

s^2 -елементи та їх сполуки: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra

Загальні зауваження

- Електронна конфігурація: ns^2
- Один ступінь окиснення в усіх сполуках: +2
- Катіони M^{2+} не забарвлені (немає непарних e^- !)
- Be – амфотерний, Ca, Sr, Ba – типові метали
- Be проявляє схильність до комплексоутворення (КЧ = 4: на 2-му рівні є одна s і три p орбіталі)

Загальні зауваження

- Ca, Sr, Ba – лужноземельні метали (ЛЗМ)
- Іони M^{2+} менше за розмірами іонів s^1 -елементів M^+ :
 - знижена розчинність солей із складним аніоном (карбонати, сульфати, фосфати)
 - знижена термічна стійкість солей із складним аніоном ($CaCO_3$ розкладається, а Na_2CO_3 – ні)
- Mg і Ca розповсюджені на Землі (2,4% и 2,9%), а інші елементи – ні
- За 100 років вдалося виділити лише 1,5 кг Ra!

Прості речовини

Огляд

- E° дуже низькі, активність велика:

	Be	Mg	Ca	Sr	Ba
$E^\circ (M^{2+}/M), V$	-1,45	-2,36	-2,87	-2,89	-2,91

- Be і Mg вкриті оксидною плівкою, інші – ні:
 - Be та Mg у реакціях потребують нагрівання
 - Be та Mg стійкі на повітрі, а ЛЗМ – ні

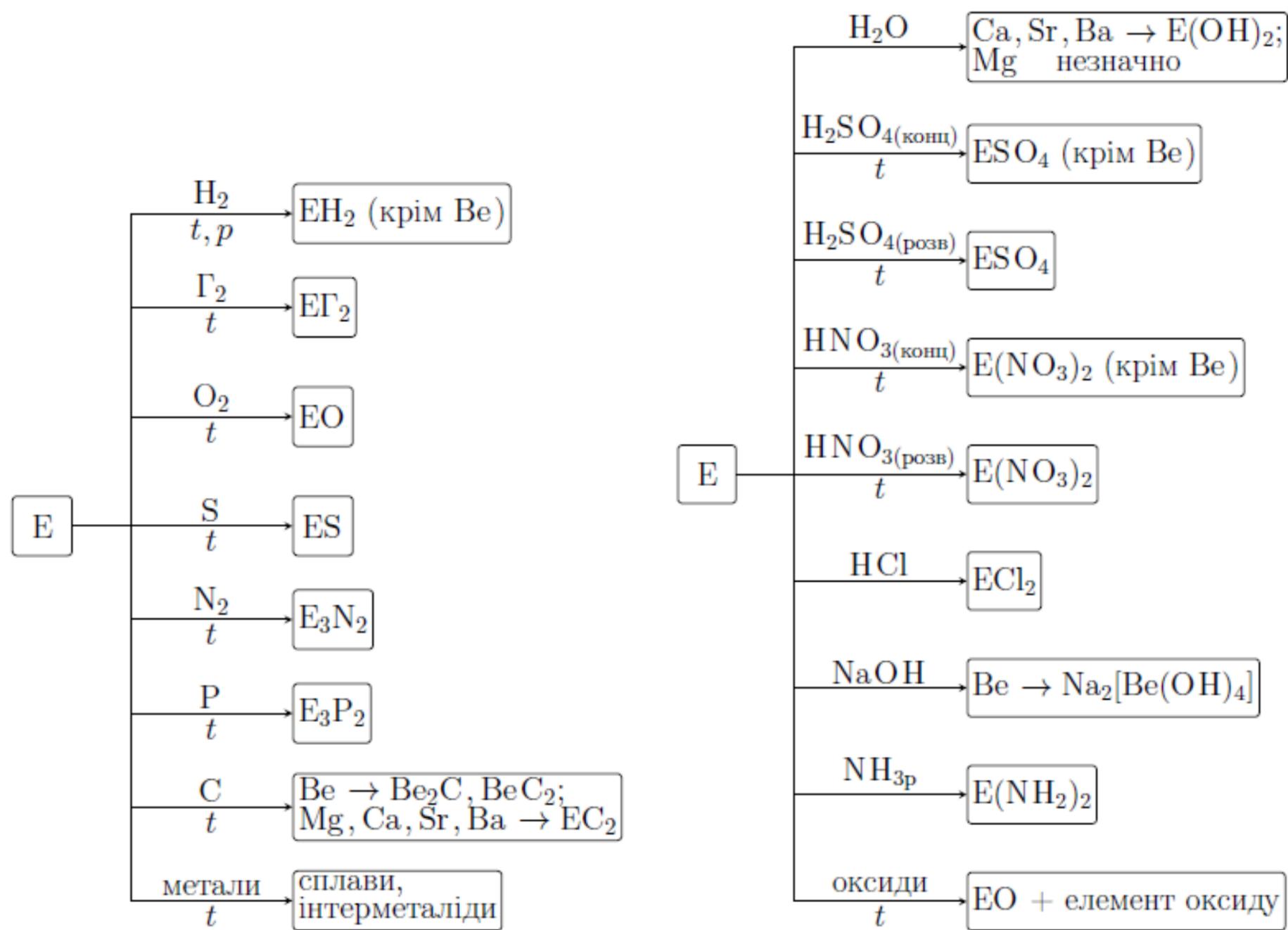
Одержання

- електроліз розплавлених хлоридів
- $2Al + 4MO = 3MO \cdot Al_2O_3 + M$ – алюмотермія

Забарвлення полум'я солями ЛЗМ

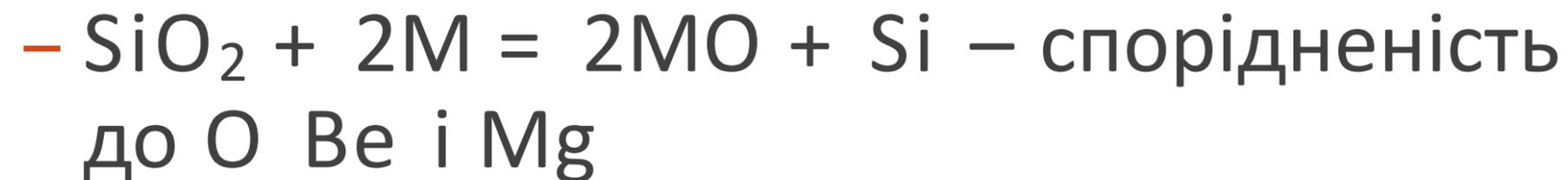
- Be і Mg не дають характерного забарвлення полум'я
- Забарвлення для Sr подібне до Li

Хімічні властивості



Хімічні властивості

- З неметалами реагують при нагріванні:



- ЛЗМ реагують з водою: $M + 2H_2O = M(OH)_2 + H_2$

Хімічні властивості

- Mg реагує з розчином NH_4Cl :
$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$$
- З кислотами $\text{M} + 2\text{H}^+ = \text{M}^{2+} + \text{H}_2$:
 - $3\text{M} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{M}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 3\text{H}_2$ (з поверхні)
 - $\text{Be} + 4\text{HF}_{(\text{надл})} = \text{H}_2[\text{BeF}_4] + \text{H}_2$ – особливість Be
- Окисні кислоти пасивують лише Be:
$$4\text{Mg} + 5\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} = 4\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$$
- З лугами реагує лише Be:
- $\text{Be} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$

Сполуки з оксигеном

Оксиди

- Одержання оксидів:



Висока спорідненість до O ($\Delta G^\circ (Mg O) = -569$ кДж)

- $2Mg + CO_2 = 2Mg O + C$ – горіння Mg
- $TiO_2 + 2Ca = Ti + 2Ca O$ – кальційтермія

Сполуки з оксигеном

- Спікання BeO і MgO: втрата активності після прожарювання
- З H₂O реагують оксиди ЛЗМ:
CaO + H₂O = Ca(OH)₂ – «гасіння вапна»
- Оксиди мають основну природу (Be O – амфотерну)
 - MO + 2HCl = MCl₂ + H₂O
 - Be O + Na₂O \xrightarrow{t} Na₂Be O₂
- Пероксид відносно легко утворюється у Ва (800°C)
- 2Ba O + O₂ \rightleftharpoons 2Ba O₂

Сполуки з оксигеном

Гідроксиди

- Гідроксиди сильніше відрізняються між собою, ніж у s^1 -елементів:
Ba(OH)₂ – луг, а Be(OH)₂ амфотерний:
$$\text{Be(OH)}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2[\text{Be(OH)}_4]$$
- Розчинність у воді:
 - Sr(OH)₂ і Ba(OH)₂ добре розчинні
 - Ca(OH)₂ розчиняється помірно (*вапнякова вода*)
 - Mg(OH)₂ і Be(OH)₂ малорозчинні

Сполуки з оксигеном

- Розчини $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і $\text{Ba}(\text{OH})_2$ використовують як *індикатор на CO_2* :
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow$ (каламуть) + H_2O
- $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – дія надлишку CO_2

Гідроксиди термічно нестійкі:



Інші бінарні сполуки

Нітриди

- Нітриди одержують прямим синтезом
 $3M + N_2 \xrightarrow{t} M_3N_2$, ($t = 900^\circ\text{C}$) для Be
- Вони повністю гідролізуються водою
(крім Be_3N_2)
- $M_3N_2 + 6H_2O = 3M(OH)_2 + 2NH_3$

Інші бінарні сполуки

Карбіди

- Карбіди мають різний склад (Be_2C , Mg_2C_3 , $\text{Ca}(\text{Sr}, \text{Ba})\text{C}_2$), але їх одержують однаково: взаємодією оксиду та коксу
- $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$
- Гідроліз карбідів відбувається по-різному
 - $\text{Be}_2\text{C} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{CH}_4$ – метанід
 - $\text{Mg}_2\text{C}_3 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$ – похідне пропіну
 - $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ – ацетиленід

Інші бінарні сполуки

Сульфіди

- Одержання сульфідів
 - $M + S \rightarrow MS$ (Be, Mg)
 - $M\text{SO}_4 + 4C \rightarrow MS + 4CO$ – у промисловості ($t > 1000^\circ\text{C}$)
- У розчині BeS і MgS повністю гідролізуються
- $MS + 2\text{H}_2\text{O} = \text{M}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
- BeS можна сплавити з сульфідами лужних металів
 $\text{BeS} + \text{Na}_2\text{S} = \text{Na}_2\text{BeS}_2$ (амфотерний характер)
- Сульфідоберилати у воді розкладаються, подібно BeS
- $\text{Na}_2\text{BeS}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Be}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{S} \uparrow$
 $+ 2\text{NaOH}$

Солі

- Карбонати і *оксалати* нерозчинні у воді, але розчиняються у кислотах



- Особливості карбонатів



Солі

Галогеніди добре розчиняються у воді

– $MO + 2H\Gamma = M\Gamma_2 + H_2O$ – одержання

– для берилію шлях інший: $BeO + C + \Gamma_2 \xrightarrow{t} Be\Gamma_2 + CO$

– BeF_2 , MgF_2 , CaF_2 (*флюорит*) нерозчинні

– $CaCl_2$ жадібно поглинає воду з перетворенням у $CaCl_2 \cdot 6H_2O$

- Сульфати

– $BeSO_4$ і $MgSO_4$ розчинні

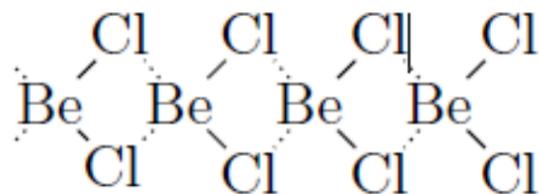
– $CaSO_4$ малорозчинний (0,2036 г/100 мл)

– $SrSO_4$ і $BaSO_4$ нерозчинні

– $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4 \downarrow$ – *якісна реакція*

Солі

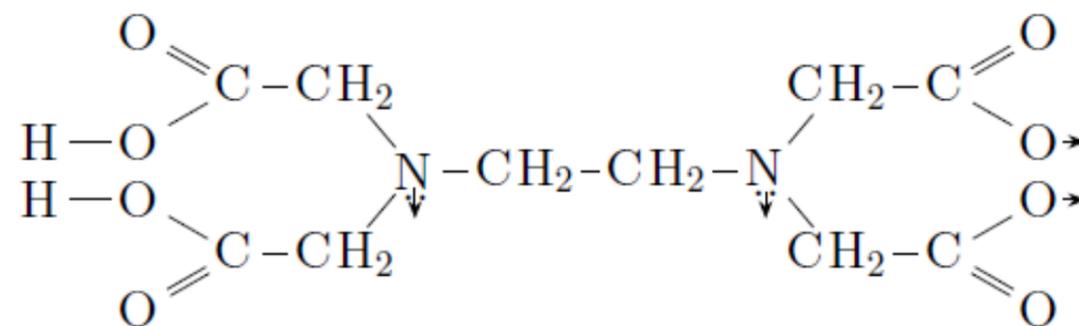
- Особливість Ba^{2+} : BaCrO_4 нерозчинний у HAc
 - $\text{MCl}_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 = \text{MCrO}_4 \downarrow + 2\text{KCl}$
 - $\text{BaCrO}_4 + \text{HAc} \nrightarrow$
 - $\text{MCrO}_4 + 2\text{HAc} = \text{MAc}_2 + \text{H}_2\text{CrO}_4$
- Деякі солі Be полімерні, розчиняються у органічних розчинниках. Причина: молекулярна (не іонна) будова.



- Солі Be і Ba отруйні!

Комплексні сполуки

- Кращий комплексоутворювач серед s^2 -елементів – Be
- Найважливіші комплекси: $[\text{BeF}_4]^{2-}$, $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Be}(\text{CO}_3)_2]^{2-}$
- Окрім краун-етерів важливим лігандом для Mg^{2+} і Ca^{2+} є ЕДТА-іон (Трилон Б):



- Важливим комплексом Mg є хлорофіл

Використання елементів та їх сполук

- Be – легуючий компонент (берилієві бронзи, до 2%)
- Be сповільнює нейтрони у ядерних реакторах
- BeO і MgO – вогнетриви
- Mg використовують в органічному синтезі у вигляді CH_3MgI – реактив Гриньяра
- Mg і Ca – відновники у магній- та кальційтермії
- Сполуки Mg і Ca використовують як будматеріали (цемент, вапно, алебастр/гіпс)
- $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ і CaCl_2 поглинають водяну пару
- $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ надає полум'ю червоного кольору (піротехніка)
- BaTiO_3 – відомий сегнетоелектрик
- Металічний Ba використовують як поглинач газів у вакуумній техніці