

Тема 1. Геологічні процеси та грунтотворна діяльність

Мінералогія та петрографія

Мінералогія

- ***Мінералами називаються*** природні хімічні сполуки або окремі хімічні елементи, що перебувають у твердому агрегатному стані, утворилися в результаті геологічних та фізико-хімічних процесів, що відбуваються в земній корі та на її поверхні.

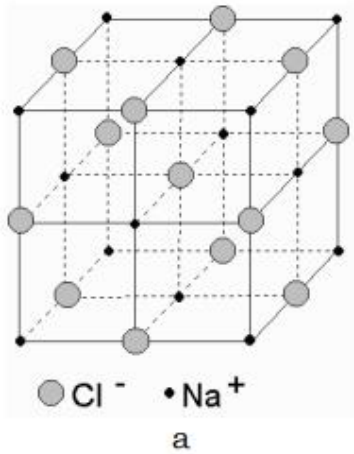
*Слово «мінерал» походить від латинського *minera* – руда.*

За умовами утворення поділяють на:

- Первинні – кристалічні магматичні та метаморфічні (за умови первинного утворення – без змін)
- Вторинні – зазнали хімічних змін первинних мінералів.

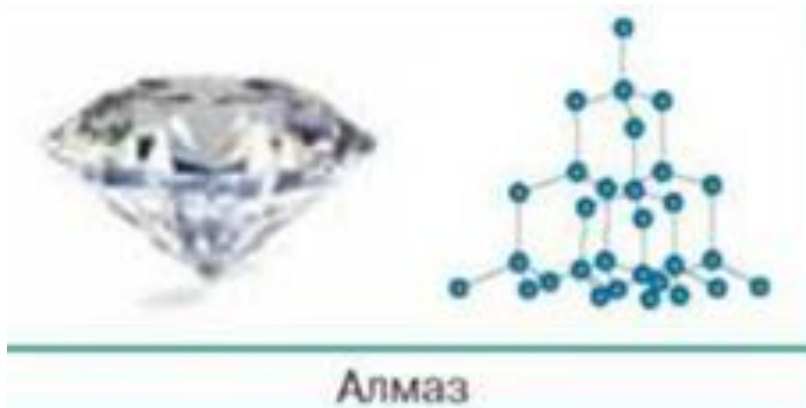
Форми існування мінералів

2



б

Кристалічна структура (а) та кристал (б) галіту



Кристалічні



ОБСИДІАН, СКЛО

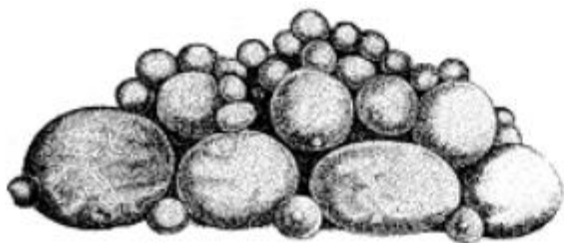


Бурштин

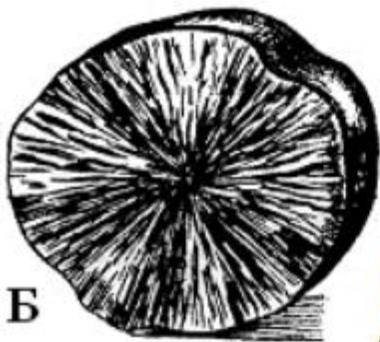
Аморфні

Форми знаходження

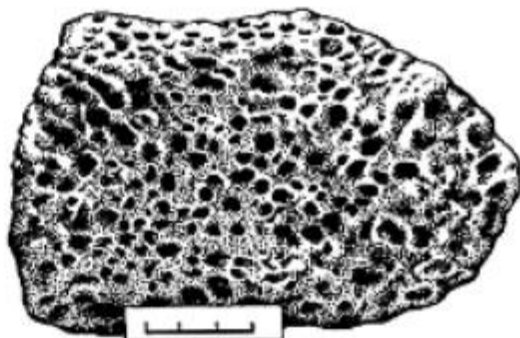
3



А



Б



В

Мінеральні агрегати:
А – загальний вигляд конкрецій;
Б – конкреція у розрізі; В – ооліти.

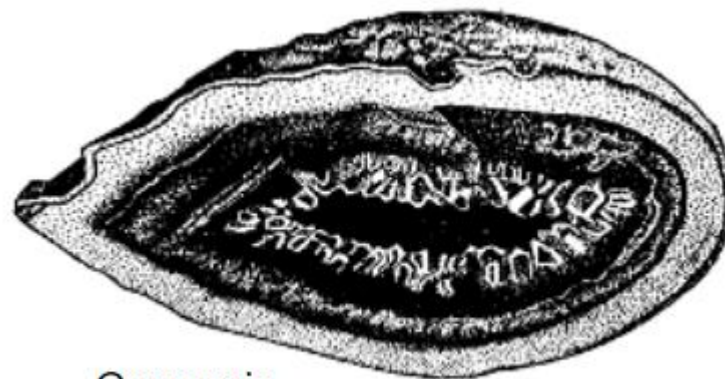


а



б

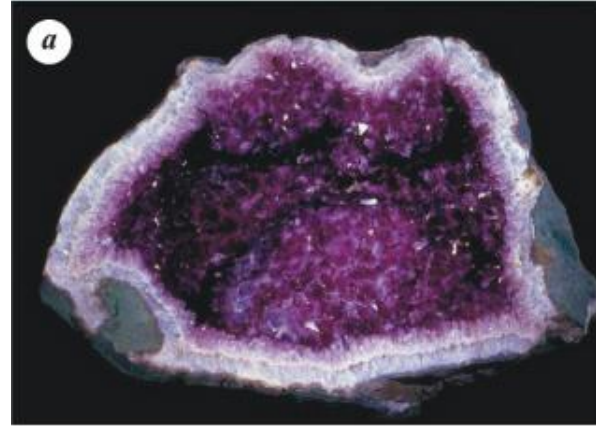
Друзи кристалів: а – кварц (гірський кришталь);
б – кам'яна сіль.



Секреція.

Форми знаходження

- *а – жеода виповнена аметистом;*
- *б – мигдалина агату;*
- *в – ооліти сидериту;*
- *г – сфероліти цеоліту;*
д – дендрити в халцедоні;
- *е – натічні форми сердоліку.*



Натічні форми:
сталактити
сталагміти



Класифікація мінералів за походженням

Магматичні

- мінерали, утворення яких пов'язано з магматичними процесами (пірит, гіпс, кальцит, сфалерит, гетит, цеоліт та ін.)

Гіпергенні

- мінерали, що утворилися у верхній частині земної кори під впливом води, повітря, живих організмів (монтморилоніт, каолініт, боксит та ін.);

Метаморфічні

- мінерали, що утворилися у земній корі під впливом високої температури і тиску (рогова обманка, тальк, слюди).

В ґрунтотворчих процесах беруть участь:

РІДКО

ПЕРЕВАЖНО

РІДКО

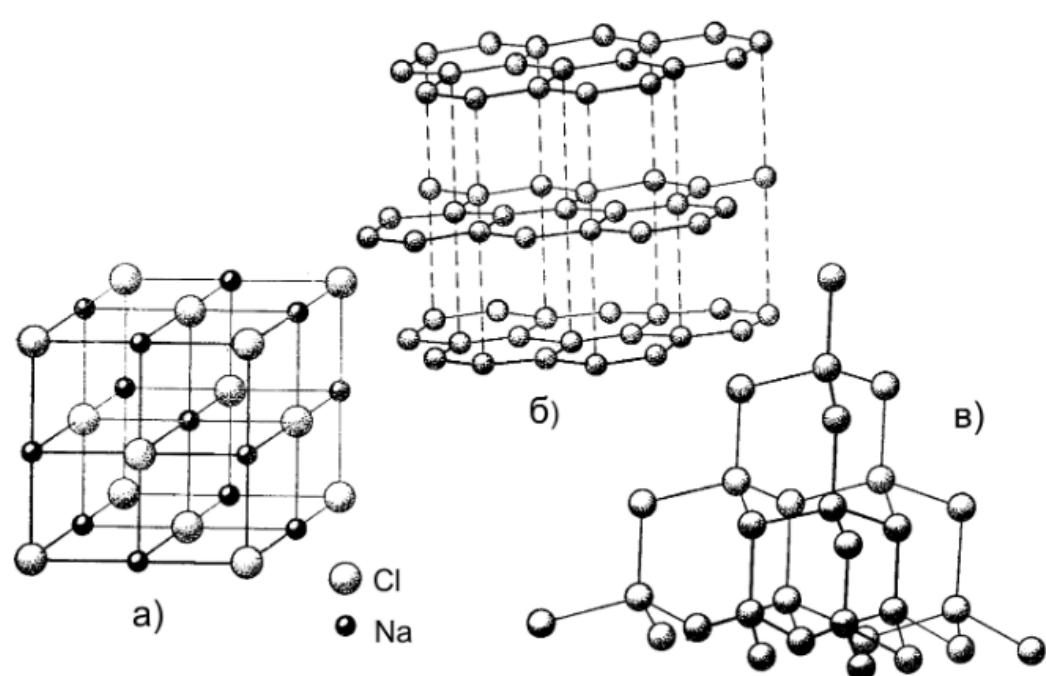
Класифікація мінералів за хімічним складом

(лабораторна 1)

1. **Самородні елементи** – це мінерали, які складаються з одного елемента (золото, платина, графіт, сірка, алмаз).
2. **Сульфіди** – сполуки сірки з металами і металоїдами (пірит – FeS_2 , галеніт – PbS , кіновар – HgS).
3. **Галоїдні сполуки** – (галіт – NaCl , сильвін – KCl , флюорит – CaF_2).
4. **Оксиди і гідроксиди** – кисневі сполуки металів і металоїдів (кварц – SiO_2 , гематит – Fe_2O_3 , опал – $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).
5. **Карбонати** – солі вуглецевої кислоти (кальцит – CaCO_3 , магнетит – MgCO_3).
6. **Сульфати** – солі сірчаної кислоти (ангідрит – CaSO_4 , барит – BaSO_4).
7. **Фосфати, арсенати, ванадати** – переважно рідкісні мінерали, за виключенням апатиту, монациту і фосфориту.
8. **Силікати** – солі кремнієвих кислот (гранати, берил, авгіт, рогова обманка, тальк, польові шпати).
9. **Борати** – група мінералів з яких добувають бор. Серед них можна назвати борацит, людвігіт, гідроборацит.
10. **Нітрати** – відносно рідкісні мінерали. Найбільш поширені натрієва і калієва селітри, що найбільше застосовуються як мінеральні добрива.
11. **Вольфрамати і молібдати** – невелика група мінералів з яких добувають вольфрам і молібден (шеєліт – $\text{Ca}[\text{WO}_4]$, ковеліт – $\text{Ca}[\text{MoO}_4]$, ферримолібдит – $\text{Fe}[\text{MoO}_4]_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).
12. **Вуглецеві або органічні сполуки** (бурштин, озокерит, асфальт).

*** - важливі для ґрунотворчих процесів**

Форма кристалічної будови мінералів



Формується за рахунок зв'язків:

Атомних (ковалентні, гомеополярні);

Металевих (різновид атомних, «електронний газ»)

Йонних (гетерополярні, електростатичні);

Міжмолекулярних (ван-дер-ваальсові, залишкові).

- *Кристалічні ґратки:*
- *кухонної солі (а), графіту (б)*
- *алмазу (в).*

а



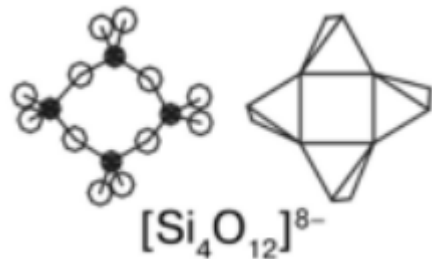
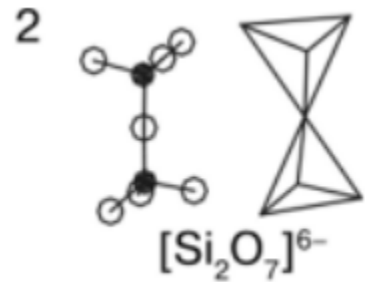
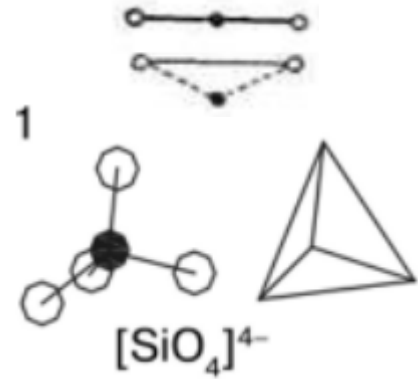
б



в



Кристалографічні форми мінералів



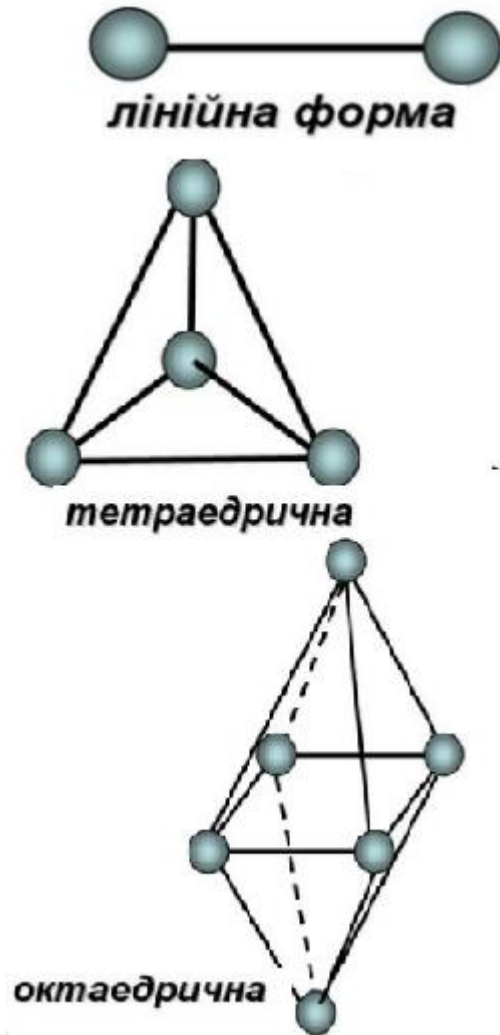
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
Поперечні проєкції вищенаведених форм						

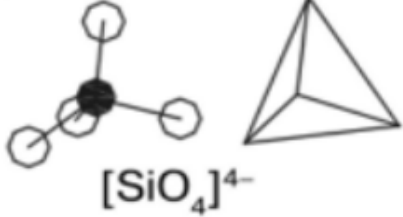
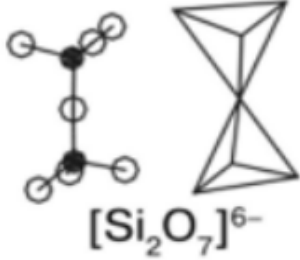
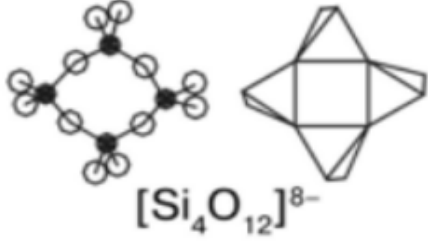
Прості форми кристалів.

Перші три ряди простих форм – піраміди (1-7), дипіраміди (8-14), призми (15-21).

Їх назва залежить від форми поперечного перерізу: якщо переріз ромб – форма ромбічна, трикутник – тригональна, здвоєний трикутник – дитригональна, чотирикутник – тетрагональна, здвоєний чотирикутник – дитетрагональна, шестикутник – гексагональна, здвоєний шестикутник – дигексагональна.

Форма будови залежить від координаційного числа



Координація	Координаційне число	Радикал	Кристалічна структура
Трикутник	3	$(\text{FeO}_3)^{3-}$	
Тетраедр	4	$(\text{SiO}_4)^{4-}$	1  $[\text{SiO}_4]^{4-}$
Октаедр	6	$(\text{Si}_2\text{O}_7)^{6-}$	2  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$
Куб	8	$(\text{Si}_4\text{O}_{12})^{8-}$	 $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$

Первинні і вторинні мінерали в ґрунтах і породах

**первинні переважають
вторинні**

Представлені переважно фракціями:

Первинні - $> 0,001$ мм

Вторинні - $< 0,001$ мм

Первинні складають %

- Польові шпати – 59,5
- Кварц -12
- Амфіболи та піроксени -16,8
- Слюда – 3,8
- Інші 7,9

Вторинні:

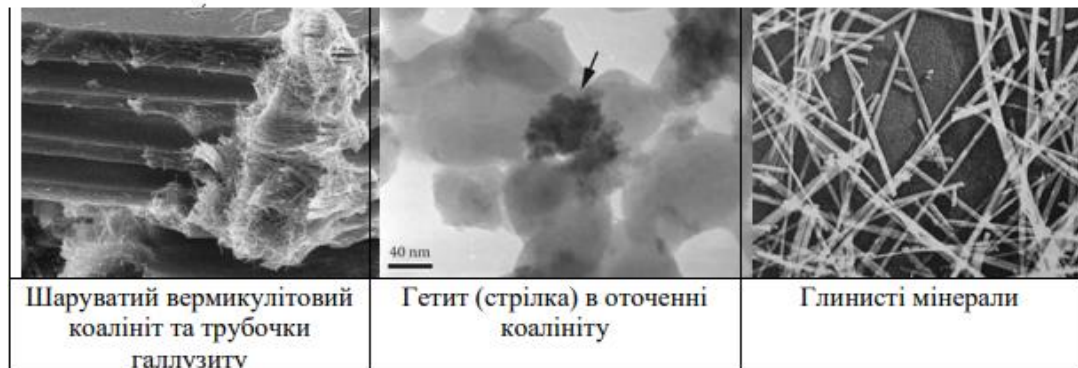
- Прості солі
- Гідроксиди і оксиди
- Глинисті мінерали



Різнокольорові кристали кварцу

Кристали флюориту

– Макрокристалічні форми мінералів (здатні кристалізуватись у великі масиви).



Шаруватий вермикулітовий
коалініт та трубочки
галузиту

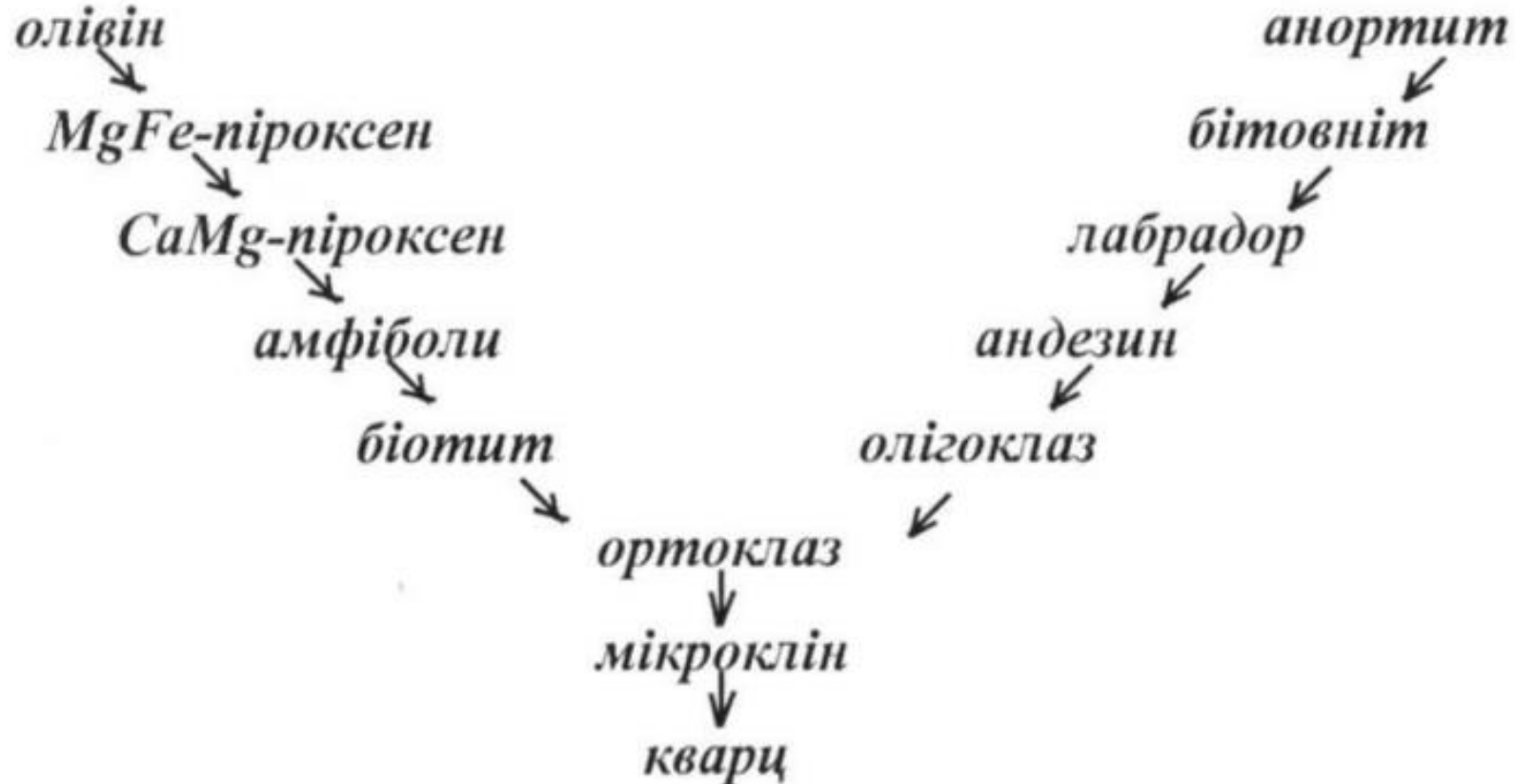
Гетит (стрілка) в оточенні
коалініту

Глинисті мінерали

– Мікрофотографії форм мінералів залежно від їх кристалічних решіток

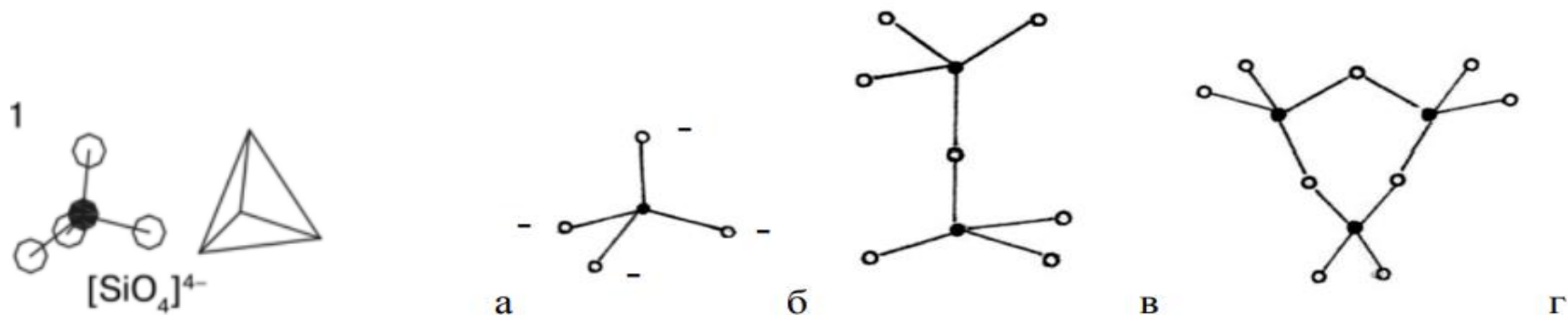
Форми первинних мінералів в ґрунтах і материнських породах

Послідовність викристалізації кварцу «вилка Боуена»

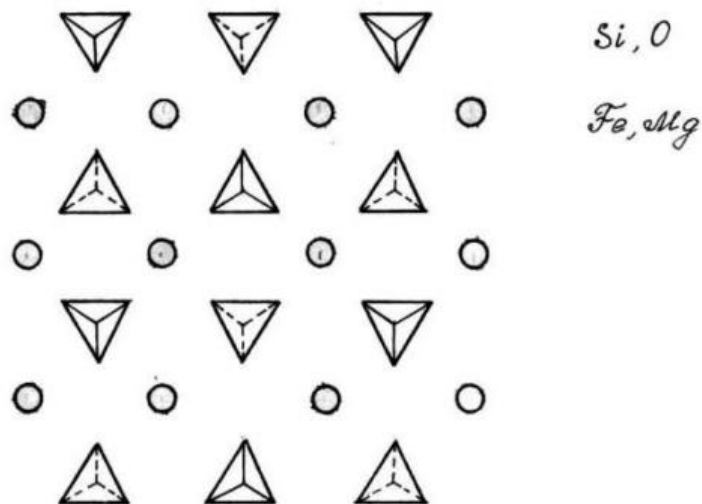


Преставлені каркасними та шаруватими структурами

Каркасні:



а – ізольовані кремнекисневі тетраедри; б – здвоєні тетраедри;
г – кільцеві сполучення кремнекисневих тетраедрів

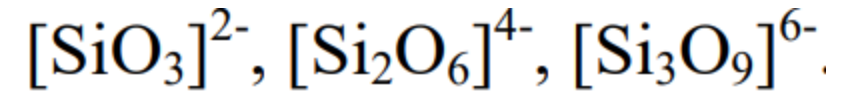


Олівін $(\text{Mg, Fe})_2[\text{SiO}_4]$ мінерал змінного складу - від істотно магнезійального $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ (форстериту) до залізистого $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ (фаяліту). Ці три мінерали складають ізоморфний ряд, головним і найбільш поширеним членом якого є олівін.

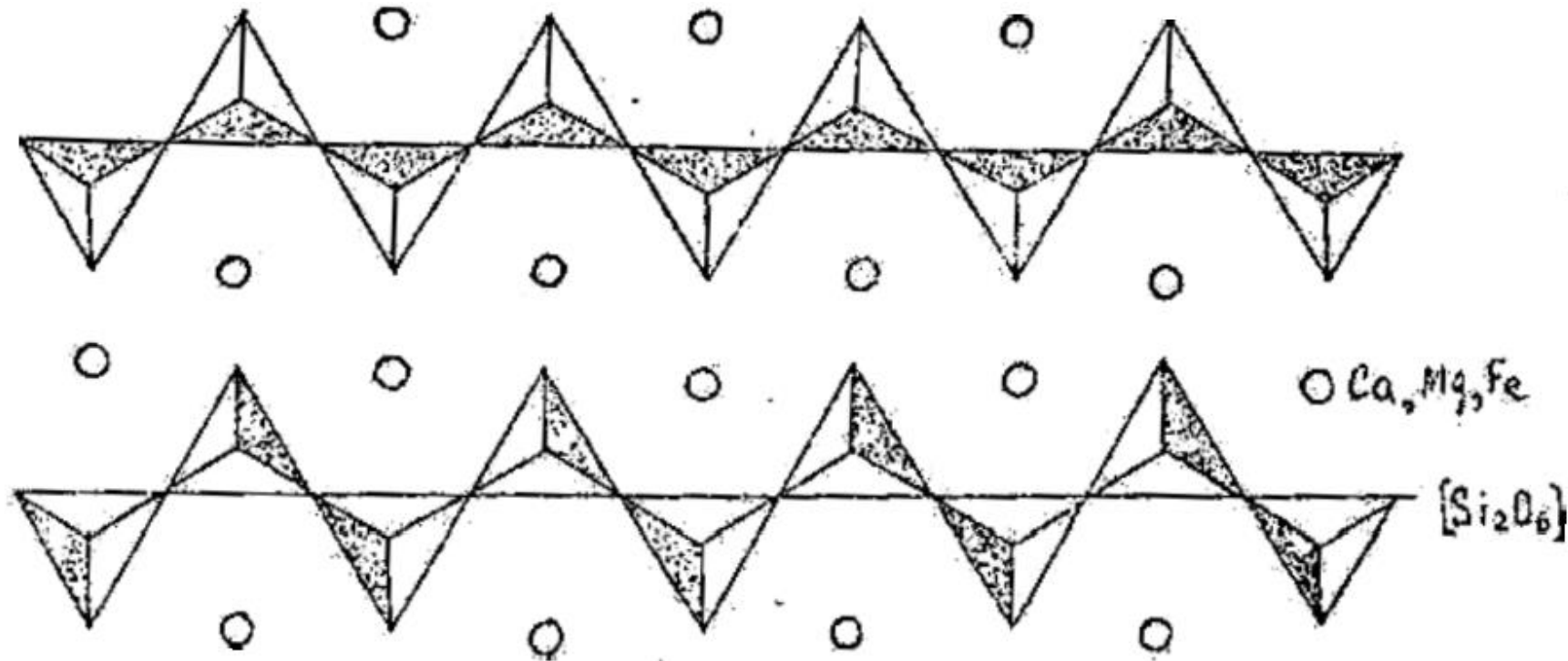
Сюди ж: кварц, польові шпати

Будова мінералів групи олівіну (каркасні) мінерали

Шаруваті структури



Ланцюгові силікати (піроксени):

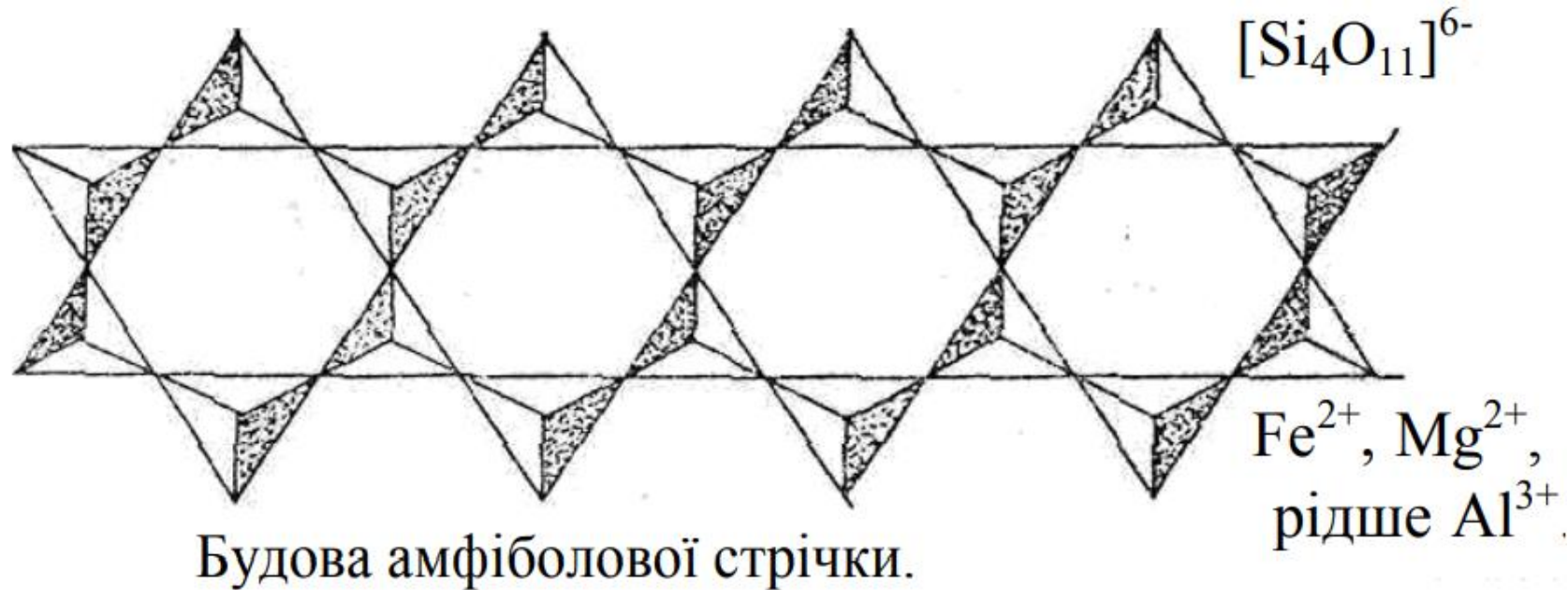


Будова піроксенового ланцюжка

- Ланцюжкові силікати - важливі породоутворюючі мінерали, відомі під узагальнюючою назвою піроксени. Проявляється добре помітна спайність.
- (енстатит $\text{Mg}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$ і залізистий гіперстен $\text{Fe}_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$).

Стрічкові силікати

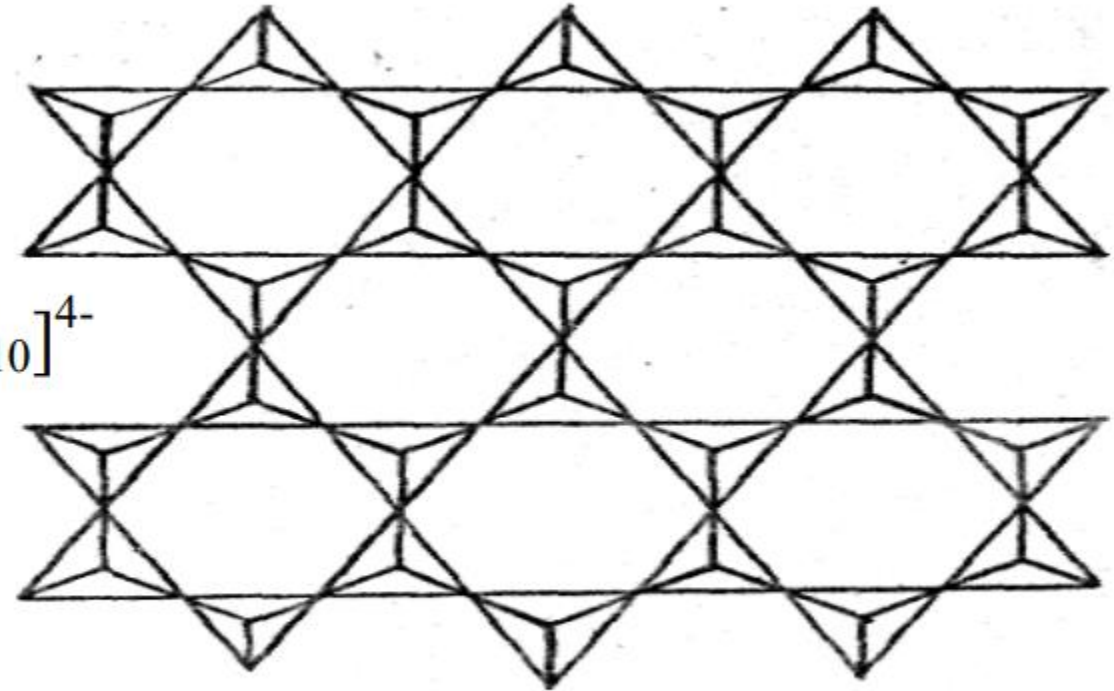
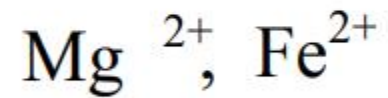
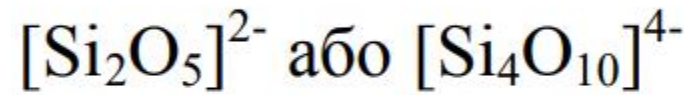
(Амфіболи)



- Рогова обманка $\text{Ca}_2\text{Na}(\text{Mg},\text{Fe})_4(\text{Fe},\text{Al})(\text{OH})_2[(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{11}]_2$. Склад несталий, можливі ізоморфні заміщення як серед катіонів металів, так і кремнію на алюміній в стрічках; термін "рогова обманка" є збірним для кількох мінеральних різновидів.

Листуваті

(Слюдяні)



Будова кремнекисневої сітки

- Тальк, серпантин, глинисті мінерали, слюди, гідрослюди та ін.

Значення первинних мінералів в ґрунтах

- 1. Від їх кількості (високозернистих фракцій) залежить пористість ґрунтів і материнських порід.***
- 2. Вони є резервним джерелом зольних елементів живлення рослин (P, K, Ca, Mg, S).***
- 3. Вони є джерелом утворення вторинних мінералів***

Вторинні мінерали ґрунтів і порід

- Утворились в результаті вивітрювання - руйнування мінералів, при якому частина первинних мінералів повністю руйнується, частина – перетворюється в нові **вторинні (гіпергенні) мінерали**.
- Загальними властивостями вторинних мінералів є їх висока дисперсність, аморфна чи приховано кристалічна структура, значна частина їх знаходиться в колоїднодисперсному стані.
- **Серед вторинних мінералів розрізняють:**
 - прості солі
 - гідроксиди й оксиди
 - глинисті мінерали.

Мінерали простих солей

- кальцит (CaCO_3),
 - магнезит (MgCO_3),
 - доломіт [$\text{Ca, Mg}(\text{CO}_3)$],
 - сода ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$),
 - гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),
 - галіт (NaCl),
 - мірабіліт ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$),
 - фосфати (К, Са, MgPO_4)
- Накопичуються у великих кількостях в умовах сухого (аридного) клімату

Мінерали окислів і гідроокислів

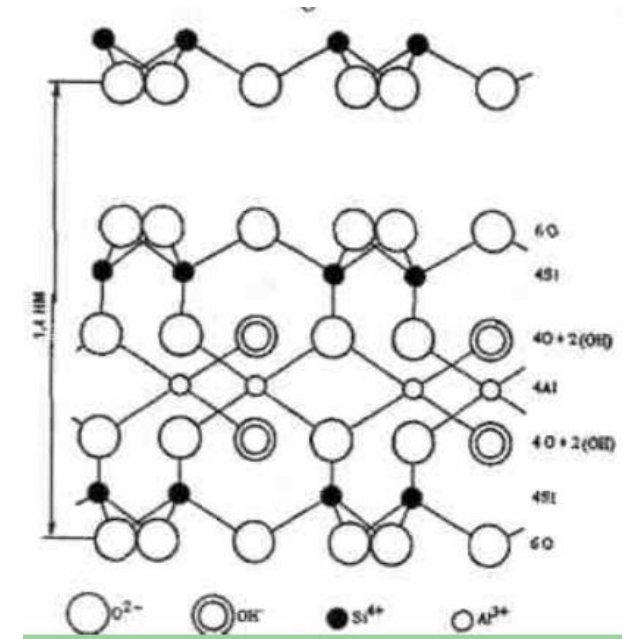
- Це гідроксиди кремнію, заліза, алюмінію, марганцю, які перетворилися в аморфні форми при вивітрюванні первинних мінералів.
- У процесі дегідратації й кристалізації перетворюються в кристалічні оксиди та гідроксиди.
 - Так, гідроксид кремнію в процесі старіння переходить у твердий гель-опал з умістом води 2-3%. Потім, втрачаючи воду – у кристалічні форми халцедону й кварцу.
- Гідрати півтораоксидів ($R_2O_3 \cdot nH_2O$), кристалізуючись, утворюють вторинні мінерали:
- беміт, гібсит, гематит (Fe_2O_3), гетит ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$), лимоніт. Ці мінерали зустрічаються в невеликих кількостях у багатьох ґрунтах.
- Аморфні півтораоксиди поглинають багато фосфору й роблять його недоступним для рослин (процес ретроградації фосфору) (негативний процес), проте беруть участь в утворенні структури ґрунтів (позитивний процес)

Глинисті мінерали

- є вторинними алюмосилікатами із загальною хімічною формулою $m\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ і характерним співвідношенням $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$, що змінюється від 2 до 5.
- *Усі відносяться до глинистих мінералів, тому і отримали таку назву.*
- ***Найбільш поширеними в ґрунтах є мінерали групи***
 - каолініту,
 - монтморилоніту,
 - гідрослюд, хлоритів,
 - змішано шарових мінералів.
- ***Глинисті мінерали мають загальні властивості:***
 - шарувату кристалічну будову,
 - високу дисперсність,
 - високу поглинальну здатність,
 - наявність хімічно зв'язаної води.

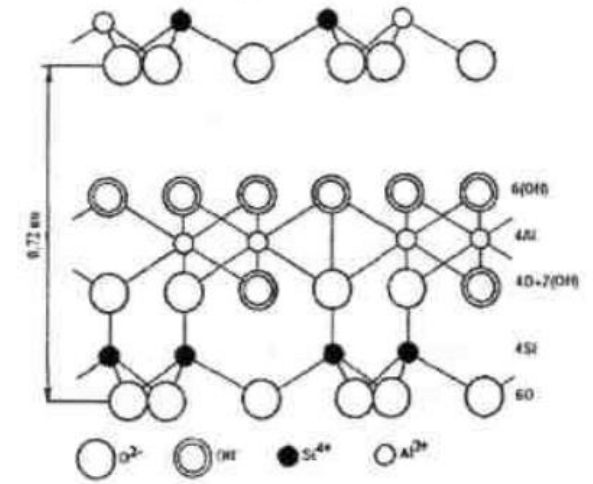
Група монтморилоніту

- Мінерали монтморилонітової групи.
- монтморилоніт, нонтроніт, бейделіт.
- Загальна формула $4\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.
- Співвідношення SiO_2 до $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4$
- Кристалічна решітка – тришарова, рухома. До неї легко проникає вода, ввібрані основи. Ці мінерали у вологому стані сильно набухають, а у сухому – стискаються (при цьому ґрунт ущільнюється й розтріскується), володіють значною дисперсністю, містять значну кількість колоїдів та недоступної рослинам води. Можуть утворювати з гуміновими кислотами водостійкі ґрунтові агрегати.



Група каолініту

- **Мінерали каолінової групи**
- каолініт, галуазит
- Загальна формула $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.
- співвідношення SiO_2 до $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2$ (найменше в групі)
- У ґрунтах зустрічаються у малій кількості (виключення – фералітні ґрунти, де каолініт є головним глинистим мінералом).
- Кристалічна решітка – двошарова з постійною відстанню між пакетами.
- Ці мінерали не набухають, володіють незначною дисперсністю. Переважання каолініту в ґрунтах є ознакою бідності на основи.
- Каолініт – один із кінцевих продуктів вивітрювання первинних силікатів, досить розповсюджений у стародавній корі вивітрювання.



- **Гідрослюди** (гідромусковіт, гідробіотит) є джерелом калію в ґрунтах. Його вміст в гідрослюдах типу іліту сягає 6-7%.
Належать до тришарових мінералів, зв'язок між пакетами міцний, тобто кристалічна структура ніби займає перехідне положення між слюдою й монтморилонітом. Хімічний склад змінний.
- **Хлорити**. Належать до чотиришарових мінералів. За походженням можуть бути як первинними, так і вторинними. Мають кристалічну решітку, що не набухає; містять залізо, магній. Із цими мінералами пов'язана гідролітична кислотність, оскільки вони в міжшарових проміжках містять полімерні іони гідроксиду алюмінію.

!!! Зв'язок мінералогічного складу ґрунту та ґрунотворних порід:
ґрунт успадковує мінералогічний склад порід, проте в ході свого розвитку формує власний мінералогічний склад