \quad \frac{4}{3} - x \quad x$$

$$0,375 = \frac{x}{(4/3 - x)(4/3 - x)};$$

$$x = 0,66675 - 1x + 0,375x^2;$$

$$0,375x^2 - 2x + 0,66675 = 0;$$

$$x_1 = \frac{2 + \sqrt{4 - 1}}{0,75} = 4,97;$$

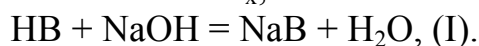
$$x_2 = \frac{2 - \sqrt{4 - 1}}{0,75} = 0,35.$$

$$C(C) = 0,35 \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right); C(A) = 0,983 \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right); C(B) = 0,983 \left(\frac{\text{моль}}{\text{л}}\right).$$

Задача 5. Речовина Х складається з двох елементів. Цю речовину масою 0,894 г обробили при нагріванні концентрованою сульфатною кислотою. При цьому виділилось 0,438 г газу Y, водний розчин якого є сильною одноосновною кислотою. Газ Y зібрали й розчинили у воді. На нейтралізацію добутого розчину витратили 25 мл 0,48 М розчину їдкого натру. Напишіть формули речовин X і Y.

Розв'язання

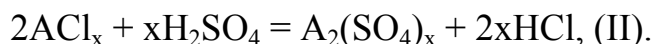
Нехай: X – AB_x; Y – HB.



$$v(\text{NaOH}) = C \times V = 0,025 \cdot 0,48 = 0,012 \text{ моль};$$

За рівнянням (I): $v(\text{HB}) = v(\text{NaOH}) = 0,012 \text{ моль};$

$$M(\text{HB}) = \frac{m}{\nu} = \frac{0,435}{0,012} = 36,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}. \text{ Отже, елемент B – Cl, а сполука Y – HCl.}$$



За рівнянням (II): $v(\text{ACl}_x) = \frac{1}{x} v(\text{HCl}) = \frac{0,012}{x} \text{ моль};$

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

$$y + 35,5x = 74,5x$$

$$y = 39x$$

x	I	II	III	IV
y	39	78	117	156
	K	-	-	-

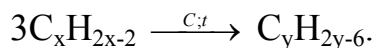
Невідомий елемент: **K**. Сполука X: **KCl**.

Задача 6. Під час пропускання над активованим вугіллям речовини А при 600°C утворюється речовина Б, густина парів якої за воднем в 3 рази більша, ніж у речовини А і дорівнює 60. При взаємодії речовин Б і В утворюється вуглеводень Г, на утворення 1 моль якого витрачається 3 моль речовини В. Про які речовини йде мова? Напишіть рівняння згаданих реакцій.

Розв'язання

$$M(\text{Б}) = D(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2);$$

$$M(\text{Б}) = 60 \cdot 2 = 120 \frac{\text{г}}{\text{моль}}; M(\text{А}) = 120 : 3 = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$



$$\text{C}_x\text{H}_{2x-2}: 12x + 2x - 2 = 40$$

$$14x = 42$$

$$x = 3$$

А: **C₃H₄** – пропен.

$$\text{C}_y\text{H}_{2y-6}: 12y + 2y - 6 = 120$$

$$14y = 126$$

$$y = 9$$

Б: **C₉H₁₂** – триметилбензен та ізомери.

ІІІ ЕТАП ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР

8 клас

Задача 1. Бронзовий вік – історичний період, який характеризується розвитком металургії бронзи – сплаву добре відомого металу з оловом – і розповсюдженням бронзових знарядь праці та зброї. Стародавні римляни назвали цей метал на честь острова Кіпр. Про який метал іде мова? Складіть рівняння реакцій взаємодії цього металу: а) з киснем; б) з сіркою, якщо відомо, що в результаті реакції з киснем маса металу, що прореагував, збільшилася на 25%, а з сіркою – на 50%.

Розв'язання

Другий метал у складі бронзи – **мідь**. За умовою задачі при взаємодії з киснем маса збільшується на 25%, тобто на 64 г (1 моль Купруму) у сполучі припадає $64 \cdot 0,25 = 16$ г Оксигену, або 1 моль. Формула оксиду – CuO.

При взаємодії з сіркою маса збільшується на 50%, отже, на 64 г Купруму припадає $64 \cdot 0,5 = 32$ г або 1 моль Сульфуру. Формула сульфїду – CuS.
Рівняння реакцій: $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$; $\text{Cu} + \text{S} = \text{CuS}$.

Задача 2. Юний хїмїк змішав разом п'ять рїдїн: бензин, воду, ртуть, спирт, олію. Помїстивши сумїш у дїлїльну воронку, вїн побачив, що сумїш роздїлилася на три шари. Опишіть склад кожного шару.

Розв'язання

- 1) бензин і олія;
- 2) вода і спирт;
- 3) ртуть.

Задача 3. Масова частка хлору в хлоридї деякого елемента становить 34,08 %. Яка масова частка цього елемента в його іодидї? Напишіть формулу цієї сполуки.

Розв'язання

$$\text{ECl}_x; M_r(\text{ECl}_x) = \frac{Ar(\text{Cl}) \cdot N(\text{Cl})}{W(\text{Cl})} = \frac{35,5x}{0,3408} = 104,17x$$

$A_r(\text{E}) = M_r(\text{ECl}_x) - A_r(\text{Cl}) \cdot N(\text{Cl}) = 104,17x - 35,5x = 68,67x$,
при $x = 2$ – це Барій (Ba).

BaI₂

$$w(\text{BaI}_2) = \frac{254}{391} = 0,6496, \text{ або } \mathbf{64,96 \%}$$

Задача 4. Через нагрітий порошок А чорного кольору пропускають безбарвний газ Б. При цьому утворюється проста речовина В і пара рідини Г, яка має широке застосування у промисловості і побуті. Газ Б може бути одержаний електролізом рідини Г. Назвіть А, Б, В, Г і запишіть рівняння реакцій одержання речовини Б ще двома способами.

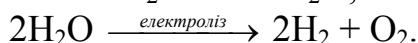
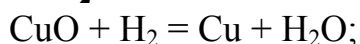
Розв'язання

А: CuO ;

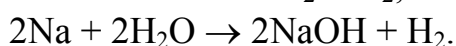
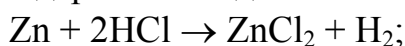
Б: H_2 ;

В: Cu ;

Г: H_2O .



Одержання водню:



Задача 5. Дані гази: азот, хлороводень, водень, амоніак, хлор, чадний газ, сірководень, вуглекислий газ, нітроген(IV) оксид, кисень. Виберіть речовини:

- а) прості;
- б) оксиди;
- в) забарвлені;
- г) з характерним запахом;
- д) отруйні.

Розв'язання

а) прості речовини: N_2 , O_2 , H_2 , Cl_2 ;

б) оксиди: CO , CO_2 , NO_2 ;

в) забарвлені гази: Cl_2 , NO_2 ;

г) гази з характерним запахом: Cl_2 , NO_2 , NH_3 , H_2S , HCl ;

д) отруйні гази: Cl_2 , NO_2 , CO , HCl , H_2S (NH_3 у великих концентраціях).

Задача 6. Масові частки Оксигену і Силіцію в земній корі відповідно рівні 0,470 і 0,295. У скільки разів у земній корі атомів Оксигену більше, ніж атомів Силіцію?

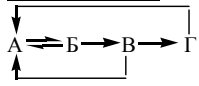
Розв'язання

Число атомів О в 2,8 рази більше числа атомів Si в земній корі. Нехай m – маса земної кори, тоді $0,47m$ – маса О, $0,295m$ – маса Si. Знаходимо кількості елементів за формулою: $\nu = \frac{m}{M}$, $\nu(\text{O}) = 0,47m/16$; $\nu(\text{Si}) = 0,295m/28$.

Відомо, що в рівних кількостях речовини елементів міститься однакове число атомів $N(O) : N(Si) = n(O) : n(Si)$, знаходимо співвідношення кількості атомів Оксигену і Силіцію в земній корі: $N(O) : N(Si) = (0,47m/16) : (0,295m/28)$, $N(O) : N(Si) = 0,0294 / 0,0105$, $N(O) : N(Si); = 2,8 : 1$.

9 клас

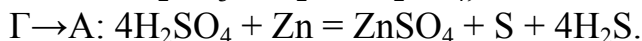
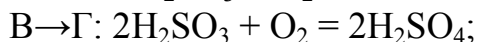
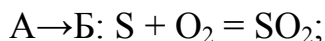
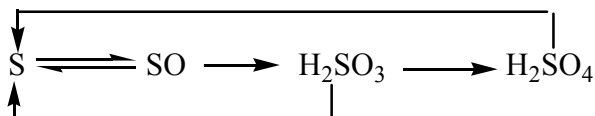
Задача 1. Здійснить перетворення для неорганічних речовин за такою схемою:



якщо речовина А – тверда речовина, а речовина Г – кислота. Напишіть для кожного перетворення рівняння реакції.

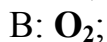
Розв'язання

Речовина А – сірка, речовина Г – сульфатна кислота, тоді схема матиме вигляд:

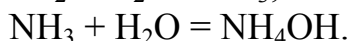
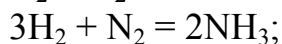
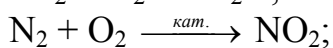
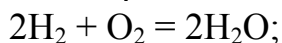


Задача 2. А, Б, В – прості речовини (гази), утворені хімічними елементами з різних груп періодичної системи Д.І. Менделєєва. Речовина А взаємодіє з речовиною В і утворює речовину Г, яка не змінює колір індикаторів. Речовина Б взаємодіє з речовиною В і утворює речовину Д, яка не взаємодіє з водою, лугами, кислотами. Речовина А взаємодіє з речовиною Б і утворює речовину Е, що має різкий характерний запах і вимагає обережності в користуванні. Речовина Е добре реагує з речовиною Г. При цьому утворюється речовина Ж, яка змінює забарвлення фенолфталеїну. Визначити речовини А–Ж, назвати ці речовини, написати всі згадані рівняння реакцій.

Розв'язання



Ж: NH_4OH .



Задача 3. При пропусканні надлишку сірководню через розчин, що містить 0,8 г деякої солі сульфатної кислоти, випало 0,48 г осаду. Визначте, сіль якого металу містилася в початковому розчині.

Розв'язання

Метал – мідь. Сіль – CuSO_4 . Позначимо сіль сірчаної кислоти як $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_n$, де n – валентність металу Me . $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_n + n\text{H}_2\text{S} = n\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Me}_2\text{Sn}\downarrow$. Нехай x – відносна атомна маса металу Me , тоді $M(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_n) = 2x + 96n$.

$$M(\text{Me}_2\text{Sn}) = 2x + 32n;$$

$$v(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_n) = 0,8 / (2x + 96n);$$

$$v(\text{Me}_2\text{Sn}) = 0,48 / (2x + 32n).$$

За рівнянням реакції $v(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_n) = v(\text{Me}_2\text{Sn})$, тоді:

$$\frac{0,8}{2x + 96n} = \frac{0,48}{2x + 32n};$$

$$1,6x + 25,6n = 0,96x + 46,08n;$$

$$0,64x = 20,48n;$$

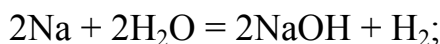
$$x = 32n.$$

n	1	2	3	4
x	32	64	96	128
Me	S	Cu	–	–

Тобто, при $n = 1$ $A_r(\text{Me}) = 32$, металу з такою атомною масою немає; при $n = 2$ $A_r(\text{Me}) = 64$, підходить мідь Cu ; при $n = 3$ $A_r(\text{Me}) = 96$, металу з такою атомною масою немає; інші значення валентності не підходять.

Задача 4. Яку масу натрію слід додати до 100 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою 8% (густина розчину 1,085 г/мл), щоб одержати розчин з масовою часткою натрій гідроксиду 10%?

Розв'язання



$$m_1(\text{NaOH}) = 100 \cdot 1,085 \cdot 0,08 = 8,68 \text{ г};$$

$$v(\text{Na}) = x = v_2(\text{NaOH}); v(\text{H}_2) = 0,5x;$$

$$m(\text{Na}) = 23x; m_2(\text{NaOH}) = 40x; m(\text{H}_2) = x.$$

$$w'(\text{NaOH}) = \frac{m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})}{m(p - \text{ну}) + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2)} = \frac{8,68 + 40x}{108,5 + 23x - x} = \frac{8,68 + 40x}{108,5 + 22x};$$

$$8,68 + 40x = 10,85 + 2,2x;$$

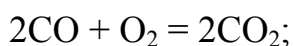
$$37,8x = 2,17;$$

$$x = 0,0574.$$

$$m(\text{Na}) = 0,0574 \cdot 23 = 1,32.$$

Задача 5. Об'єм суміші карбон(II) оксиду з киснем становила 250 мл (н.у.). Після окиснення всього оксиду об'єм суміші виявився рівним 180 мл (н.у.). Одержану газову суміш пропустили в розчин, що містить 0,25 г натрій гідроксиду. Визначити склад (у % за об'ємом) вихідної суміші. Яка речовина утворилася в розчині після поглинання продуктів реакції? Відповідь підтвердити розрахунками.

Розв'язання



$$V_1(\text{O}_2) = 250 - 180 = 70;$$

$$V(\text{CO}) = 2V(\text{O}_2) = 140;$$

$$V(\text{O}_2) = 250 - 140 = 110.$$

$$\varphi(\text{CO}) = \frac{140}{250} = 0,56;$$

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{110}{250} = 0,44;$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{0,140}{22,4} = 0,00625;$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{0,25}{40} = 0,00625;$$

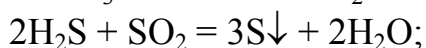
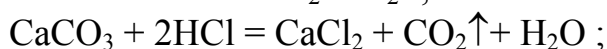
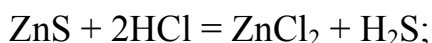
$$\nu(\text{CO}_2) : \nu(\text{NaOH}) = 1 : 1.$$



В розчині утворився **натрію гідрокарбонат (NaHCO₃)**.

Задача 6. На суміш цинк сульфід, натрій хлориду і кальцій карбонату масою 80 г подіяли надлишком хлоридної кислоти. При цьому утворилася суміш газів об'ємом 13,44 л (н.у.). При взаємодії цієї газової суміші з надлишком сульфур(IV) оксиду утворилася тверда речовина масою 19,2 г. Визначте масові частки речовин у вихідній суміші.

Розв'язання



$$\nu(\text{S}) = \frac{19,2}{32} = 0,6 \text{ моль}, \nu(\text{H}_2\text{S}) = \frac{2}{3} \nu(\text{S}) = 0,6 \cdot \frac{2}{3} = 0,4 \text{ моль}.$$

$$v(\text{газової суміші}) = \frac{13,44}{22,4} = 0,6;$$

$$v(\text{CO}_2) = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ моль};$$

$$v(\text{ZnS}) = v(\text{H}_2\text{S}) = 0,4 \text{ моль.}$$

$$m(\text{ZnS}) = 97 \cdot 0,4 = 38,8 \text{ г};$$

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3) = 0,2 \text{ моль};$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ г};$$

$$m(\text{NaCl}) = 80 - 38,8 - 20 = 21,2 \text{ г.}$$

$$w(\text{ZnS}) = \frac{38,8}{80} = 0,485 \text{ або } \mathbf{48,5\%};$$

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{20}{80} = 0,25 \text{ або } \mathbf{25\%};$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{21,2}{80} = 0,265 \text{ або } \mathbf{26,5\%}.$$

10 клас

Задача 1. При повному спалюванні 11,04 г органічної речовини утворилося 8,064 л (н.у.) CO_2 і 8,64 г води. Визначити молекулярну формулу вихідної речовини.

Розв'язання

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + (x + y/4 - z/2)\text{O}_2 + y/2\text{H}_2\text{O};$$

$$v(\text{C}) = v(\text{CO}_2) = 8,064/22,4 = 0,36 \text{ моль};$$

$$v(\text{H}) = v(\text{H}_2\text{O}) = 8,64/18 = 0,48 \text{ моль};$$

$$m(\text{C}) = 0,36 \cdot 12 = 4,32 \text{ г.}$$

$$m(\text{H}) = 0,96 \text{ г.}$$

$$m(\text{O}) = 11,04 - 4,32 - 0,96 = 5,76 \text{ г.}$$

$$v(\text{O}) = \frac{5,76}{16} = 0,36 \text{ моль.}$$

$$v(\text{C}) : v(\text{H}) : v(\text{O}) = 0,36 : 0,96 : 0,36 = 3:8:3.$$

Вихідна речовина: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$.

Задача 2. Необачний учень, захопившись хімічним експериментом, проробив наступні операції:

- ✓ змішав 25 г 18%-вого і 50 г 37,5%-вого розчинів купрум сульфату;
- ✓ додав до одержаного розчину мідний купорос масою 15 г;
- ✓ випарив одержаний розчин, при цьому втрата маси склала 10%.

Чи можна одержаним розчином масою 20 г осадити всі йони барію, що містяться в 100 г 10%-вого розчину барій хлориду?

Розв'язання

Обчислимо масову частку купрум(II) сульфату в розчині, одержаному зливанням вихідних розчинів:

$$m_1(\text{CuSO}_4) = 25 \cdot 0,18 = 4,5;$$

$$m_2(\text{CuSO}_4) = 50 \cdot 0,375 = 18,75;$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 4,5 + 18,75 = 23,25.$$

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{23,25}{75} = 0,31.$$

Обчислимо масову частку купрум(II) сульфату в розчині після додавання мідного купоросу: $v(\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}) = v(\text{CuSO}_4) = \frac{15}{250} = 0,06$ моль.

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,06 \cdot 160 = 9,6 \text{ г};$$

$$m'(\text{CuSO}_4) = 23,25 + 9,6 = 32,85 \text{ г};$$

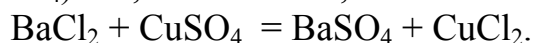
$$m_1(\text{р-ну}) = 25 + 50 + 15 = 90 \text{ г}.$$

$$\text{Втрата маси розчину: } 90 \cdot 0,1 = 9 \text{ г}.$$

$$m'(\text{р-ну}) = 90 - 9 = 81 \text{ г}; \quad w'(\text{CuSO}_4) = \frac{32,85}{81} = 0,4056.$$

$m(\text{CuSO}_4)$ в 20 г такого розчину становитиме:

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,4056 \cdot 20 = 8,11 \text{ г}.$$



$$v(\text{BaCl}_2) = v(\text{CuSO}_4) = \frac{10}{208} = 0,048 \text{ моль}.$$

$$m(\text{CuSO}_4) = 0,048 \cdot 160 = 7,69 \text{ г}.$$

Отже, 20 г розчину можна осадити **всі йони барію**.

Задача 3. При змішуванні двох простих рідких речовин внаслідок їх взаємодії утворюється третя розчинна у воді речовина, яка є безбарвні голчасті кристали з температурою плавлення $238,5^\circ\text{C}$. Про які три речовини йде мова у даному завданні? Складіть рівняння реакції.

Розв'язання

Прості речовини, які за звичайних умов – рідини, це ртуть і бром. Продуктом їх взаємодії є HgBr_2 : $\text{Hg} + \text{Br}_2 = \text{HgBr}_2$.

Задача 4. У суміші двох хлоридів Феруму на 5 атомів Феруму припадає 13 атомів Хлору. Обчисліть масові частки речовин у суміші.

Розв'язання

$$v(\text{FeCl}_2) = x = v_1(\text{Fe}); \quad v_1(\text{Cl}) = 2v(\text{FeCl}_2) = 2x.$$

$$v(\text{FeCl}_3) = y = v_2(\text{Fe}); \quad v_2(\text{Cl}) = 3v(\text{FeCl}_3) = 3x.$$

$$\begin{cases} x + y = 5 \\ 2x + 3y = 13 \end{cases} \quad \begin{cases} 3x + 3y = 15 \\ 2x + 3y = 13 \end{cases}$$

$$x=2; y=3.$$

$$w(\text{FeCl}_2) = \frac{2 \cdot 127}{741,5} = 0,3425 \text{ або } \mathbf{34,25\%};$$

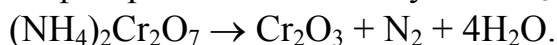
$$w(\text{FeCl}_3) = \frac{3 \cdot 162,5}{741,5} = 0,6575 \text{ або } \mathbf{65,75\%}.$$

Задача 5. Зразок амоній дихромату масою 40 г, який містить нелеткі домішки стійкі до нагрівання, піддали термічному розкладу. Одним із продуктів реакції є газ, молекули якого двоатомні (маса 1 л газу при 30°C і 0,44 атм дорівнює 0,504 г). Другий продукт реакції – амфотерний оксид металу. Напишіть рівняння реакції. Визначте ступінь чистоти зв'язку (у % за масою), якщо маса твердого залишку, яка складається з оксиду металу і твердих домішок, дорівнює 30 г. Як з оксиду металу можна одержати вільний метал.

Розв'язання

$$M(\text{газу}) = \frac{mRT}{pV} = \frac{0,504 \cdot 0,082 \cdot 303}{0,44 \cdot 1} = 28 \text{ (г/моль)} - \text{це азот (N}_2\text{)}.$$

Амфотерний оксид металу – Cr_2O_3 .



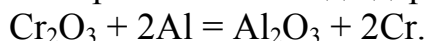
$$m((\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = x; \quad m(\text{дом.}) = y;$$

$$x + y = 40.$$

$$\text{Маса одержаного залишку становить: } \frac{152}{252}x + y = 30; \quad x = 25,2.$$

$$\text{Таким чином, ступінь чистоти зразка становить: } w = \frac{25,2}{40} = 0,63, \text{ або } \mathbf{63\%}.$$

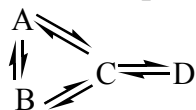
Найпростіший метод одержання хрому з його оксиду – метод алюмотермії:



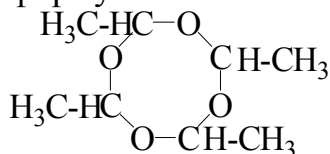
Задача 6. Навести всі відомі Вам способи добування алюміній хлориду.

11 клас

Задача 1. Які речовини приховані в схемі під символами А, В, С, D:

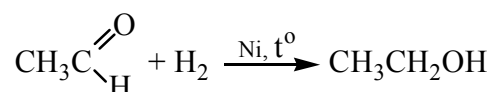
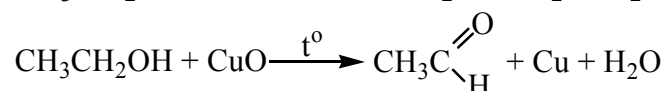
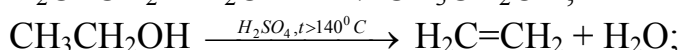
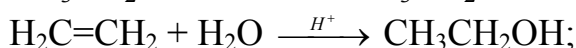
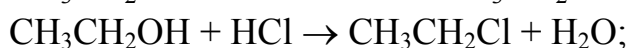
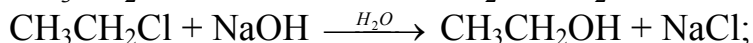
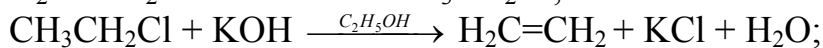
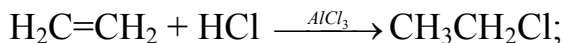
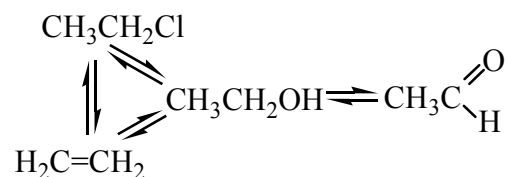


D може тетрамеризуватися з утворенням речовини, відомої як «тверде паливо», формула якого



Складіть рівняння реакцій згідно з схемою, назвіть речовини А, В, С, D.

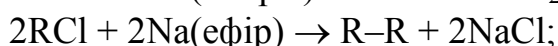
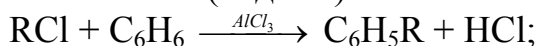
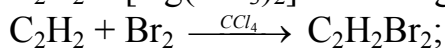
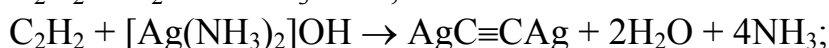
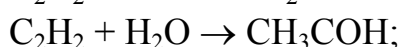
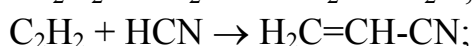
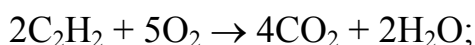
Розв'язання



Задача 2. На схемі наведені перетворення речовин X і Y. Які це можуть бути сполуки? Запропонуйте один з можливих варіантів. Запишіть рівняння відповідних реакцій.

$\text{X} + \text{O}_2 \rightarrow$	$\text{Y} + \text{NaOH}(\text{водний}) \rightarrow$
$\text{X} + \text{HCN} \rightarrow$	$\text{Y} + \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{\text{AlCl}_3}$
$\text{X} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}}$	$\text{Y} + \text{KOH}(\text{спирт.}) \rightarrow$
$\text{X} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow$	$\text{Y} + \text{Na}(\text{ефір}) \rightarrow$
$\text{X} + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{CCl}_4}$	$\text{Y} + \text{NH}_3 \rightarrow$

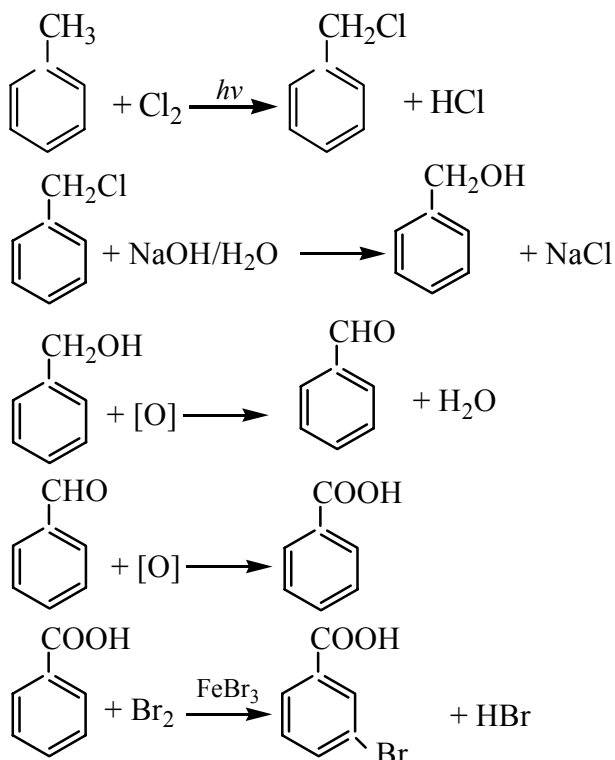
Розв'язання



Задача 3. Дані речовини ароматичного ряду складу: $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, $\text{C}_7\text{H}_7\text{Cl}$, $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$, $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$, C_7H_8 , $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Br}$. Складіть графічні формули вказаних речовин, запропонуйте послідовність їх перетворень одна в одну і напишіть рівняння

реакцій, за допомогою яких можна здійснити запропоновані перетворення, указавши умови їх проведення.

Розв'язання



Задача 4. У залежності від того, з якою кількістю сусідніх атомів Карбону сполучений даний атом Карбону, його називають *первинний*, *вторинний*, *третинний* або *четвертинний*. У таблиці наведені дані про структуру деяких алканів.

Алкани	Кількість первинних атомів С	Кількість вторинних атомів С	Кількість третинних атомів С	Кількість четвертинних атомів С
A	2	2	0	0
B	3	0	?	0
C	5	0	3	0
D	4	1	0	1

Визначити структурні формули алканів і назвіть їх.

Розв'язання

A – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (бутан);

B – $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ (2-метилпропан);

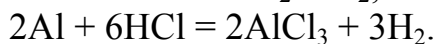
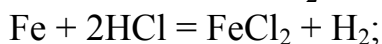
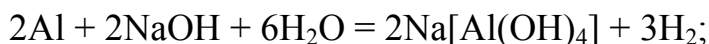
C – $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ (2,3,4-триметилпентан);

D – $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}_3$ (2-метилбутан).

Задача 5. При обробці сплаву заліза і алюмінію водним розчином лугу об'єм водню, що виділився на 1/4 менший об'єму водню, що виділився при обробці

такої ж наважки цього сплаву надлишком хлоридної кислоти. Об'єми газів виміряні за однакових умов. Визначити масові частки металів у сплаві.

Розв'язання



Один моль заліза при взаємодії з HCl утворює 1 моль водню, що складає $\frac{1}{4}$ загального об'єму водню, що виділяється при взаємодії сплаву з кислотою. Таким чином, $\frac{3}{4}$ об'єму водню відповідає тому водню, що утворюється при взаємодії алюмінію з хлоридною кислотою. Щоб одержати таку кількість водню з алюмінію необхідно 2 моль алюмінію. Отже, співвідношення кількості речовини алюмінію до заліза у сплаві становить 2 : 1. А маси металів відповідно становлять:

$$m(\text{Fe}) = 56 \text{ г};$$

$$m(\text{Al}) = 27 \cdot 2 = 54 \text{ г}.$$

$$W(\text{Fe}) = \frac{56}{56 + 54} = 0,51$$

$$W(\text{Al}) = 0,49$$

Задача 6. При додаванні розчину, який містить 2,04 г солі сульфідної кислоти, до розчину, який містить 2,7 г хлориду двохвалентного металу, випало 1,92 г осаду. Які солі були взяті для проведення реакції, якщо вважати, що вони прореагували повністю.

Розв'язання

Маса осаду не перевищує масу одного з реагентів: в осад випав лише один з продуктів реакції. Для всіх металів, хлориди яких нерозчинні, нерозчинні і сульфідні. Таким чином, випав осад сульфідного металу.

$$\begin{array}{cc} \text{MCl}_2 - \text{MS} & \\ 2,70 & 1,92 \\ (a+71) & (a+32) \end{array}$$

$$\frac{2,70}{a+71} = \frac{1,92}{a+32};$$

$$2,7a + 86,4 = 1,92a + 136,32;$$

$$0,78a = 49,92.$$

$a = 64$, це металічний елемент Купрум (Cu).

$$\nu(\text{CuCl}_2) = \frac{2,7}{135} = 0,02 \text{ моль}.$$

Солі сульфідної кислоти можуть бути середні і кислі. Якщо сіль середня, то її кількість речовини також 0,02 моль.

$$M(\text{MeS}) = \frac{2,04}{0,02} = 102;$$

Розчинного сульфідного металу з такою молярною масою немає. Якщо сіль кисла:

$$M(\text{Me}(\text{HS})_x) = \frac{2,04}{0,04} = 51 ; \text{це } \text{NH}_4\text{HS};$$



ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ТУР

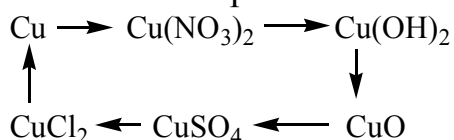
8 клас

Задача 1. Виходячи з кальцій оксиду, купрум (II) сульфату, цинку і води добути гідроксиди цинку, купруму та кальцію.

Задача 2. Запропонуйте не менше п'яти різних способів одержання кисню в лабораторії. Запишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.

9 клас

Задача 1. При наявності цинку, натрій гідроксиду, барій хлориду, сульфатної кислоти та нітратної кислоти, здійснити такі перетворення:



Задача 2. Визначити, у якій з пронумерованих пробірок знаходяться розчини: натрій хлориду, натрій фосфату, аргентум нітрату, нітратної кислоти, коли відомо, що:

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

б) при зливанні розчинів пробірок № 2 і № 3 утворюється осад, який не розчиняється в розчині пробірки № 1;

Напишіть рівняння відповідних реакцій.

10 клас

Задача 1. Видано три рідини: бензен, стирен, розчин фенолу. Як, користуючись лише одним реактивом (яким?), розпізнати кожну речовину? Скласти рівняння відповідних хімічних реакцій.

Задача 2. Як із суміші етану, етену та етину виділити кожний вуглеводень у чистому вигляді?

11 клас

Задача 1. У трьох пронумерованих пробірках знаходяться розчини білка, гліцерину, глюкози. Визначте кожну речовину за допомогою одних і тих же реактивів.

Задача 2. Напишіть рівняння реакцій утворення ацетону з ацетилену та необхідних неорганічних реактивів.

**ЧАСТИНА 2. ЗАВДАННЯ ТА ОРІЄНТОВНІ РОЗВ'ЯЗКИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ З ХІМІЇ
2006-2007 НАВЧАЛЬНОГО РОКУ**

II ЕТАП

8 клас

Задача 1. Сполука Сульфуру з Флуором містить 25,2% Сульфуру та 74,8% Флуору за масою. Після переходу цієї сполуки в газоподібний стан 112 мл (н. у.) його мають таку ж масу, як і $2,83 \cdot 10^{22}$ атомів алюмінію. Визначте справжню формулу сполуки.

Розв'язання

Визначаємо формулу сполуки S_xF_y :

$$x : y = \frac{25,2}{32} : \frac{74,8}{19} = 0,787 : 3,937 = 1 : 5.$$

Найпростіша формула – SF_5 ; молярна маса Al становить $27 \frac{г}{моль}$.

$$v(SF_5) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,112 л}{22,4 \frac{л}{моль}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль};$$

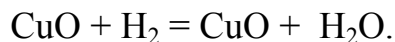
$$m(Al) = \frac{N}{N_A} \cdot M(Al) = 2,83 \cdot 10^{22} \cdot 27 \frac{г}{моль} : 6,02 \cdot 10^{23} = 1,27 \text{ г.}$$

$$M(\text{речовини}) = \frac{m}{v} = \frac{1,27 г}{5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}} = 254 \text{ г/моль.}$$

Формула речовини: $(SF_5)_2$ або S_2F_{10} .

Задача 2. Над розжареним купрум(II) оксидом пропустили надлишок водню. Потім зразок охолодили й зважили. У скільки разів змінилася його маса?

Розв'язання



За рівнянням реакції $v(CuO) = v(Cu) = 1$ моль. Отже маси відповідно становлять 80 г і 64 г. Відношення мас і є розв'язком задачі: $80 : 64 = 1,25$. Маса зразка зменшилася в **1,25** рази.

Задача 3. Газова суміш складається з двох оксидів X і Y , які містять відповідно 57,14 % та 53,33 % Оксигену (за масою). Відносні молекулярні маси оксидів X і Y дорівнюють відповідно 28 і 30, а густина газової суміші за воднем дорівнює 14,5.

А) Які оксиди входять до складу суміші?

Б) Розрахуйте склад суміші (у відсотках за об'ємом).

Розв'язання

Нехай формула оксиду X – A_aO_c , а оксиду Y – B_bO_d .

$$M_r(X) = aA_r(A) + 16c = 28; \quad M_r(Y) = bA_r(B) + 16d = 30.$$

Очевидно, що $c = d = 1$, і тоді $aA_r(A) = 12$ і $bA_r(B) = 14$ (при $c > 1$ або $d > 1$ значення $A_r(A)$ або відповідно $A_r(B)$ негативні).

Якщо $a = 1$, то $A_r(A) = 12$, т.б. A – це Карбон. Формула оксиду X – CO. При других значеннях a розв'язки не мають хімічного смислу (при $a = 3$ $A_r(A) = 4$, що відповідає гелію; але гелій не утворює оксидів).

Якщо $b = 1$, то $A_r(B) = 14$, т.е. B – це Нітроген. Формула оксиду Y – NO. При інших значеннях b розв'язки не мають хімічного смислу або не задовольняють умовау задачі (при $b = 2$ $A_r(B) = 7$, що відповідає літію; проте оксид Li_2O – тверда речовина йонної будови).

Таким чином, невідомі оксиди – це CO и NO. Масові частки Оксигену в цих оксидах співпадають із указаними в умові задачі. Нехай 1 моль суміші оксидів містить x моль CO і $(1-x)$ моль NO. Тоді

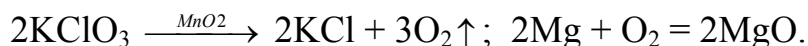
$$\bar{M} = \frac{m}{\nu} = \frac{28x + 30(1-x)}{1} = 29; \quad x = 0,5 \text{ (моль)}.$$

Відповідно, 1 моль суміші містить **0,5 моль CO** і **0,5 моль NO**. Об'ємний склад суміші: **50 % CO** і **50 % NO**.

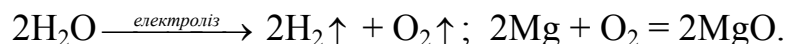
Задача 4. Напишіть рівняння реакцій, за якими, маючи лише бертолетову сіль, магній та воду, можна добути магній оксид. Укажіть назву бертолетової солі за систематичною номенклатурою.

Розв'язання

1-й спосіб



2-й спосіб



Задача 5. Посудину, з якої заздалегідь викачали повітря, зважили. Потім заповнили газом A. Знову зважили. Наважка газу – 0,02 г. Газ A відкачали і посудину заповнили CO₂. Наважка газу – 0,44г. Визначити газ A, його молекулярну масу, об'єм посудини та масу повітря. Всі виміри зроблено за нормальних умов.

Розв'язання

$$\nu(CO_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,44}{44} = 0,01 \text{ моль};$$

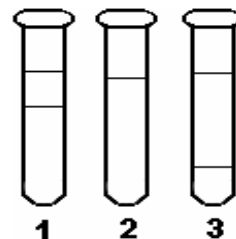
$$V(CO_2) = V(\text{посуду}) = 0,01 \text{ моль} \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 0,224 \text{ л}.$$

$$M(\text{повітря}) = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}, m(\text{повітря}) = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,29 \text{ г.}$$

$$M(A) = \frac{m(A)}{\nu(A)} = \frac{0,02}{0,01} = 2 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

Невідома речовина A – **водень**.

Задача 6. У трьох пробірках знаходиться по 3 мл етилового спирту ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), рослинної олії та ртуті (Hg). До кожної пробірки додали по 1 мл води. Результати досліду зображені на малюнку. Визначте, у якій пробірці знаходилась кожна із трьох речовин. Поясніть.



Розв'язання

1 – ртуть, 2 – етиловий спирт, 3 – рослинна олія.

9 клас

Задача 1. При спалюванні невідомої речовини в кисні утворилось 3,6 мл води і 2,24 л азоту (виміряні при н.у.). Відносна густина парів цієї речовини за воднем дорівнює 16. Визначте молекулярну формулу речовини.

Розв'язання

Молярна маса невідомої речовини становить $32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.

$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,2$ моль, звідси $\nu(\text{H}_2) = 0,4$ моль.

$\nu(\text{N}_2) = 0,1$ моль, звідси $\nu(\text{N}) = 0,2$ моль.

Найпростіша речовина: N_xH_y , $x : y = 0,2 : 0,4 = 1 : 2$, отже формула найпростішої речовини – NH_2 , $M(\text{NH}_2) = 16 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.

Робимо висновок, що формула справжньої сполуки – **N_2H_4** .

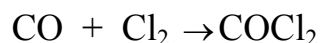
Задача 2. Синтез фосгену провели в закритій посудині об'ємом 10 л при 600 К. Рівноважна суміш газів містить 56 г CO , 71 г Cl_2 , і 198 г COCl_2 . Обчисліть:

а) вихідні концентрації ($\frac{\text{моль}}{\text{л}}$) CO і Cl_2 ; б) константу рівноваги K_c ; в) загальний тиск у посудині та парціальний тиск компонентів суміші в стані рівноваги.

Розв'язання

Обчислюємо молярні концентрації сполук за формулами: $\nu = \frac{m}{M}$, $C = \frac{\nu}{V}$.

$$C(\text{CO}) = 0,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}, C(\text{Cl}_2) = 0,1 \frac{\text{моль}}{\text{л}}, C(\text{COCl}_2) = 0,2 \frac{\text{моль}}{\text{л}}.$$



Вихідні концентрації, ($\frac{\text{моль}}{\text{л}}$): **0,4 0,3 -**

В реакції, ($\frac{\text{моль}}{\text{л}}$): **0,2 0,2 0,2**

Рівноважні концентрації, ($\frac{\text{моль}}{\text{л}}$): **0,2 0,1 0,2.**

$$K_c = C(\text{COCl}_2) : C(\text{CO}) \cdot C(\text{Cl}_2) = 0,2 : 0,1 \cdot 0,2 = \mathbf{10 \frac{\text{л}}{\text{моль}}}$$

Загальний тиск у посудині: $PV = \nu RT$; $P = \frac{\nu RT}{V}$;

$$P = 5 \text{ моль } (\text{COCl}_2) : \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 22,4 \text{ л / моль}}{273 \text{ К}} \cdot \frac{600 \text{ К}}{10 \text{ л}} = 249,4 \text{ кПа.}$$

Загальний тиск: 249,4 кПа.

Парціальні тиски: $P_{\text{CO}} = P_{\text{COCl}_2} = \frac{2}{5} P = \mathbf{99,76 \text{ кПа}}$; $P_{\text{Cl}_2} = \frac{1}{5} P = \mathbf{49,68 \text{ кПа}}$.

Вихід COCl_2 в об'ємних відсотках:

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

Задача 3. У свинцевих акумуляторах використовується розчин сульфатної кислоти з масовою часткою H_2SO_4 40%. Обчисліть масу води та олеуму з масовою часткою SO_3 30%, які потрібно взяти для приготування 1 літру такого розчину сульфатної кислоти, якщо його густина дорівнює $1303 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Розв'язання

Літр розчину сульфатної кислоти має масу 1303 г ($1000 \cdot 1,303 = 1303$), з яких $1303 \cdot 0,6 = 781,8$ г складає вода, решту $1303 - 781,8 = 521,2$ г – кислота. Нехай для приготування цього розчину треба взяти x г олеуму, у цій масі вміст триоксиду сульфуру буде складати $0,3x$ г, а вміст сульфатної кислоти буде $0,7x$ г. Таким чином, у кінцевому розчині за рахунок взаємодії оксиду з водою, що описується рівнянням $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ повинно утворитися кислоти $(521,2 - 0,7x)$ г. Звідси видно, що з 80 г SO_3 утворюється 98 г H_2SO_4 . Складаємо пропорцію:

$$\frac{80}{98} = \frac{0,3x}{521,2 - 0,7x}, \text{ звідки знаходимо } x = 488,24.$$

Таким чином, для приготування 1 літру 40% розчину сульфатної кислоти необхідно взяти 488,24 г олеуму, та $1303 - 488,24 = 814,79$ г води.

Задача 4. У лабораторії в склянках без етикеток міститься п'ять вищих солетвірних оксидів елементів **A, B, C, D, E**, які стоять у двох малих періодах періодичної системи Д.І. Менделєєва. Елементи **A, B, D**, містяться в сусідніх групах одного з малих періодів, елемент **C** – в одній групі з елементом **B**.

Елемент Е – в одній групі з елементом D. Формули оксидів АО, В₂О₃, DО₂, ЕО₂, С₂О₃. Чотири оксиди – тверді речовини, ЕО₂ – газ. Які це елементи?

Розв'язання

Графічно зображуємо умову задачі:

	II	III	IV
2-й період	A	B	D
3-й період		C	E

Міркуємо:

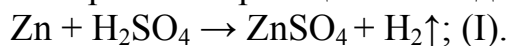
A:	AO	MgO
B:	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
C:	C ₂ O ₃	B ₂ O ₃
D:	BO ₂	SiO ₂
E:	EO ₂	CO ₂

A: MgO, B: Al₂O₃, C: B₂O₃, D: SiO₂, E: CO₂.

Задача 5. Із суміші трьох металів відомі два: цинк і залізо. У результаті розчинення 2,5 г суміші в розбавленій сульфатній кислоті виділилося 672 мл водню (н.у.), а 0,64 г третього металу залишилося в осаді. Для добування оксиду із цієї кількості металу потрібно 112 мл кисню. Що це за метал? Визначити масовий і відсотковий склад суміші.

Розв'язання

Запишемо рівняння реакцій взаємодії металів із сульфатною кислотою:



Введемо позначення: $\nu(\text{Zn}) = x$ моль, $\nu(\text{Fe}) = y$ моль. Обчислимо масу цинку і заліза та кількість речовини водню, що виділилася: $m(\text{Zn} + \text{Fe}) = 2,5 \text{ г} - 0,64 \text{ г} =$

$$1,86 \text{ г}; \nu(\text{H}_2) = \frac{0,67 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,03 \text{ моль}.$$

Складаємо і розв'язуємо систему рівнянь із двома невідомими:

$$x + y = 0,03$$

$$65x + 56y = 1,86$$

$$x = 0,02 \text{ моль}, y = 0,01 \text{ моль}.$$

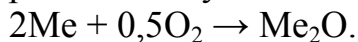
$$\text{Знаходимо маси цинку і заліза: } m(\text{Zn}) = 65 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,02 \text{ моль} = 1,3 \text{ г};$$

$$m(\text{Fe}) = 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,56 \text{ г}.$$

Визначаємо кількість речовини кисню, що здатна окиснити невідомий метал масою 0,64 г з утворенням оксиду Me_xO_y:

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{0,112 \text{ л}}{22,4 \text{ моль} / \text{л}} = 0,005 \text{ моль}, \nu(\text{O}) = 0,01 \text{ моль}.$$

Невідомий металічний елемент залежно від валентності може приєднати Оксиген різною кількістю речовини. Якщо валентність металу дорівнює I, то реакція відбувається за такою схемою:



Складаємо пропорцію: $0,64 \text{ г (Me)} - 2\text{Ar(Me)}$
 $0,112 \text{ л (O}_2) - 11,2 \text{ л (O}_2).$ $\text{Ar(Me)} = 64.$

Складаємо таблицю:

n(Me)	I	II	III	IV
A _r (Me)	32	64	96	128
Me	-	Cu	-	-

Мідь не реагує з розбавленою сульфатною кислотою і взаємодіє з киснем під час нагрівання.

Знаходимо масові частки металів у суміші:

$$w(\text{Zn}) = \frac{1,3}{2,5} = 0,52 \text{ або } \mathbf{52\%};$$

$$w(\text{Fe}) = \frac{0,56}{2,5} = 0,224 \text{ або } \mathbf{22,4\%};$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{0,64}{2,5} = 0,256 \text{ або } \mathbf{25,6\%}.$$

Задача 6. Після літніх канікул у кабінеті хімії були виявлені чотири банки з реактивами. Етикетки, що відклеїлися від банок, були переплутані: «KOH», «K₂CO₃», «Al(NO₃)₃», «CaCl₂». Юний помічник обережно попарно зливав розчини з банок, таким чином встановив їхній вміст. Отримані результати представлені в таблиці.

Реактив	I	II	III	IV
I		↓	—	↓↑
II	↓		↓	—
III	—	↓		↓ р
IV	↓↑	—	↓	

Позначення: у стовпчиках представлено номер взятого реактиву, у рядках – номер реактиву, що додавали.

↓ – випадання осаду, ↑ – виділення газу, р – розчинення осаду, що утворився.

Визначте вміст банок. Напишіть рівняння реакцій.

Розв'язання

I – «K₂CO₃», II – «CaCl₂», III – «KOH», IV – «Al(NO₃)₃».

10 клас

Задача 1. Визначте масу кристалогідрату алюміній сульфату Al₂(SO₄)₃·18H₂O, який викристалізується при охолодженні 945 г насиченого

при 100°C розчину алюміній сульфату до 20°C, якщо розчинність його дорівнює 89 г при 100°C і 36,4 г при 20°C.

Розв'язання

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342 \text{ г/моль}, M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}},$$

$$M((445 - 342x : 666) \text{ г} \times 18\text{H}_2\text{O}) = 666 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

З формули кристалогідрату $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}$ видно, що $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342 \text{ г}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 324 \text{ г}$, $m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18\text{H}_2\text{O}) = 666 \text{ г}$.

Нехай маса кристалогідрату що виділяється становить $x \text{ г}$. Тоді виділяється $342x : 666 \text{ г}$ алюміній сульфату і $324x : 666 \text{ г}$ води. При 100°C в 189 г ($100 + 89 = 189$) розчину міститься 89 г алюміній сульфату, а в 945 г розчину міститься $945 \cdot 89 : 189 = 445 \text{ г}$ алюміній сульфату і 500 г ($945 - 445 = 500$) води. Після кристалізації кристалогідрату при 20°C залишиться $(500 - 324x : 666) \text{ г}$ води, в якій буде розчинено $(445 - 342x : 666) \text{ г}$ алюміній сульфату. Оскільки при цій температурі розчинність алюміній сульфату дорівнює 36,4 г, то

в 100г води розчиняється 36,4 г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,

в $(500 - 324x : 666)$ води – $(445 - 342x : 666) \text{ г}$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$,

$$100 \cdot (445 - 342x : 666) = 36,4 \cdot (500 - 324x : 666),$$

$$100 \cdot (296370 - 342x) = 36,4 \cdot (333000 - 324x),$$

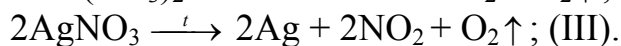
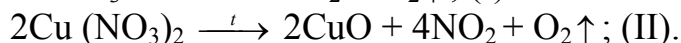
$$22406,4 x = 17515800,$$

$$x = 781,7 \text{ (г)}.$$

Задача 2. Суміш нітратів Калію, Купруму і Аргентуму масою 18,36 г прожарили. Об'єм газів, що виділилися, становить 4,032 л. Твердий залишок обробили водою, після чого його маса зменшилася на 3,4 г. Обчислити склад суміші нітратів.

Розв'язання

Під час нагрівання суміші відбуваються такі реакції:



Із продуктів реакції тільки KNO_2 розчиняється у воді:

$$v(\text{KNO}_2) = \frac{3,4\text{г}}{85\text{г/моль}} = 0,04 \text{ моль}$$

$$v(\text{KNO}_2) = v(\text{KNO}_3);$$

$$m(\text{KNO}_3) = 0,04 \text{ моль} \cdot 101 \text{ г/моль} = 4,04 \text{ г}.$$

$$\text{За реакцією (I): } v(\text{O}_2) = \frac{v(\text{KNO}_2)}{2} = 0,02 \text{ моль, а } V(\text{O}_2) = 0,448 \text{ л}.$$

$$M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgNO}_3) = 18,36 \text{ г} - 4,04 \text{ г} = 14,32 \text{ г}.$$

Визначаємо суму об'ємів і кількість речовини газів, що виділилася в результаті перебігу реакцій (II) і (III):

$$V(\text{газів}) = 4,032 \text{ л} - 0,448 \text{ л} = 3,584 \text{ л};$$

$$v(\text{газів}) = \frac{3,584 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,16 \text{ моль}.$$

За реакцією (II): $v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = x$; $v(\text{NO}_2) = 2x$ моль, $v(\text{O}_2) = 0,5x$ моль.

За реакцією (III): $v(\text{AgNO}_3) = y$ моль; $v(\text{NO}_2) = y$ моль, $v(\text{O}_2) = 0,5y$ моль.

Молярні маси солей: $M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 188 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, $M(\text{AgNO}_3) = 170 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.

Складаємо систему рівнянь із двома невідомими:

$$2x + 0,5x + y + 0,5y = 0,16,$$

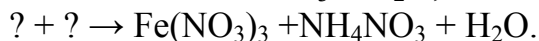
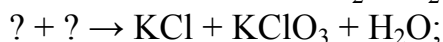
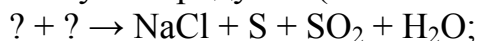
$$188x + 170y = 14,32.$$

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

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 7,52 \text{ г}; \quad m(\text{AgNO}_3) = 6,8 \text{ г}.$$

$$w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{7,52 \text{ г}}{14,32 \text{ г}} = \mathbf{0,525 \text{ або } 52,5\%}; \quad w(\text{AgNO}_3) = \frac{6,8 \text{ г}}{14,32 \text{ г}} = \mathbf{0,475 \text{ або } 47,5\%}.$$

Задача 3. Які дві речовини і за яких умов вступили в реакцію, якщо одержано наступні продукти (стехіометричні коефіцієнти опущено):



Доповніть рівняння реакцій і підберіть стехіометричні коефіцієнти.

Розв'язання

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (у розчині при кімнатній температурі).

$6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (пропускання хлору крізь гарячий розчин луку).

$8\text{Fe} + 30\text{HNO}_3 \rightarrow 8\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ (розведена нітратна кислота; поряд з цією реакцією протікає відновлення Нітрогену до інших ступенів окиснення, перш за все з утворенням NO).

Задача 4. При 1200 К, що приблизно відповідає температурі автомобільних вихлопних газів, константа рівноваги реакції $\text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$ дорівнює $1,10^{-15} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$.

1. Визначте, чи відповідає рівноважним умовам для цієї реакції наступний склад вихлопних газів: $\text{CO}_2 - 0,9 \text{ г}$, $\text{CO} - 0,3 \text{ г}$, $\text{O}_2 - 1,6 \text{ г}$ при загальному об'ємі 10 л.

2. Як зміниться концентрація CO_2 при введенні до системи каталізатора?

Розв'язання

Обчислимо концентрації речовин згідно умови задачі:

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

$$C(\text{CO}_2) = \frac{\nu(\text{CO}_2)}{V(\text{CO}_2)} = \frac{m(\text{CO}_2)}{M(\text{CO}_2) \cdot V(\text{CO}_2)} = \frac{0,9}{44 \cdot 10} = 2,05 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}};$$

$$C(\text{O}_2) = \frac{\nu(\text{O}_2)}{V(\text{O}_2)} = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2) \cdot V(\text{O}_2)} = \frac{1,6}{32 \cdot 10} = 5,00 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}};$$

Обчислюємо константу рівноваги згідно отриманих результатів ($K_{\text{рівн}}$):

$$K_{\text{рівн}}' = \frac{[C(\text{CO})]^2 \cdot C(\text{O}_2)}{[C(\text{CO}_2)]^2} = 1,36 \cdot 10^{-3};$$

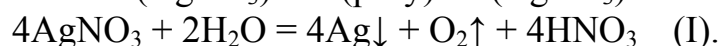
$K_{\text{рівн}}' > K_{\text{рівн}}$, отже склад суміші не відповідає рівноважним умовам.

При просуванні системи до рівноважного складу концентрація CO_2 збільшиться.

Задача 5. Електроліз розчину аргентум нітрату масою 204 г з масовою часткою солі 0,1 проводили до тих пір, поки маса розчину не зменшилася на 9,28 г. Визначте: а) масові частки речовин в одержаному розчині; б) маси речовин, які виділились на інертних електродах; в) чи вистачить 300 мл 2М розчину нітратної кислоти на повне розчинення металу, одержаного під час електролізу.

Розв'язання

$$m(\text{AgNO}_3) = m(\text{р-ну}) \cdot w(\text{AgNO}_3) = 204 \cdot 0,1 = 20,4 \text{ г.}$$



Маса розчину зменшилась за рахунок виділення срібла та кисню масою 9,28 г. Нехай $m(\text{Ag}) = x$ г, тоді $m(\text{O}_2) = (9,28 - x)$ г; $\frac{\nu(\text{Ag})}{\nu(\text{O}_2)} = \frac{4}{1}$.

$$\text{Отже, } \frac{x \text{ г} \cdot 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{108 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot (9,28 - x) \text{ г}} = 4; \quad x = 8,64 \text{ г.}$$

$$m(\text{Ag}) = \mathbf{8,64 \text{ г}}; \quad m(\text{O}_2) = \mathbf{0,64 \text{ г}}; \quad m(\text{р-ну}) = 204 - 9,28 = 194,72 \text{ г.}$$

Знаходимо за рівнянням реакції маси нітратної кислоти, що утворилася в результаті реакції і аргентум нітрату, що прореагував, знаючи маси срібла та кисню: $m(\text{HNO}_3) = 5,04$ г, $m(\text{AgNO}_3) = 13,6$ г. Маса аргентум нітрату, що залишився у розчині: $m(\text{AgNO}_3) = 20,4 - 13,6 = 6,8$ г.

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{5,04}{194,72} \cdot 100\% = \mathbf{2,59 \%}; \quad w(\text{AgNO}_3) = \frac{6,8}{194,72} \cdot 100\% = \mathbf{3,49 \%}.$$



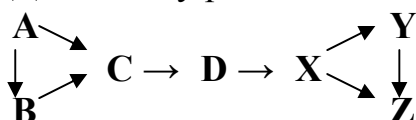
$$\nu(\text{HNO}_3) = 0,3 \text{ л} \cdot 2 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 0,6 \text{ моль.}$$

$$v(\text{Ag}) = \frac{8,64\text{г}}{108 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,08 \text{ моль}$$

$$\frac{v(\text{HNO}_3)}{v(\text{Ag})} = \frac{4}{3}. \text{ Отже } v(\text{HNO}_3) = \frac{0,08 \cdot 4}{3} = 0,106 \text{ моль, } v(\text{HNO}_3) < v(\text{HNO}_3).$$

2,59 % HNO₃; 3,49 % AgNO₃; 8,64 г Ag; 0,64 г O₂; вистачить HNO₃.

Задача 6. Дано схему реакцій:



У трикутнику ліворуч усі реакції відбуваються без зміни ступеня окиснення, а в трикутнику праворуч – окисно-відновні. Визначте речовини та напишіть рівняння реакцій, якщо відомо, що:

- речовина **C** містить 69,5% Барію, 6,1% Карбону, 24,4% Оксигену;
- речовини **D** та **X** – нітрати;
- речовина **Z** – метал, зі сплаву якого з нікелем складається земне ядро;
- речовина **Y** – оксид металічного елемента **Z**; у процесі розкладу 1,8 г **X** утворюється 0,8 г **Y**;
- реакція $\text{Y} \rightarrow \text{Z}$ є основою доменного процесу.

Розв'язання

Нехай речовина **C** – $\text{Ba}_x\text{C}_y\text{O}_z$ з масою 100г. Тоді $x : y : z = v(\text{Ba}) : v(\text{C}) : v(\text{O}) = \frac{69,5}{137} : \frac{24,4}{12} : \frac{24,4}{16} = 1 : 1 : 3$. Отже, речовина BaCO_3 .

Речовина **D** (з умови задачі) – $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, **Z** – залізо, оскільки земне ядро складається із залізо-нікелевого сплаву, **X** – $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$. За допомогою розрахунків визначаємо, що **Y** – Fe_2O_3 , бо $M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 180 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, а згідно з реакцією б):

$$360 \text{ г Fe}(\text{NO}_3)_2 \text{ дає } - 160 \text{ г Fe}_2\text{O}_3$$

$$1,8 \text{ г Fe}(\text{NO}_3)_2 \text{ дає } - x \text{ г Fe}_2\text{O}_3. \quad x = 0,8 \text{ г, що відповідає умові завдання.}$$

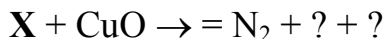
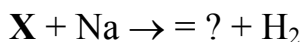
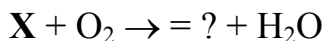
Речовина **A** – сполука Барію, з якої можна добути речовину **C** в одну або дві стадії. Таким чином, **A** – BaO , а **B** – $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Ланцюжок перетворень здійснюється перебігом таких реакцій:

- $\text{BaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2$;
- $\text{BaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3$;
- $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$;
- $\text{BaCO}_3 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2$;
- $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2$;
- $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{C} \xrightarrow{t} 4\text{Fe} + 6\text{CO} \uparrow$;
- $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Fe}$.

11 клас

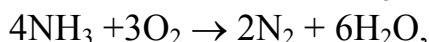
Задача 1. На схемі наведені перетворення сполуки **X**:



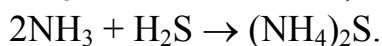
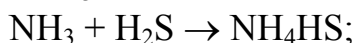
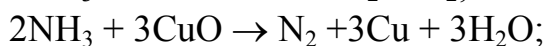
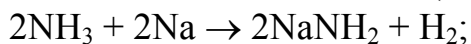
Запропонуйте **X** та запишіть рівняння запропонованих перетворень.

Розв'язання

Речовина **X** – **NH₃**:



або $\rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (платиновий каталізатор);



Задача 2. При взаємодії 33,1%-вого розчину нітрату металу **A** масою 20 г з 3,9%-овим розчином хлориду металу **D** масою 60 г при температурі 10°C одержали осад масою 5,56 г. При цьому солі прореагували між собою повністю. Визначте метали **A** і **D**.

Розв'язання

Знаходимо маси солей:

$$m(\text{A}(\text{NO}_3)_n) = 20 \cdot 0,331 = 6,62 \text{ г};$$

$$m(\text{DCl}_m) = 60 \cdot 0,039 = 2,34 \text{ г};$$

$$m\text{A}(\text{NO}_3)_n + n\text{DCl}_m = m\text{ACl}_n\downarrow + n\text{D}(\text{NO}_3)_m$$

Осад – хлорид металу **A** (**ACl_n**), бо всі нітрати розчинні.

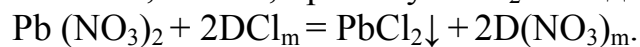
$$v(\text{A}(\text{NO}_3)_n) = v(\text{ACl}_n) \text{ або } \frac{6,62}{A + 62n} = \frac{5,56}{A + 35,5n};$$

$$6,62A + 235,01n = 5,56A + 344,72n$$

$$1,06A = 109,71n$$

	I	II	III
—	103,5	207	310,5
—	—	Pb	—

Отже, **A** – **Pb**, причому **PbCl₂** – осад.



$$v(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 2v(\text{DCl}_m) \text{ або } \frac{6,62}{331} = \frac{2,34}{2(D + 35,5m)};$$

$$D + 35,5m = \frac{331 \cdot 2,34}{6,62 \cdot 2} = 58,5m;$$

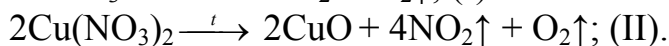
$$D = 23m.$$

	I	II	III
	23	46	69
	Na	–	–

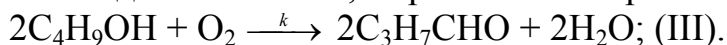
Таким чином, невідомі металічні елементи – це **Pb i Na**.

Задача 3. Суміш нітратів Калію і Купруму(II) масою 23,85 г піддали термічному розкладу. Газ, що утворився, за наявності мідного каталізатора пропустили через суміш, що містить бутанол-1 і 2-метилпентанол-2. Після того, як до продуктів реакції додали аміачний розчин аргентум оксиду, випав осад масою 32,4 г. Визначте масу калій нітрату в суміші.

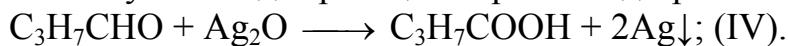
Розв'язання



Із суміші бутанолу-1 та 2-метилпентанолу-2 лише бутанол-1 може взаємодіяти з киснем, а третинний спирт не взаємодіє:



Бутаналь дає реакцію «срібного дзеркала»:



$$v(\text{Ag}) = \frac{32,4}{108 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль.}$$

За реакцією (IV): $v(\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}) = 0,15 \text{ моль.}$

За реакцією (III): $v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}) = 0,075 \text{ моль.}$

Обчислюємо молярні маси калій нітрату і купрум(II) нітрату:

$$M(\text{KNO}_3) = 101,1 \text{ г/моль}; \quad M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 187,5 \text{ г/моль.}$$

Позначимо масову частку калій нітрату в суміші за x , тоді масова частка купрум(II) нітрату буде $(1 - x)$. Звідси:

$$v(\text{KNO}_3) = \frac{23,85x}{101,1} \text{ моль}; \quad v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{23,85(1-x)}{187,5} \text{ моль.}$$

За реакцією (I): $v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{KNO}_3) = \frac{23,85x}{2 \cdot 101,1} \text{ моль};$

За реакцією (II): $v(\text{O}_2) = \frac{1}{2} v(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{23,85(1-x)}{2 \cdot 187,5} \text{ моль.}$

Складаємо рівняння щодо кисню, що виділила кожна речовина:

$$\frac{23,85x}{2 \cdot 101,1} + \frac{23,85(1-x)}{2 \cdot 187,5} = 0,075 \text{ моль.}$$

Отже, $x = 0,21$ або 21%.

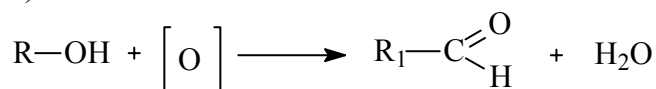
Відповідно $m(\text{KNO}_3) = 23,85 \cdot 0,21 = 5 \text{ г.}$

Задача 4. При окисненні насиченого одноатомного спирту одержали суміш альдегіду та монокарбонової кислоти, кількості речовин яких відносилися як 1 : 2 масою 16,4 г. До одержаної суміші додали надлишок водного розчину натрій гідрогенкарбонату. При цьому виділився газ об'ємом 4,48 л (н.у.). Визначте формули та маси компонентів суміші, одержаної в результаті окиснення спирту.

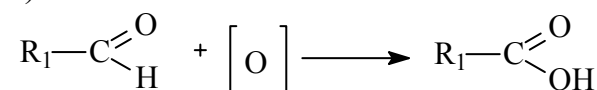
Розв'язання

Запишемо рівняння хімічних взаємодій:

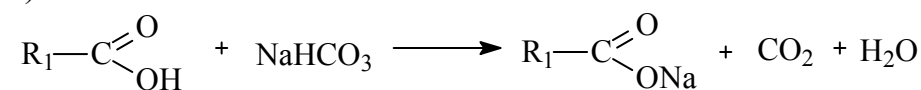
1)



2)



3)



$$v(R_1COOH) = v(CO_2) = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,2 \text{ моль.}$$

$$\text{За умовою } \frac{v(R_1COH)}{v(R_1COOH)} = \frac{1}{2}, v(R_1COOH) = \frac{0,2 \text{ моль}}{2} = 0,1 \text{ моль.}$$

Нехай $m(R_1COH) = x$ г, тоді $m(R_1COOH) = (16,4 - x)$ г. Визначаємо кількості речовин альдегіду та кислоти:

$$v(R_1COH) = \frac{x}{R_1 + 29} = 0,1 \text{ моль}; \quad v(R_1COOH) = \frac{16,4 - x}{R_1 + 45} = 0,2 \text{ моль.}$$

Складаємо систему рівнянь:

$$x = 0,1R_1 + 2,9;$$

$$16,4 - x = 0,2 R_1 + 9.$$

$$R_1 = 15 \text{ або } M(C_nH_{2n+1}) = 15;$$

$$12n + 2n + 1 = 15$$

$$n = 1.$$

Отже, альдегід – CH_3CHO (оцтовий альдегід); кислота – CH_3COOH (оцтова кислота). Знаходимо маси оцтового альдегіду та оцтової кислоти:

$$m(CH_3CHO) = x = 0,1 \cdot 15 + 2,9 = 4,4 \text{ (г)}, m(CH_3COOH) = 16,4 - 4,4 = 12 \text{ (г)}.$$

Задача 5. При обробці надлишком натрію розчину н-пропілового спирту в гексані масою 21 г виділилося 0,05 моль водню. Коли таку ж масу розчину у вигляді пари пропустили над алюміній оксидом при $250^\circ C$, суміш, що утворилася, знебарвила 0,5М розчин бром у бензині об'ємом 160 мл. Визначте кількісний склад суміші, що утворилася після пропускання над алюміній оксидом, умовно вважаючи, що ця каталітична реакція проходить до кінця і без осмолення.

III ЕТАП

ТЕСТОВИЙ ТУР

8 клас

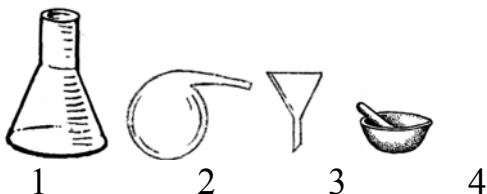
1. Індивідуальною речовиною є:

а) чавун	в) хлоридна кислота
б) літій хлорид	г) повітря.

2. Укажіть, які з наведених нижче понять можна вважати правильними:

а) молекула вуглекислого газу	е) молекула метану CH_4
б) молекула натрій хлориду	ж) молекула повітря
в) атом гідроген хлориду	з) атом води
г) атом хлору	к) молекула води
д) атом заліза	л) молекула хлору

3. Назвати зображене на малюнку хімічне обладнання.



1. _____	3. _____
2. _____	4. _____

4. Суміш алюмінієвого і залізного пилю можна розділити:

- а) розчиненням у воді та фільтруванням;
- б) дією магнітом;
- в) відстоюванням.

5. Ломоносов відкрив закон:

- а) Кулона;
- б) періодичний закон;
- в) збереження маси;
- г) земного тяжіння.

6. Найбільше в повітрі міститься:

- а) азоту; б) кисню; в) озону; г) вуглекислого газу.

7. 1 моль речовини за н.у. займає об'єм

- а) 1 л; б) 22,4 л; в) $6 \cdot 10^{23}$ л; г) невідомо який.

8. Установіть відповідність:

1. Підгоряння їжі.	а) фізичне явище	1- _____
2. Скисання молока.	б) хімічне явище	2 - _____
3. Замерзання води.		3 - _____
4. Гниття листя.		4 - _____
5. Кування заліза.		5 - _____
6. Горіння сірки.		6 - _____

9. Які прості речовини утворює Оксиген?

- а) кисень і воду; б) озон і повітря; в) кисень і озон.

10. Відношення маси частини до маси цілого є:

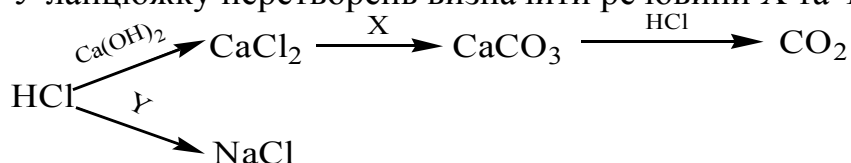
- а) масова частка; б) ціла частка; у) важка частка; г) мольна частка.

Розв'язання

1. б	6. а
2. а, г, д, е, к, л	7. б
3. 1 – колба; 2 – реторта; 3 – лійка; 4 - ступка	8. 1 – б; 2 – б; 3 – а; 4 – б; 5 – а; 6 – б;
4. б	9. в
5. в	10.а

9 клас

- Як називаються сполуки складу CuZn_3 , Na_2Pb , Ca_3Sb ?
а) твердими розчинами; б) механічними сумішами; в) інтерметалідами.
- Рівновага термохімічної реакції $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \rightleftharpoons 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$; $\Delta H = + 43,7$ кДж зміщується в бік реагентів у разі:
а) зниження температури; б) підвищення температури.
- Атом елемента має на 4 електрони більше, ніж йон Літію. Це елемент:
а) С; б) В; в) N; г) О.
- У ланцюжку перетворень визначити речовини X та Y:



а) H_2O і Na_2SO_4	в) Ba_2CO_3 і CaCl_2
б) K_2CO_3 і NaOH	г) Na_2CO_3 і Na_2SO_4

- Які з наведених нижче електронних формул атомів відповідають збудженому стану атома?
а) $1s^2 2s^2 2p^6$; б) $1s^2 2s^1 2p^3$; в) $1s^2 2s^2 2p^3$.
- Якими парами речовин необхідно скористатись, щоб добути натрій хлорид?
а) HCl і NaOH ; б) Cl_2 і NaCl ; в) KCl і Na_2SO_4 ; г) NaOH і BaCl_2 .
- Формула вищого оксиду елемента E_2O_7 , електрони в атомі елемента E розміщені трьома шарами. Цей елемент:
а) S; б) Cl; в) Ar; г) F.
- Окисником чи відновником виступає водень у реакції з купрум(II) оксидом?
а) окисником; б) відновником; в) окисником і відновником.
- Більше число протонів, ніж електронів має:
а) атом Калію; б) атом Хлору; в) хлорид-іон; г) йон Калію.
- Визначити елемент за характеристикою його у періодичній системі: воднева сполука EH_3 – газ, легший від повітря; вищий оксид має відносну молекулярну масу 108; цьому оксиду відповідає кислота – безбарвна рідина, що розчиняється у воді:
а) Нітроген; б) Фосфор; в) Арсен; г) Стийбій.

Розв'язання

1. в	6. а
2. а	7. б
3. а	8. б
4. б	9. г
5. б	10.а

10 клас

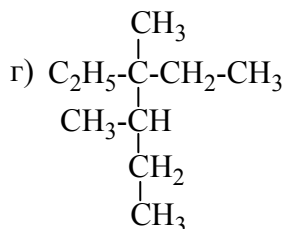
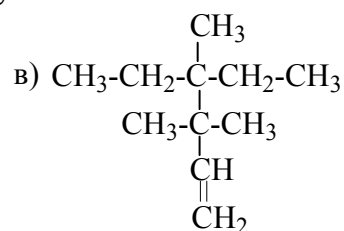
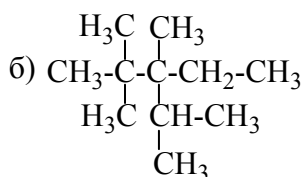
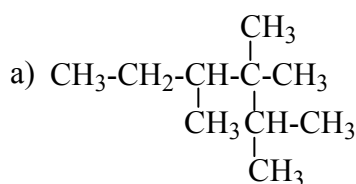
1. Амоніак можна очистити від домішок дигідроген сульфїду (сірководню) пропусканням через розчин:

а) HNO_3 (розб.)	в) H_2SO_4 (конц.)
б) NaOH (конц.)	г) FeCl_3

2. Фенолфталеїн стане малиновим у розчині:

а) CH_3COOK б) NH_4Cl в) KNO_3 г) MgBr_2 .

3. У наведеному переліку формул речовин ізомерами будуть:

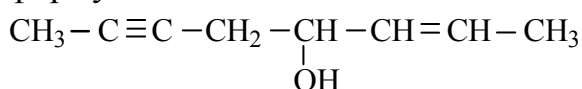


а) а і б; б) б і в; в) в і г; г) а і г.

4. Нарощування шару металу на поверхні виробу електролітичним шляхом, називається:

а) силікотермією; б) гальванопластикою; в) алюмінотермією; г) металотермією.

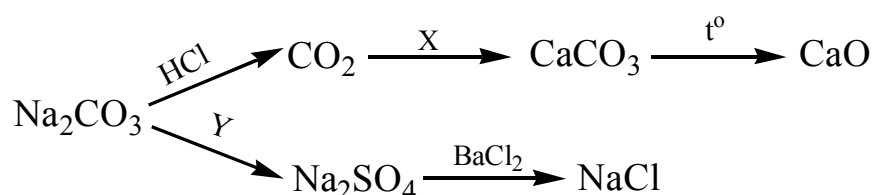
5. Укажіть тип гібридизації орбіталей атомів Карбону у сполуці, структурна формула якої наведена нижче:



1	3	5	7
2	4	6	8

6. Указати сумарне число електронів, які беруть участь в утворенні хімічних зв'язків у молекулі H_2O :

- а) 3; б) 4; в) 2; г) 16.
7. Яка з указаних речовин є окисником у хімічній реакції $2Al + 3Br_2 = 2AlBr_3$?
а) алюміній; б) бром.
8. Зовнішній енергетичний рівень атома елемента має будову ns^2np^4 . Кислота, що відповідає його вищому оксиду має відносну молекулярну масу 98. Це елемент:
а) Р; б) S; в) O; г) Те.
9. Окисником чи відновником буде виступати CO у реакції з FeO:
а) окисником; б) відновником; в) окисником і відновником
10. У ланцюжку перетворень визначити речовини X та Y:



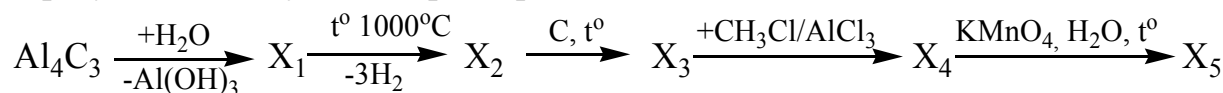
- а) CaO і SO₂; б) Ca(HCO₃)₂ і H₂S; в) Ca(OH)₂ і H₂SO₄; г) CaCl₂ і H₂SO₃.

Розв'язання

1. б	6. б
2. а	7. б
3. г	8. б
4. б	9. б
5. 1-sp ³ ; 2-sp ² ; 3-sp ² ; 4-sp ³ ; 5-sp ³ ; 6-sp; 7-sp; 8-sp ³	10.в

11 клас

1. У результаті наступних перетворень:



утворюється кінцевий продукт X₅:

а) бензойна кислота	в) бензиловий спирт
б) фенол	г) пропіонова кислота

2. При взаємодії 2-метил-2-бутену з хлороводнем (гідрогенхлоридом) утворюється:

а) 1-хлор-2-метилбутан	в) 2-хлор-2-метилбутан
б) 3-хлор-3-метилбутан	г) 3-хлор-2-метилбутан

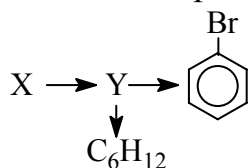
3. Органічна речовина – білий порошок, нерозчинний у холодній воді, застосовується в харчовій промисловості, при нагріванні з водним розчином кислоти гідролізується до α-глюкози – це:

а) целюлоза	в) сахароза
б) крохмаль	г) сорбіт

4. При взаємодії фенолу з бромною водою відбувається заміщення атомів Гідрогену бензольного кільця в положеннях:

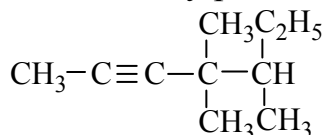
а) 2, 3, 4; б) 3, 4; в) 2, 4, 6; г) 3, 5.

5. Визначити речовини X та Y:



а) C_2H_2 і C_6H_6 ; б) CH_4 і C_6H_6 ; в) C_6H_{12} і C_6H_{14} ; г) CaC_2 і C_2H_2 .

6. Дайте назву речовині:



а) 5-етил-4,4,5-триметил-2-пентин; б) 1-етил-1,2,3-триметил-3-пентин;
в) 4,4,5-триметил-2-гептин; г) 2-етил-3,3-диметил-4-гексин.

7. Функціональна група карбонових кислот має назву:

а) гідроксильна; б) карбонільна; в) кислотна; г) карбоксильна.

8. Бромовання фенолу – це реакція:

а) сполучення; б) обміну; в) заміщення; г) розкладу.

9. Яку речовину можна використати для якісного визначення гліцерину?

а) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; б) FeCl_3 ; в) HNO_3 ; г) метилоранж (індикатор).

10. Скільки із указаних нижче речовин реагують з кальцій оксидом: NaOH , CO_2 , H_2O , H_2SO_4 ?

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

Розв'язання

1. а	6. в
2. в	7. г
3. б	8. в
4. в	9. а
5. а	10. в

III ЕТАП

ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР

8 клас

Задача 1. Доведіть, що існують сполуки з загальною формулою EH_x , які містять 12,5% Гідрогену за масою.

Розв'язання

$$w(\text{H}) = \frac{Ar(\text{H}) \cdot N(\text{H})}{Mr(\text{EH}_x)} \quad 0,125 = \frac{x}{Ar(\text{E}) + x}; \quad Ar(\text{E}) = 7x$$

x	1	2	3	4
Ar	7	14	21	28
E	Li	N	-	Si
EH_x	LiH	N_2H_4		SiH_4

Задача 2. При розчиненні у воді масою 160 г кристалогідрату $\text{MeSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ масою 40 г одержали розчин з масовою часткою MeSO_4 12,8 %. Визначте невідому сіль.

Розв'язання

$$Ar(\text{Me}) = x.$$

$$w(\text{MeSO}_4) = \frac{x+96}{x+186}; \quad m(\text{MeSO}_4) = \frac{40(x+96)}{x+186};$$

$$w(\text{MeSO}_4) = \frac{m(\text{MeSO}_4)}{m(\text{розчину})}; \quad 0,128 = \frac{40(x+96)}{x+186} : 200;$$

$$x = \mathbf{64 \text{ (Cu)}}$$

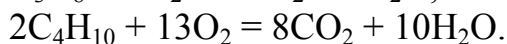
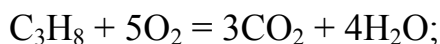
Задача 3. Запропонуйте спосіб розділення суміші, яка складається з заліза, цукру і піску.

Розв'язання

- 1) дія магнітом;
- 2) розчинення у воді;
- 3) фільтрування;
- 4) випарювання.

Задача 4. При спалюванні 10 л газової суміші, що складається з пропану (C_3H_8) та бутану (C_4H_{10}) утворилося 38 л карбон(IV) оксиду (всі виміри зроблені за однакових умов). Визначити об'єми кожного газу у вихідній суміші.

Розв'язання



$$V(C_3H_8) = x; \quad V(C_4H_{10}) = y;$$

$$V_1(CO_2) = 3x; \quad V_2(CO_2) = 4y;$$

$$\begin{cases} x + y = 10 \\ 3x + 4y = 38 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 4x + 4y = 40 \\ \underline{3x + 4y = 38} \end{cases}$$

$$x = 2; \quad y = 8.$$

$$V(C_3H_8) = 2; \quad V(C_4H_{10}) = 8$$

Задача 5. Колба об'ємом 150 мл заповнена озоном O_3 і врівноважена на терезах. У колбу такого ж об'єму і маси зібрали сульфур(IV) оксид (SO_2) і поставили на шальку терезів замість колби з озоном. Яку різноважку і на яку шальку слід покласти, щоб знову зрівноважити терези?

Розв'язання

$$v = \frac{V}{V_m}; \quad v = \frac{0,15}{22,4} = 0,0067.$$

$$m = v \cdot M; \quad m(O_3) = 0,0067 \cdot 48 = 0,32 \text{ г}; \quad m(SO_2) = 0,0067 \cdot 64 = 0,43 \text{ г}.$$

$$\Delta m = 0,43 - 0,32 = 0,11 \text{ г}.$$

9 клас

Задача 1. Сплав кальцію та невідомого двовалентного металу загальною масою 26,8 г обробили надлишком хлоридної (соляної) кислоти. При цьому виділився водень об'ємом 19,04 л (н.у.). Визначити невідомий метал та його масову частку в сплаві.

Розв'язання

$$v(H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{19,04}{22,4} = 0,85 \text{ моль}; \quad v(Ca) = x; \quad v(Me) = y; \quad M(Me) = z.$$

$$\begin{cases} 40x + zy = 26,8 \\ x + y = 0,85 \end{cases} \Rightarrow 40y - zy = 7,2;$$

$$y(40 - z) = 7,2.$$

Рівняння має розв'язок при $z < 40$. Цій умові відповідає два метали: **Mg і Be**.

Задача 2. Відносна густина за воднем суміші трьох газів, що утворилися в результаті неповного термічного розкладу сульфур(VI) оксиду, дорівнює 36. Скільки відсотків речовини зазнало розкладу?

Розв'язання

$$2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$$

вихідні	100	–	–
в реакції	x	x	0,5x
рівноважні	100-x	x	0,5x

$$V(\text{рівноважної суміші}) = (100 - x) + x + 0,5x = 100 + 0,5x;$$

$$Mr(\text{суміші}) = \chi(\text{SO}_3)Mr(\text{SO}_3) + \chi(\text{SO}_2)Mr(\text{SO}_2) + \chi(\text{O}_2)Mr(\text{O}_2);$$

$$\text{Для газів } \varphi = \chi: \varphi(\text{SO}_3) = \frac{100 - x}{100 + 0,5x}; \varphi(\text{SO}_2) = \frac{x}{100 + 0,5x}; \varphi(\text{O}_2) = \frac{0,5x}{100 + 0,5x}.$$

$$Mr(\text{суміші}) = D_{\text{H}_2} \cdot Mr(\text{H}_2) = 36 \cdot 2 = 72.$$

$$72 = \frac{(100 - x) \cdot 80}{100 + 0,5x} + \frac{64x}{100 + 0,5x} + \frac{0,5x \cdot 32}{100 + 0,5x};$$

$$x = 22,2.$$

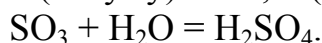
$$\varphi(\text{SO}_3) = 22,2\%$$

Задача 3. Визначте маси розчину сульфур(VI) оксиду в чистій сульфатній кислоті (масова частка сульфур(VI) оксиду дорівнює 10%) і розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 60%, необхідні для приготування 480 г розчину з масовою часткою сульфатної кислоти 90%.

Розв'язання

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9 \cdot 480 = 432 \text{ г.}$$

$$m(\text{олеуму}) = x \text{ г}; m(\text{SO}_3) = 0,1x \text{ г}; m_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9x \text{ г.}$$



$$\nu(\text{SO}_3) = \nu_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,1x}{80} \text{ моль}; m_2(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot \frac{0,1x}{80} = 0,1225x \text{ г.}$$

$$m_2(\text{р-ну}) = 480 - x; m_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,6(480 - x) = 288 - 0,6x.$$

$$0,9x + 0,1225x + 288 - 0,6x = 432;$$

$$x = 340,83 \text{ г (маса олеуму);}$$

$$m_2(\text{р-ну}) = 480 - 340,83 = 139,17 \text{ г.}$$

Задача 4. Вищий оксид хімічного елемента III групи має відносну молекулярну масу 102. Назвіть хімічний елемент, складіть формули його вищого оксиду та гідрату оксиду, зазначте їх характер, запишіть рівняння відповідних реакцій.

Розв'язання

E_2O_3 : $Ar(E) = x$; $2x + 48 = 102$; $x = 27$ (Al). Al_2O_3 , $Al(OH)_3$ – амфотерні.

$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$ або $Al_2O_3 + 2NaOH + 3H_2O = 2Na[Al(OH)_4]$.

$Al(OH)_3 + NaOH = NaAlO_2 + 2H_2O$ або $Al(OH)_3 + NaOH = Na[Al(OH)_4]$.

Задача 5. Елементи А, В, С, D стоять у сусідніх групах одного з малих періодів. Вищі солетвірні оксиди цих елементів – тверді кристалічні речовини. Оксиди елементів А і В реагують з кислотами, утворюючи солі, оксид елемента С – сполука двох найпоширеніших у земній корі елементів; у воді не розчиняється, утворює солі при сплавленні з лугами і карбонатами металів. Оксид елемента D добре розчиняється у воді; з основами утворює солі, деякі з яких є цінними добривами. Визначити елементи і скласти відповідні рівняння реакцій.

Розв'язання

A: **Mg**, B: **Al**, C: **Si**, D: **P**.

$MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O$;

$Al_2O_3 + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2O$;

$SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$;

$SiO_2 + Na_2CO_3 = Na_2SiO_3 + CO_2$;

$P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3$ або $P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$;

$P_2O_5 + 2NaOH = 2NaPO_3 + 3H_2O$ або $P_2O_5 + 6NaOH = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$.

10 клас

Задача 1. Масова частка Гідрогену в кислоті становить 1,25%. До складу кислоти входять також Фосфор(V) та Оксиген. Визначити формулу кислоти. Відповідь підтвердити розрахунками.

Розв'язання

$H_xP_yO_z$: $w(P) = y_1$; $w(O) = z_1$.

$y_1 + z_1 = 100 - 1,25 = 98,75\%$.

$m(p\text{-ни}) = 100$ г; $v(H) = \frac{1,25}{1} = 1,25$; $v(P) = \frac{y_1}{31}$; $v(O) = \frac{z_1}{16}$.

Молекула електронейтральна, тому:

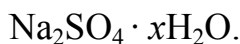
$$\begin{cases} (+1) \cdot 1,25 + (+5) \cdot \frac{y_1}{31} + (-2) \cdot \frac{z_1}{16} = 0 \\ y_1 + z_1 = 98,75 \end{cases}$$

$w(P) = 38,75\%$; $w(O) = 60,00\%$.

HPO_3

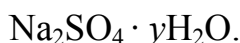
Задача 2. Якщо до 100 г розчину сульфату натрію з масовою часткою розчиненої речовини 53% додати тверду сіль А, то масова частка розчиненої речовини не зміниться. А якщо до одержаного розчину додати сіль В масою, що дорівнює масі розчину, то масова частка солі зменшиться до 48,5%. Знайдіть формули та визначте маси солей А і В, якщо їх співвідношення 1:5.

Розв'язання

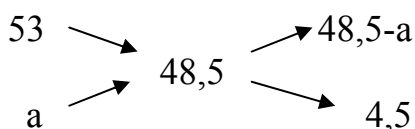


$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{142}{0,53} = 268;$$

$$x = \frac{268 - 142}{18} = 7; \quad \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$



а – масова частка солі $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot y$ кристалогідраті $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$



$$\frac{48,5 - a}{4,5} = 1$$

$$48,5 - a = 4,5:$$

$$a = 44.$$

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}) = \frac{142}{0,44} = 323;$$

$$y = \frac{323 - 142}{18} = 10; \quad \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}.$$

$$m(\text{A}) = m; \quad m(\text{B}) = 100 + m.$$

$$\frac{m}{100 + m} = \frac{1}{5};$$

$$5m = 100 + m;$$

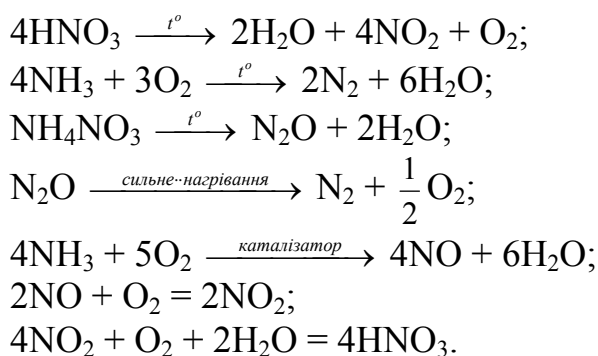
$$4m = 100.$$

$$m(\text{A}) = 25 \text{ г}; \quad m(\text{B}) = 125 \text{ г}.$$

Задача 3. Елемент Х входить до складу сполук А і Б, які по різному змінюють забарвлення лакмусу. Речовина А згоряє в продуктах термічного розкладу Б, утворюючи серед інших просту речовину Х. Продукт реакції А з Б, одержаний при кімнатній температурі, розкладається при сильному нагріванні, утворюючи прості речовини Х, Y і воду. Спалюванням А в Y теж одержують речовину Х, в присутності каталізатора – речовину з молекулярною формулою Х Y, а при надлишку Y – суміш, яка при розчиненні у воді, утворює сполуку Б. Про які речовини йдеться? Записати рівняння згаданих реакцій.

Розв'язання

Х: N_2 ; Y: O_2 ; А: NH_3 ; Б: HNO_3 .



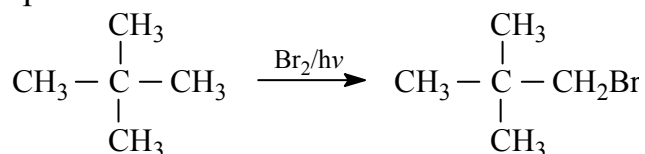
Задача 4. При дії бромю на невідомий вуглеводень було виділене лише одне галогенпохідне, густина парів якого в 5,207 разів більша густини повітря. Визначте структурну формулу вуглеводню.

Розв'язання

$$M_r(\text{галогенпохідного}) = 5,207 \cdot 29 = 151.$$

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z: M(\text{C}_x\text{H}_y) = 151 - 80 = 71. \text{ Можливий один варіант: } \text{C}_5\text{H}_7\text{Br}.$$

Оскільки утворюється лише одне галогенпохідне, то вуглеводень – 2,2-диметилпропан



Задача 5. Є суміш метану і кисню з густиною 1 г/л (при н.у.). Обчислити молярний склад суміші (%).

Розв'язання

$$M_r(\text{суміші}) = 22,4.$$

$$\chi(\text{O}_2) = x; \chi(\text{CH}_4) = 1 - x;$$

$$M_r(\text{суміші}) = \chi(\text{O}_2) \cdot M_r(\text{O}_2) + \chi(\text{CH}_4) \cdot M_r(\text{CH}_4);$$

$$22,4 = 32x + 16(1 - x);$$

$$x = 0,4.$$

$$\chi(\text{O}_2) = \mathbf{0,4}; \chi(\text{CH}_4) = \mathbf{0,6}.$$

11 клас

Задача 1. Тверду речовину А масою 4 г обробили хлором і одержали єдиний продукт Б, рідкий за звичайних умов. При внесенні продукту Б в надлишок води утворюється 3 г вихідної речовини А. Із одержаного сильноокислого розчину при нагріванні виділяється газ В з густиною за повітрям 2,2. При окисненні киснем вихідної наважки речовини А можна виділити в 4 рази

більше газу В, ніж з розчину, одержаного при внесенні Б у воду. Визначити речовини А, Б, В. Записати рівняння згаданих реакцій.

Розв'язання

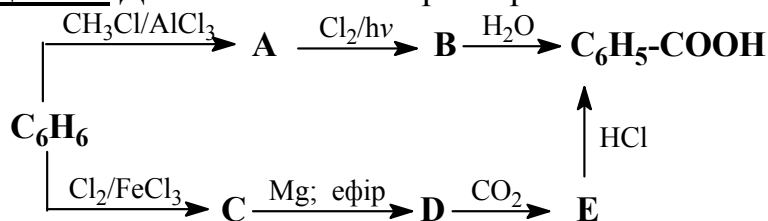
$M_r(B) = 29 \cdot 2,2 = 64 - SO_2$, який може виділятися при нагріванні сульфатної(IV) кислоти. Отже, речовина А, яка реагує з хлором і киснем – сірка. Речовина Б – сульфур хлорид, ним можуть бути SCl_2 ; S_2Cl_2 ; SCl_4 .



Оскільки при взаємодії сульфур хлориду з водою виділяється $\frac{3}{4}$ вихідної наважки сірки, то це S_2Cl_2 (II). Із рівняння (II) випливає, що лише $\frac{1}{4}$ частина сірки, яка прореагувала з хлором, дає при взаємодії з водою SO_2 .

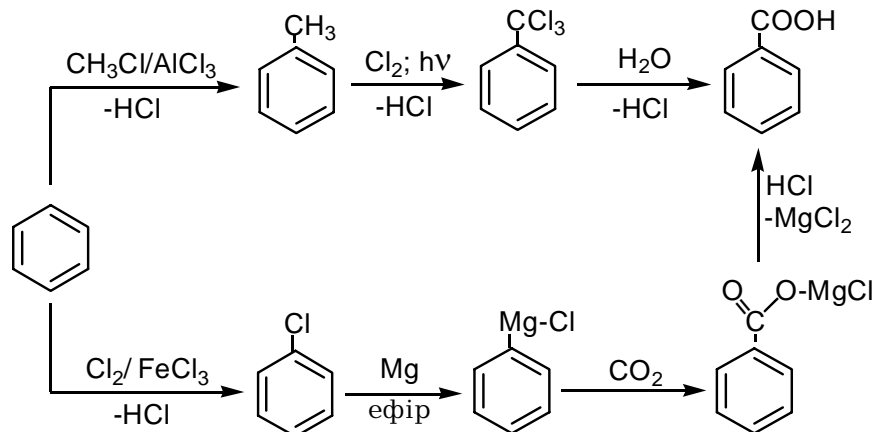
А: S, Б: S_2Cl_2 ; В: SO_2 .

Задача 2. Дана така схема перетворень:



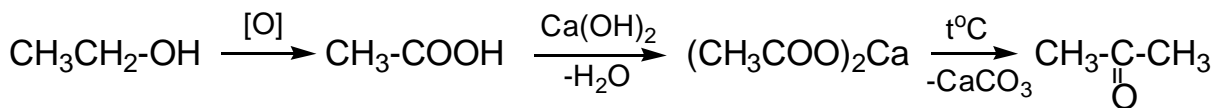
Розшифруйте схеми перетворень, наведіть структурні формули речовин А, В, С, D, E.

Розв'язання



Задача 3. Запропонуйте спосіб одержання ацетону (пропанону) з етанолу в три стадії.

Розв'язання

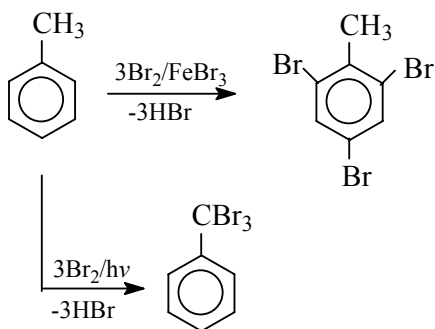


Задача 4. Напишіть структурну формулу вуглеводню C_7H_8 , якщо відомо, що при його бромованні :

- 1) у присутності каталізатора;
- 2) на світлі без каталізатора

утворюється два ізомерних бромпохідних $C_7H_5Br_3$. Запишіть структурні формули цих ізомерів.

Розв'язання



Задача 5. Хімічна рівновага реакції $COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$ установилась при концентраціях реагуючих речовин (моль/л): $C(COCl_2) = 10$; $C(CO) = 6$; $C(Cl_2) = 4$. У рівноважну систему додали хлор у кількості 4 моль/л.

- 1) Визначте нові рівноважні концентрації реагуючих речовин після зміщення рівноваги.
- 2) Як зміниться швидкість прямої і зворотної реакції після додавання хлору?
- 3) У який бік зміститься рівновага реакції?

Розв'язання

	$COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$		
рівноважні	10	6	4
вихідні	10	6	8
в реакції	x	x	x
рівноважні	$10 + x$	$6 - x$	$8 - x$

$$K_C = \frac{C(CO) \cdot C(Cl_2)}{C(COCl_2)} = \frac{6 \cdot 4}{10} = 2,4; 2,4 = \frac{(6-x)(8-x)}{10+x};$$

$$x^2 - 16,4x + 24 = 0.$$

$$x = \frac{16,4 \pm \sqrt{268,96 - 96}}{2} = \frac{16,4 \pm 13,15}{2}; x_1 = 1,625;$$

$$C(COCl_2) = 11,625; C(CO) = 4,375; C(Cl_2) = 6,375;$$

$$J_{\text{пр. р-ції}} = kC(COCl_2) = 10k; J'_{\text{пр. р-ції}} = kC(COCl_2) = 10k;$$

$$J_{\text{зв. р-ції}} = kC(CO) \cdot C(Cl_2) = k \cdot 6 \cdot 4 = 24k; J'_{\text{зв. р-ції}} = k \cdot 6 \cdot 8 = 48k;$$

$$\frac{J^1_{\text{зв. р-ції}}}{J_{\text{зв. р-ції}}} = \frac{48k}{24k} = 2.$$

Рівновага зміститься у бік реагентів.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ТУР

8 клас

Задача 1. У пронумерованих пробірках без написів містяться розчини нітратної кислоти, натрій карбонату, барій хлориду і калій сульфату. Не використовуючи додаткових реактивів, розпізнайте ці речовини. Запишіть рівняння відповідних реакцій.

Розв'язання

	HNO_3	Na_2CO_3	BaCl_2	K_2SO_4
HNO_3		↑		
Na_2CO_3	↑		↓	
BaCl_2		↓		↓
K_2SO_4			↓	

У пробірці № 1 – Na_2CO_3 ; у пробірці № 2 – BaCl_2 ; у пробірці № 3 – K_2SO_4 ; у пробірці № 4 – HNO_3 .

Задача 2. У пробірці знаходиться суміш цукру і піску. Складіть план розділення запропонованої суміші та розділіть суміш.

Розв'язання

Суміш цукру та піску розділяємо за допомогою води: цукор розчиняється, а пісок залишається на фільтрі. Для виділення індивідуальних речовин цукор слід виділити з розчину випаровуванням, але оскільки не надані засоби для випаровування, залишаємо цукор у розчині.

План проведення фільтрування:

1. Пересипати суміш піску і цукру в хімічний стакан.
2. Долити до суміші дистильованої води.
3. Переконатися, що цукор повністю розчинився, перемішувати скляною паличкою.
4. Приготувати фільтр: підігнати його за розміром воронки, скласти фільтр вчетверо і придавити до країв воронки.
5. Змочити фільтр дистильованою водою, переконатися, що він щільно прилягає до країв воронки.
6. Фільтрування проводити, виливаючи рідину порціями.

9 клас

Задача 1. У п'яти довільно пронумерованих пробірках містяться розчини сульфатної кислоти, натрій гідроксиду, натрій карбонату, натрій хлориду та фенолфталеїну. Не використовуючи інших реактивів, розпізнати ці речовини.

Розв'язання

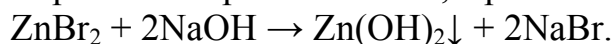
	H ₂ SO ₄	NaOH	Na ₂ CO ₃	NaCl	фенол-фталеїн
H ₂ SO ₄			↑		малиновий
NaOH					малиновий
Na ₂ CO ₃	↑				
NaCl					
фенол-фталеїн		малиновий	малиновий		

У пробірці № 1 – H₂SO₄; у пробірці № 2 – Na₂CO₃; у пробірці № 3 – NaCl; у пробірці № 4 – NaOH; у пробірці № 5 – фенолфталеїн.

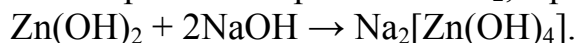
Задача 2. У вашому розпорядженні є склянки без етикеток з розчинами цинк хлориду і натрій гідроксиду та дві пробірки. Не використовуючи додаткових реактивів, розпізнайте ці речовини. Запишіть рівняння відповідних реакцій.

Розв'язання

Для визначення розчинів необхідно до невеликої кількості одного з розчинів (розчин I) поволі підлити надлишок другого розчину (розчин II). Якщо при цьому відбувається випадання драглистого осаду, то луг в недостатці. Значить розчин I – розчин NaOH, а розчин II – розчин ZnBr₂.



Якщо ж осад, що спочатку випав, зразу ж зникає, то в надлишку знаходиться луг. Значить розчин I – розчин ZnBr₂, а розчин II – розчин NaOH.



Завдання 1. Визначити молярну концентрацію еквівалента (нормальну концентрацію) та масу натрій карбонату в 500 мл розчину.

Метод: об'ємний аналіз (кисотно-основне титрування).

Принцип методу: До проби розчину певного об'єму додають індикатор і далі поступово додають реагент до зміни забарвлення індикатора. Індикатор підбирають відповідно до складу розчину у точці еквівалентності (у момент повного зникнення з розчину речовини, яку визначають). Процес додавання реагенту називають титруванням, а пробу розчину певного об'єму називають аліквотою.

Техніка безпеки: а) У роботі використовуються небезпечні речовини – наприклад, розчин хлоридної (соляної) кислоти. Будьте обережні і не допускайте попадання розчинів на шкіру, одяг.

б) У роботі використовується скляний посуд. Пам'ятайте: він легко б'ється, ламається і може бути причиною серйозних травм.

в) При розливанні розчинів, у разі пошкодження посуду, не панікуйте. Спокійно сповістіть про це контролера або члена оргкомітету.

г) При попаданні розчину на шкіру, обличчя, в очі слід негайно, але спокійно, підійти до водопровідного крану та промити відповідне місце водою, а потім сповістити про це контролера або члена оргкомітету.

Хід роботи

1. Уважно і до кінця прочитайте інструкцію та обдумайте кожний етап аналізу.

Зверніть особливу увагу на техніку безпеки.

2. Проаналізуйте процес титрування натрій карбонату хлоридною кислотою і визначте, який чи які з запропонованих індикаторів найкраще підходять для титрування натрій карбонату. Інтервали рН зміни забарвлення індикаторів:

- метиловий оранжевий: 3,1– 4,0
- лакмус: 4,0 – 6,4
- фенолфталеїн: 8,2 –10,0.

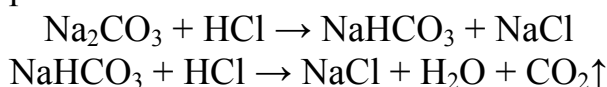
3. З одержаної проби розчину натрій карбонату за допомогою піпетки відберіть аліквоту об'ємом 10 мл у колбу для титрування, при необхідності можна додати дистильованої води. До розчину в колбі додайте вибраний індикатор і титруйте з бюретки розчином хлоридної кислоти до зміни забарвлення індикатора. Титрування повторіть тричі (перше титрування пробне). Результати титрування занесіть у зошит у вигляді таблиці:

№ проби	Об'єм HCl (мл)
1	
2	
3	

4. Розрахуйте Концентрацію натрій карбонату у виданому вам зразку розчину технічної соди.
5. Складіть звіт про роботу, в якому
 - a. Обґрунтуйте вибір індикатора для титрування;
 - b. Опишіть і поясніть усі проведені розрахунки.

Розв'язання

Проводимо титрування карбонату натрію соляною кислотою. При цьому взаємодія соляної кислоти з карбонатом натрію відбувається у дві стадії: на першій утворюється кисла сіль, яка далі взаємодіє із кислотою. Ці перетворення виражаються такими рівняннями:



Перша фаза закінчується при $\text{pH} = 8,3$; друга – при $\text{pH} = 3,85$. Тому титрування можна проводити двома способами:

- 1) з використанням метилоранжу, $E_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{M}{2} = \frac{106}{2} = 53$;
- 2) з використанням фенолфталеїну, $E_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = M = 106$.

Обґрунтування першого способу титрування (з використанням метилоранжу)

Зона переходу забарвлення метилоранжу лежить в інтервалі pH від 3,1 до 4,4. При $\text{pH} > 4,4$ метилоранж має жовте забарвлення, а при $\text{pH} < 3,1$ – червоне. Реакція між Na_2CO_3 і HCl відбувається до кінця при $\text{pH} = 3,85$, що відповідає зоні переходу забарвлення метилоранжу. Отже, слід титрувати до зміни жовтого забарвлення індикатора на червоне. Перед початком титрування промиваємо бюретку 1 раз дистильованою водою, потім 1 раз робочим розчином – розчином 0,1н соляної кислоти. Після цього заповнюємо бюретку через воронку робочим розчином дещо вище нульової позначки, виймаємо воронку і кладемо на стіл, доводимо рівень рідини в бюретці до нульової позначки, причому око спостерігача повинно знаходитися на рівні нижнього краю меніска. Якщо в капілярній трубці бюретки опинилися пухирці повітря, видаляємо їх, тримаючи носик трубки дещо вгору і пустивши достатньо сильний струмінь рідини. Після цього знову доводимо рівень рідини в бюретці до нульової позначки.

Піпеткою з гумовою грушею відбираємо 10 мл (оскільки маємо у розпорядженні піпетки на 10 мл) розчину Na_2CO_3 невідомої концентрації (аліквота) і переносимо у конічну колбу для титрування, додаємо кілька крапель метилоранжу. Індикатор до початку титрування має жовтий колір.

Починаємо титрування. Швидкість виливання рідини з бюретки не повинна перевищувати 4-5 крапель за секунду. Фіксуємо точку

еквівалентності за зміною забарвлення індикатора із жовтого на червоне. Записуємо об'єм HCl, витрачений на титрування.

Титрування проводимо три рази, причому кожне титрування починаємо з нульової точки.

Обчислення

Знаходимо середню кількість мілілітрів соляної кислоти, витраченої на титрування:

1-ше титрування – 7,8 мл; 2-ге титрування – 8,0 мл; 3-тє титрування – 8,0 мл.

$$V_{\text{середнє}} = \frac{7,8 + 8,0 + 8,0}{3} = 7,9 \text{ мл}$$

Розрахунок через титр по визначуваній речовині:

$$T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n(\text{HCl}) \times E(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}, \text{ де } T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} - \text{титр соляної кислоти}$$

по карбонату натрію, $n(\text{HCl})$ – нормальність соляної кислоти, $E(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ – еквівалент карбонату натрію.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V(\text{HCl}) \times \frac{1000}{10},$$

де $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3}$ – титр соляної кислоти по карбонату натрію, 1000 – для знаходження маси солі в 1 літрі розчину, 10 – аліквота.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,1 \times 53 \times 7,9 \times 1000}{1000 \times 10} = 4,19 \text{ г}$$

Розрахунок через нормальність:

$$n(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V(\text{Na}_2\text{CO}_3);$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{HCl}) \times V(\text{HCl})}{V(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{0,1 \times 7,9}{10} = 0,079 \text{ г - екв / л};$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times E(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times 1000}{1000} = \frac{0,079 \times 53 \times 1000}{1000} = 4,19 \text{ г}.$$

Обґрунтування другого способу титрування (з використанням фенолфталеїну)

Зона переходу забарвлення фенолфталеїну лежить в інтервалі рН від 10,0 до 8,0. У цьому інтервалі рН індикатор змінює забарвлення з малинового на безбарвне. Перша фаза реакції між Na_2CO_3 і HCl закінчується при $\text{pH} = 8,3$; що відповідає зоні переходу забарвлення фенолфталеїну.

Отже, титрування проводимо з фенолфталеїном до зникнення малинового кольору. Титрування проводимо так само, як описано для метилоранжу.

Обчислення проводяться аналогічно до першого способу через титр або нормальність, пам'ятаючи що $E_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = M = 106$.

Обчислення

Знаходимо середню кількість мілілітрів соляної кислоти, витраченої на титрування: 1-ше титрування – 5,5 мл; 2-ге титрування – 5,5 мл; 3-тє титрування – 5,4 мл.

$$V_{\text{середнє}} = \frac{5,6 + 5,5 + 5,4}{3} = 5,5 \text{ мл}.$$

Розрахунок через титр по визначуваній речовині:

$T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n(\text{HCl}) \times E(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}$, де $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3}$ – титр соляної кислоти по карбонату натрію, $n(\text{HCl})$ – нормальність соляної кислоти, $E(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ – еквівалент карбонату натрію.

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V(\text{HCl}) \times \frac{1000}{10}$, де $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3}$ – титр соляної кислоти по карбонату натрію, 1000 – для знаходження маси солі в 1 літрі розчину, 10 – аліквота.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,1 \times 106 \times 5,5 \times 1000}{1000 \times 10} = 5,83 \text{ г}$$

Розрахунок через нормальність:

$$n(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V(\text{Na}_2\text{CO}_3);$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{HCl}) \times V(\text{HCl})}{V(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{0,1 \times 5,5}{10} = 0,055 \text{ г - екв / л},$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times E(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times 1000}{1000} = \frac{0,055 \times 106 \times 1000}{1000} = 5,83 \text{ г}.$$

11 клас

Завдання 1. Визначити молярну концентрацію еквівалента (нормальну концентрацію) та масу натрій карбонату в 500 мл розчину.

Метод: об'ємний аналіз (кисотно-основне титрування).

Принцип методу: До проби розчину певного об'єму додають індикатор і далі поступово додають реагент до зміни забарвлення індикатора. Індикатор підбирають відповідно до складу розчину у точці еквівалентності (у момент повного зникнення з розчину речовини, яку визначають). Процес додавання реагенту називають титруванням, а пробу розчину певного об'єму називають аліквотою.

Техніка безпеки:

а) У роботі використовуються небезпечні речовини – наприклад, розчин хлоридної (соляної) кислоти. Будьте обережні і не допускайте попадання розчинів на шкіру, одяг.

б) У роботі використовується скляний посуд. Пам'ятайте: він легко б'ється, ламається і може бути причиною серйозних травм.

в) При розливанні розчинів, у разі пошкодження посуду, не панікуйте. Спокійно сповістіть про це контролера або члена оргкомітету.

г) При попаданні розчину на шкіру, обличчя, в очі слід негайно, але спокійно, підійти до водопровідного крану та промити відповідне місце водою, а потім сповістити про це контролера або члена оргкомітету.

Хід роботи

- Уважно і до кінця прочитайте інструкцію та обдумайте кожний етап аналізу. **Зверніть особливу увагу на техніку безпеки.**
- Проаналізуйте процес титрування натрій карбонату хлоридною кислотою і визначте, який чи які з запропонованих індикаторів найкраще підходять для титрування натрій карбонату. Інтервали рН зміни забарвлення індикаторів:
 - метиловий оранжевий: 3,1 – 4,0
 - лакмус: 4,0 – 6,4
 - фенолфталеїн: 8,2 – 10,0.
- З одержаної проби розчину натрій карбонату за допомогою піпетки відберіть аліквоту об'ємом 10 мл у колбу для титрування, при необхідності можна додати дистильованої води. До розчину в колбі додайте вибраний індикатор і титруйте з бюретки розчином хлоридної кислоти до зміни забарвлення індикатора. Титрування повторіть тричі (перше титрування пробне). Результати титрування занесіть у зошит у вигляді таблиці:

№ проби	Об'єм HCl (мл)
1	
2	
3	

4. Розрахуйте концентрацію натрій карбонату у виданому вам зразку розчину технічної соди.
5. Складіть звіт про роботу, в якому
 - a. Обґрунтуйте вибір індикатора для титрування;
 - b. Опишіть і поясніть усі проведені розрахунки.

Розв'язання

Проводимо титрування карбонату натрію соляною кислотою. При цьому взаємодія соляної кислоти з карбонатом натрію відбувається у дві стадії: на першій утворюється кисла сіль, яка далі взаємодіє із кислотою. Ці перетворення виражаються такими рівняннями:



Перша фаза закінчується при $\text{pH} = 8,3$; друга – при $\text{pH} = 3,85$. Тому титрування можна проводити двома способами:

- 1) з використанням метилоранжу, $E_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{M}{2} = \frac{106}{2} = 53$;
- 2) з використанням фенолфталеїну, $E_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = M = 106$.

Обґрунтування першого способу титрування (з використанням метилоранжу)

Зона переходу забарвлення метилоранжу лежить в інтервалі pH від 3,1 до 4,4. При $\text{pH} > 4,4$ метилоранж має жовте забарвлення, а при $\text{pH} < 3,1$ – червоне. Реакція між Na_2CO_3 і HCl відбувається до кінця при $\text{pH} = 3,85$, що відповідає зоні переходу забарвлення метилоранжу. Отже, слід титрувати до зміни жовтого забарвлення індикатора на червоне.

Перед початком титрування промиваємо бюретку 1 раз дистильованою водою, потім 1 раз робочим розчином – розчином 0,1н соляної кислоти. Після цього заповнюємо бюретку через воронку робочим розчином дещо вище нульової позначки, виймаємо воронку і кладемо на стіл, доводимо рівень рідини в бюретці до нульової позначки, причому око спостерігача повинно знаходитися на рівні нижнього краю меніска. Якщо в капілярній трубці бюретки опинилися пухирці повітря, видаляємо їх, тримаючи носик трубки дещо вгору і пустивши достатньо сильний струмінь рідини. Після цього знову доводимо рівень рідини в бюретці до нульової позначки.

Піпеткою з гумовою грушею відбираємо 10 мл (оскільки маємо у розпорядженні піпетки на 10 мл) розчину Na_2CO_3 невідомої концентрації (аліквота) і переносимо у конічну колбу для титрування, додаємо кілька крапель метилоранжу. Індикатор до початку титрування має жовтий колір.

Починаємо титрування. Швидкість виливання рідини з бюретки не повинна перевищувати 4-5 крапель за секунду. Фіксуємо точку еквівалентності за зміною забарвлення індикатора із жовтого на червоне.

Записуємо об'єм HCl, витрачений на титрування. Титрування проводимо три рази, причому кожне титрування починаємо з нульової точки.

Обчислення

Знаходимо середню кількість мілілітрів соляної кислоти, витраченої на титрування: 1-ше титрування – 18,3 мл; 2-ге титрування – 18,2 мл; 3-тє титрування – 18,2 мл.

$$V_{\text{середнє}} = \frac{18,3 + 18,2 + 18,2}{3} = 18,2 \text{ мл.}$$

Розрахунок через титр по визначуваній речовині:

$T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n(\text{HCl}) \times E(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}$, де $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3}$ – титр соляної кислоти по карбонату натрію, $n(\text{HCl})$ – нормальність соляної кислоти, $E(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ – еквівалент карбонату натрію.

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3} \times V(\text{HCl}) \times \frac{1000}{10}$, де $T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3}$ – титр соляної кислоти по карбонату натрію, 1000 – для знаходження маси солі в 1 літрі розчину, 10 – аліквота.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0,1 \times 53 \times 18,2 \times 1000}{1000 \times 10} = 9,65 \text{ г}$$

Розрахунок через нормальність:

$$n(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times V(\text{Na}_2\text{CO}_3);$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{HCl}) \times V(\text{HCl})}{V(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{0,1 \times 18,2}{10} = 0,182 \text{ г - екв / л.};$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times E(\text{Na}_2\text{CO}_3) \times 1000}{1000} = \frac{0,182 \times 53 \times 1000}{1000} = 9,65 \text{ г.}$$

Обґрунтування другого способу титрування (з використанням фенолфталеїну)

Зона переходу забарвлення фенолфталеїну лежить в інтервалі рН від 10,0 до 8,0. У цьому інтервалі рН індикатор змінює забарвлення з малинового на безбарвне. Перша фаза реакції між Na_2CO_3 і HCl закінчується при рН = 8,3; що відповідає зоні переходу забарвлення фенолфталеїну. Отже, титрування

проводимо з фенолфталеїном до зникнення малинового кольору. Титрування проводимо так само, як описано для метилоранжу.

Обчислення проводяться аналогічно до першого способу через титр або нормальність, пам'ятаючи що $E_{Na_2CO_3} = M = 106$.

Обчислення

Знаходимо середню кількість мілілітрів соляної кислоти, витраченої на титрування: 1-ше титрування – 10,0 мл; 2-ге титрування – 10,0 мл; 3-тє титрування – 10,0 мл.

$$V_{\text{середнє}} = \frac{10,0 + 10,0 + 10,0}{3} = 10,0 \text{ мл}.$$

Розрахунок через титр по визначуваній речовині:

$T_{HCl/Na_2CO_3} = \frac{n(HCl) \times E(Na_2CO_3)}{1000}$, де T_{HCl/Na_2CO_3} – титр соляної кислоти по карбонату натрію, $n(HCl)$ – нормальність соляної кислоти, $E(Na_2CO_3)$ – еквівалент карбонату натрію.

$m(Na_2CO_3) = T_{HCl/Na_2CO_3} \times V(HCl) \times \frac{1000}{10}$, де T_{HCl/Na_2CO_3} – титр соляної кислоти по карбонату натрію, 1000 – для знаходження маси солі в 1 літрі розчину, 10 – аліквота.

$$m(Na_2CO_3) = \frac{0,1 \times 106 \times 10,0 \times 1000}{1000 \times 10} = 10,6 \text{ г}.$$

Розрахунок через нормальність:

$$n(HCl) \times V(HCl) = n(Na_2CO_3) \times V(Na_2CO_3);$$

$$n(Na_2CO_3) = \frac{n(HCl) \times V(HCl)}{V(Na_2CO_3)} = \frac{0,1 \times 10,0}{10} = 0,100 \text{ г - екв / л};$$

$$m(Na_2CO_3) = \frac{n(Na_2CO_3) \times E(Na_2CO_3) \times 1000}{1000} = \frac{0,100 \times 106 \times 1000}{1000} = 10,6 \text{ г}.$$

**ВІДОМОСТІ ПРО УЧАСНИКІВ
ВІДБІРКОВО-ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗБОРІВ
У 2005/2006 ТА 2006/2007 НАВЧАЛЬНИХ РОКАХ**

№ п/п	Прізвище, ім'я учня	Клас	Рік	Школа	Вчитель
1.	Горлач Вадим	8	05/06	П-Роменська ЗОШ Гадяцького району	Мошкова Галина Володимирівна
2.	Шайдеров Денис	8	05/06	Кременчуцька ЗОШ №16	Ступка Ірина Анатоліївна
3.	Васильєв Ярослав	8	05/06	Полтавський ліцей №1	Воробйова Людмила Леонідівна
4.	Навроцький Ігор	9	05/06	Полтавська ЗОШ №11	Ростовцева Лідія Михайлівна
5.	Ворона Костянтин	9	05/06	Полтавська гімназія №32	Севастьян Любов Олексіївна
6.	Якименко Андрій	9	05/06	Кременчуцька гімназія №6	Гончаров Віктор Михайлович
7.	Халимон Олександр	10	05/06	Полтавська ЗОШ №38	Говор Тамара Андріївна
8.	Крачко Тетяна	10	05/06	Полтавська гімназія №31	Безкоровайна Наталія Анатоліївна
9.	Педченко Євген	10	05/06	Полтавський ліцей №1	Воробйова Людмила Леонідівна
10.	Колісник Олександр	10	05/06	Миргородська гімназія	Неясова Владлена Олександрівна
11.	Білецький Євген	11	05/06	Лохвицька гімназія №1	Корчак Тамара Вікторівна
12.	Ломака Михайло	11	05/06	Градиська гімназія ім. О. Білаша	Радочин Валентина Віталіївна
13.	Педченко Лариса	11	05/06	Полтавська ЗОШ №2	Кукушкіна Неля Кузьмінічна
14.	Перетьокін Олександр	8	06/07	Кременчуцький ліцей №4	Ковтун Валентина Миколаївна
15.	Яцура Андрій	8	06/07	Кременчуцька спеціалізована школа №7	Гончаров Віктор Михайлович
16.	Д'яков Максим	9	06/07	Кременчуцька гімназія №6	Гончаров Віктор Михайлович
17.	Довгаль Костянтин	9	06/07	Полтавська ЗОШ №11	Ростовцева Лідія Михайлівна
18.	Іщенко Марина	10	06/07	Полтавський ліцей №1	Воробйова Людмила Леонідівна
19.	Якименко Андрій	10	06/07	Кременчуцька гімназія №6	Гончаров Віктор Михайлович
20.	Волобуєв Михайло	11	06/07	Полтавський інтернат №1	Бенедіс Вікторія Георгіївна
21.	Крачко Тетяна	11	06/07	Полтавська гімназія №31	Безкоровайна Наталія Анатоліївна
22.	Хомович Андрій	11	06/07	Полтавська ЗОШ №11	Ростовцева Лідія Михайлівна

Олімпіадні задачі з хімії. Навчально-методичний посібник / Автори-упорядники: Н.І. Шиян, О.О. Буйдіна, Т.О.Кравченко. – Полтава: ПОППО, 2007. – 68 с.

Відповідальні за випуск – Гарус І.Б.

Комп'ютерна верстка – Буйдіна О.О., Шарлай Т.В.

Оформлення обкладинки – Дружиніна А.В.

Комп'ютерний набір та правка – Шиян Н.І., Буйдіна О.О.

ISBN 966-7215-71-7

Підписано до друку 23.10.2007.

Ум. друк. арк. 2,2. Друк офсетний.

Тираж 400.

Редакційно-видавничий відділ ПОППО

360289, м. Полтава, Жовтнева, 64.

Тел. (0532) 7-26-08, тел./факс: 50-80-85.

e-mail: redpm@pei.poltava.ua

Видано за кошти виділені Полтавською обласною радою відповідно до рішення вісімнадцятої сесії четвертого скликання від 23 березня 2005 року на виконання обласної Програми видавничої діяльності Полтавського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти ім. М.В.Остроградського та Кременчуцького педагогічного училища для науково-методичного забезпечення регіонального компоненту освіти на 2005-2009 роки.

Не для продажу.