

Властивості d^9 -елементів та їх сполук

Cu, Ag, Au

Загальні зауваження

- Різниця у властивостях елементів однієї групи найбільша саме для цих елементів
- Електронна конфігурація: $(n - 1)d^{10}ns^1$
- Ступені окиснення перевищують номер групи у короткоперіодній формі Періодичної системи
- Ступені окиснення:
 - Cu: +1, +2, +3
 - Ag: +1, +2
 - Au: +1, +3

Прості речовини



- У вигляді простих речовин – кольорові метали
- Усі метали благородні!

| | Cu | Ag | Au |
|--|-------|-------|-------|
| $t_{\text{пл}}, \text{ }^\circ\text{C}$ | 1083 | 962 | 1064 |
| $\rho, \text{ г/см}^3$ | 8,94 | 10,50 | 19,32 |
| $E^\circ(\text{M}^{n+}/\text{M}), \text{ В}$ | +0,34 | +0,80 | +1,50 |



- Найкращі провідники електрики й тепла серед металів



Прості речовини

- З киснем реагує лише мідь



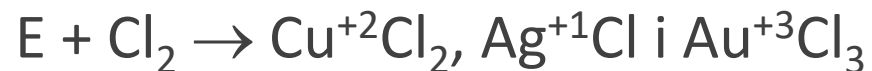
- На повітрі



- З S реагують Cu і Ag



- При нагріванні з Cl_2 до $300\text{ }^\circ\text{C}$ утворюються різні продукти

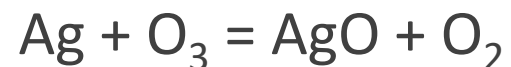


Прості речовини

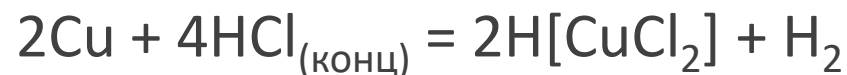
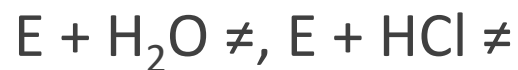
- F₂ пасивує Cu, але не інші метали



- Якісна реакція на озон (O₃)

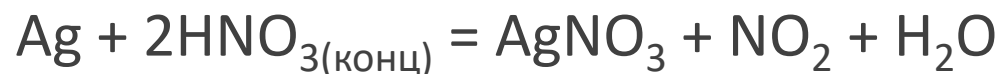
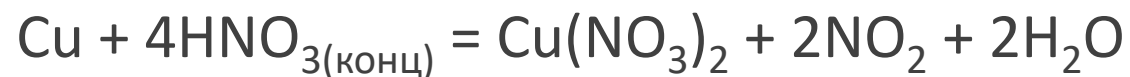


- Благородні метали, тому:



Прості речовини

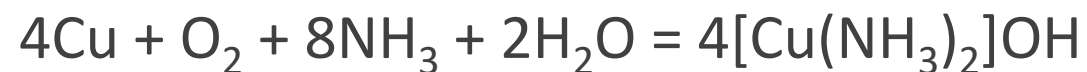
- Кислоти-окисники діють на Cu і Ag



- Au розчиняють у «царській горілці»



- Розчинення з використанням комплексоутворення

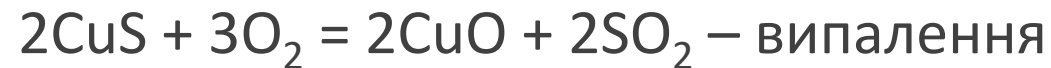


Прості речовини

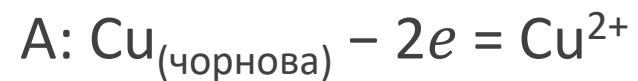
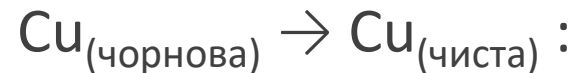
➤ З лугами реакція не йде навіть у присутності окисника (Ag – матеріал для тиглів)

➤ **Одержання простих речовин**

■ З сульфідних руд Cu видобувають так:



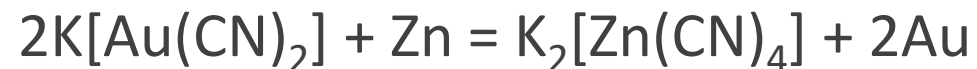
➤ одержану «чорнову» мідь рафінують електролітично:



Прості речовини

➤ Одержання золота:

- промивання золотоносного піску ($\rho(\text{Au}) = 19,3 \text{ г/см}^3$)
- амальгамний спосіб (одержання сплаву Au + Hg)
- ціанідний спосіб



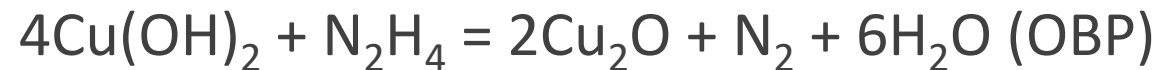
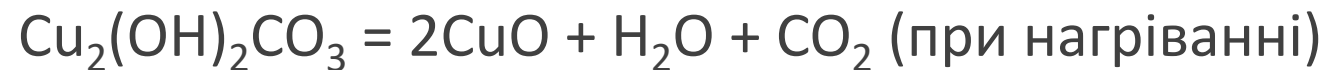
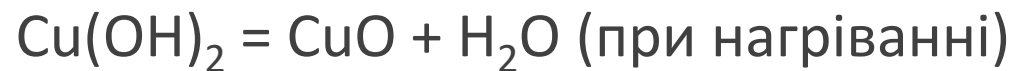
Сполуки купруму

➤ Ступені окиснення Cu

❖ +2 – стійкий, сполуки забарвлені

❖ +1 – нестійкий, сполуки незабарвлені

➤ Оксиди купруму одержують непрямим шляхом



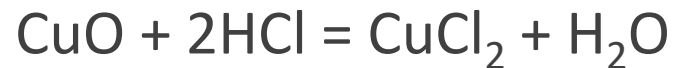
Сполуки купруму

- Оксиди з водою не взаємодіють:



CuOH розкладається у момент виділення на Cu_2O і H_2O

- Оксиди виявляють більш виражені осно́вні властивості



Сполуки купруму

- Кислотна функція сполук виражена слабо



$\text{CuCl} + \text{KCl} = \text{K}[\text{CuCl}_2]$ – тільки хлоридні комплекси при сплавленні

- Солі Cu^{2+} гідролізовані

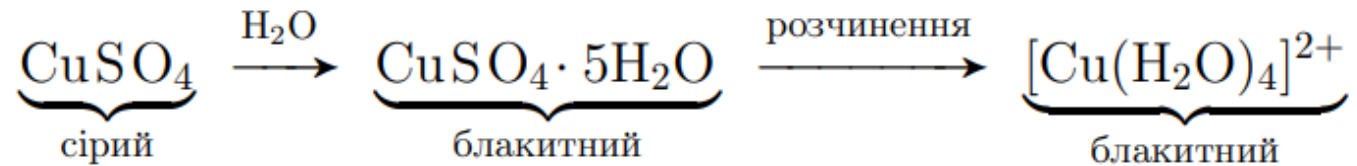


- «Прості» сполуки Cu^+ нестійкі

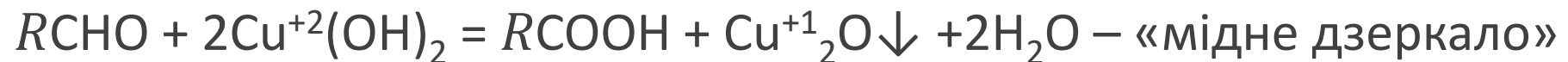


Сполуки купруму

- Комплекси Cu(+1) безбарвні, а Cu(+2) – забарвлені
- Аквакомплекс купруму $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ має блакитний колір



- CuCl_2 – полімер, утворення зв'язків Cu – Cl
- Cu(+2) виявляє слабкі окисні властивості:



Сполуки купруму

- Cu(+3) одержують жорстким окисненням Cu(+2)



- сполуки Cu(+3) нестійкі

- Cu(+1): схильність до диспропорціонування:

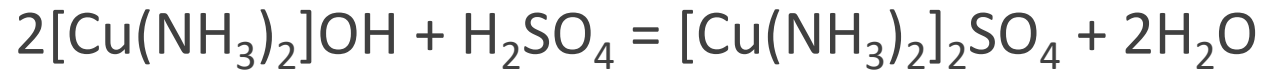


$$K = [\text{Cu}^{2+}] / [\text{Cu}^+]^2 = 10^6 \text{ – рівновага зміщена в бік } \text{Cu}^{2+}$$

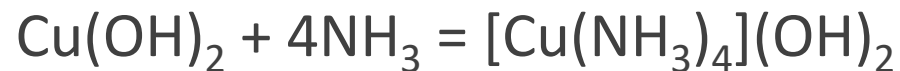
- у водному середовищі стійкі CuCl, CuI, CuCN

Сполуки купруму

- Комплексоутворення стабілізує Cu(+1)



- Амоніачний комплекс стійкий і для Cu(+2)

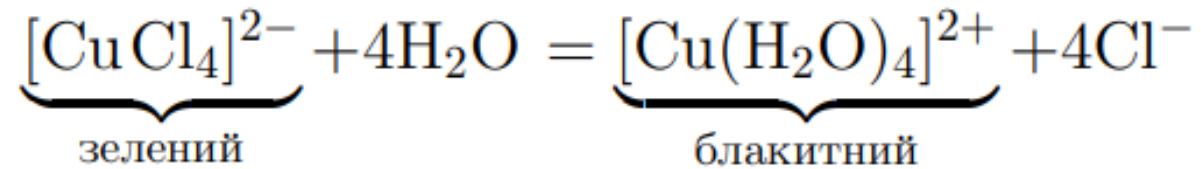


- Стійким є тіосульфатний комплекс



Сполуки купруму

- Хлоридні комплекси також нестійкі у розчині



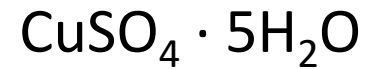
- Ціанідні комплекси мають КЧ 4



однак $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ легко відновлюється до $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$



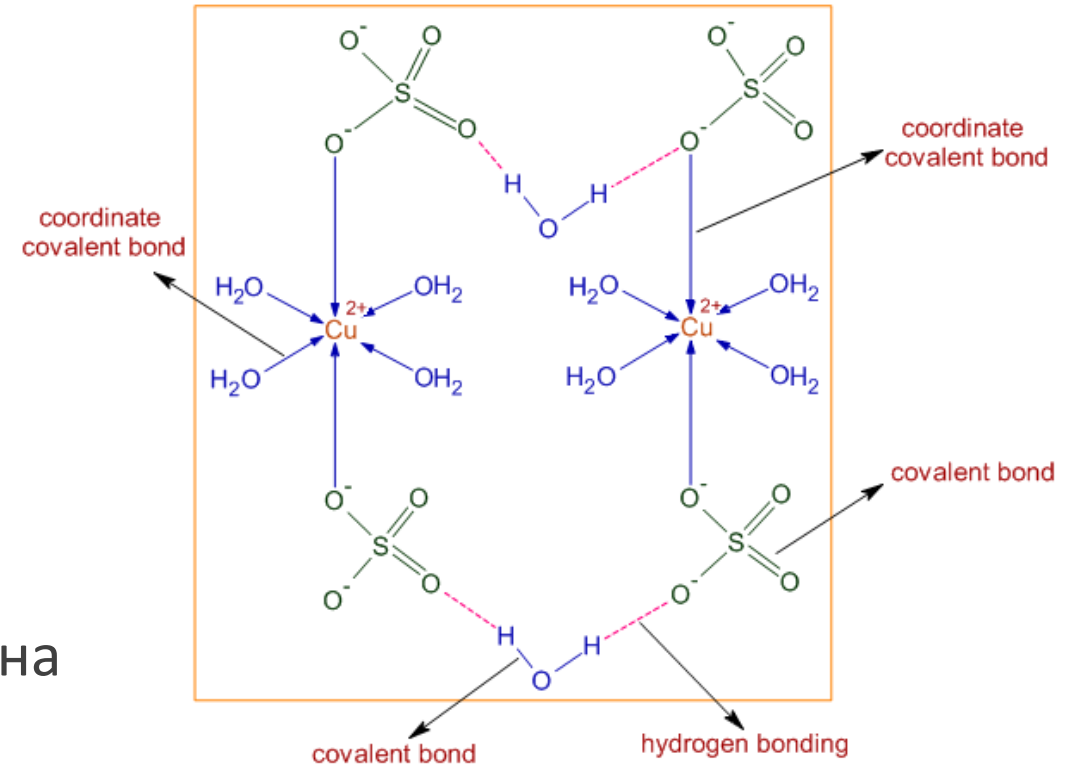
Сполуки купруму



- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ – сильна основа, розчинна
- $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – слабка основа, нерозчинна
- Комплекс $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ існує у сильно лужних розчинах:



- Легко руйнується при розведенні



Сполуки аргентуму

➤ У Ag стійкий єдиний ступінь окиснення +1

➤ Одержання оксиду

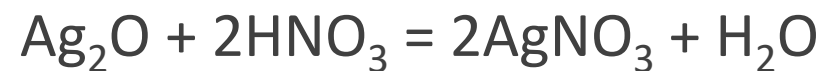


➤ Гідроксид Ag^+

❖ нестійкий, розкладається у момент одержання ($2\text{AgOH} = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$)

❖ *сильна основа, тому солі не гідролізовані*

➤ Оксид та гідроксид мають осн'овний характер



Сполуки аргентуму

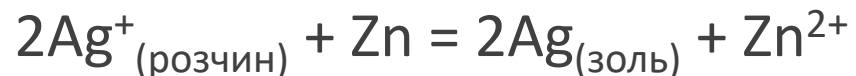


- Розчинні солі: AgNO_3 , AgF , AgAc і AgClO_4
- $\text{Ag}(+1)$ доволі сильний окисник



реакція срібного дзеркала

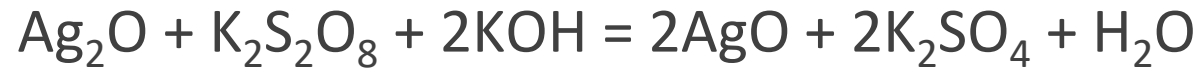
- «молекулярне» срібло:



- ❖ використовують для знезараження води

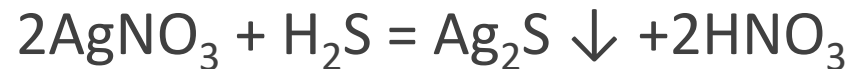
Сполуки аргентуму

- Ag(+2) одержують дією сильних окисників



- Найважливіші некомплексні сполуки

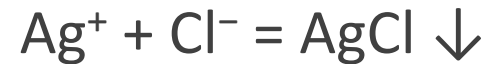
- ❖ Ag₂S дуже мало розчинний ($K_S = 10^{-50}$)



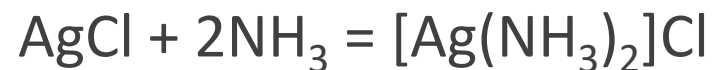
- ❖ AgNO₃ – ляпіс, пекельний камінь (у суміші з KNO₃)

Сполуки аргентуму

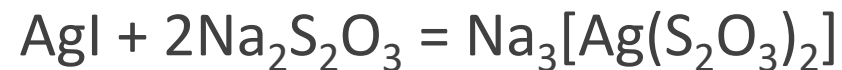
- Якісна реакція:



- AgГ нерозчинні у воді (крім AgF)
- AgCl (і Ag₂O) розчиняється у присутності NH₃



- AgI (і AgBr) переводять у розчин інакше



AgCl



AgBr



AgI

Сполуки аурому

- У Au стійкий лише ступінь окиснення +3
- Сполуки Au(+1) нечисленні, схильні до диспропорціонування



- Стійкість Au(+1) підвищується у комплексах:

AuCN нестійкий, а $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ – стійкий

- Найважливіші сполуки аурому (+3) – $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ і AuCl_3

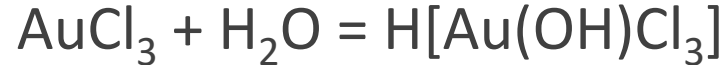


Сполуки аурому

- Крім «царської горілки» Au можна розчинити у концентрованій H_2SeO_4

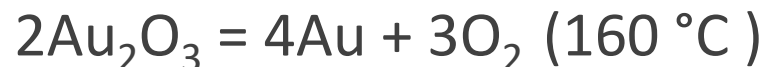


- У розчині солі Au(+3) сильно гідролізовані



осадження гідроксиду

- Гідроксид і оксид Au(+3) нестійкі



Сполуки аурому

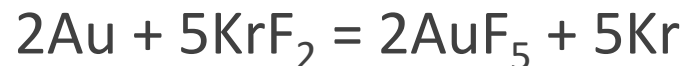
- Для Au(+3) характерні аніонні комплекси, тобто кислотна функція Au(OH)₃ домінує:



- Au(+3) – більш сильний окисник, ніж Ag(+1)



- Ще більш сильний окисник – AuF₅



Використання сполук елементів

❖ Купрум

- Мідь використовують як конструкційний матеріал у чистому вигляді, або у складі сплавів (латунь, бронза).
- Металічна мідь – матеріал різноманітних теплообмінників.
- Сполуки купруму у сільському господарстві допомагають у боротьбі зі шкідниками.

Використання сполук елементів

❖ Аргентум

- Окисну активність Ag^+ використовують для знезараження питної води.
- Похідні $\text{Ag} (+2)$ – сильні окисники, використовуються у лужних срібно-цинкових гальванічних елементах і акумуляторах.
- Галогеніди аргентуму використовують у фотографії, а також у аналітичних цілях.

Використання сполук елементів

❖ Аурум

- Основна частина ауруму у вигляді золота накопичена у банківських сховищах.
- Висока електрична провідність та хімічна стійкість золота зумовлюють його використання у ЕОМ та системах зв'язку (контакти електричних мереж).
- У вигляді фольги золото наносять на різноманітні поверхні (металічні та неметалічні) з декоративною або захисною метою.