Завдання
ІІ-го етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2016-2017 навчальний рік
11 клас

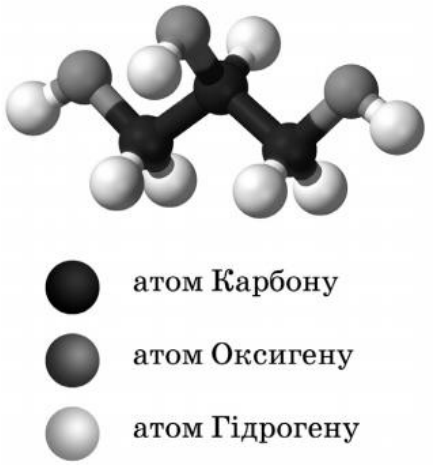
Завдання 1. Тести (10 балів)

Завдання з однією правильною відповіддю. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 2.

1. Оберіть реактив, який використовують для підтвердження подвійного зв'язку в органічних сполуках:
   А амоніачний розчин арґентум(І) оксиду
   Б бромна вода
   В металічний натрій
   Г купрум(ІІ) оксид
   Д натрій гідроксид

А	
Б	+
В	
Г	
Д	

2. Укажіть правильні твердження щодо речовини, модель молекули якої зображено на рисунку:
   1 змінює забарвлення індикаторів
   2 вступає в реакцію естерифікації
   3 взаємодіє зі свіжо осадженим купрум(ІІ) гідроксидом
   4 у промисловості добувають ферментативним бродінням глюкози



   Варіанти відповіді:
   А 1, 2
   Б 1, 4
   В 2, 3
   Г 3, 4

А	
Б	
В	+
Г	

3. Укажіть за номенклатурою IUPAC назву речовини, формула якої

$$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-Cl$$

   А 3-метил-3-хлоробутан-2-ол
   Б 3,3-диметил-3-хлоропропан-2-ол
   В 1,1-диметил-1-хлоропропан-2-ол
   Г 2,2-диметил-2-хлоробутан-2-ол

А	+
Б	
В	
Г	

4. Позначте суму коефіцієнтів у реакції горіння гексену:
   А 23
   Б 24
   В 22
   Г 20

А	
Б	
В	+
Г	

Завдання на відповідність. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 4.

5. Установіть відповідність між дією гідроксид-іона на запропоновані катіони й ознаками цих якісних реакцій:

Катіони	*Ознаки якісних реакцій*
А Zn^{2+}	**1** зелений осад
Б Cu^{2+}	**2** білий осад
В Fe^{3+}	**3** яскраво-синій осад
Г Mn^{2+}	**4** бурий осад
	5 світло-рожевий осад

А	2
Б	3
В	4
Г	5

6. Укажіть відповідність між реагентами та реакціями, за допомогою яких можна одержати етилен:

Реагент	*Реакція*
1 бутан	**А** дегідрогенізація
2 етан	**Б** гідрогенізація
3 ацетилен	**В** дегідратація
4 етанол	**Г** крекінг

1	Г
2	А
3	Б
4	В

Завдання на встановлення послідовності. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 4.

7. Установіть послідовність стадій виробництва сульфатної кислоти із сірки:

А каталітичне окиснення
Б гідратація
В горіння
Г розбавлення водою

1	В
2	А
3	Б
4	Г

8. Розташуйте речовини за збільшенням відносної густини за метаном:

А пропан
Б гексин
В бутен
Г пентин

1	А
2	В
3	Г
4	Б

Задача 2.(8 балів)

При спалюванні 15,68 л вуглеводню утворилось 78,4 л вуглекислого газу (н.у.) і 75,6 г води.

А Виведіть молекулярну формулу речовини, якщо відносна густина пари речовини за повітрям дорівнює 2,483.

Б Запишіть найближчі гомологи та усі ізомери, що відповідають виведеній формулі, дайте їм назву.

Розв'язок

А Знаходимо формулу вуглеводню

1) Запишемо рівняння реакції:
$C_xH_y + x+y/4O_2 \rightarrow xCO_2 + y/2H_2O$
2) Знаходимо кількості речовин:
$n(C_xH_yO_z) = 15,68/22,4 = 0,7$ (моль)
$n(CO_2) = 78,4/22,4 = 3,5$ (моль); $n(CO_2) = n(C) = 3,5$ (моль)
$n(H_2O) = 75,6/18 = 4,2$ (моль); $n(H) = 2n(H_2O) = 4,2\cdot2 = 8,4$ (моль)
3) $n(C): n(H) = 3,5 : 8,4 = 0,5 : 1,2 = 5 : 12$

Отже, емпірична формула вуглеводню C_5H_{12} (пентан)

4) Проводимо перевірку:
$M(C_5H_{12}) = 5\cdot12 + 12\cdot1 = 72$(г/моль)
$M(C_xH_y) = 29\cdot2,483 = 72$ (г/моль)
$M(C_xH_y) / M(C_5H_{12}) = 72/72 = 1$, отже істина формула вуглеводню C_5H_{12}.

Б Для вуглеводню (C_5H_{12}) характерно наступні ізомери та їх найближчі гомологи:

Ізомери	Гомологи
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_3$ н-пентан	$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_3$ – н-бутан $CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_3$ н-гексан
$CH_3 – CH_2 – CH(CH_3) – CH_3$ 2-метилбутан	$CH_2 – CH(CH_3) – CH_3$ 2-метилпропан $CH_3 – (CH_2)_2 – CH(CH_3) – CH_3$ 2-метилпентан
$CH_3 – C(CH_3)_2 – CH_3$ 2,2-диметилпропан, або неопентан	$CH_3 – CH_2 – C(CH_3)_2 – CH_3$ 2,2-диметилбутан,

Задача 3. (10 балів)

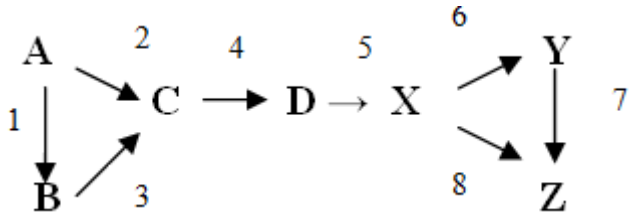
До 100 мл суміші метану і бутадієну в темній посудині додали 100 мл хлору. Через деякий час, коли сумарний об'єм газів зменшився до 125 мл, їх піддали інтенсивному опромінюванню. Розрахуйте склад газової суміші (об.%) після опромінення, якщо об’єми газів виміряні при однакових умовах.

Розв’язок

1) Запишемо рівняння реакції:
   $CH_2 = CH – CH = CH_2 + 2Cl_{2(газ)} \rightarrow CH_2Cl – CHCl – CHCl – CH_2Cl_{(рідина)}$ (1)
2) $V_{(сум.)} = 100 + 100 = 200$ (мл)
   $V(Cl_{22},C_4H_6) = 200 – 125 = 75$ (мл)
3) Відповідно до рівняння (1) прореагувало 3 об’єми газів: $V(C_4H_6) = 75 : 3 = 25$ (мл)
4) Знайдемо об'єм хлору, який залишився: $V(Cl_2) = 25 \cdot 2 = 50$ (мл)
   $V(Cl_2) = 100 – 50 = 50$ (мл)
   $V(CH_4) = 100 – 25 = 75$ (мл)
   Отже, об'єм газів, які піддали опроміненню, мав склад: 75 мл CH_4 і 50 мл Cl_2.
   $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$ (2) – повністю прореагувало 50 мл Cl_2, 50 мл CH_4, утворивши 50 мл CH_3Cl і 50 мл HCl
5) Після опромінення в газовій суміші залишилось:
   25 мл CH_4, 50 мл CH_3Cl і 50 мл HCl
   $V_{(сум.)} = 25 + 50 + 50 = 125$ (мл)
6) $\varphi(CH_4) = 25/125 = 0,2$ або 20%
   $\varphi(CH_3Cl) = \varphi(HCl) = 50/125 = 0,4$·або 40%

<u>Відповідь:</u> $\varphi(CH_4) = 20\%$, $\varphi(CH_3Cl) = 40\%$, $\varphi(HCl) = 40\%$

Задача 4. (10 балів)
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;
– речовина **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 7 є основою доменного процесу.

Розв'язок

Позначимо речовину **C** як $Ba_xC_yO_z$. Тоді x : y: z = n (Ba) : n (C) : n (O) =
69,5 / 137 : 6,1 / 12 : 24,4 /16 = 1 : 1 : 3. Отже, речовина **C** – $BaCO_3$
Тоді з умови задачі **D** – $Ba(NO_3)_2$
Z – залізо, бо земне ядро складається із залізно-нікелевого сплаву, то речовина **X** – $Fe(NO_3)_2$. За допомогою розрахунків нескладно дійти висновку, що **Y –** Fe_2O_3, бо M ($Fe(NO_3)_3$) = 180 г/моль, а згідно з реакцією 6:
360 г $Fe(NO_3)_3$ дає – 160 г Fe_2O_3
1,8 г $Fe(NO_3)_2$ – x г Fe_2O_3
Отже, x = 0,8 г Fe_2O_3, що відповідає умові завдання.
Речовина **A –** сполука, з якої можна добути речовину **C** – $BaCO_3$ в одну або у дві стадії. Такій умові може задовольняти **A** – BaO, **B** – $Ba(OH)_2$.
Рівняння реакцій:

1) $BaO + H_2O = Ba(OH)_2$
2) $BaO + CO_2 = BaCO_3$
3) $Ba(OH)_2 + Na_2CO_3 = BaCO_3 + 2NaOH$
4) $BaCO_3 + 2HNO_3 = Ba(NO_3)_2 + CO_2\uparrow + H_2O$
5) $Ba(NO_3)_2 + FeSO_4 = BaSO_4 + Fe(NO_3)_2$ або
   $3Ba(NO_3)_2 + Fe_2(SO_4)_3 = 3BaSO_4 + 2Fe(NO_3)_3$
6) $4Fe(NO_3)_2 = 2Fe_2O_3 + 8NO_2\uparrow + O_2\uparrow$ або
   $4Fe(NO_3)_3 = 2Fe_2O_3 + 12NO_2\uparrow + 3O_2\uparrow$
7) $2Fe_2O_3 + 6C = 4Fe + 6CO$
8) $Fe(NO_3)_2 + Zn = Zn(NO_3)_2 + Fe$

Задача 5. (12 балів)

При взаємодії суміші міді, алюмінію і магнію масою 1 г, взятих у вигляді порошків, з розведеним розчином HCl, виділяється 900 мл (н.у.) водню. Із такої ж маси зазначеної суміші можна отримати 0,125 г купрум(II) оксиду.

A Розрахуйте масову частку (%) кожного компонента суміші.

Б Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна з цієї суміші отримати купрум(II) оксид в індивідуальному вигляді.

Розв'язок:

А Знаходимо масу міді у купрум(II) оксиді масою 0,125 г:

$$\underset{80\ г}{\underline{CuO}} \rightarrow \underset{64\ г}{Cu}$$

0,125 г x, г

m(Cu) = 0,125·64/80 = 0,1(г). Тоді m(Mg, Al) = 1 – 0,1 = 0,9 (г)

Із розбавленою хлоридною кислотою реагують лише Mg й Al. При цьому за н.у. виділяється водень кількістю речовини: $\upsilon(H_2)$ = 0,9: 22,4 = 0,0402(моль). Прийнявши масу магнію за *x*, а об'єм водню, який виділиться при його взаємодії із кислотою, через *y*, отримуємо:

m(Mg) = *x* г; m(Al) = (0,9 – *x*) г;

υ (H_2 / Mg) = *y* моль; υ (H_2 / Al) = (0,0402 – *y*) моль

x, г *y*,моль

$$\underset{24\ г}{\underline{Mg}} + 2\ HCl = MgCl_2 + \underset{1\ моль}{\underline{H_2}}$$

(0,9 – *x*) г (0,0402 – *y*) моль

$$\underset{2\cdot 27\ г}{\underline{2Al}} + 6\ HCl = 2AlCl_3 + \underset{3\ моль}{\underline{3H_2}}$$

Отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} x = 24\,y \\ 3(0{,}9 - x) = 54(0{,}0402 - y) \end{cases}$$

Розв'язавши систему рівнянь, отримуємо, що *x* = 0,707. Отже, у суміші металів масою 1г:

m(Cu) = 0,1 г; m(Mg) = 0,707 г; m(Al) = 0,193 г.

Обчислюємо масові частки (%) кожного компонента суміші:

ω(Cu/суміш) = (0,1/1)100% = 10%; ω(Mg /суміш) = 70,7%; ω(Mg /суміш) = 19,3%.

Б Метод отримання CuO із суміші Mg, Al і Cu:

1) На суміш металів діємо хлоридною кислотою. Магній й алюміній розчиняються, мідь залишається в осаді.

2. Мідь відфільтровуємо, промиваємо дистильованою водою і сушимо.

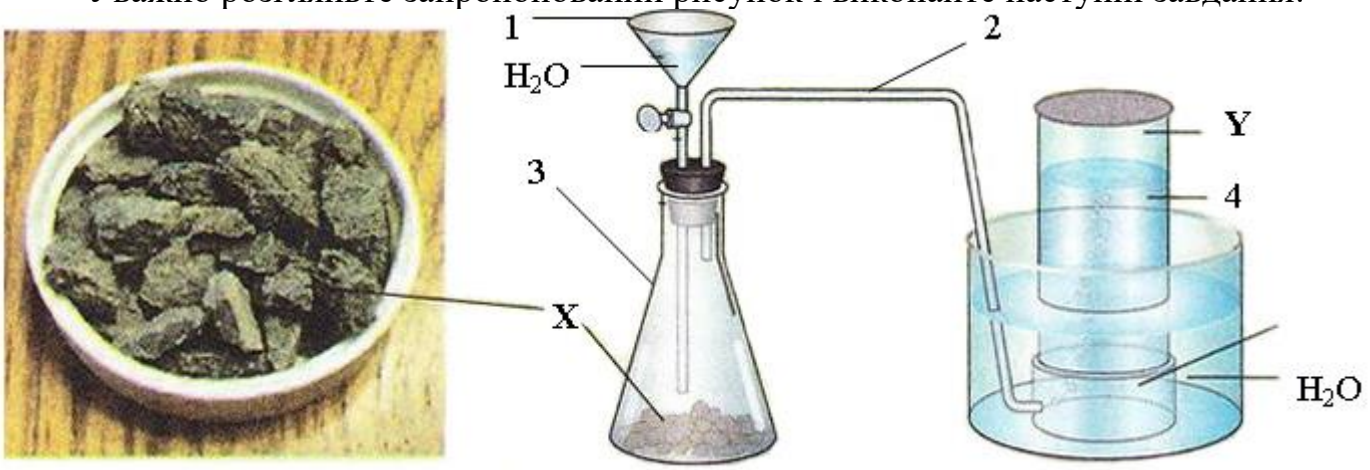
3. Мідь окиснюємо нагріванням порошку на повітрі чи в атмосфері чистого кисню:

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$

Купрум(II) оксид – порошок чорного кольору. При більш високій температурі може утворюватися суміш CuO (чорний колір) і Cu_2O (морквяний колір).

Задача 6. (10 балів)

Уважно розгляньте запропонований рисунок і виконайте наступні завдання:



А дайте назву хімічному обладнанню та хімічному посуду, позначеному цифрами;

Б визначте невідомі речовини **X** (неорганічна сіль), **Y** (органічна сполука, вуглеводень), укажіть їх агрегатні стани, запишіть молекулярні формули;

В запишіть рівняння реакції, що ілюструє хімічний процес зазначений на рисунку, укажіть його тип;

Г укажіть спосіб збирання речовини **Y**, який зображено на малюнку, поясніть з чим це пов'язано; укажіть, яким чином можна перевірити виділення речовини **Y** з газовідвідної трубки та чого потрібно остерігатися;

Д дайте назву досліду, що зображений на рисунку;

Є запишіть рівняння реакцій, які ілюструють процес одержання з речовини **Y** наступних речовин:

а) спирт, який широко застосовують у медицині в якості антисептика, у харчовій та паливно-енергетичній промисловості;

б) ароматичний спирт, який використовують у синтетичній промисловості (виготовлення капронових волокон, пластмас, вибухових речовин тощо);

в) складіть генетичний ланцюг, який ілюструє взаємозв'язок між вихідною речовиною і продуктами реакцій.

Розв'язок

А 1 – крапельна лійка, 2 – газовідвідна трубка, 3 – конічна колба, 4 – циліндр з водою;

Б X – кальцій карбід (CaC_2), тверда речовина; **Y** – ацетилен (C_2H_2, $CH \equiv CH$), газ;

В $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow CH \equiv CH + Ca(OH)_2$ – гідратація.

Г C_2H_2 – погано розчиняється у воді, а тому його можна зібрати шляхом витіснення води; ацетилен можна визначити за неприємним запахом, який розповсюджується під час його отримання, а також, якщо його підпалити, то він буде горіти кіптявим полум'ям; при змішуванні з повітрям ацетилен може вибухнути;

Д добування ацетилену та збирання його витісненням води (або над водою);

Є а) $CH \equiv CH + H_2 \xrightarrow{êàò.} CH_2 = CH_2$

$CH_2 = CH_2 + HOH \xrightarrow{êàò.} CH_3 - CH_2OH$

б) $3CH \equiv CH \xrightarrow{C,\ 600^0C} C_6H_6$ (реакція М.Д.Зелінського)

$C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5Cl + HCl$

$C_6H_5Cl + 2Na + ClCH_3 \rightarrow C_6H_5CH_3 + 2NaCl$ (реакція Вюрца-Фіттіга)

$C_6H_5CH_3 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5CH_2Cl + HCl$

$C_6H_5CH_2Cl + NaOH \rightarrow C_6H_5CH_2OH + NaCl$

в) $C_2H_2 \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_5OH$

$C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5CH_3 \rightarrow C_6H_5CH_2Cl \rightarrow C_6H_5CH_2OH$