

9 клас

**1. Дива на рівному місці?**

У шкільній лабораторії провели наступний експеримент. 0.9546 г купрум (II) оксиду розчинили у 100 мл розчину сульфатної кислоти з  $\omega = 30\%$  ( $\rho = 1.215$  г/мл). При цьому утворився блакитний розчин сполуки **A**. З цього розчину обережним випарюванням вдалося виділити 2.2472 г блакитних кристалів **B**. Вчителька попросила юного хіміка Миколу оцінити ефективність проведеного синтезу, визначивши для цього вихід продукту реакції. Спочатку задача здалася Миколі простою, але чим більше заглиблювався у розрахунки, тим більше заплутувався, адже вихід продукту перевищував 100%. Допоможіть Миколі розібратися у проблемі!

1. Напишіть рівняння реакції, що відбулася. Визначте масову частку **A** в отриманому розчині.
2. Вкажіть формулу кристалів **B**. Наведіть назву сполуки **B**.
3. Визначте вихід продукту реакції – кристалів **B**.
4. Вкажіть можливу причину проблем Миколи із розрахунками.

**2. Зважування, зважування і ще раз зважування!**

Юний хімік Андрійко щойно навчився користуватися вагами і був дуже цим задоволений. Для вдосконалення навичок зважування вчителька запропонувала йому провести низку експериментів, де ключовою процедурою вимірювання було саме зважування. Зважувати доводилося заповнену певним газом колбу ємністю 0.5 л, при цьому атмосферний тиск у лабораторії становив 101.3 кПа, а температура була 293 К.

Спочатку колбу заповнили газом **A**. Зважування і подальший розрахунок дали значення маси газу 0.9168 г. Цей газ спалили у кисні (реакція I), суміш продуктів привели до лабораторних умов і єдиним газоподібним продуктом реакції **B** заповнили ту саму колбу. Для цього газу Андрійко отримав масу 0.9151 г. Далі прийшла черга газу **B**, маса якого у знайомій колбі склала 0.9153 г. Ввести цей газ у будь-яку реакцію виявилось непростю задачею. У кінці-кінців вдалося спалити у цьому газі графіт за температури вище 500 °С (реакція II). Розділяти суміш газоподібних продуктів вже не було часу; вчителька зазначила лише, що одним з продуктів був газ **B**, а другим продуктом — ще більш інертний, ніж **B**, газ.

*Довідка:*  $R = 8.314$  Дж/(моль·К).

1. Визначте речовини **A**, **B** і **B**. Обґрунтуйте свій вибір розрахунком.
2. Запишіть рівняння реакцій I і II.
3. Наведіть назви та графічні формули речовин **A**, **B** і **B**.
4. Як могло б виглядати рівняння реакції між речовинами **A** і **B**, якщо б таку реакцію проводили?

### 3. Теплота: однакова і різна.

Учні хімічного гуртка знайшли стару книжку «Основи термохімії». На початку книги була розташована таблиця зі стандартними ентальпіями утворення  $\Delta H_f$ , але через вік книги більша частина даних стала нерозбірливою. Тим не менш, деякі дані з таблиці вдалося чітко прочитати (табл. 1).

Таблиця 1.

Речовина	$\Delta H_f$ , кДж/моль
$\text{NH}_{3(\text{r})}$	-45.6
$\text{CO}_{(\text{r})}$	-110.5
$\text{CO}_{2(\text{r})}$	-393.5

Наступний параграф розповідає про ентальпію нейтралізації ( $\Delta H_n$ ) – це кількість теплоти, що виділяється або поглинається при реакції кислоти і основи з утворенням одного моля води. В кінці параграфу є таблиця з енергіями нейтралізації для різних кислот і основ (табл. 2).

Таблиця 2.

Реакція	$\Delta H_n$ , кДж/моль
$\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	-57.3
$\text{HCl} + 1/2\text{Ca}(\text{OH})_2 = 1/2\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	-57.3
$\text{HCl} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$	-51.5
$\text{NaOH} + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	-57.3
$\text{NaOH} + 1/2\text{H}_2\text{SO}_4 = 1/2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	-57.3
$\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	-55.0

Довідка:  $\text{CH}_3\text{COOH}$  – слабка органічна кислота.

Один з учнів, Сергій, уважно подивився на дані таблиці і зауважив, що леткі сполуки якимось дивно себе поведуть у розчині. Оленка, яка сиділа поруч з Сергієм, одразу заперечила, що леткість сполуки тут ні до чого...

1. Поясніть, чому більшість значень таблиці 2 є однаковими.

2. Поясніть, хто з учнів – Сергій чи Оленка – був правий? Або надайте своє пояснення значенням  $\Delta H_n$  реакцій, що відрізняються від інших.

Далі в книзі розповідається про ентальпію згоряння ( $\Delta H_c$ ) – це кількість теплоти, що виділяється при реакції згоряння одного моля речовини. Оленка припустила, що  $\Delta H_c(\text{C}_{\text{графіт}}) = -110.5$  кДж/моль, тоді як Сергій вважав, що  $\Delta H_c(\text{C}_{\text{графіт}}) = -393.5$  кДж/моль.

3. Поясніть, звідки взяли ці значення  $\Delta H_c(\text{C}_{\text{графіт}})$ , та хто з учнів був правий.

Наприкінці книги були наведені рівняння реакцій, але деякі дані через вік книги стерлись.

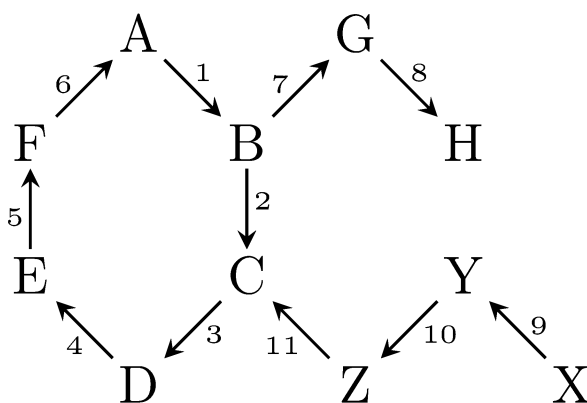
4. Відновіть відсутні дані у таблиці 3.

Таблиця 3.

Реакція	$\Delta H$ , кДж
$4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{HNO}_3$	-101.5
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$	
$\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{NH}_3 + \text{HNO}_3$	+185.4
$2\text{NH}_4\text{NO}_3 = 2\text{N}_2 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	-412.8
$4\text{NO}_2 + 6\text{H}_2 = 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2 + \text{O}_2$	

#### 4. Один в усіх.

На рисунку представлена схема перетворень, що складається зі сполук одного елемента.



Речовина **A** – проста сполука характерного кольору, на повітрі згорає з утворенням безбарвного газу з різким запахом **B**. Отриманий газ можна окиснити перманганатом калію у кислому середовищі до сильної кислоти **C**. Додавання до розчину **C** барій хлориду призводить до випадання білого осаду сполуки **D**. При прожарюванні з коксом речовина **D** відновлюється до бінарної сполуки **E**. Сполука **E** легко розкладається під дією хлороводню з утворенням газу з запахом тухлих яєць **F**. При згоранні сполуки **F** за нестачі кисню утворюється речовина **A**.

1. Ідентифікуйте сполуки **A–F** та наведіть рівняння вищезгаданих реакцій.

Речовина **B** при реакції з натрій гідроксидом утворює сіль **G**, що при кип'ятінні з надлишком сполуки **A** утворює сіль **H**, яка знаходить використання в йодометрії.

2. Ідентифікуйте сполуки **G** і **H**, назвіть їх та наведіть рівняння відповідних реакцій.

3. Наведіть графічну формулу сполуки **H** та вкажіть ступені окиснення всіх елементів.

Сіль калію **X**, що містить 23.54 % спільного для всіх сполук елемента, при нагріванні дегідратується до солі **Y** (вміст елемента – 25.21 %), яка при подальшому нагріванні розкладається з утворенням сполуки **Z**. Речовина **Z** – отруйна безбарвна рідина за нормальних умов, яка активно гідратується з утворенням сполуки **C**.

4. Ідентифікуйте сполуки **X–Z** та наведіть рівняння вищезгаданих реакцій.

5. Наведіть графічну формулу сполуки **Y** та вкажіть ступені окиснення всіх елементів.

### 5. Два в одному.

Через два послідовно з'єднані електролізери пропустили 500 Кл електрики. У першому електролізері знаходився розчин аргентум (I) нітрату, після електролізу маса катода збільшилася на 0.5142 г. У другому електролізері знаходився розчин нітрату невідомого металу, після електролізу маса катода збільшилася на 0.1597 г.

*Довідка:*  $F = 96500$  Кл/моль.

*Ряд активності металів* (активність металів зменшується зліва направо):

Li, K, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, (H<sub>2</sub>), Bi, Cu, Ag, Hg, Au

1. Розрахунком визначте невідомий метал, якщо відомо, що вихід за струмом у другому електролізері на 5 % більший, ніж вихід за струмом у першому електролізері.

2. Запишіть схему гальванічного елемента, для якого електродами будуть метали з умови завдання, а електролітами – водні розчини їх відповідних солей із однаковою молярною концентрацією. Позначте анод і катод.

3. Запишіть процеси на цих електродах і сумарне рівняння реакції, що відбувається при роботі гальванічного елемента.

### 6. Хімічний пазл.

Вуглеводень **A** при бромованні за освітлення утворює два монобромпохідних – **B<sub>1</sub>** і **B<sub>2</sub>** (переважно утворюється **B<sub>1</sub>**). **B<sub>2</sub>** реагує із металічним натрієм із утворенням **B**. Сполука **B** дає три можливих монобромпохідних **Г<sub>1</sub>**, **Г<sub>2</sub>**, **Г<sub>3</sub>**.

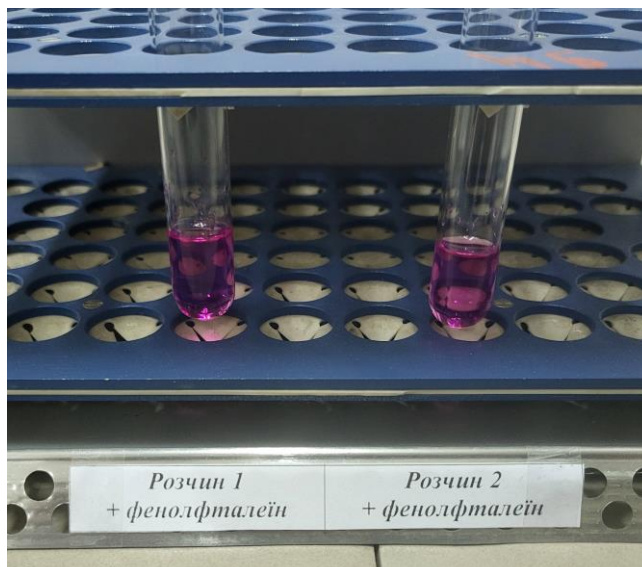
1. Встановіть усі зашифровані сполуки: намалюйте їх структурні формули та назвіть за номенклатурою ІЮПАК.

2. Поясніть переважне утворення ізомеру **B<sub>1</sub>** при бромованні **A**.

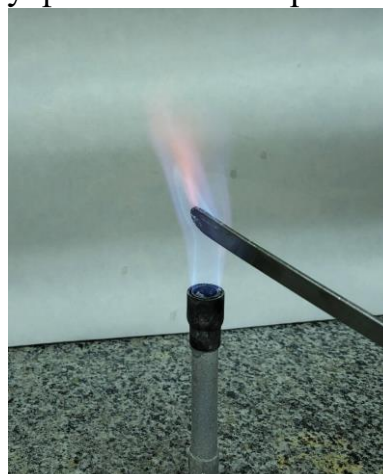
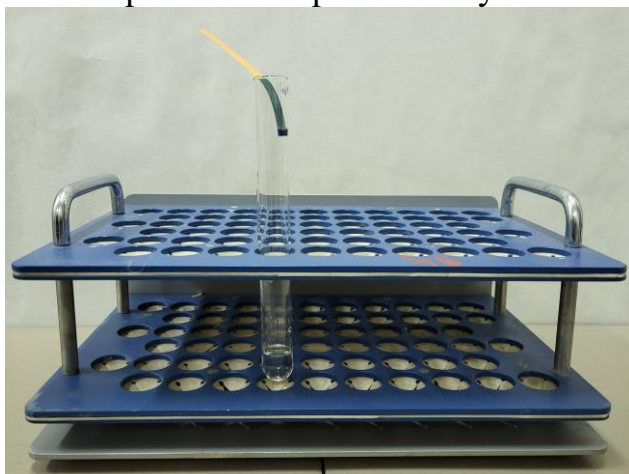
3. Яке (чи які) монобромпохідне(і) з переліку **Г<sub>1</sub>** – **Г<sub>3</sub>** утворює(ю)ться переважно? Чому?

4. На честь якого вченого названа реакція перетворення **B<sub>2</sub>** у **B**?

**7. Завдання експериментального туру.** Водні розчини речовин А та Б (розчин 1 та розчин 2 відповідно) змінюють забарвлення індикатора фенолфталеїну з безбарвного на малинове.



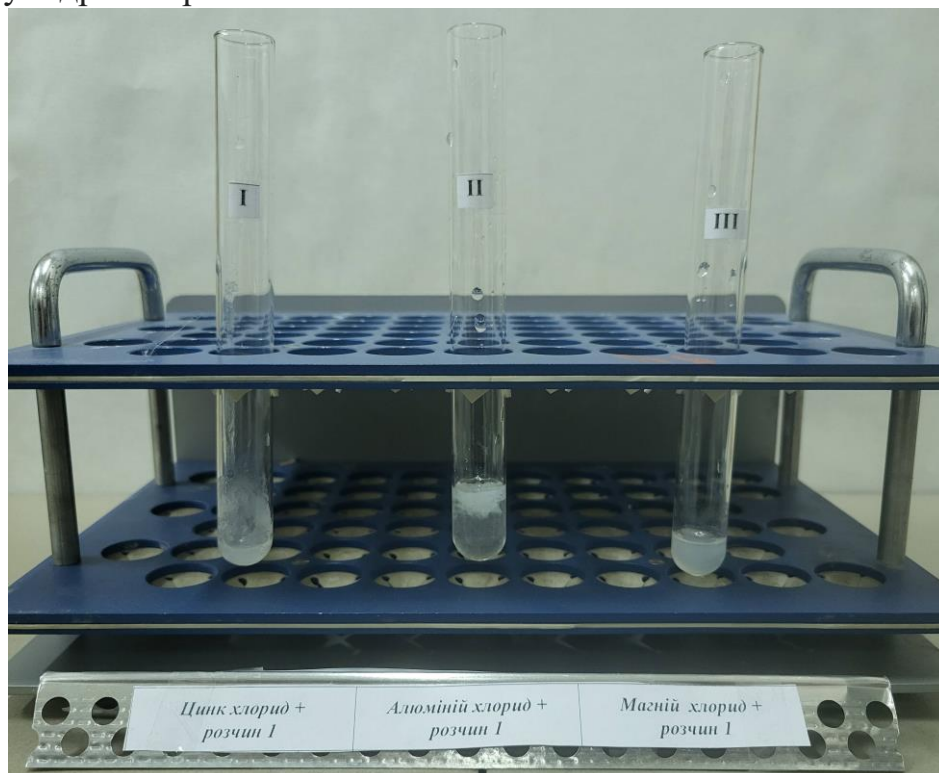
Пара, що утворюється при нагріванні одного з розчинів, при контакті з вологим універсальним індикаторним папірцем змінює його забарвлення на синє. Інший розчин забарвлює полум'я пальника у фіолетовий колір.



Розчини цинк хлориду, алюміній хлориду та магній хлориду, що використовують далі, виглядають так:



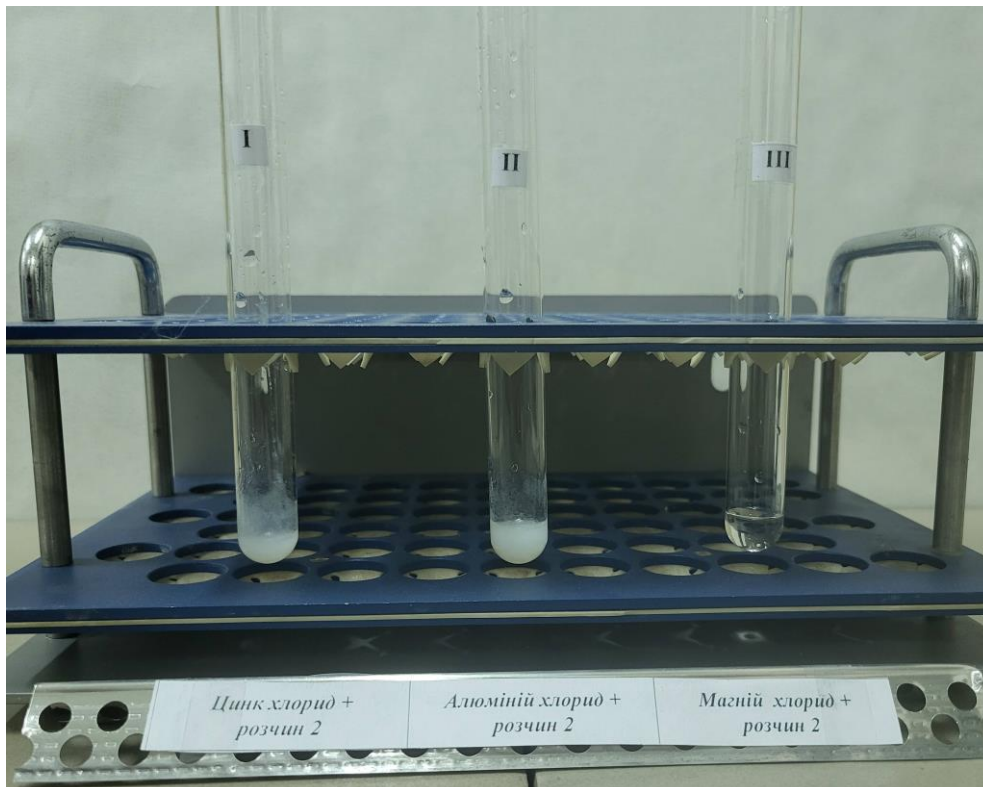
При додаванні *розчину 1* до розчинів цинк хлориду, алюміній хлориду та магній хлориду утворюються білі осади: у перших двох випадках драглисті, а в останньому – дрібнокристалічний.



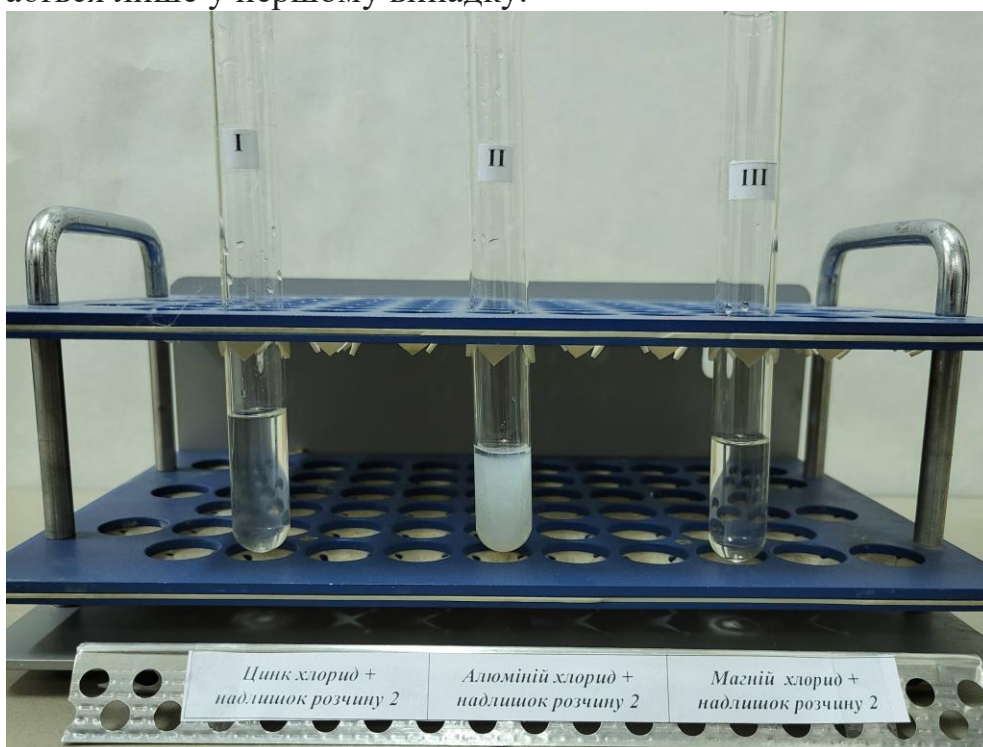
При додаванні надлишку *розчину 1* до отриманих осадів розчинення спостерігається у перших двох випадках.



При додаванні *розчину 2* до розчинів цинк хлориду, алюміній хлориду та магній хлориду утворюються білі осади лише у перших двох випадках. У розчині магній хлориду ніяких видимих змін не спостерігається.



При додаванні надлишку *розчину 2* до отриманих осадів розчинення спостерігається лише у першому випадку.



1. Визначте речовини **A** та **B**. Обґрунтуйте свій вибір на підставі наявних даних.
2. Напишіть молекулярні та іонні рівняння всіх можливих реакцій (всього 8 реакцій), дайте назву продуктам запропонованих вами реакцій, до складу яких входять іони алюмінію, цинку та магнію.

3. Який хімічний характер мають осаді, які утворюються при взаємодії хлоридів цинку, алюмінію та магнію з *розчином 1*? Запропонуйте рівняння хімічних реакцій (в молекулярному та іонному вигляді) для підтвердження своєї відповіді.

4. Розрахуйте масову частку розчиненої речовини, молярну концентрацію та рН *розчину 1*, якщо для його приготування 5.6 г речовини А розчинили у 500 мл води. Густина *розчину 1* в умовах проведення експерименту дорівнює 1.008 г/см<sup>3</sup>.



## 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 <sup>-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	CN <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	OH <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Ag <sup>+</sup>	Н	М	Н	Н	Н	Р	Н	Р	-	Н	Н	М
Al <sup>3+</sup>	Р	+	?	-	Р	М	Р	Р	Н	Н	+	Р
Ba <sup>2+</sup>	Р	Р	Р	Н	Р	М	Р	Р	Р	Н	Р	Н
Be <sup>2+</sup>	Р	+	?	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	+	Р
Ca <sup>2+</sup>	Р	Р	Р	Н	Р	Н	Р	Р	М	Н	М	М
Cd <sup>2+</sup>	Р	Р	М	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Co <sup>2+</sup>	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Cr <sup>3+</sup>	Р	+	Н	-	Р	М	Н	Р	Н	Н	+	Р
Cs <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cu <sup>2+</sup>	Р	Р	Н	+	Р	Р	-	Р	Н	Н	Н	Р
Fe <sup>2+</sup>	Р	Р	Н	+	Р	М	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Fe <sup>3+</sup>	Р	-	-	-	Р	Н	-	Р	Н	Н	-	Р
Hg <sup>2+</sup>	М	Р	Р	-	Р	+	Н	+	-	Н	Н	+
Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Н	М	-	Н	Н	М	Н	+	-	Н	-	Н
K <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Li <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	М	Р	Р
Mg <sup>2+</sup>	Р	Р	Р	М	Р	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Mn <sup>2+</sup>	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	+	Р
Na <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Ni <sup>2+</sup>	Р	Р	Н	+	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Р
Pb <sup>2+</sup>	М	Р	Н	+	М	М	М	Р	Н	Н	Н	Н
Rb <sup>+</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Sn <sup>2+</sup>	+	+	-	-	+	М	М	+	Н	Н	Н	Р
Sr <sup>2+</sup>	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	М	Н	Р	Н
Tl <sup>+</sup>	М	Р	Р	Р	М	Н	Н	Р	Р	М	Н	М
Zn <sup>2+</sup>	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.