

9 клас

1. Дивна кислота. Аміноссульфонова кислота (АСК) – похідне сульфатної кислоти, в якій одна з груп ОН замінена на аміногрупу. Це робить її менш агресивною по відношенню до металів, порівняно з сульфатною кислотою, тому АСК використовують для видалення накипу з поверхні промислових апаратів (реакція I). Крім того, АСК взаємодіє з нітритною кислотою (HNO_2 , реакція II), котра з'являється як побічний продукт у реакціях синтезу деяких органічних сполук. Одним з продуктів реакції II є азот. У деяких джерелах вказано (Вікіпедія), що при нагріванні до приблизно $250\text{ }^\circ\text{C}$ АСК розкладається на SO_2 , SO_3 , N_2 і H_2O (реакція III). Перевірка останнього твердження веде до цікавих результатів.

1. Наведіть графічну формулу АСК і поясніть знижену корозійну активність цієї кислоти, порівняно з сульфатною.
2. Запишіть рівняння реакцій I і II. До якого типу належить кожна з них?
3. Наведіть схеми процесів окиснення і відновлення для реакції розкладання АСК за схемою реакції III.
4. Наведіть рівняння реакції III або наведіть власний варіант рівняння реакції розкладання АСК.

2. Чи не забагато оксидів? Оксид деякого елемента (сполука А) масою 10.7775 г відновили дією надлишку чадного газу при температурі $1100\text{ }^\circ\text{C}$ і одержали 8.3775 г твердого продукту. При дії на сполуку А надлишку кисню за температури $600\text{ }^\circ\text{C}$ одержали сполуку Б. Розчинивши сполуки А і Б у надлишку хлоридної кислоти, в розчині виявили присутність сполук В і Г, але при дії на А і Б концентрованої нітратної кислоти (HNO_3) розчинним продуктом обох реакцій виявилася сполука Д.

1. Шляхом розрахунку встановіть сполуку А.
2. Визначте сполуки А, Б, В, Г і Д.
3. Запишіть рівняння всіх згаданих реакцій. Поясніть причину різного результату дії хлоридної та нітратної кислот на сполуки А і Б.
4. Наведіть формулу як мінімум ще однієї сполуки Е, яка має той самий якісний склад, що й А і Б. Запишіть рівняння реакції цієї сполуки з хлоридною кислотою. Якою буде графічна формула сполуки Е?

3. Цікавенький іспит. Одного разу, готуючи своїх учнів до III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії, вчителька хімії однієї із шкіл вирішив провести змагання між п'ятьма кращими учнями свого класу на розуміння теми “розчини”. Іспит було поділено на два етапи.

Перший етап: приготувати розчини вказаних речовин зазначених концентрацій з твердих солей в колбах об'ємом 300 мл. Речовини: цинк сульфат (0.5 М), натрій сульфід (0.1 М), амоній сульфат (0.25 М) та барій нітрат (0.05 М).

1. Розрахуйте маси солей, які необхідно взяти для приготування кожного розчину.

Після аналізу розчинів, отриманих учасниками, було створено таблицю результатів, подану нижче.

	$c(\text{ZnSO}_4)$, М	$c(\text{Na}_2\text{S})$, М	$c((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, М	$c(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)$, М
Софія	0.51	0.09	0.26	0.05
Максим	0.24	0.21	0.25	0.05
Петро	0.0002	0.0002	0.00016	$8 \cdot 10^{-6}$
Дмитро	0.48	0.11	0.24	0.05
Діана	не зроблено*	не зроблено*	не зроблено*	не зроблено*

*розрахована маса сильно перевищує масу речовин, яка здатна розчинитись у заданому об'ємі розчинника.

2. Визначте осіб, що пройшли перший етап іспиту, якщо для цього необхідно, щоб відносна похибка концентрації була не більшою за 0.02 (тут відносна похибка: $\varepsilon = (c_{\text{одержана}} - c_{\text{за умовою}}) / c_{\text{за умовою}}$).

3. Вчителька розуміла, що її учні знають, як подолати перший етап, але деякі з них дещо неуважні. Визначте, яку помилку при розрахунку маси твердої речовини допустив кожний з учасників, що не подолав перший етап. Зверніть увагу, що кожний з них припустився лише однієї помилки.

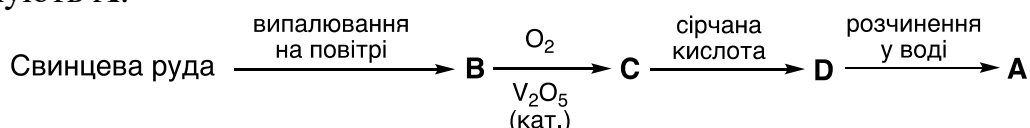
Другий етап: змішати отримані в першому етапі розчини в колбі об'ємом 500 мл таким чином, щоб після фільтрування, промивання та прожарювання отриманого осаду на повітрі (наближено при 600 °С), утворився твердий залишок якомога більшої маси. Переможцем стане той, в кого маса цього залишку найбільша. Точність вимірювання об'єму до 10 мл. Кінцевий розчин не обов'язково має містити всі чотири розчини.

У цьому етапі умовно прийняли участь усі 5 учасників (усі отримали розчини правильних концентрацій), але переможцем може стати лише той, хто пройшов 1-й етап. Запропоновані учасниками об'єми розчинів наведені у наступній таблиці:

	$V(\text{ZnSO}_4)$, мл	$V(\text{Na}_2\text{S})$, мл	$V((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$, мл	$V(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)$, мл
Софія	100	100	200	100
Максим	50	300	150	0
Петро	250	250	0	0
Дмитро	100	100	100	200
Діана	0	0	200	300

4. Визначте переможця змагань, який правильно приготував розчин та одержав осад найбільшої маси.

4. Небезпечна олія. Сполука **A** є лідером у світі за тоннажністю хімічного виробництва (майже 300 млн тон у 2021 році). Добувають **A** випаленням руд, які містять елемент **X**, найчастіше мідних, цинкових та свинцевих. Нижче наведений ланцюжок перетворення сполук елемента **X**, який описує процес промислового виробництва **A**. Після випалювання руди газоподібну сполуку **B** нагрівають у присутності кисню з каталізатором для одержання **C**. Сполуку **A** можна одержати і реакцією **C** з водою, але у багатьох технологічних процесах **C** вводять спочатку в сульфатну кислоту. Утворену сполуку **D** уже розчиняють у воді й одержують **A**.



Відомо, що вміст **X** у **C** на 10.0% (за масою) менший, ніж у **B**, а **D** та **A** мають однаковий якісний склад.

1. Визначте молекулярні формули всіх сполук та елементів, зашифрованих буквами. Напишіть рівняння всіх згаданих реакцій, якщо відомо, що основним компонентом свинцевої руди є бінарна сполука з масовою часткою **X** 13.4%.

2. Зобразіть структурні формули сполук **A-D**, визначте тип гібридизації для атомів елемента **X** у них.

3. Поясніть, чому виробники сполуки **A** віддають перевагу розчиненню **C** у сірчаній кислоті, а не у воді.

4. Напишіть два рівняння реакції сполуки **A** з металічним магнієм, що відбуваються у розчинах з різною концентрацією **A**.

5. Повітря, яким дихав Менделєєв. Кажуть, що в кожному нашому вдиху містяться молекули кисню, які побували в легенях у Менделєєва. Доведіть справедливість цього твердження за допомогою розрахунку, вважаючи, що об'ємна частка кисню у повітрі становить 20 %.

1. Використовуючи значення нормального атмосферного тиску, оцініть загальне число молекул кисню у атмосфері Землі.

2. Вважаючи, що середній об'єм одного вдиху дорівнює 0.5 л, розрахуйте число молекул кисню, які потрапляють у легені з одним вдихом при температурі тіла (37 °C).

3. Вважаючи, що людина в середньому робить 15 вдихів за хвилину, розрахуйте число молекул кисню, що видихнув Менделєєв протягом усього життя.

4. Скільки молекул кисню, які побували в легенях у Менделєєва, може бути в кожному нашому вдиху?

Довідкові дані:

а) роки життя Д. І. Менделєєва – 1834 – 1907;

б) середній радіус Землі – 6371 км;

в) площа поверхні кулі з радіусом R – $4\pi R^2$.

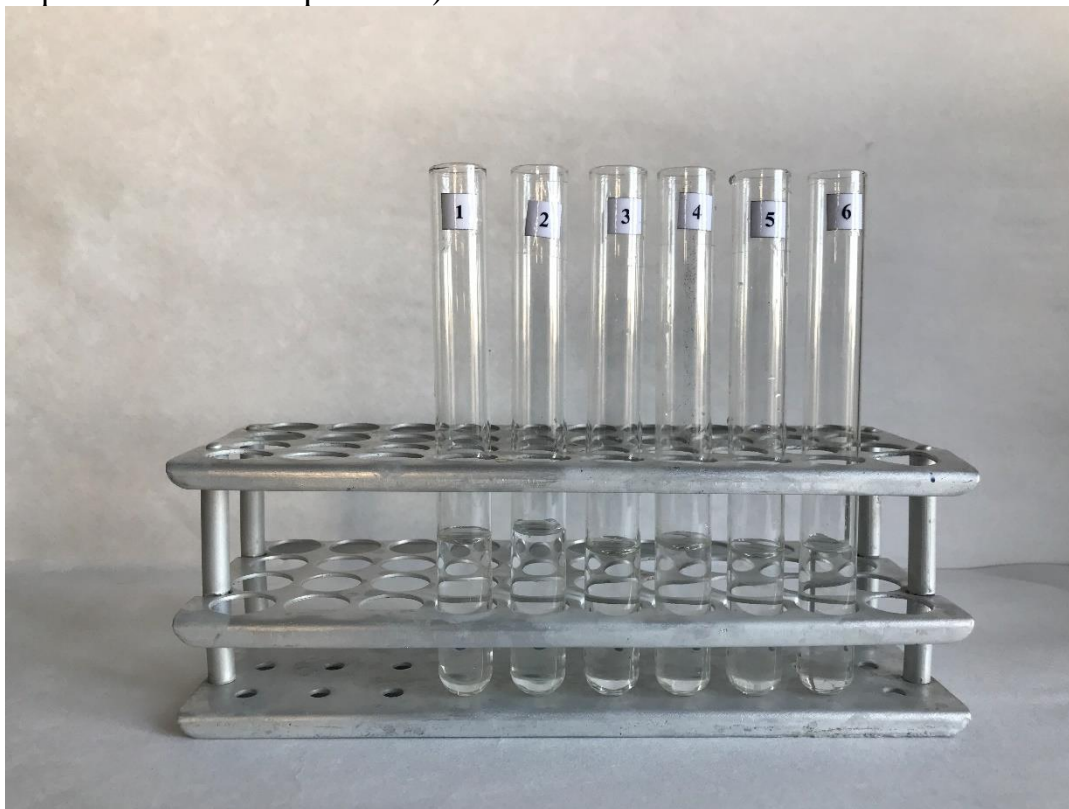
6. Фторування без фтору. Деякий нелеткий фторид **A** можна одержати безпосереднім фторуванням металу **X**. При цьому маса отриманої сполуки в 1.9672 разів більша за початкову масу металу. Речовина **A** є дуже сильним фторуючим агентом. Так, взаємодія **A** з деяким вуглеводнем **B** ($\omega(C) = 81.71\%$) призводить до утворення сполук **B**, **Г**, **Д**. Молекула **B** за складом відрізняється від молекули **A** на 1 атом. Сполука **Г** – продукт повного фторування вуглеводню **B**. Сполука **Д** у водному розчині – неорганічна кислота, що роз’їдає скло.

1. Встановіть **X** і **A**. Який ще продукт може утворитись при одержанні **X** у вказаній реакції?

2. Шляхом розрахунку визначте формулу **B**.

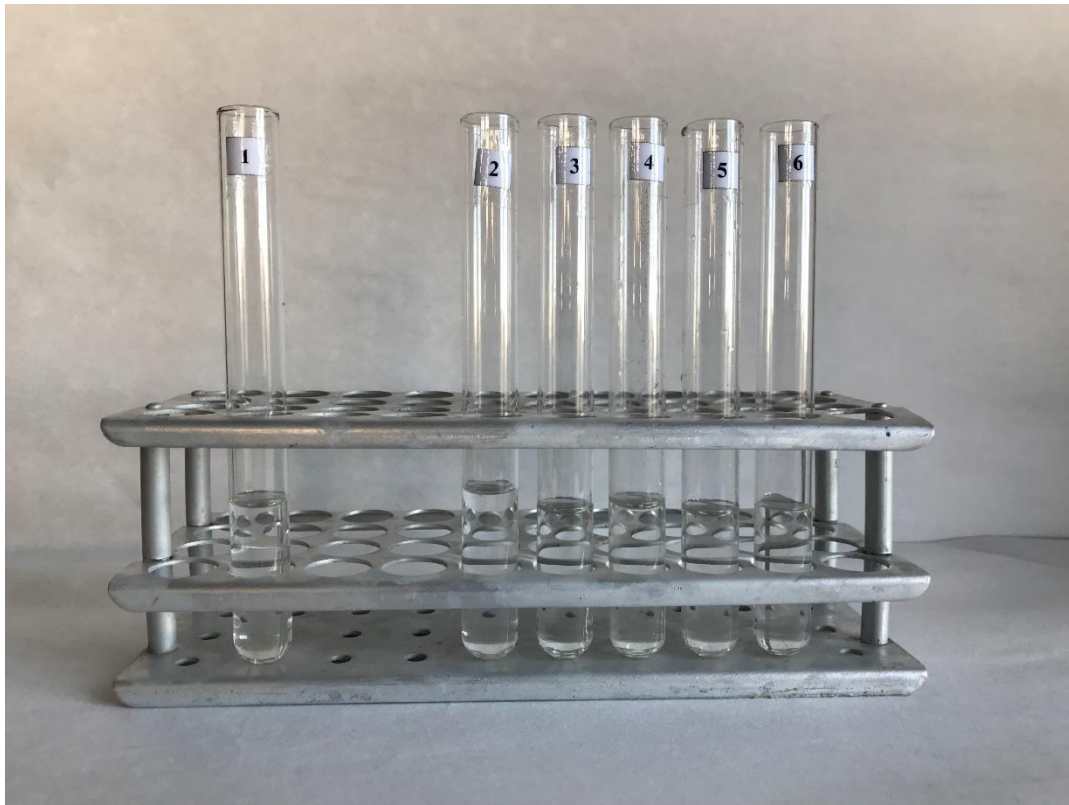
3. Напишіть рівняння реакції між речовинами **A** і **B**. Встановіть сполуки **B**, **Г**, і **Д**.

7. Завдання експериментального туру. В шести пробірках містяться розчини калій гідроксиду, калій карбонату, сульфатної кислоти, барій хлориду, натрій нітрату та фенолфталеїну (індикатор, розчин якого у лужному середовищі набуває фіолетового забарвлення).

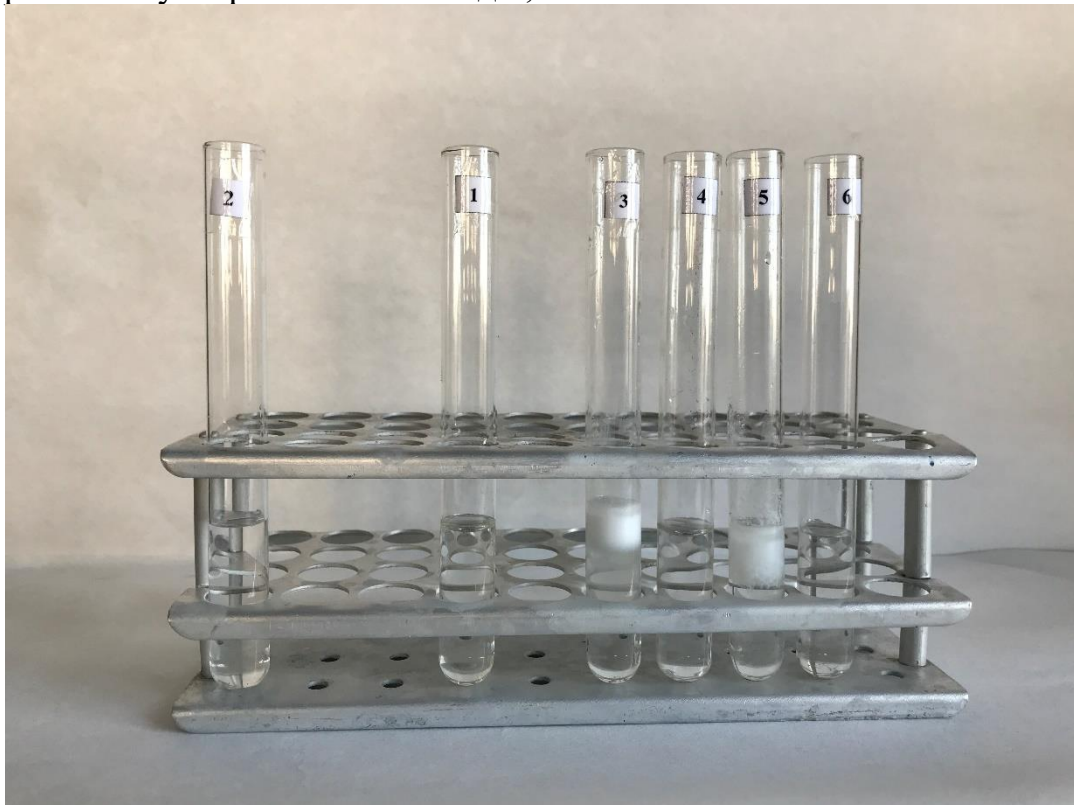


1. Визначити вміст кожної пробірки, якщо при попарних зливаннях розчинів спостерігаються наступні ознаки:

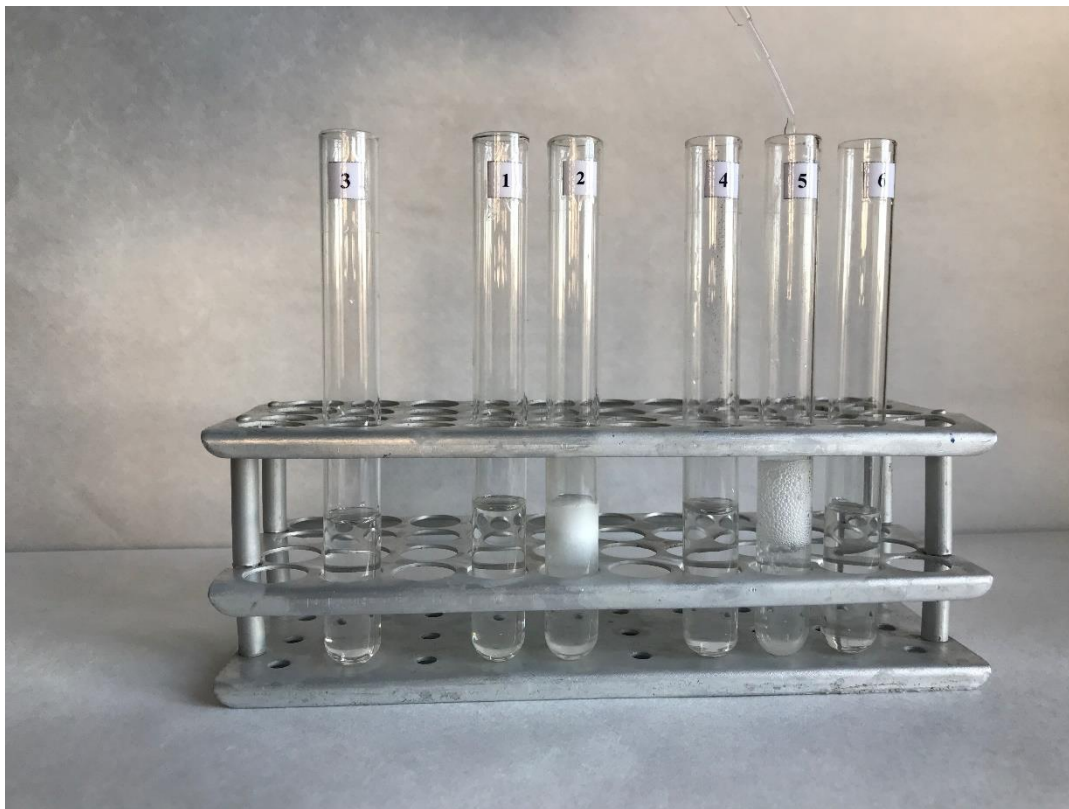
а) при додаванні розчину №1 до розчинів 2, 3, 4, 5, 6 в жодній пробірці не спостерігається ознак проходження реакцій;



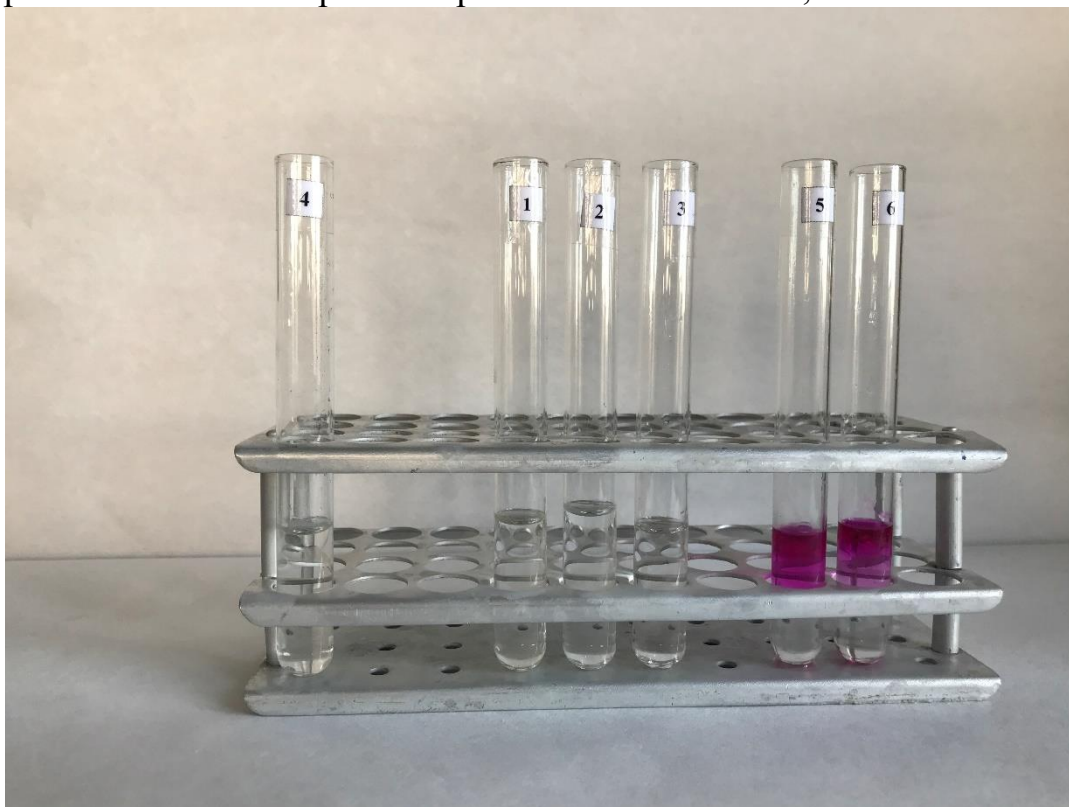
б) при додаванні розчину № 2 до розчинів 1, 3, 4, 5, 6 у пробірках 3 та 5 спостерігається утворення білих осадів;



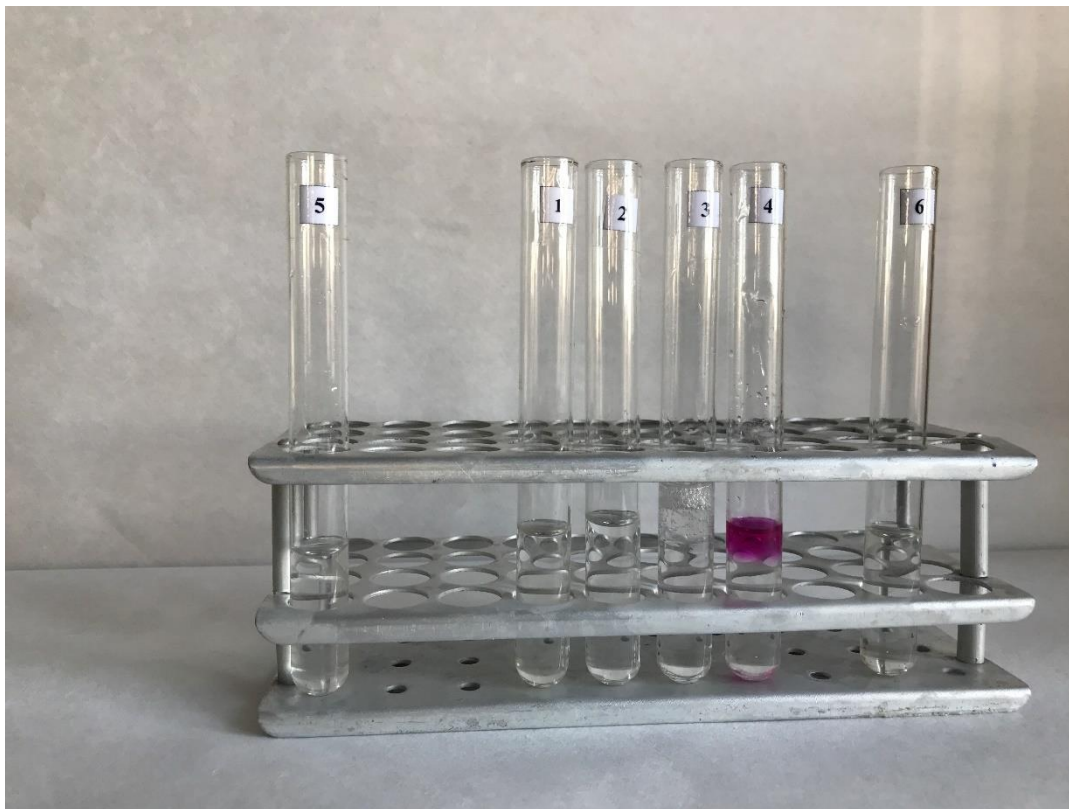
в) при додаванні розчину № 3 до розчинів 1, 2, 4, 5, 6 у пробірці 2 спостерігається утворення білого осаду, а в пробірці 5 – виділення безбарвного газу;



г) при додаванні розчину № 4 до розчинів 1, 2, 3, 5, 6 у пробірках 5 та 6 спостерігається зміна забарвлення розчинів на малинове;



д) при додаванні розчину № 5 до розчинів 1, 2, 3, 4, 6 у пробірці 3 спостерігається утворення безбарвного газу, а в пробірці 4 спостерігається зміна забарвлення розчину на малинове;



е) при додаванні розчину № 6 до розчинів 1, 2, 3, 4, 5 у пробірці 4 спостерігається зміна забарвлення розчину на малинове.



2. Написати молекулярні та іонні рівняння усіх можливих реакцій за участю неорганічних сполук.

3. Поясніть зміну забарвлення при додаванні розчину 4 до розчинів 5 та 6. Відповідь підтвердити іонними рівняннями процесів, що відбуваються у розчині.

4. Розрахуйте рН розчину, якщо в 500 мл води розчинити 0.014 г калій гідроксиду (зміною об'єму розчину при розчиненні знехтувати).

Періодична система елементів Д. І. Менделєєва

1																18	
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

Таблиця розчинності неорганічних сполук

Іони	Br ⁻	CH ₃ COO ⁻	CN ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	F ⁻	Γ	NO ₃ ⁻	OH ⁻	PO ₄ ³⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻
Ag ⁺	Н	М	Н	Н	Н	Р	Н	Р	-	Н	Н	М
Al ³⁺	Р	+	?	-	Р	М	Р	Р	Н	Н	+	Р
Ba ²⁺	Р	Р	Р	Н	Р	М	Р	Р	Р	Н	Р	Н
Be ²⁺	Р	+	?	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	+	Р
Ca ²⁺	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Р	Р	М	Н	М	М
Cd ²⁺	Р	Р	М	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Co ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Cr ³⁺	Р	+	Н	-	Р	М	Н	Р	Н	Н	+	Р
Cs ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cu ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	-	Р	Н	Н	Н	Р
Fe ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	М	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Fe ³⁺	Р	-	-	-	Р	Н	-	Р	Н	Н	-	Р
Hg ²⁺	М	Р	Р	-	Р	+	Н	+	-	Н	Н	+
Hg ₂ ²⁺	Н	М	-	Н	Н	М	Н	+	-	Н	-	Н
K ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Li ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	М	Р	Р
Mg ²⁺	Р	Р	Р	М	Р	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Mn ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
NH ₄ ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	+	Р
Na ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Ni ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Pb ²⁺	М	Р	Н	+	М	М	М	Р	Н	Н	Н	Н
Rb ⁺	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Sn ²⁺	+	+	-	-	+	М	М	+	Н	Н	Н	Р
Sr ²⁺	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	М	Н	Р	Н
Tl ⁺	М	Р	Р	Р	М	Н	Н	Р	Р	М	Н	М
Zn ²⁺	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р

Позначення: Р – добре розчинний; М – малорозчинний; Н – практично нерозчинний; + – повністю реагує з водою чи не випадає з водного розчину; - – не існує, ? – дані про розчинність відсутні.