

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»**

**ХІМІЯ s- і d-ЕЛЕМЕНТІВ I та II ГРУПИ  
ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕМЕНТІВ**

**методичні вказівки до вивчення теми та завдання для самопідготовки,  
проведення лабораторної роботи і контролю знань для студентів I курсу  
технологічного напрямку підготовки**

**Дніпропетровськ УДХТУ 2013**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»

## **ХІМІЯ s- і d-ЕЛЕМЕНТІВ I та II ГРУПИ ПЕРІОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕМЕНТІВ**

**методичні вказівки до вивчення теми та завдання для самопідготовки,  
проведення лабораторної роботи і контролю знань для студентів I курсу  
технологічного напрямку підготовки**

Затверджено на засіданні  
кафедри неорганічної хімії.  
Протокол № 12 від 04.06.2013.

**Дніпропетровськ УДХТУ 2013**

Програма, методичні вказівки до вивчення теми та завдання для самопідготовки, проведення лабораторної роботи і контролю знань для студентів I курсу всіх спеціальностей /Укл. С.Ю. Третяк, Л.О Хмарська. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2013. – с.

Укладачі: С.Ю. Третяк, канд. хім. наук  
Л.О. Хмарська, канд. хім. наук

Відповідальний за випуск О.В. Штеменко, д.х.н

**Навчальне видання**  
**ХІМІЯ s- і d-ЕЛЕМЕНТІВ I та II ГРУПИ ПЕРІОДИЧНОЇ**  
**СИСТЕМИ ЕЛЕМЕНТІВ**

Укладачі: Третяк Світлана Юріївна  
Хмарська Лія Олександрівна

Редактор Т.Г. Самойленко  
Коректор Л.Я. Гоцуцова

Підп. до друку Формат 60 • 84 1/16. Папір друкарський. Друк  
офсетний №2. Умовн.-друк.арк.1,02. Облік.- вид. Арк.1,0. Тираж 100 прим.

---

УДХТУ,49005, м. Дніпропетровськ 5, просп. ім Гагарина, 8

# 1 ПИТАННЯ ПРОГРАМИ

## 1.1 s-елементи

### 1.1.1 Елементи ІА підгрупи.

Лужні метали. Загальна характеристика. Находження в природі; добування у вільному стані. Відношення металів до кисню, води, кислот. Сполуки лужних металів: оксиди, гідроксиди, гідриди, солі, пероксиди, їх хімічні властивості та добування. Якісні реакції.

### 1.1.2 Елементи ІІА підгрупи.

Берилій, Магній та лужноземельні метали. Загальна характеристика елементів. Находження в природі, добування. Відношення металів до кисню, води, кислот, лугу. Сполуки: гідриди, оксиди, гідроксиди, солі, пероксиди – їх хімічні властивості та добування. Твердість води. Якісні реакції. Використання s-елементів та їх сполук.

## 1.2 d-елементи

### 1.2.1 Елементи ІВ підгрупи.

Елементи підгрупи Купруму. Загальна характеристика, находження в природі, добування металів у вільному стані. Відношення металів до кисню, кислот. Характерні ступені окиснення в сполуках. Термодинамічна стійкість, окиснення. Оксиди та гідроксиди, їх добування та властивості. Солі, їх розчинність та здатність до гідролізу. Комплексні сполуки Купруму, Аргентуму, Ауруму. Якісні реакції. Використання металів та їх сполук.

### 1.2.2 Елементи ІІВ підгрупи.

Елементи підгрупи Цинку. Загальна характеристика елементів. Находження в природі. Добування металів у вільному стані. Відношення металів до кисню, кислот, лугу. Оксиди та гідроксиди. Їх добування та властивості. Термодинамічна стійкість оксидів меркурію(ІІ) та (І). Солі, їх розчинність та здатність до гідролізу. Комплексні сполуки. Якісні реакції. Використання металів та їх сполук.

## 2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Таблиця 1

Деякі властивості s-елементів I-ої групи

<i>Властивості</i>	<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Rb</i>	<i>Cs</i>	<i>Rb</i>
Радіус атома, пм	155	189	236	248	268	280
Енергія іонізації, $E \rightarrow E^+ + e^-$ , eВ	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89	3,98
Електронегативність	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
Температура плавлення, °С	180,5	97,8	63,6	39,5	28,4	-
Стандартний окисний потенціал в розчині, $(E^+/E)$ , В	-3,05	-2,71	-2,92	-2,93	-2,92	-

Таблиця 2

Деякі властивості s-елементів II-ої групи

<i>Властивості</i>	<i>Be</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>	<i>Sr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ra</i>
Радіус атома, нм	113	160	207	215	221	235
Енергія іонізації, $E \rightarrow E^+ + e^-$	9,32	7,65	6,11	5,69	5,21	5,28
$E^+ \rightarrow E^{2+} + e^-$ , eВ	18,21	15,04	11,87	11,03	10,0	10,1
Електронегативність	1,5	1,2	1,0	1,0	0,9	0,9
Температура плавлення, °С	1287	650	842	768	727	991
Стандартний окисний потенціал у розчині $(E^{2+}/E)$ , В	-1,85	-2,36	-2,87	-2,89	-2,90	-2,92

Таблиця 3

Деякі властивості d-елементів I-ої та II-ої груп

<i>Властивості</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Au</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Hg</i>
Радіус атома, нм	0,128	0,144	0,144	0,138	0,154	0,157
Енергія іонізації, $E \rightarrow E^+ + e^-$	7,72		9,22	9,39	8,99	10,43
Електронегативність	1,9	1,93	2,64	1,65	1,69	
Температура плавлення, °С	1357	961	1063	419	321	-39
Стандартний окисний потенціал у розчині $(E^{n+}/E)$ , В	0,521 0,337		1,7 1,5		-0,76 -0,403	0,854

### 3 ЗНАХОДЖЕННЯ У ПРИРОДІ ТА СПОСОБИ ДОБУВАННЯ

Таблиця 4

#### Знаходження у природі s-елементів I-ої групи

Елемент	Кларк елементу (масова доля, у відсотках)	Мінерали та інші сполуки
<i>Li</i>	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ – сподумен, $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$ – амблігоніт, $\text{Li}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3(\text{F},\text{OH})_2$ – лепідоліт
<i>Na</i>	2,63	$\text{NaCl}$ – галіт, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – мірабіліт, $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ - криоліт, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – бура, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – трона
<i>K</i>	2,41	$\text{KCl}$ – сильвін, $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – каїніт, $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$ – сильвініт, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – карналіт,
<i>Rb</i>	$3,5 \cdot 10^{-2}$	знаходиться в $\text{Li}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_3(\text{F},\text{OH})_2$ – лепідоліт
<i>Cs</i>	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$\text{Cs}_2\text{O} \cdot 4\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 18\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – полуцит
<i>Fr</i>	-	продукт радіактивного розкладу урану

Таблиця 5

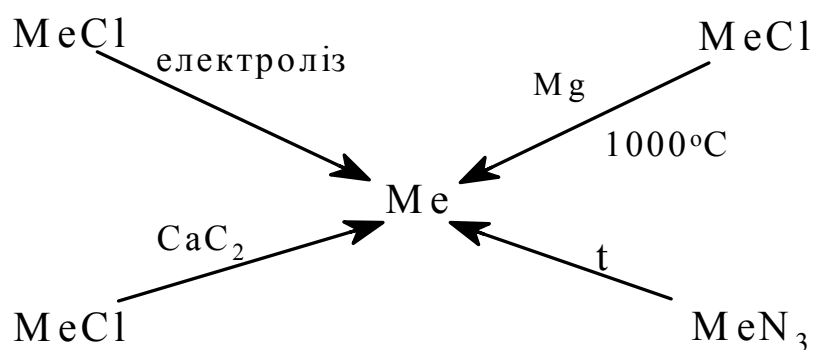
#### Знаходження у природі s-елементів II-ої групи

Елемент	Кларк елементу (масова доля, у відсотках)	Мінерали та інші сполуки
<i>Be</i>	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ – берил, $\text{Be}_2\text{SiO}_4$ – оренакіт, $\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ – хризоберил.
<i>Mg</i>	1,95	$\text{MgCO}_3$ – магнезіт, $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ – олівін, $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ - доломіт, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – карналіт, $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – кізерит, морська вода і вода деяких озер.
<i>Ca</i>	3,38	$\text{CaCO}_3$ – кальцит (крейда, мрамур, вапняк) $\text{CaF}_2$ – флюорит, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – гіпс, $\text{CaSO}_4$ – ангідрит, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$ – апатит, морська вода
<i>Sr</i>	$3 \cdot 10^{-2}$	$\text{SrSO}_4$ – целестин, $\text{SrCO}_3$ – стронціаніт
<i>Ba</i>	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$\text{BaCO}_3$ – вітерит, $\text{BaSO}_4$ – барит
<i>Ra</i>	$1,3 \cdot 10^{-10}$	знаходиться в уранових рудах

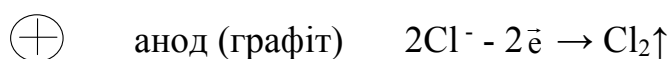
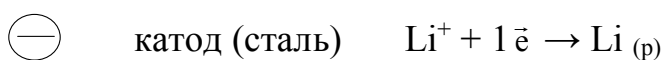
## Знаходження у природі d-елементів I-ої та II-ої груп

Елемент	Кларк елементу (масова доля, у відсотках)	Мінерали та інші сполуки
<b>Cu</b>		знаходиться у саморідному вигляді CuFeS <sub>2</sub> халькопирит (мідний колчедан), CuS – ковелін, Cu <sub>2</sub> O – куприт, (CuOH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> – малахіт, Cu <sub>2</sub> S – халькозин, Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub> – борніт
<b>Ag</b>		зустрічається у саморідному вигляді Ag-Au – електрум, Ag <sub>2</sub> S – аргентит, Ag (10%Au) – кюстеліт, Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub> – прустит, пираргентит, AgBr – бромаргірит, AgCl – кераргірит
<b>Au</b>		зустрічається у саморідному вигляді, Au-Pd – порпесит, мідісте золото
<b>Zn</b>		ZnS – цинкова обманка, сфалерит; ZnCO <sub>3</sub> – смітсоніт, ZnO – цинкіт, 2ZnO·SiO <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O – каломин, Zn <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub> – вилемит
<b>Cd</b>		CdS – гринокит, хоуліт, CdCO <sub>3</sub> – отавіт, CdO – монтепоніт, CdSe – кадмосеоїт, CdS·xH <sub>2</sub> O – ксантохроїт
<b>Hg</b>		знаходиться у саморідному вигляді HgS – кіноварь

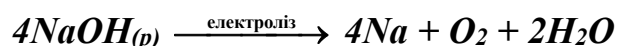
## 3.1 Добування s-елементи I групи



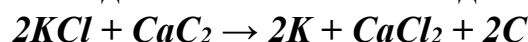
Промислове виробництво літію засноване на електролізі розплаву LiCl в суміші з KCl. Останню сіль додають для зниження температури плавлення електролізу. Електроліз відбувається за схемою:



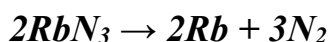
Металевий натрій можна отримати також завдяки електролізу розплаву натрій гідроксиду:



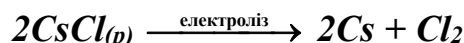
Метод вакуумтермічного відновлення є основним для отримання калію:



В лабораторній практиці металевий рубідій можна отримати розкладом відповідного азиду:



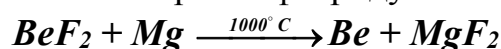
Цезій утворюється при електролізі рідкого цезій хлориду на ртутному катоді:



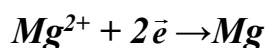
Францій синтезований штучно бомбардуванням ядер урану протонами або ядер радію бомбардуванням нейтронами.

### 3.1 Добування s-елементи II групи

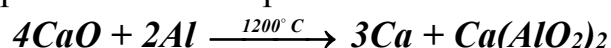
Для отримання берилію, магнію та лужно-земельних металів в промисловості застосовують переважно методи електрохімічного і вакуумтермічного відновлення, а також вакуумтермічного розкладу солей. Але існують й інші методи добування цих металів. Наприклад, берилій добувають при вакуумтермічному відновленні берилій фториду металевим магнієм:



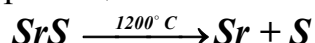
Для добування магнію застосовують електроліз розплаву суміші хлоридів магнію, кальцію і натрію. Оскільки магній має найменший за алгебраїчною величиною окисний потенціал ( $E^0 = -2,27 \text{ В}$ ), катіони цього металу першими відновлюються на катоді:



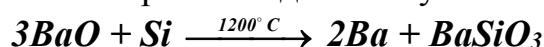
Кальцій можна отримати алюмотермічним способом:



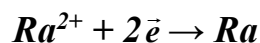
Металевий стронцій утворюється при вакуумтермічному розкладі стронцій сульфіді при температурі вище  $2000^\circ\text{C}$ :



Барій оксид відновнюється кремнієм до металу:



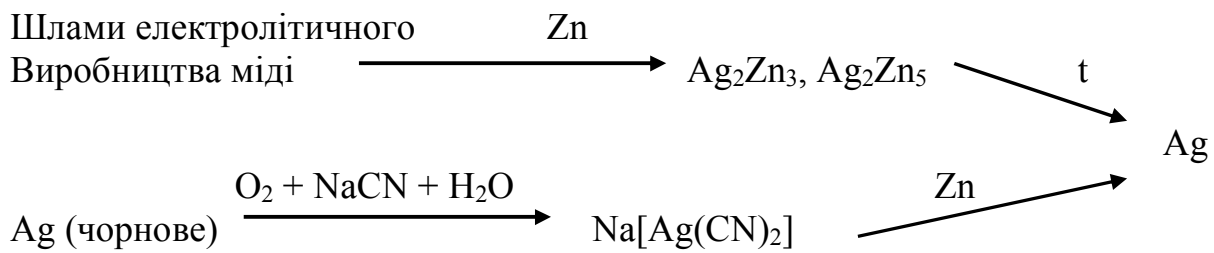
Міліграмові кількості радію отримують при переробці уранових руд у вигляді радій хлориду. Водний розчин цієї солі підлягає електролізу на ртутному катоді:



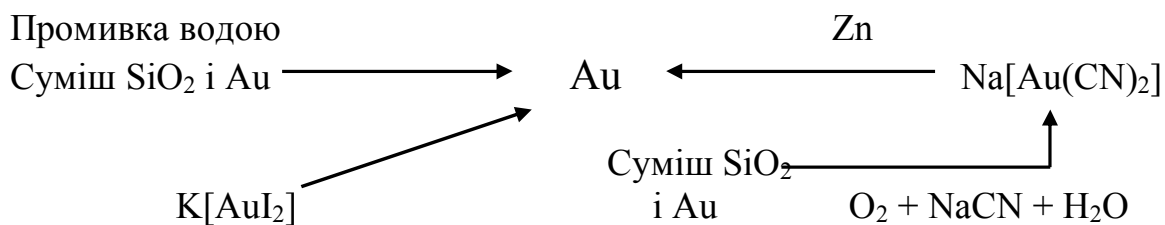
### 3.2 Добування d-елементи I групи

*Мідь*





*Добування золота*



**4 ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРОСТИХ РЕЧОВИН**

## Хімічні властивості простих речовин s-елементів I групи

	<i>H<sub>2</sub></i>	<i>Li</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>	<i>Rb</i>	<i>Cs</i>
<i>Кімнатна температура</i>						
<i>H<sub>2</sub></i>	-	-	-	-	-	-
<i>C</i>	-	-	-	-	-	-
<i>N<sub>2</sub></i> (вологий)	-	<i>Li<sub>3</sub>N</i>	-	-	-	-
<i>O<sub>2</sub></i>	<i>H<sub>2</sub>O</i>	<i>Li<sub>2</sub>O</i>	<i>Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub></i> , домішки <i>Na<sub>2</sub>O</i>	<i>KO<sub>2</sub></i> , домішки <i>K<sub>2</sub>O<sub>2</sub></i>	<i>Rb<sub>2</sub>O</i> (охолодження)	<i>Cs<sub>2</sub>O</i> (охолодження)
<i>S</i>	-	-	-	-	-	-
<i>F<sub>2</sub></i>	<i>HF</i>	<i>LiF</i>	<i>NaF</i>	<i>KF</i>	<i>RbF</i>	<i>CsF</i>
<i>Cl<sub>2</sub></i>	<i>HCl</i>	<i>LiCl</i>	<i>NaCl</i>	<i>KCl</i>	<i>RbCl</i>	<i>CsCl</i>
<i>Br<sub>2</sub></i>	-	<i>LiBr</i>	-	<i>NaBr</i>	<i>RbBr</i>	<i>CsBr</i>
<i>I<sub>2</sub></i>	-	-	-	<i>NaI</i>	<i>RbI</i>	<i>CsI</i>
<i>HNO<sub>3</sub></i> (р)	-	<i>MeNO<sub>3</sub>+NO</i> ↑			<i>MeNO<sub>3</sub> + NO</i> ↑ + <i>N<sub>2</sub>O</i> ↑ + <i>N<sub>2</sub></i> ↑	
<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> (р)	-	<i>Me<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub></i> ↑		<i>Me<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + SO<sub>2</sub></i> ↑ + <i>S</i> ↓		
<i>HCl</i> (р)	-	<i>LiCl+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>NaCl+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>KCl+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>RbCl+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>CsCl+H<sub>2</sub></i> ↑
<i>NH<sub>3</sub></i> (рідкий)	-	<i>LiNH<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	-	-	<i>RbNH<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	-
<i>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH</i> (рідкий)	-	-	<i>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OMe + H<sub>2</sub></i> ↑			

**Знижена температура**

$NH_3$ (рідкий)	-	$LiNH_2 \downarrow + H_2 \uparrow$ (-40°C)	$[Na(NH_3)_4]^0$ (-40°C)	$[K(NH_3)_6]^0$ (-50°C)	$[Rb(NH_3)_6]^0$ (-40°C)	$[Cs(NH_3)_6]^0$ (-40°C)
-----------------	---	---	-----------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

**Підвищена температура**

$H_2$	-	$LiH$ (600°C)	$NaH$ (325°C, P)	$KH$ (275°C)	$RbH$ (325°C, P)	$CsH$ (325°C, P)
$C$	$CH_4$ (600°C, P, Pt)	$Li_2C_2$ (вище 200°C)	$Na_2C_2$ (175°C)	-	-	-
$N_2$	$NH_3$ (500°C, P, Fe)	$Li_3N$ (кімн. темп.)	$Na_3N$ (100°C, разряд)	-	-	-
$P$ (червоний)	-	$Li_3P$	$Na_3P$ (200°C, в атм. Ar)	$K_3P$ (200°C, в атм. Ar)	-	-
$O_2$	$H_2O$	$Li_2O$ (вище 200°C дімішки $Li_2O_2$ )	$Na_2O_2$ (325°C)	$KO_2$ (домішки $K_2O_2$ )	$RbO_2$	$CsO_2$
$S$	$H_2S$ (175°C)	$Li_2S$ (вище 130°C)	$Na_2S$	$K_2S$ (150°C)	$Rb_2S$ (115°C)	$Cs_2S$ (120°C)
$F_2$	$HF$ (кімн. темп.)	$LiF$ (кімн. темп.)	$NaF$ (кімн. темп.)	$KF$ (кімн. темп.)	$RbF$ (кімн. темп.)	$CsF$ (кімн. темп.)
$Cl_2$	$HCl$ (кімн. темп.)	$LiCl$ (кімн. темп.)	$NaCl$ (кімн. темп.)	$KCl$ (кімн. темп.)	$RbCl$ (кімн. темп.)	$CsCl$ (кімн. темп.)
$Br_2$	$HBr$ (425°C, kat Pt)	$LiBr$ (кімн. темп.)	$NaBr$ (200°C.)	$KBr$ (кімн. темп.)	$RbBr$ (кімн. темп.)	$CsBr$ (кімн. темп.)
$I_2$	$HI$ (425°C, kat Pt)	$LiI$ (вище 200°C)	$NaI$ (200°C)	$KI$ (кімн. темп.)	$RbI$ (кімн. темп.)	$CsI$ (кімн. темп.)
$NH_3$ (газ)	-	$LiNH_2 + H_2 \uparrow$ (220°C) $Li_2NH + H_2 \uparrow$ (400°C)	$NaNH_2 + H_2 \uparrow$ (350°C)	$KNH_2 + H_2 \uparrow$ (85°C)	$RbNH_2 + H_2 \uparrow$ (50°C)	$CsNH_2 + H_2 \uparrow$ (40°C)

## Хімічні властивості простих речовин s-елементів II групи

	<i>Be</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>	<i>Sr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ra</i>
<i>знижена температура</i>						
<i>NH<sub>3</sub></i> (рідкий)	—	—	<i>Ca(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> -40°C, Pt	<i>Sr(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> -40°C, Pt	<i>Ba(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> -40°C, Pt	—
<i>кімнатна температура</i>						
<i>N<sub>2</sub></i>	—	—	—	<i>Sr<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i>	<i>Ba<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i>	<i>Ra<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i>
<i>P</i> (червоний)	—	—	—	—	—	—
<i>O<sub>2</sub></i>	<i>BeO</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	<i>SrO</i>	<i>BaO</i>	<i>RaO</i>
<i>S<sub>6</sub></i>	—	—	—	—	—	—
<i>F<sub>2</sub></i>	<i>BeF<sub>2</sub></i>	<i>MgF<sub>2</sub></i>	<i>CaF<sub>2</sub></i>	<i>SrF<sub>2</sub></i>	—	—
<i>Cl<sub>2</sub></i>	—	<i>MgCl<sub>2</sub></i>	—	—	—	<i>RaCl<sub>2</sub></i>
<i>Br<sub>2</sub></i>	—	—	—	—	—	—
<i>I<sub>2</sub></i>	—	—	—	—	—	—
<i>NaOH+H<sub>2</sub>O</i>	<i>Na<sub>2</sub>[Be(OH)<sub>4</sub>]+H<sub>2</sub></i>	—	—	—	—	—
<i>HNO<sub>3</sub></i> (розв.)	<i>Be(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+NO</i> ↑	<i>Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>O</i> ↑	<i>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>O</i> ↑	<i>Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>O</i> ↑	<i>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>O</i> ↑	<i>Ra(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>O</i> ↑
<i>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i> (розв.)	<i>BeSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>MgSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>CaSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>SrSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>BaSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>RaSO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑
<i>HCl</i> (розв.)	<i>BeCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>MgCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>CaCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>SrCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>BaCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>RaCl<sub>2</sub>+H<sub>2</sub></i> ↑
<i>C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH</i> (рідк.)	—	—	<i>(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)<sub>2</sub>Ca+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)<sub>2</sub>Sr+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)<sub>2</sub>Ba+H<sub>2</sub></i> ↑	<i>(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)<sub>2</sub>Ra+H<sub>2</sub></i> ↑

	<i>Be</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca</i>	<i>Sr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ra</i>
<i>підвищена температура</i>						
<i>H<sub>2</sub></i>	—	<i>MgH<sub>2</sub></i> (175°C, р, MgI <sub>2</sub> )	<i>CaH<sub>2</sub></i> (600°C)	<i>SrH<sub>2</sub></i> (350°C)	<i>BaH<sub>2</sub></i> (225°C)	—
<i>C</i>	<i>Be<sub>2</sub>C</i> (1800°C, вакуум)	—	<i>CaC<sub>2</sub></i> (550°C)	<i>SrC<sub>2</sub></i> (550°C)	<i>BaC<sub>2</sub></i> (500°C)	—
<i>N<sub>2</sub></i>	<i>Be<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i> (800°C)	<i>Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i> (790°C)	<i>Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i> (325°C)	<i>Sr<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i> (475°C)	<i>Ba<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i> (330°C)	<i>Ra<sub>3</sub>N<sub>2</sub></i> (100°C)
<i>P</i> (червоний)	—	—	<i>Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub></i> (400°C)	—	—	—
<i>O<sub>2</sub></i>	<i>BeO</i> (900°C)	<i>MgO</i> (625°C)	<i>CaO</i> (>300°C)	<i>SrO</i> (>250°C)	<i>BaO</i> (>800°C)	<i>RaO</i> (100°C)
<i>S</i>	<i>BeS</i> (1150°C)	—	<i>CaS</i> (150°C)	—	<i>BaS</i> (150°C)	<i>RaS</i> (150°C)
<i>F<sub>2</sub></i>	<i>BeF<sub>2</sub></i> (кімнат. темпер.)	<i>MgF<sub>2</sub></i> (кімнат. темпер.)	<i>CaF<sub>2</sub></i> (кімнат. темпер.)	<i>SrF<sub>2</sub></i> (кімнат. темпер.)	<i>BaF<sub>2</sub></i> (125°C)	—
<i>Cl<sub>2</sub></i>	<i>BeCl<sub>2</sub></i> (250°C)	<i>MgCl<sub>2</sub></i> (кімнат. темпер.)	<i>CaCl<sub>2</sub></i> (300°C)	<i>SrCl<sub>2</sub></i> (300°C)	<i>BaCl<sub>2</sub></i> (125°C)	<i>RaCl<sub>2</sub></i> (кімнат. темпер.)
<i>Br<sub>2</sub></i>	<i>BeBr<sub>2</sub></i> (480°C)	—	<i>CaBr<sub>2</sub></i> (300°C)	—	<i>BaBr<sub>2</sub></i> (125°C)	—
<i>I<sub>2</sub></i>	<i>BeI<sub>2</sub></i> (480°C)	—	<i>CaI<sub>2</sub></i> (300°C)	—	<i>BaI<sub>2</sub></i> (125°C)	—
<i>NaOH</i>	<i>Na<sub>2</sub>BeO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>↑</i> (450°C)	—	—	—	—	—
<i>NH<sub>3</sub></i> (рідкий)	<i>Be<sub>3</sub>N<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>↑</i> (600°C)	—	<i>Ca<sub>3</sub>N<sub>2</sub>+CaH<sub>2</sub>↑</i> (625°C)	<i>Sr<sub>3</sub>N<sub>2</sub>+SrH<sub>2</sub>↑</i> (625°C)	<i>Ba<sub>3</sub>N<sub>2</sub>+BaH<sub>2</sub>↑</i> (625°C)	—

## Властивості оксидів лужних металів

	<i>Li<sub>2</sub>O</i>	<i>Na<sub>2</sub>O</i>	<i>K<sub>2</sub>O</i>	<i>Rb<sub>2</sub>O</i>	<i>Cs<sub>2</sub>O</i>
<b>Вигляд</b>	Біла гігроскопічна, тугоплавка сполука	Біла, термічностійка, тугоплавка сполука	Біла, термічностійка сполука	Жовтувато-біла, літка у вакуумі, чутлива до світла сполука	Помаранчево-червона, літка у вакуумі, чутлива до світла сполука
<b>Густина, г/см<sup>3</sup></b>	2,01	2,36	2,33	3,72	4,68
<b>Температура плавлення, °C</b>	1453	1132 <sub>(р)</sub>	740 <sub>(р)</sub>	505 <sub>(р)</sub>	490 <sub>(р)</sub>
<b>Відношення до:</b>					
<b>а) H<sub>2</sub>O хол./гор</b>	<i>LiOH</i>	<i>NaOH</i>	<i>KOH</i>	<i>RbOH</i>	<i>CsOH</i>
<b>б) NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (розч.)</b>	<i>LiOH+NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O</i>	<i>NaOH+NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O</i>	<i>KOH+NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O</i>	<i>RbOH+NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O</i>	<i>CsOH+NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O</i>
<b>в) NaOH (розв) хол./гор</b>	<i>LiOH+NaOH</i>	<i>NaOH</i>	<i>KOH+NaOH</i>	<i>RbOH+NaOH</i>	<i>CsOH+NaOH</i>
<b>г) HNO<sub>3</sub> (розв) хол./гор</b>	<i>LiNO<sub>3</sub></i>	<i>NaNO<sub>3</sub></i>	<i>KNO<sub>3</sub></i>	<i>RbNO<sub>3</sub></i>	<i>CsNO<sub>3</sub></i>
<b>д) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (розв) хол./гор</b>	<i>Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>	<i>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>	<i>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>	<i>Rb<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>	<i>Cs<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>
<b>е) HCl (розв) хол./гор</b>	<i>LiCl</i>	<i>NaCl</i>	<i>KCl</i>	<i>RbCl</i>	<i>CsCl</i>
<b>Ентальпія утворення, ΔH<sub>298</sub><sup>0</sup>, кДж/моль</b>	-595,8	-416,0	-363,2	-330,1	-317,6
<b>Енергія Гіббса утворення, ΔG<sub>298</sub><sup>0</sup>, кДж/моль</b>	-562,1	-377,1	-322,1	-292,9	-247,5

\*- величини, ΔH<sub>298</sub><sup>0</sup> і ΔG<sub>298</sub><sup>0</sup> наведені для рідкого стану.

## Властивості оксидів s-елементів II-ої групи

	<i>BeO</i>	<i>MgO</i>	<i>CaO</i>	<i>SrO</i>	<i>BaO</i>
<b>Вигляд</b>	Біла, тугоплавка, термічно стіка сполука	Біла, тугоплавка, термічно стіка сполука	Біла, гігроскопічна, термічно стіка сполука	Біла, тугоплавка, термічно стіка сполука	Біла, тугоплавка, термічно стіка сполука
<b>Густина, d (г/см<sup>3</sup>)</b>	3,02	3,62	3,75	5,02	5,72
<b>Температура плавлення, °C</b>	2580	2825	2614	2650	2020
<b>Відношення до:</b>					
<b>а) H<sub>2</sub>O хол./гор.</b>	не реагує	не реагує	<i>Ca(OH)<sub>2</sub></i>	<i>Sr(OH)<sub>2</sub></i>	<i>Ba(OH)<sub>2</sub></i>

<b>б) <math>\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}</math> (розв.) хол./гор.</b>	не реагує / реагує	не реагує	реагує	реагує	реагує
<b>в) <math>\text{NaOH}</math> (розв.) <math>\cdot \text{H}_2\text{O}</math> хол./гор.</b>	не реагує / реагує	не реагує	$\text{NaOH} +$ $\text{Ca(OH)}_2$	$\text{NaOH} +$ $\text{Sr(OH)}_2$	$\text{NaOH} +$ $\text{Ba(OH)}_2$
<b>г) <math>\text{HNO}_3</math> (розв.) хол./гор.</b>	не реагує / $\text{Be(NO}_3)_2$	$\text{Mg(NO}_3)_2$	$\text{Ca(NO}_3)_2$	$\text{Sr(NO}_3)_2$	$\text{Ba(NO}_3)_2$
<b>д) <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> (розв.) хол./гор.</b>	не реагує / $\text{BeSO}_4$	$\text{MgSO}_4$	$\text{CaSO}_4$	$\text{SrSO}_4$	$\text{BaSO}_4$
<b>е) <math>\text{HCl}</math> (розв.) хол./гор.</b>	не реагує / $\text{BeCl}_2$	$\text{MgCl}_2$	$\text{CaCl}_2$	$\text{SrCl}_2$	$\text{BaCl}_2$
<b>Ентальпія утворення, <math>\Delta H_{298}^0</math>, кДж/моль</b>	-598	-601,8	-635,5	-590,4	-558,1
<b>Енергія Гіббса, <math>\Delta G_{298}^0</math>, кДж/моль</b>	-582	-569,6	-604,2	-559,8	-528,4

Таблиця

### Властивості гідроксидів лужних металів

	<b><i>LiOH</i></b>	<b><i>NaOH</i></b>	<b><i>KOH</i></b>	<b><i>RbOH</i></b>	<b><i>CsOH</i></b>
<b>Вигляд</b>	Біла сполука, яка плавиться без розкладу	Біла гігроскопічна сполука, яка плавиться і кипить без розкладу	Біла гігроскопічна сполука, яка плавиться і кипить без розкладу	Біла сполука, яка плавиться без розкладу	Біла, літка сполука, яка плавиться без розкладу
<b>Густина, г/см<sup>3</sup></b>	1,46	2,13	2,04	3,20	3,69
<b>Температура плавлення, °C</b>	471	321	404	382	346
<b>Розчинність у воді, г/100 г H<sub>2</sub>O</b>	12,8 <sup>(20)</sup>	108,7 <sup>(20)</sup>	112,4 <sup>(20)</sup>	179 <sup>(15)</sup>	385,6 <sup>(15)</sup>
<b>Ентальпія утворення, <math>\Delta H_{298}^0</math>, кДж/моль</b>	-487,2	-425,6	-425,8	-413,8	-406,7
<b>Енергія Гіббса утворення, <math>\Delta G_{298}^0</math>, кДж/моль</b>	-442,2	-380,7	-380,2	364,0-	-362,3

Таблиця

### Властивості гідроксидів s-елементів II-ої групи

	<i>Be(OH)<sub>2</sub></i>	<i>Mg(OH)<sub>2</sub></i>	<i>Ca(OH)<sub>2</sub></i>	<i>Sr(OH)<sub>2</sub></i>	<i>Ba(OH)<sub>2</sub></i>
<b>Вигляд</b>	Біла аморфна або кристалічна сполука	Біла нерозчинна у воді сполука	Біла поганорозчинна у воді сполука	Біла сполука, яка плавиться без розкладу	Біла сполука, яка плавиться без розкладу
<b>Густина, <i>d</i> (г/см<sup>3</sup>)</b>	1,92	2,39	2,08	3,63	4,5
<b>Температура плавлення, °С</b>	138	350	580	460	408
<b>Розчинність у воді, г/100 г H<sub>2</sub>O</b>	2,34·10 <sup>-7</sup> (25)	6,42·10 <sup>-4</sup> (25)	0,16 <sup>(20)</sup>	0,81 <sup>(20)</sup>	3,89 <sup>(20)</sup>
<b>Відношення до:</b>					
<b>а) H<sub>2</sub>O хол./гор.</b>	не розчин.	не розчин.	мало розч.	мало розч.	розчин.
<b>б) NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (розв.) хол./гор.</b>	не розчин.	не розчин.	мало розч.	мало розч.	розчин.
<b>в) NaOH (розв.)·H<sub>2</sub>O хол./гор.</b>	не реагує / Na <sub>2</sub> [Be(OH) <sub>4</sub> ]	не розчин.	мало розч.	мало розч.	розчин.
<b>г) HNO<sub>3</sub> (розв.) хол./гор.</b>	не реагує / Be(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	<i>Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i>	<i>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i>	<i>Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i>	<i>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></i>
<b>д) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (розв.) хол./гор.</b>	не реагує / BeSO <sub>4</sub>	<i>MgSO<sub>4</sub></i>	<i>CaSO<sub>4</sub></i>	<i>SrSO<sub>4</sub></i>	<i>BaSO<sub>4</sub></i>
<b>е) HCl (розв.) хол./гор.</b>	не реагує / BeCl <sub>2</sub>	<i>MgCl<sub>2</sub></i>	<i>CaCl<sub>2</sub></i>	<i>SrCl<sub>2</sub></i>	<i>BaCl<sub>2</sub></i>
<b>Ентальпія утворення, ΔH<sub>298</sub><sup>0</sup>, кДж/моль</b>	-907,0	-924,7	-986,6	-959,4	-950,0
<b>Енергія Гіббса, ΔG<sub>298</sub><sup>0</sup>, кДж/моль</b>	-818,0	-833,7	-896,8	-870,3	-886, 0

## 7 Якісні реакції

Таблиця

Якісні реакції на s-елементи I групи

<b>Іон</b>	<b>Реагент</b>	<b>Аналітичний ефект</b>
<i>Li<sup>+</sup></i>	Натрій або калій карбонат (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> або K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	Білий кристалічний осад <i>Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></i>
<i>Na<sup>+</sup></i>	калій гексагідроксостибат(V) <i>K[Sb(OH)<sub>6</sub>]</i>	білий кристалічний осад <i>Na[Sb(OH)<sub>6</sub>]</i>



$K^+$	натрій гексанітрокобальтат(III) $Na_3[Co(NO_2)_6]$	жовтий кристалічний осад $K_3[Co(NO_2)_6]$
$Rb^+$	натрій гексанітроаргентат(I)біс- мутат(III) $Na_2[AgBi(NO_2)_6]$	жовтий кристалічний осад $RbNa[AgBi(NO_2)_6]$
$Cs^+$	калій тетраіодобісмутат(III) $K[BiI_4]$	яскравий червоний осад $Cs_2[BiI_5]$

Літки солі літію надають інтенсивне кармино-червоне забарвлення полум'ю газового пальника. Солі натрію надають жовте забарвлення, а солі калію, рубідію і цезію – фіалкове.

Таблиця

Якісні реакції на s-елементи II групи

Іон	Реагенти	Аналітичний ефект
$Be^{2+}$	1,2,5,8-тетрагідроксоантрахінон (умовно $H_4TGA$ ) в середовищі $NH_3 \cdot H_2O$ або $NaOH$	Сине-філеовий осад $(BeOH)_2H_2TGA$
$Mg^{2+}$	суміш розчинів аміаку, амоній хлориду і натрій гідрогенортофосфату – $NH_3 \cdot H_2O + NH_4Cl + Na_2HPO_4$	Білий кристалічний осад $MgNH_4PO_4$ , розчинний в сульфатній або хлоридній кислоті
$Ca^{2+}$	амоній оксалат – $(NH_4)_2C_2O_4$	Білий дрібнокристалічний осад $CaC_2O_4$ розчинний у мінеральних кислотах
$Sr^{2+}$	калій хромат – $K_2CrO_4$	Жовтий осад $SrCrO_4$ , розчинний в оцтовій кислоті ( $CH_3COOH$ )
$Ba^{2+}$	калій хромат – $K_2CrO_4$	Жовтий осад $BaCrO_4$ , розчинний в оцтовій кислоті ( $CH_3COOH$ )

Літки солі Кальцію надають цегляно-червоне забарвлення полум'ю газового пальника. Солі Стронцію надають каминове-червоне забарвлення, а солі Барію – жовто-зелене.

Таблиця

Іон	Реагенти	Аналітичний ефект
$Cu^{2+}$	розчин $NH_3$	яскраво-синій розчин $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$
	жовта кров'яна сіль $K_4[Fe(CN)_6]$	червоно-бурий осад $Cu_2[Fe(CN)_6]$
	натрій тіосульфат – $Na_2S_2O_3$	темно-бурий осад $Cu_2S$
	більш активний метал (н-д, $Zn$ )	металічна мідь рожевого кольору

$Ag^+$	натрій сульфід $Na_2S$	чорний осад $Ag_2S$
	натрій гідроксид $NaOH$	чорний осад $Ag_2O$
	натрій хлорид $NaCl$	білий осад $AgCl$
	натрій бромід $NaBr$	біло-жовтий осад $AgBr$
	натрій іодид $NaI$	жовтий осад $AgI$
$Au^{3+}$		
$Zn^{2+}$	натрій сульфід $Na_2S$	білий осад $ZnS$
	жовта кров'яна сіль $K_4[Fe(CN)_6]$	білий осад $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$
	сполучення з солями $Co(II)$	зелений осад $CoZnO_2$
	амоній гідрогенфосфат $(NH_4)_2HPO_4$	білий осад $NH_4ZnPO_4$
$Cd^{2+}$	натрій сульфід $Na_2S$	жовто-помаранчевий осад $CdS$
	червона кров'яна сіль $K_3[Fe(CN)_6]$	жовтий осад $Cd_3[Fe(CN)_6]_2$
	калій тіокарбонат $K_2CS_3$	помаранчевий осад $CdCS_3$
$Hg_2^{2+}$	дитіофосфати	чорний осад
	калій (натрій) іодид $KI$	червоний осад $Hg_2I_2$
	калій хромат $K_2CrO_4$	жовто-зелений осад $Hg_2CrO_4$
$Hg^{2+}$	дитіофосфати	білий осад
	калій (натрій) іодид $KI$	червоний осад $HgI_2$
	калій оданіду $KSCN$	канареечно-жовтий осад $Hg(SCN)_2$
	натрій сульфід $Na_2S$	чорний осад $HgS$

Солі  $Cu(II)$  забарвлюють полум'я газової горілки у смарагдово-зелений колір

## 8 ВИКОРИСТАННЯ

### 8.1 Застосування s-елементів I-ої групи та їх сполук

Лужні метали та їх сполуки мають колосальне значення в сучасній техніці. Літій, натрій, калій і цезій відносять до стратегічно важливих елементів. Літій ( ${}^6LiD$  і  ${}^6LiT$ ) використовують в термоядерній енергетиці, цезій – в МГД-генераторах та іонних двигунах ракет. Деякі лужні метали застосовують в радіоелектроніці, застосовують для виготовлення п'єзоелектричних, акустооптичних, оптичних модуляторів, оптичних

волноводів, хімічних джерел електричного струму з літєвим анодом, в рідкометалічних теплоносіях (Li, Na, K та їх сплави).

Калій є необхідним для харчування рослин разом з Нітрогеном і Фосфором. Він не може бути замінений ні яким іншим елементом.

За своїм значенням у житті людини натрій хлорид і калій хлорид перевершують всі інші сполуки. Натрій хлорид не тільки один з найважливіших харчових продуктів людини і тварин, але й головна сировина для виготовлення соди, натрій гідроксиду і натрій пероксиду, хлоридної кислот і хлору. Хлорид калію і карналіт потрібні для виготовлення калійних добрив, калій карбонату і калій гідроксиду. Мірабіліт – головна сировина для виготовлення високоякісного скла і паперу.

### **8.2 Застосування s-елементів II-ої групи та їх сполук**

Лужно-земельні метали, а також берилій і магній та їх сполуки мають колосальне значення в сучасній техніці. Берилій, магній, кальцій, стронцій є стратегічно важливими. Магній і Кальцій необхідні разом з Нітрогеном і Фосфором для харчування рослин. Кальцій є необхідним у виробництві будівельних матеріалів, вапна і цементу, скла і паперу. Магнезит і доломіт застосовують для виготовлення вогнетривкої цегли, мінеральної вати і фарфору. Гіпс широко застосовують у будівництві, цементній та паперовій промисловості. Металевий берилій та магній використовують в легких конструкційних сплавах. В атомних реакторах берилій виконую роль сповільнювача та відбивальника нейтронів. Суміш порошкоподібного магнію разом з окисниками, а також різні солі стронцію застосовують для виготовлення освітлюючих та запалюючих ракет і снарядів. Барій метатитанат має сегнетоелектричні властивості. Магній карбонат і барій сульфат застосовують як медичні препарати.

### **8.3 Застосування d-елементів I-ої групи та їх сполук**

Мідь використовується у вигляді сплавів для виготовлення обладнання, частин машин та інструментів усіх видів, а також художньо-промислових виробів. В основному мідь використовують у вигляді дроту як матеріал, що дуже добре проводить електричний стум.

Серед сплавів міді дуже важливе місце посідають **бронзи**. Бронзи – це сплави міді та олова, для яких для здешевлення додають цинк та свинець. Високоякісні бронзи використовуються для дзвонових та збройових бронз. З менш якісних бронз виготовляють штамповані вироби. Також широкого використання набули такі сплави як томпак і латунь. Це сплави міді та цинку, до яких іноді додають олово, свинець, залізо.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

- 1) Як одержати калій іодид без домішки калій триоксоіодату(V), використовуючи водний розчин КОН і I<sub>2</sub>?
- 2) Чому BaCO<sub>3</sub> більш стійкий до нагрівання, чим MgCO<sub>3</sub>?
- 3) Які відходи виробництва утворюються при одержанні натрій карбонату аміачним методом? Яка природна сировина для цього виробництва необхідна? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 4) Чи можна одержати натрій карбонат, застосовуючи кокс і таку мінеральну сировину, як мірабіліт і вапняк?
- 5) Які сполуки будуть кристалізуватися з водного розчину, що містить K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> і Cu<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>; Rb<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> і CuSO<sub>4</sub>?
- 6) Які реакції будуть протікати при нагріванні натрій пероксиду і цезій озоніду в атмосфері карбон(IV) оксиду, а калію надпероксиду в атмосфері сульфур(IV) оксиду?
- 7) Який із лужних металів взаємодіє з азотом за звичайних умов? Яке відношення нітриду, який утвориться, до води? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 8) Напишіть рівняння реакцій одержання Cu<sub>2</sub>O, Cu, Cu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- 9) Як розділити за допомогою хімічних реакцій золото і срібло, мідь і срібло.
- 10) Чи є розходження у взаємодії міді і золота з водним розчином калій ціаніду?
- 11) Як взаємодіють розведені розчини сульфатної кислоти з водним розчином, що містить тетраамінкупрум(II)-катіон і тетраамінаурум(III)-катіон?
- 12) Який хімічний метод застосовують для добування золота зі золотоносного піску? Приведіть рівняння відповідних реакцій.
- 13) Поясніть, чому мідь, знаходячись в електрохімічному ряді напруг праворуч водню, взаємодіє з водним розчином іодоводню з виділенням водню.
- 14) Як протікає у водному розчині гідроліз амікатів: [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup> і [Au(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>3+</sup>?
- 15) Чи можна виділити CuCO<sub>3</sub> з водного розчину?
- 16) Що відбудеться при тривалому збереженні водяного розчину гідраргірум нітрату?
- 17) Чи відрізняється взаємодія з аміаком гідраргірум (II) нітрату від взаємодії з аміаком гідраргірум (II) хлориду. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
- 18) Чому пролиту металеву ртуть опрацьовують порошкоподібною сіркою або концентрованим водяним розчином ферум трихлориду?

### ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

I Напишіть рівняння таких окисно-відновних реакцій:

- 1) магній + амоній хлорид + вода →
- 2) берилій + гідроксид іон + вода →

- 3) берилій + іон оксонію + вода  $\rightarrow$       4) калій пероксид + карбон(IV) оксид  $\rightarrow$   
 5) натрій пероксид  $\xrightarrow{t}$       6) барій пероксид  $\xrightarrow{t}$   
 7) калій пероксид + вода  $\xrightarrow{t=20^{\circ}\text{C}}$       8) рубідій озонід + вода  $\rightarrow$   
 9) цинк + іон оксонію + вода  $\rightarrow$       10) кадмій + іон оксонію + вода  $\rightarrow$   
 11) ртуть + азотна кислота (конц.)  $\rightarrow$       12) ртуть + азотна кислота(конц.)  $\rightarrow$   
 13) цинк + іон гідроксилу + вода  $\rightarrow$       14) ртуть + арсен пентафторид  $\rightarrow$   
 15) сульфід цинку + кисень  $\rightarrow$       16) цезій озонід + карбон(IV) оксид  $\rightarrow$   
 17) натрій пероксид + сірка  $\rightarrow$       18) рубідій озонід + карбон(II) оксид  $\rightarrow$   
 19) калій надпероксид + сірка  $\rightarrow$       20) золото + селенова кислота  $\rightarrow$   
 21) срібло + азотна кислота(розч.)  $\rightarrow$       22) срібло + сірчана кислота(конц.)  $\rightarrow$   
 23) мідь + кисень + аміак + вода  $\rightarrow$       24) золото + бром (г)  $\rightarrow$   
 25) диціаноаурат(I) іон + цинк  $\rightarrow$       26) купрум(I) сульфат + вода  $\rightarrow$   
 27) купрум (II) оксид  $\xrightarrow{t}$       28) аурум(I) оксид + хлоридна кислота  $\rightarrow$   
 29) купрум(II) нітрат  $\xrightarrow{t}$       30) сульфід ртуть(II) + кисень  $\xrightarrow{500^{\circ}\text{C}}$   
 31) калій надпероксид + нітроген (IV) оксид  $\rightarrow$   
 32) аргентум(III) діоксид + сульфатна кислота  $\rightarrow$   
 33) купрум (I) оксид + сірчана кислота  $\rightarrow$   
 34) аргентум (I) оксид + калій пероксодисульфат + калій гідроксид  $\rightarrow$   
 35) купрум (II) гідроксид + калій пероксодисульфат + калій гідроксид  $\rightarrow$   
 36) натрій сульфат (кр) + кальцій карбонат (кр) + вуглець (кр)  $\xrightarrow{t=1000^{\circ}\text{C}}$   
 37) золото + азотна кислота (конц.) + гідрохлоридна кислота (конц.)  $\rightarrow$   
 38) золото + кисень + калій ціанід + вода  $\rightarrow$   
 39) купрум (I) сульфід + купрум (I) оксид  $\xrightarrow{t=1300^{\circ}\text{C}}$   
 40) калій надпероксид + карбон (II) оксид  $\rightarrow$   
 41) калій надпероксид + сульфур(IV) оксид  $\rightarrow$

**II** Напишіть у молекулярній та скороченій іонній формі рівняння реакції гідролізу:

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1) натрій сульфиду          | 2) хром(III) хлорид + натрій карбонату;      |
| 3) натрій гідроортофосфату; | 4) ферум(III) хлорид + натрій карбонату ;    |
| 5) натрій ціаніду;          | 6) купрум(II) нітрату;                       |
| 7) стронцій нітрату;        | 8) купрум (II) сульфату + натрій карбонату ; |
| 9) натрій ортофосфату;      | 10) натрій карбонату;                        |
| 11) купрум (II) сульфату;   | 12) амоній хлориду + калій карбонату;        |
| 13) калій іодиду ;          | 14) плюмбум(II) нітрат + натрій карбонату ;  |
| 15) натрій тетраборату;     | 16) цинк нітрату + натрій карбонату;         |
| 17) кадмій сульфату ;       | 18) цинк хлориду;                            |
| 19) кальцій метаферрату;    | 20) гідраргірум (II) хлориду;                |

21) літій нітриду;

22) амоній хлориду + калій сульфїду ;

III Складїть рївняння хїмїчних реакцїй у молекулярному та іонно-молекулярному виглядї

- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{Mg}(\text{HSiO}_3)_2 + \text{KOH} \rightarrow$                     | 25) $\text{Sn}(\text{OH})_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$            |
| 2) $\text{KCN} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                          | 26) $\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$                               |
| 3) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$             | 27) $(\text{MgOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$         |
| 4) $\text{KHCO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$                                  | 28) $\text{LiOH} + \text{HCl} \rightarrow$                                   |
| 5) $\text{MgOHCl} + \text{HCl} \rightarrow$                                  | 29) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$            |
| 6) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$                         | 30) $(\text{CaOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$         |
| 7) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{KOH} \rightarrow$                         | 31) $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                         |
| 8) $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$ | 32) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$             |
| 9) $(\text{CaOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$          | 33) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightarrow$                       |
| 10) $\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$                        | 34) $\text{MgSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$                                 |
| 11) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$            | 35) $\text{SrOHNO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                             |
| 12) $\text{Zn}(\text{HSO}_4)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$                    | 36) $\text{Cd}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$                        |
| 13) $\text{LiOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                        | 37) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$         |
| 14) $\text{KHS} + \text{KOH} \rightarrow$                                    | 38) $\text{MgOHNO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                             |
| 15) $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$         | 39) $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                      |
| 16) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$                         | 40) $\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{KOH} \rightarrow$                        |
| 17) $\text{Sr}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$             | 41) $\text{CuOHNO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                             |
| 18) $\text{Ca}(\text{HS})_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$            | 42) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$             |
| 19) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                      | 43) $\text{CaHPO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$                    |
| 20) $(\text{MgOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$         | 44) $(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$         |
| 21) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$             | 45) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                      |
| 22) $\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$            | 46) $\text{Sr}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow$         |
| 23) $\text{CaOHCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                      | 47) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$                                 |
| 24) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                      | 48) $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |

IV За наведеними схемами складїть рївняння хїмїчних реакцїй у молекулярному виглядї:

- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$                      | 9) $\text{CaOH}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$  |
| 2) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ | 10) $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3$ |
| 3) $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI}$                                       | 11) $\text{Cu}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{CuCrO}_4$              |
| 4) $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$                      | 12) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$                          |
| 5) $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$                      | 13) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$                |
| 6) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4$                           | 14) $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3$                |
| 7) $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$                           | 15) $\text{MgOH}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ |
| 8) $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}$                                     | 16) $\text{Sr}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SrSO}_4$                |

- |   |   |
|---|---|
| 17) $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Be}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ | 22) $\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{MgCO}_3$                           |
| 18) $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow [\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$       | 23) $\text{CaOH}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$            |
| 19) $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaCrO}_4$                         | 24) $\text{Cd}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{CdS}$                                 |
| 20) $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4$                    | 25) $\text{ZnOH}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$                        |
| 21) $\text{CuOH}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$                        | 26) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ |

V Напишіть у молекулярній і молекулярно-іонній формі рівняння реакцій, що відповідають наступним переходам:

- 1)  $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{H}_3[\text{CuCl}_4] \rightarrow \text{CuCl}_2$
- 2)  $\text{Au} \rightarrow [\text{Au}(\text{CN})_6]^{3-} \rightarrow \text{Au} \rightarrow [\text{AuCl}_4]^- \rightarrow \text{Au}(\text{OH})$
- 3)  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$
- 4)  $\text{Ag} \rightarrow [\text{Ag}(\text{H}_2\text{O})_2]^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \rightarrow \text{AgCl}$
- 5)  $\text{Zn} \rightarrow [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2$
- 6)  $\text{CdSO}_4 \rightarrow \text{Cd} \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cd} \rightarrow [\text{Cd}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \rightarrow \text{Cd}$
- 7)  $\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Hg}$
- 8)  $\text{Zn} \rightarrow [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} \rightarrow [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} \rightarrow \text{Zn}$
- 9)  $[\text{Cd}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow [\text{Cd}(\text{OH})_6]^{4-} \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cd}$
- 10)  $\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Hg} \rightarrow [\text{Hg}(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$
- 11)  $\text{BeF}_2 \rightarrow \text{Be} \rightarrow \text{K}_2\text{BeO}_2 \rightarrow [\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-} \rightarrow [\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
- 12)  $\text{LiCl} \rightarrow \text{Li} \rightarrow \text{Li}_3\text{N} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4$
- 13)  $\text{KCl} \rightarrow \text{K} \rightarrow \text{KO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
- 14)  $\text{CO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3$

VI Складіть рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна здійснити наступні перетворення. Рівняння реакцій іонного обміну складіть в молекулярному та іонно-молекулярному вигляді.

- 1) Берилій хлорид  $\rightarrow$  берилій гідроксид  $\rightarrow$  натрій тетрагідроксоберилат  $\rightarrow$  берилій гідроксид  $\rightarrow$  берилій хлорид.
- 2) Берилій хлорид  $\rightarrow$  берилій гідрид  $\rightarrow$  берилій гідроксид  $\rightarrow$  калій тетрагідроксо-берилат  $\rightarrow$  берилій гідроксид.
- 3) Берилій  $\rightarrow$  натрій берилат  $\rightarrow$  берилій гідроксид  $\rightarrow$  берилій фторид  $\rightarrow$  берилій.
- 4) Магній  $\rightarrow$  магній оксид  $\rightarrow$  магній гідроксид  $\rightarrow$  магній сульфат  $\rightarrow$  магній силікат.
- 5) Магній карбід  $\rightarrow$  магній гідроксид  $\rightarrow$  магній нітрат  $\rightarrow$  магній оксид  $\rightarrow$  магній сульфат.
- 6) Магній сульфід  $\rightarrow$  магній оксид  $\rightarrow$  магній хлорид  $\rightarrow$  магній нітрат  $\rightarrow$  магній оксид.
- 7) Магній карбонат  $\rightarrow$  магній хлорид  $\rightarrow$  магній  $\rightarrow$  магній нітрат  $\rightarrow$  магній оксид.
- 8) Кальцій  $\rightarrow$  кальцій гідрид  $\rightarrow$  кальцій гідроксид  $\rightarrow$  кальцій нітрат  $\rightarrow$  кальцій оксид.

- 9) Барій хлорид → барій → барій гідроксид → барій карбонат → барій гідрогенкарбонат.
- 10) Кальцій хлорид → кальцій → кальцій гідрид → кальцій гідроксид → кальцій карбонат.
- 11) Кальцій → кальцій гідроксид → кальцій алюмінат → алюміній гідроксид → алюміній оксид.
- 12) Купрум(II) хлорид → мідь → купрум(II) нітрат → мідь → купрум(II) сульфат.
- 13) Купрум(II) гідроксид → купрум(II) оксид → купрум(II) → мідь → купрум(II) сульфат.
- 14) Цинк → цинк нітрат → цинк гідроксид → калій тетрагідроксоцинкат → цинк гідроксид.
- 15) Цинк оксид → натрій цинкат → цинк гідроксид → цинк хлорид → цинк.
- 16) Цинк → натрій тетрагідроксоцинкат → цинк гідроксид → цинк оксид → цинк → цинк хлорид.



## 6

### Список рекомендованої літератури

- 1 Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия [Текст]: учебник для вузов / Н.С. Ахметов. – М.: Высшая школа, 1998. – 743 с.
- 2 Гольбрайх З.Е. Сборник задач и упражнений по химии [Текст] / З.Е. Гольбрайх, Е.И. Маслов. – М. : Высшая школа, 1997.– 384 с.
- 3 Кудрявцев, А.А. Составление химических уравнений [Текст] / АА. Кудрявцев – М.: Академия, 1990. – 360 с.
- 4 Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія [Текст] / Н.В. Романова. – К., Ірпінь: Перун, 2002. – 480 с.
- 5 Рябчиков Д.И. Аналитическая химия редкоземельных элементов и иттрия [Текст] / Д.И. Рябчиков, В. А. Рябухин. – М.: Наука, 1966. – 380 с.
- 6 Степин, Б.Д., Неорганическая химия [Текст]: учебник для вузов / Б.Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высшая школа, 1994. – 608 с.