

Волинський національний університет імені Лесі Українки
Географічний факультет
Кафедра фізичної географії

О.П. ВОВК

**ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ГЕОЛОГІЇ ЗАГАЛЬНОЇ ТА ІСТОРИЧНОЇ
(МІНЕРАЛИ)**

Методичні вказівки
студентам географічного факультету

2024

УДК 551/553(072)
В- 61

**Рекомендовано науково-методичною радою Волинського
національного університету імені Лесі Українки,
як наукове видання для студентів вищих навчальних закладів
(протокол № 7 від 27.03.2024.)**

Рецензент:

Пугач С. О. – доктор географічних наук, професор кафедри економічної та соціальної географії Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Вовк О. П.

В – 61 Лабораторні роботи з геології загальної та історичної (мінерали):
методичні вказівки [студ. географ. ф-ту] /

Олександр Павлович Вовк. – Луцьк : ПП Іванюк В. П., 2023. – 59 с.

Методичні вказівки містять необхідну довідкову інформацію та графічні матеріали для проведення лабораторних робіт з курсу ГЕОЛОГІЯ ЗАГАЛЬНА ТА ІСТОРИЧНА, а саме вивчення мінералів. Методичні вказівки рекомендовані студентам освітнього рівня бакалавра, галузі знань 10 Природничі науки, спеціальності 103 Науки про Землю, за освітньо-професійною програмою Гідрологія, спеціальності 106 Географія, за освітньо-професійною програмою Географія.

УДК 551/553(072)

© Вовк О.П. 2023

© Волинський національний
університет імені Лесі Українки, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ТЕМА 1. Форми знаходження мінералів у природі	6
ТЕМА 2. Кристали, їх властивості, елементи симетрії кристалів, сингонії і категорії, прості форми. закон сталості кутів.....	13
ТЕМА 3. Самородні елементи.....	18
ТЕМА 4. Сульфіди	20
ТЕМА 5. Окисли і гідроокисли.....	28
ТЕМА 6. Карбонати.....	36
ТЕМА 7. Сульфати.....	40
ТЕМА 8. Фосфати і вольфрамати.....	43
ТЕМА 9. Силікати	45
ТЕМА 10. Галоїди	57
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	59

Вступ

Мінерали формують гірські породи, що входять до складу формацій, які утворюють комплекси, а із комплексів складаються основні елементи земної кори. Для того, щоб розуміти динамічні процеси, які формують Землю, необхідно знати властивості гірських порід і мінералів, з яких вони складаються.

З другого боку, мінерали є корисними копалинами, тому без знання мінералогії не можна оцінити ресурсний потенціал регіону.

Таким чином, мінералогія однаково важлива для фіз-географів і для економ-географів.

На даний момент відомо понад 5 000 мінеральних видів, і їх число постійно зростає. Мінералоги повинні знати 250-300 мінералів, географам достатньо – 70-100. Географи, на відміну від мінералогів, не користуються різноманітними методами дослідження мінеральної речовини, їм не потрібно розрізняти мінерали одного виду із різних родовищ, тим більше – різних генерацій одного родовища. Географам не потрібні типоморфні властивості мінералів, фізико-хімічні умови утворення мінералів (температура, тиск, рН та ін.).

Найважливішими для географів є макроскопічна діагностика, в тому числі в польових умовах, та застосування мінералів. Для макроскопічної (зовнішньої) діагностики в розпорядженні дослідника є шкала твердості (в польових умовах її заміники), фарфорова пластинка для визначення кольору риски мінералів, 10 % розчин соляної кислоти, компас. За допомогою цих засобів визначаються фізичні властивості мінералів, деякі з яких є важливими діагностичними ознаками (тема 1).

Важливо навчитися визначати мінеральний вид за допомогою діагностичних ознак, а не запам'ятовувати мінеральні індивіди. Для цього існує екзаменаційна колекція, яку, на відміну від навчальної, студенти бачать тільки під час проведення модульних контрольних робіт та під час іспиту. Зразки з екзаменаційної колекції не мають номерів, не внесені в каталоги, а їх фотографій немає в даних методичних вказівках. Незважаючи на це, екзаменаційні зразки можна діагностувати за допомогою фізичних властивостей мінералів.

Фізичним властивостям мінералів присвячена перша тема даних методичних вказівок. Мінерали не можна вивчити заочно чи дистанційно. Кожен зразок необхідно взяти в руки, повернути під різними кутами, щоб побачити блиск. Відчуття кольору у кожного індивідуальне, тому важливо візуально запам'ятати колір зразків, який дещо відрізняється від їх кольору на фотографіях. При визначенні твердості необхідно переконатися, що на зразку залишилася саме подряпина, а не порошок іншого мінералу. Викладач повинен не тільки показати як правильно визначати фізичні властивості мінералів, але і проконтролювати, щоб діагностикою займалися всі студенти, а не лише ті, яким це цікаво.

Друга тема присвячена кристалам, їх властивостям, елементам симетрії та простим формам. На геологічному факультеті є окремий курс кристалографії, в якому детально вивчаються не тільки види симетрії і їх номенклатури (за різними авторами), прості форми і їх структурні різновиди, символи простих форм, граней, ребер, але і основи кристалохімії, методи вирощування та дослідження кристалів. Географам потрібна тільки форма кристалів, як діагностична ознака. Виходячи з цих потреб, і розроблена друга тема. Необхідно мати на увазі, що в українських підручниках і практикумах із загальної геології є деякі неточності стосовно кристалографії (ознаки ромбічної сингонії). Ці помилки виправлені в даних методичних вказівках. Симетрію кристалів також не можна вивчати по малюнках, моделі кристалів необхідно тримати в руках та розглядати з різних ракурсів.

Третя і наступні теми даних методичних вказівок присвячені діагностиці мінералів. Метою кожної теми є вивчення мінералів певного класу. Не доцільно наводити текстові дані, які є в більшості підручників чи посібників. Вся необхідна інформація подана у зручній табличній формі. Багатий ілюстративний матеріал допомагає вивчати мінерали, але ні в якому разі не замінює роботу з навчальною колекцією. Деякі автори рекомендують діагностику мінералів за трьома ознаками: твердість, риска, блиск. На нашу думку, методика діагностики мінералів – індивідуальна. Матеріальна база географічного факультету Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки дозволяє вивчити всі необхідні мінерали.

Методичні вказівки по вивченню мінералів написані на основі проведення лабораторних занять з курсу «Геологія загальна та історична» на географічному факультеті Волинського національного університету імені Лесі Українки. Наводяться фотографії зразків мінералів із навчальної колекції. При написанні враховувалася думка не лише викладача, але і студентів.

Автор висловлює подяку студентці географічного факультету Горбач Вікторії за фотографії та допомогу в написанні методичних вказівок.

ТЕМА 1. ФОРМИ ЗНАХОДЖЕННЯ МІНЕРАЛІВ У ПРИРОДІ

Мета. Навчитися застосовувати форми знаходження та фізичні властивості мінералів як діагностичні ознаки.

Мінеральний індивід, природне тверде, однорідне мінеральне тіло (мінерал), фізично відокремлене в просторі від інших тіл природними поверхнями розділу (наприклад, площинами граней кристалів, поверхнями розділу зерен або індивідуалізованих агрегатів – оолітів).

Мінеральний вид – сукупність мінеральних індивідів, що належать до однієї просторової групи симетрії й характеризуються однаковим (близьким) хімічним складом або безперервною зміною складу в природних межах (В. Павлишин, 1997).

Мінеральний агрегат – скупчення і зрощення мінеральних індивідів (кристалів і зерен) одного і того ж або різних мінералів, відокремлених один від одного поверхнями розділу.

Існують такі форми знаходження мінералів в природі:

- 1) монокристал – одиничний, добре виражений багатогранник, який може мати форму куба, октаедра, піраміди, тетраедра, тобто простої форми, або їх комбінації (кальцит, флюорит, кварц, топаз);
- 2) друзи – кристали, які нарастають на спільну основу (кальцит, кварц);
- 3) дендрити – гіллясті деревоподібні агрегати (переважно, самородні метали: мідь, срібло, рідше, окисли заліза і марганцю);
- 4) конкреції – кулеподібні агрегати, з радіально-променистою будовою, в яких ріст речовини відбувається від центру до периферії (фосфорит, марказит);
- 5) секреції – порожнини в гірській породі заповнені мінералами, в яких ріст речовини відбувається від периферії до центру, секреції, в яких нарастають кристали, називаються жеоди;
- 6) ооліти – невеликі кульки, шаруватої будови (боксит, піролюзит);
- 7) натічні форми: сталактити та сталагміти. Ці форми утворюються при повільному стіканні розчинів, які швидко кристалізуються. Сталактити ростуть згори донизу (звисають зі стелі печери), сталагміти – назустріч їм, нарастаючи на дні печери, і часто зливаються зі сталактитами у колоноподібні утворення, які називають сталактони або сталагмати.



Рис. 1.1. Кристал



Рис. 1.2. Друза



Рис. 1.3. Сталактит



Рис. 1.4. Сталагміт



Рис. 1.5. Секреція



Рис. 1.6. Конкреція



Рис. 1.7. Жеода



Рис. 1.8. Жеода



Рис. 1.9. Ооліти

Фізичні властивості та діагностичні ознаки мінералів

Фізичні властивості мінералів відіграють вирішальну роль для макроскопічної діагностики. Розрізняють такі зовнішні (макроскопічні) фізичні властивості мінералів: колір, колір риски, прозорість, блиск, спайність, злам, твердість, взаємодія з кислотами, смак, запах, щільність.

Колір мінералу визначається візуально, важливо враховувати освітлення, а в польових умовах вологість зразка. Існують мінерали-еталони кольору: кіновар – червоний, реальгар – оранжевий, азурит – синій та ін. Однак, один і той же мінерал може мати різні кольори (кварц, польові шпати та ін.). В той же час різні мінерали можуть мати один колір (аметист і фіолетовий флюорит). Слід відмітити, що сприйняття кольору – індивідуальне, тому важливіше запам'ятати відтінки візуально, а не їх назви.

Колір риски. Багато мінералів у стані порошку мають зовсім інший колір, так званий колір риски (або просто – риска). Це важлива діагностична ознака мінералу. Для визначення кольору риски потрібно провести ним по неглазурованій фарфоровій пластинці.

Прозорість. Це здатність мінералів пропускати світло. Розрізняють прозорі (кварц, топаз, берил та ін.), напівпрозорі (халцедон, опал та ін.) і непрозорі (галеніт, хроміт та ін.). Багато мінералів у тонких пластинках просвічуються, наприклад, біотит.

Блиск. Це здатність мінералів відбивати світло. Виділяють металевий (галеніт), алмазний (сфалерит), скляний (кварц), шовковистий (селеніт), жирний (нефелін), перламутровий (ауріпігмент) види блиску. Слід пам'ятати, що деякі мінерали можуть мати різні види блиску (кварц, переважно, має скляний блиск, але деколи – жирний). Для визначення блиску зразок слід розглядати при доброму освітленні і під різними кутами.

Спайність. Це здатність мінералів розколюватись при ударі з утворенням гладких поверхонь, які називають поверхні спайності.

Розрізняють такі види спайності:

а) цілком досконала - мінерал можна розколоти нігтем на окремі пластинки, листочки або лусочки (слюда, графіт та ін.);

б) досконала - при ударі мінерал розколюється рівними, гладенькими площинами на уламки, які нагадують первинні кристали (гіпс, ортоклаз, кальцит та ін.);

в) недосконала - розпізнається важко на уламках мінералу. Значна частина уламків обмежена неправильними поверхнями.

г) спайність відсутня. При ударі мінерал розколюється у випадкових напрямках із неправильними поверхнями злому (кварц, пірит та ін.).

Злам. Для визначення деяких мінералів важливою діагностичною ознакою є злам – випадковий напрямок розколу мінералу. За певним характером поверхні, яка утворюється при розколі мінералу, виділяють такі типи зламу:

а) рівний, східчастий, характерний для мінералів із спайністю;

б) черепашковий (кварц, халцедон та ін.), який нагадує внутрішню поверхню черепашки;

в) скалчастий (рогова обманка, гіпс та ін.) - притаманний мінералам із волокнистою або голчастою будовою;

г) землястий (каолінит та ін.) - характерний для землястих мінералів;

д) зернистий - мають мінерали зернистої будови.

Твердість. Це здатність мінералів чинити опір механічним зусиллям, які роз'єднують його частинки. Для діагностики мінералів використовують відносну твердість. Ступінь відносної твердості мінералів визначається приблизно в порівнянні з твердістю еталонних мінералів за шкалою Ф. Мооса, табл. 1.1.

Для визначення твердості мінералів у польових умовах користуються підручними предметами, твердість яких відома: м'який олівець - 1, ніготь - 2,5; мідна монета - 3-4; скло - 5-5,5; лезо бритви - 5-6;

Скло дряпає всі мінерали з твердістю менше 5, а мінерали з твердістю більше 5 самі дряпають скло. Цими підручними засобами можна визначити твердість більшості мінералів, оскільки мінерали з твердістю більше 6 трапляються, порівняно, рідко.

Таблиця 1. 1. Шкала твердості мінералів

Назва мінералу	Твердість за Моосом	Характеристика твердості
Тальк	1	Легко дряпається нігтем
Гіпс	2	Дряпається нігтем
Кальцит	3	Легко дряпається ножем
Флюорит	4	Важко дряпається ножем
Апатит	5	Ніж не залишає подряпин
Ортоклаз	6	Залишає подряпину на склі, сталі
Кварц	7	Легко дряпає сталь, скло
Топаз	8	Дряпає скло, кварц
Корунд	9	Легко дряпає всі мінерали, крім алмазу
Алмаз	10	Легко дряпає всі мінерали

Волокнисті мінерали слід дряпати перпендикулярно до волокон.

Взаємодія з кислотами. Усі мінерали класу карбонатів (кальцит, малахіт та ін.) реагують із соляною кислотою з виділенням вуглекислого газу, бульбочки якого створюють враження кипіння кислоти. Деякі мінерали цього класу розчиняються в роздрібненому стані (доломіт) або при підігріванні (магнезит). Для визначення мінералів застосовується 10% розчин соляної кислоти, крапля якого за допомогою скляної палички або крапельниці наноситься на поверхню зразка або на порошок.

ТЕМА 2

КРИСТАЛИ, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ, ЕЛЕМЕНТИ СИМЕТРІЇ КРИСТАЛІВ, СИНГОНІЇ І КАТЕГОРІЇ, ПРОСТІ ФОРМИ. ЗАКОН СТАЛОСТІ КУТІВ

Мета. Навчитися визначати елементи симетрії в кристалах, розпізнавати сингонії, діагностувати прості форми, застосовувати знання з кристалографії для діагностики мінералів.

Кристал - тверде тіло з упорядкованою внутрішньою будовою, що має вигляд багатогранника з природними плоскими гранями: впорядкованість будови полягає у певній повторюваності у просторі елементів кристала (атомів, молекул, іонів), що зумовлює виникнення кристалічної ґратки.

Кристалічна ґратка - геометрично правильне розміщення атомів (іонів, молекул), властиве речовині, що перебуває в кристалічному стані. Будова кристалічних ґраток залежить як від хімічного складу мінералу, так і від умов, в яких він утворився. В першу чергу від температури і тиску.

Закон сталості кутів.

Закон сталості кутів стверджує, що двогранний кут, утворений гранями a і b в різних кристалах даної речовини, буде один і той же. Відповідно у всіх кристалах даної речовини будуть рівні між собою і двогранні кути, утворені гранями a і c , b і c . Отже, не форма кристалів, не розмір граней, а кут між ними є сталою величиною для кожного кристала.

Для вимірювання кутів між гранями застосовують спеціальний прилад - гоніометр.

Елементи симетрії кристалів. Сингонії і категорії.

Симетрія – це властивість тіла суміщатися із самим собою під час деяких операцій або перетворень симетрії. Кристал може мати центр симетрії, площини симетрії і осі симетрії 2, 3, 4 і 6 – го порядків.

Центр симетрії (С) це уявна точка всередині кристалу по відношенню до якої кожна точка кристалу має рівновіддалену. Центр симетрії є якщо на моделі кристалу кожна грань має паралельну.

Площина (Р) симетрії ділить кристал на дві дзеркально рівні частини.

Вісь симетрії (L_n) це уявна вісь при повороті навколо якої на 360 об'єкт повторює себе n -ну кількість раз, де n – порядок осі.

Взаємодія елементів симетрії

1. Якщо в кристалі є вісь другого порядку і перпендикулярна площина симетрії, то є і центр симетрії.
2. Якщо у кристалі є вісь симетрії, яка лежить в площині симетрії, то кількість таких площин дорівнює порядку осі.
3. Якщо у кристалі є вісь симетрії і перпендикулярна вісь другого порядку, то кількість осей другого порядку дорівнює порядку головної осі.

Видом симетрії називають повну сукупність елементів симетрії кристала. У кристалографії налічують 32 види симетрії, які згруповані у 7 сингоній.

Сингонія - група видів симетрії, що мають один або кілька однакових елементів симетрії та мають однакове розташування кристалографічних осей.

Вища категорія

Кубічна

- найбільш симетричні кристали
- обов'язкова присутність чотирьох осей третього порядку і, окрім того, або три взаємно перпендикулярні осі четвертого порядку, або три осі другого порядку
- приклади - кам'яна сіль (галіт), пірит, галеніт, флюорит тощо.

Середня категорія

Гексагональна

- одна вісь симетрії шостого порядку (L_6)
- приклади - апатит, берил тощо

Тетрагональна

- одна вісь симетрії четвертого порядку (L_4)
- приклади - каситерит (олов'яний камінь), халькопірит (мідний колчедан), циркон тощо

Тригональна

- одна вісь симетрії третього порядку (L_3)
- приклади - кварц, кальцит, гематит, корунд тощо.

Нижча категорія

Ромбічна

- кілька осей другого порядку (L_2) і/або кілька площин симетрії (P), а не тільки три осі другого порядку (L_2), як вказано у більшості підручників із загальної геології. Вид симетрії L_22P відноситься до ромбічної сингонії, незважаючи на відсутність трьох осей другого порядку.
- приклади - топаз, олівін тощо

Моноклінна

- одна вісь симетрії другого порядку (L_2) і/або одна площина симетрії (P)
- приклади - ортоклаз, слюда, гіпс, піроксени тощо

Триклінна

- найнесиметричніші кристали, які не мають елементів симетрії або мають тільки центр симетрії (C)
- приклади - плагіоклази, дістен, мідний купорос тощо.

Таблиця 2.1. Категорії та сингонії

Категорія	Сингонії	Характерні елементи симетрії	Кількість одиничних напрямків
Нижча	Триклінна	$L_1; C$	Всі
	Моноклінна	L_2 або P або L_2+P	Багато
	Ромбічна	L_2 або P більше 1	Три
Середня	Тригональна	L_3	Один
	Тетрагональна	$L_4 (L_4)$	Один
	Гексагональна	$L_6 (L_6)$	Один
Вища	Кубічна	$4L_3$	Нема

Прості форми

Простою формою називається сукупність граней, зв'язаних між собою елементами симетрії. Прості форми бувають замкнені (куб, октаедр, тетраедр, ромбододекаедр, дипіраміда та ін.) і не замкнені (моноедр, пінакоїд, діедр, призми, піраміди та ін.) .

Всього існує 47 простих форм (48 за деякими дослідниками), деякі з яких вказані вище. Виведення всіх простих форм виходить за межі програми курсу Геологія загальна та історична.

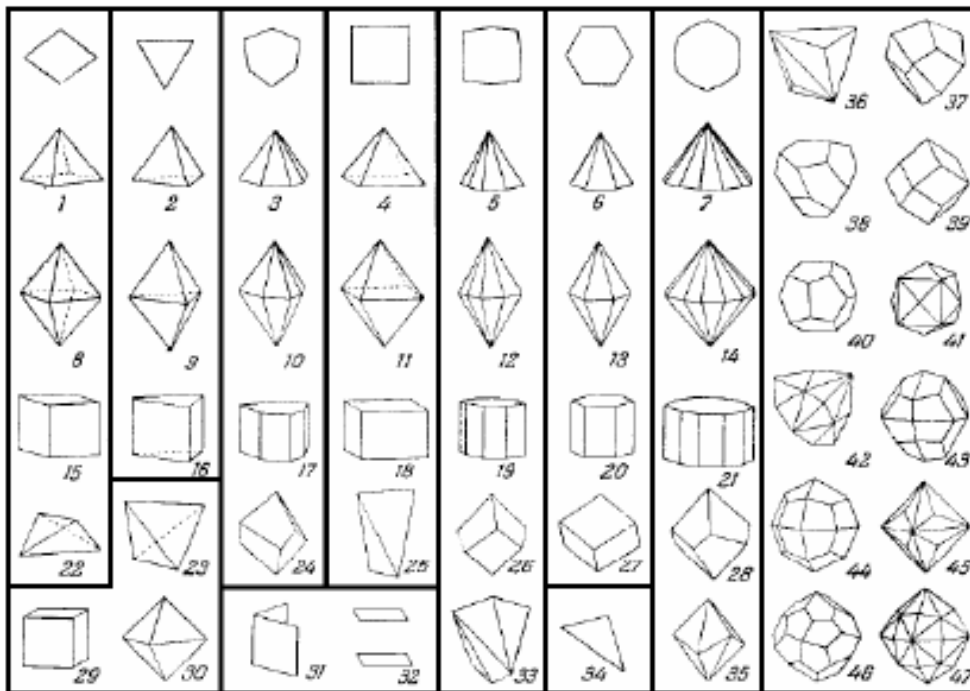


Рис. 2.1. Прості форми кристалів [14].

1 – ромбічна піраміда, 2 – тригональна піраміда, 3 – дитригональна піраміда, 4 – тетрагональна піраміда, 5 – дитетрагональна піраміда, 6 – гексагональна піраміда, 7 – дигексагональна піраміда, 8 – ромбічна дипіраміда, 9 – тригональна дипіраміда, 10 – дитригональна дипіраміда, 11 – тетрагональна дипіраміда, 12 – дитетрагональна дипіраміда, 13 – гексагональна дипіраміда, 14 – дигексагональна дипіраміда, 15 – ромбічна призма, 16 – тригональна призма, 17 – дитригональна призма, 18 – тетрагональна призма, 19 – дитетрагональна призма, 20 – гексагональна призма, 21 – дигексагональна призма, 22 –

ромбічний тетраедр, 23 – тетраедр, 24 – тригональний трапезоєдр, 25 – тетрагональний тетраедр, 26 – тетрагональний трапезоєдр, 27 – ромбоєдр, 28 – гексагональний трапезоєдр, 29 – куб, 30 – октаєдр, 31 – дієдр, 32 – пінакоїд, 33 – тетрагональний скаленоєдр, 34 – моноєдр, 35 – дитригональний скаленоєдр, 36 – тригонритетраєдр, 37 – тетрагон тритетраєдр, 38 – пентагон тритетраєдр, 39 – ромбододекаєдр, 40 – пентагон додекаєдр, 41 – тетрагексаєдр, 42 – гексатетраєдр, 43 – дидодекаєдр, 44 – тетрагонтриоктаєдр, 45 – тригонтриоктаєдр, 46 – пентагонтриоктаєдр, 47 – гексоктаєдр.

Побудова гномостереографічних проєкцій, структурні різновиди простих форм, символи простих форм (граней, ребер), інверсійні осі, правила установки кристалів та ін. Виходять за межі програми даного курсу.

ТЕМА 3
САМОРОДНІ ЕЛЕМЕНТИ

Таблиця 3.1

Коротка характеристика самородних елементів

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Мідь (Cu)	Металевий	Мідно-червоний	Мідно-червона	Відсутня; гачкуватий	2,5-3	Дендрити, суцільні маси, нитковидні, моховидні, дротові агрегати	Колір, твердість, форма знаходження	Електронна промисловість, виробництво труб, дроту
2.	Графіт (C)	Метало-подібний; приховано-кристалічні агрегати матові	Залізо-чорний до сталєво-сірого	Чорна блискуча	Досконала; нерівний	1-2,5	Дрібнолускуваті агрегати та вкраплення	Жирний на дотик, твердість, риска, пише по папері	Електро-технічна промисловість
3.	Сірка (S)	На гранях алмазний, у зламі жирний	Різні відтінки жовтого	Слабо-жовтувата	Недосконала; нерівний до раковистого	1,5	Землисті агрегати та вкраплення	Жовтий колір, риска, крихкість, запах	Хімічна промисловість, сільське господарство



Рис. 3.1. Мідь в базальті



Рис. 3.2. Графіт



Рис. 3.3. Самородна сірка

ТЕМА 4
СУЛЬФІДИ

Таблиця 4.1

Характеристика сульфідів – сполук із сіркою

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Галеніт (PbS)	Металевий	Свинцево-сірий	Сірувато-чорна	Досконала по кубу	2,5-3	Зернисті маси або вкраплені виділення неправильної форми	Колір, спайність по кубу, що виявляться у ступінчастому зламі, важкий	Руда на свинець
2.	Сфалерит (ZnS)	Алмазний	Бурий, коричневий	Ясно-коричнева	Досконала у 6-ти напрямках	3,5-4	Кристалічні агрегати і вкраплення	Алмазний блиск, риска, спайність	Цинкова руда
3.	Пірит (FeS ₂)	Металевий	Світлий латунно-жовтий або солом'яно-жовтий	Чорна	Відсутня; нерівний	6-6,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Колір, блиск, риска, висока твердість	Для виробництва сірчаної кислоти
4.	Халькопірит (CuFeS ₂)	Металевий	Латунно-жовтий із мінливістю	Чорна із зеленим відтінком	Недосконала; нерівний	3-3,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	На відміну від піриту не дряпає скло, мінливість	Мідна руда

5.	Молибденіт (MoS_2)	Металевий	Свинцево-сірий, сірий	Сірий, часто з зеленуватим відтінком	Досконала; [0001]	1-1,5	Листуваті та лускуваті агрегати, тонколукуваті вкраплення	М'який, бруднить руки, має шарувату структуру. Жирний на дотик. Світліший та важчий аніж графіт	Промислова руда молибдену
6.	Марказит (FeS_2)	Металевий	Жовтий	Темна, зеленувато-сіра	Відсутня; нерівний	6-6,5	Конкреції, сфероліти, натічні агрегати, суцільна маса	Колір, блиск, риска, висока твердість	Для виробництва сірчаної кислоти
7.	Арсенопірит (FeAsS)	Металевий	Олов'яно-білий, у зламі сталєво-сірий	Чорна	нерівний	5,5-6	Суцільні агрегати, голчасті кристали	Видовжені кристали, крихкий	Для вироблення миш'яку, отримання срібла, золота, кобальту та інших металів,
8.	Кіновар (HgS)	Алмазний	Червоний	Червона	Не помітна; нерівний	2-2,5	Вкраплення, кристалічні агрегати, порошкоподібні примазки та нальоти	Червоний колір, низька твердість, крихкість	Руда на ртуть

9.	Реальгар (As_2S_3)	Смоляний	Оранжевий, інколи червоний	Оранжева	Слабо виражена	1,5-2	Наліт, корки, друзи, що складаються з дрібних кристалів	Реагує з лугами, при взаємодії з соляною кислотою виділяє лимонно- жовті пластівці. Зазвичай зустрічається з ауріпігмен- том	Використовується для отримання сполук миш'яку, одержання емалі і скла молочного кольору, в шкіряній промисловості у виробництві жовтої фарби.
10.	Ауріпігмент (As_2S_3)	Перламут- ровий	Цитриново-, золотисто- жовтий або оранжево- жовтий	Світло- жовта	Досить досконала; злегка раковистий	1,5-2	Радіально- променисті зростки, сфеоліти, нальоти, кірки	Неметалічний блиск, лимонно- жовтий колір, та значна м'якість. Зазвичай зустрічається з реальгаром	Для отримання сполук миш'яку, одержання емалі і скла молочного кольору, у виробництві жовтої фарби. Як ізолятор у рентгенотехніці
11.	Піротин (Fe_{1-x}S)	Металевий	Бронзово- жовтий, із бурою побіжалістю	Сірувато- чорна	Недосконала; нерівний до напіврако- вистого	3,5-5	Кристали, зливні маси, розетки, агрегати	Має магнітні властивості, тм'яніє на повітрі. Добре проводить електричний струм	Руда на залізо, також для виробництва сірчаної кислоти

12.	Антимоніт (Sb_2S_3)	Металевий	Свинцево-сірий, сталєво-сірий, іноді синювата або чорна мінливість	Свинцево-сіра	Досконала; раковистий	2-2,5	Друзи, кристали, сплутані волокнисті та зернисті агрегати	Постійний металевий блиск, голчасті, призматичі агрегати. На гранях спостерігається штриховка	В електричних акумуляторах, для кабелів, медичного обладнання, у напівпровідниках, високоякісній емалі для холодильників
13.	Борніт (Cu_5FeS_4)	Напівметалічний	Від мідно-червоного до бурого	Сірувато-чорна	Недосконала; дрібнораковистий	3,5	Суцільні маси	Райдужний, крихкий, непрозорий, парамагнітний	Руда на мідь



Рис. 4.1. Галеніт



Рис. 4.2. Сфалерит



Рис. 4.3. Пірит



Рис. 4.4. Халькопірит



Рис. 4.5. Молибденіт



Рис. 4.6. Марказит



Рис. 4.7. Арсенопірит



Рис. 4.8. Кіновар



Рис. 4.9. Реальгар



Рис. 4.10. Ауріпігмент



Рис. 4.11. Піротин



Рис. 4.12. Антимоніт



Рис. 4.13. Борніт

ТЕМА 5
ОКИСЛИ І ГІДРООКИСЛИ

Таблиця 5.1

Характерні особливості окислів та гідроокислів

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твер- дість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Кварц (SiO ₂)	Скляний	Білий, безбарвний	Відсутня	Відсутня; нерівний, раковистий	7	Кристалічні агрегати, кристали, зерна	Висока твердість, відсутність спайності, колір	Виробництво скла, ювелірна промисловість, будівництво
2.	Халцедон (SiO ₂)	Жирний, матовий, восковий	Світло- сірий, синюватий, червоний та ін.	Відсутня	Відсутня; нерівний, раковистий	7	Жовна, прожилки, натічні форми	Приховано- кристалічні агрегати, висока твердість	Ювелірна справа
3.	Опал (SiO ₂ *nH ₂ O)	Восковий, скляний, перламутровий або матовий	Білий, жовтий, бурий, червоний, зелений, блакитний, райдужний, безбарвний	Відсутня	Відсутня; нерівний, раковистий	5-6,5	Сталактити, суцільні або землисті скупчення щільних мас	Неметалевий блиск, залишає подряпину на склі, зовні схожий на халцедон	Ювелірна справа

4.	Корунд (Al_2O_3)	Скляний	Синювато-або жовтуватосірий	Відсутня	Відсутня; нерівний, раковистий	9	Кристали, вкраплення, зерна, зернисті агрегати	Неметалевий блиск, висока твердість, веретеноподібні або бочковидні кристали	Ювелірна справа, виготовлення кругів шліфувальних верстатів
Рудні мінерали									
5.	Гематит (Fe_2O_3)	Металевий до напівметалевого	Залізо-чорний до сталевосірого, бурочервоний	Вишнево-червона	Відсутня; нерівний, землястий	5,5-6	Кристалічні агрегати і вкраплення	Вишневий (коричневий) колір риски важкий, немагнітний	Руда на залізо
6.	Магнетит ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$)	Напівметалевий	Залізо-чорний	Чорна	Відсутня, нерівний	5,5-6	Кристалічні агрегати, кристали	Магнітність, чорна риска	Руда на залізо
7.	Лімоніт ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$) – «Тютюнова руда»	Матовий	Від іржавобурого до темнобурого	Бура іржавобура	Відсутня; нерівний, землястий	1-4	Землисті агрегати, ооліти, плівки	Колір, іржавобура риска	Руда на залізо
8.	Хроміт (FeCrO_4)	Напівметалічний	Чорний, коричнево-чорний	Бура	Відсутня або недосконала, раковистий	5,5-7,5	Тонкозернисті агрегати, суцільні зернисті маси, іноді кристали	Залізо-чорний колір, бура риса	Для виробництва хромових фарб, антикорозійного покриття

9.	Піролюзит (MnO ₂)	Матовий	Чорний, темний сталєво- сірий	Оксамито во-чорна, інколи корич- нева	Відсутня; нерівний, землистий	2-6	Приховано- кристалічні агрегати	Колір, риска, низька твердість	Руда на марганець, сировина для отримання хлору та кисню
----	----------------------------------	---------	--	---	-------------------------------------	-----	---------------------------------------	--------------------------------------	---



Рис. 5.1. Димчастий кварц



Рис. 5.2. Моріон



Рис. 5.3. Аметист



Рис. 5.4. Прозорий кварц



Рис. 5.5. Молочно-білий кварц



Рис. 5.6. Агат



Рис. 5.7. Халцедон



Рис. 5.8. Опал



Рис. 5.9. Опал



Рис. 5.10. Кварцит



Рис. 5.11. Корунд



Рис. 5.12. Корунд



Рис. 5.13. Корунд



Рис. 5.14. Гематит



Рис. 5.15. Магнетит



Рис. 5.16. Джаспіліт



Рис. 5.17. Лімоніт



Рис. 5.18. Хроміт



Рис. 5.19. Хроміт



Рис. 5.20. Піролюзит

ТЕМА 6
КАРБОНАТИ

Таблиця 6.1

Характеристика карбонатів

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Кальцит (Ca[CO ₃])	Скляний	Безбарвний, молочно-білий	Біла, сіра	Досконала; крихкий	3	Кристалічні агрегати, кристали	Скипає з HCl, спайність по ромбоєдру, твердість	Хімічна, будівельна галузі, металургія, оптика
2.	Арагоніт (CaCO ₃)	Скляний	Білий, жовтуватобілий	Біла	Недосконала; раковистий, крихкий	3,5-4	Сталактит або сталагміт	Колір, спайність, злам, блиск	Не використо- вується
3.	Доломіт (CaMg[CO ₃] ₂)	Скляний	Чорний або білий	Біла	Досконала; напівраковис- тий	3,5-4	Кристали, агрегати	Взаємодіє з кислотою лише у вигляді порошка	У будівництві та для вироблення скла
4.	Магнезит Mg[CO ₃]	Скляний	Світлий	Біла	Досконала; східчастий до раковистого, крихкий	3,5	Кристали, зерна	Блиск, середня твердість, скипає із підігрітою кислотою	Для виготовлення вогнетривів, магнезій- ного цементу, одержання солей магнію

5.	Сидерит (FeCO_3) – залізистий шпат	Скляний	Жовтий, жовтувато-сірий, буро-сірий, буро-жовтий, чорний	Безбарвна або бура	Досконала; нерівний, до раковистого	4	Друзи, кристали, зернисті агрегати	При реакції із соляною кислотою ржавіє	Руда на залізо
6.	Азурит ($\text{Cu}_3[\text{OH}]_2[\text{CO}_3]_2$)	Шовковистий, матовий, скляний	Синій	Блакитна	Досконала; раковистий	3,5-4	Радіально-променисті агрегати, конкреції, щільні маси, друзи, щітки	Синій колір і скипання при дії розбавленої соляної кислоти	Для виготовлення синьої фарби, руда для одержання міді
7.	Малахіт ($\text{Cu}_2[\text{CO}_3][\text{OH}]_2$)	Матовий	Зелений	Блідо-зелена	Досконала; скорлупуватий, скалкуватий	3,5-4	Дендрити, кристали, тонковолокнисті агрегати	Зелений колір і скипання при дії розбавленої соляної кислоти	Цінне декоративне каміння, сировина для виготовлення фарб мідного купоросу; руда для добування міді



Рис. 6.1. Кальцит



Рис. 6.2. Кальцит



Рис. 6.3. Арагоніт



Рис. 6.4. Доломіт



Рис. 6.5. Магнезит



Рис. 6.6. Сидерит



Рис. 6.7. Малахіт і азурит

ТЕМА 7
СУЛЬФАТИ

Таблиця 7.1

Характерні особливості сульфатів

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	Скляний	Білий, безбарвний	Біла	Досконала; раковистий, іноді волокнистий	2	Кристалічні агрегати, кристали	Дряпається нігтем, спайність в одному напрямку достатньо досконала	Будівельна галузь, цементна промисловість, медицина
2.	Ангідрит (CaSO_4)	Перламутровий, скляний	Білий, голубуватий	Біла	Досконала у трьох напрямках; нерівний до скалкуватого	3-4	Зернисті маси, рідше кристали	Не реагує із соляною кислотою, твердий	Сировина для одержання сірчаної кислоти, як добриво в с/г.
3.	Целестин (SrSO_4)	Перламутровий, скляний	Білий, червоний або світло- блакитний	Біла	Досконала; нерівний, крихкий	3-3,5	Жеоди, кристали, друзи	Зазвичай зустрічається із сіркою	Хімічна та фармацевтична промисловість
4.	Барит (BaSO_4)	Перламутровий	Білий	Біла	Досконала; нерівний, крихкий	3-3,5	Зернисті, радіально- променисті, тонко- волокнисті агрегати, щільні суцільні маси	Важкий	Для виробництва білої фарби, барієвих препаратів, паперу, гуми



Рис. 7.1. Гіпс



Рис. 7.2. Селеніт



Рис. 7.3. Ангідрит



Рис. 7.4. Целестин



Рис. 7.5. Целестин із сіркою



Рис. 7.6. Барит



Рис. 7.7. Барит із витягнутими кристалами кальциту

ТЕМА 8
ФОСФАТИ І ВОЛЬФРАМАТИ

Таблиця 8.1

Характерні особливості фосфатів та вольфраматів

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твер- дість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Апатит (Ca ₅ (F, Cl, OH, CO ₃) [PO ₄] ₃)	На гранях скляний, на зламі – жирний	Безбарвний, зелений, жовтуватий, білий, синювато- зелений	Біла	Недосконала; нерівний	5	Кристалічні агрегати, кристали	Суцільні зернисті цукро- подібні маси	Сільське господарство
2.	Вольфраміт (Mg, Fe) [WO ₄]	Напівметалевий, скляний, жирний	Буро- чорний	Темно- бура	Досконала; нерівний, крихкий	4-4,5	Кристали, зернисті суцільні агрегати, вкраплення	Блиск і колір	Руда на вольфрам



Рис. 8.1. Апатит цукристий



Рис.8.2. Апатит цукристий



Рис. 8.3. Апатит звичайний



Рис. 8.4. Вольфраміт

ТЕМА 9
СИЛІКАТИ

Таблиця 9.1

Характерні особливості силікатів

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твер- дість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Епідот (Ca ₂ (Fe ³⁺ , Al)Al ₂ O(OH))*[SiO ₄][Si ₂ O ₇])	Скляний	Зелений	Біла, сіра, фісташ- ково- зелена	Досконала; раковистий	6,5	Друзи, жердинисті зростки, моховидні кірочки, рідше тонкозернисті або зливні агрегати (епідозити)	Колір, блиск, спайність, твердість. У кислотах не розчиняється	Ювелірна промисловість
2.	Гранат (R ²⁺ ₃ R ³⁺ ₂ [SiO ₄] ₃)	Скляний	Буро- червоний	Відсут- ня	Відсутня; нерівний, зернистий	7-7,5	Кристалічні агрегати, кристали	Червоний і буро-червоний колір, висока твердість	Абразивні матеріали, ювелірна промисловість
3.	Нефелін ((Na,K)AlSi O ₄)	Жирний	Білий, сірий, коричневий, бурувато- сірий, червонувато- білий	Біла	Відсутня; раковистий	5-6	Суцільні щільні зернисті маси, вкраплення	Блиск, висока твердість, колір	Сировина для отримання цементу, соди, алюмінію

4.	Берил ($\text{Al}_2\text{Be}_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$)	Скляний	Різні відтінки зеленого, рідше – блакитний	Відсутня	Відсутня; нерівний, часто раковистий	8	Кристали, друзи, суцільні зернисті маси	Неметалічний блиск, висока твердість	Руда на берилій, ювелірна справа
5.	Топаз ($\text{Al}_2[\text{SiO}_4](\text{F}, \text{OH})_2$)	Скляний, на площинах спаяності перламутровий	Блакитний, винно-рожевий, сірий, безбарвний	Відсутня	Досконала в одному із напрямків; раковистий	8	Кристали, друзи, суцільні зернисті та щільні маси	Досконала спаяність, твердість, поздовжня штриховка на гранях призм	Як шліфувальний порошок, ювелірна справа
6.	Тальк ($\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$)	Жирний	Білий, сірий	Біла	Непомітна; нерівний	1	Приховано-кристалічні агрегати	Колір, твердість, жирний на дотик	Вогнетривкі та мастильні матеріали
7.	Турмалін ($\text{Na}(\text{Li}, \text{Al})_3\text{Al}_6(\text{OH})_4(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$)	Скляний	Чорний, бурий, рожевий, зелений та ін.	Біла	Відсутня; нерівний, дрібнораковистий, крихкий	7-7,5	Стовпчасті кристали, голчасті і променисті агрегати, зернисті скупчення	Неметалевий блиск, твердість, поздовжня штриховка, сферичний трикутник в перерізі	У радіотехніці, ювелірній справі
8.	Дістен - кіаніт ($\text{Al}_2[\text{SiO}_4]\text{O}$)	Скляний	Блакитний	Біла	Досконала; скалкуватий	повздовж - 4,5, поперек - 7	Подовжені, пластинчасті, зігнуті кристали, зерна, агрегати	Різна твердість в одному мінералі	Для виготовлення вогнетривів, ювелірна справа

9.	Олівін ($(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$)	Скляний або жирний	Зелений, з оливковим відтінком	Біла	Слабка; раковистий	7	Зернисті агрегати, рідкісні короткостовпчасті призматичні кристали	Колір, твердість	Для виготовлення вогнетривів, окремі різновиди – як дорогоцінне каміння
Калієво-польові шпати									
10.	Ортоклаз ($\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$)	Скляний	Від білого до світло-червоного	Біла	Досконала; нерівний або східчастий	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, твердість, досконала спайність у двох напрямках	Керамічна сировина
11.	Амазоніт ($(\text{K}, \text{Na})[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$)	Скляний, перламутровий	Блакитно-зелений	Біла	Досконала; нерівний	6-6,5	Друзи, кристали, вкраплення неправильної форми	Блиск, колір, твердість, досконала спайність у двох напрямках	Як виробне каміння
Плагіоклази									
12.	Альбіт $\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$	Скляний	Білий різних відтінків	Біла	Досконала; нерівний	6-6,5	Променисті агрегати у формі зерен, кристали	Блиск, колір, твердість, спайність, штриховка	У сільському господарстві
13.	Анортит ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)	Скляний	Безбарвний або білий, сірий, іноді жовтуватий, червонуватий	Біла	Досконала, нерівний, раковистий	6-6,5	Кристали, суцільні або зернисті агрегати	Блиск, колір, спайність, штриховка	Керамічна промисловість

14.	Лабрадор (Ca, Na)[Al, Si]AlSi ₂ O ₈)	Скляний	Темно-сірий з іризацією	Біла	Досконала; нерівний, раковистий	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, іризація, твердість, спайність у двох напрямках, штриховка	Облицювальний камінь
Піроксени									
15.	Авгіт (Ca(Mg, Fe, Al)[Si, Al] ₂ O ₆)	Скляний	Від чорного до зеленого	Сіра	Під кутом 87°	5-6	Вкраплення, кристали	Неметалевий блиск, колір, призматична форма кристалів, спайність	Як керамічну сировину, літєву руду та в ювелірній справі
16.	Діобсид								
17.	Егірін (NaFe ³⁺ [Si ₂ O ₆])								
Анфіболи									
18.	Рогова обманка	Скляний	Темно-зелений, чорний	Зеленувато-сіра	Середня під кутом 124°; голчастий	5,5-6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, риска, призматична форма кристалів, спайність	Не використовується
19.	Актиноліт (Ca ₂ (MgFe) ₅ [Si ₄ O ₁₁] ₂ [OH] ₂)	Скляний, шовковистий	Зелений	Біла	Рівний	5,5-6	Променисті, азбестоподібні волокнисті агрегати	Промениста будова	Ювелірна промисловість
Слюди та гідрослюди									

20.	Мусковіт (біла слюда)	Перламутровий	Безбарвний	Біла	Цілком досконала	2,5	Лускуваті агрегати і включення	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Ізоляційний матеріал
21.	Гідрослюда	Перламутровий	Темний	Відсутн я	Цілком досконала	2,5-3	Лускуваті агрегати і включення	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Для очищення та пом'якшення води
22.	Біотит (чорна слюда)	Перламутровий	Чорний	Біла, сіра	Цілком досконала	2,5	Лускуваті агрегати	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Термостійкий ізоляційний матеріал



Рис. 9.1. Епідот



Рис. 9.2. Епідот



Рис. 9.3. Гранати з епідотом



Рис. 9.4. Нефелін



Рис. 9.5. Нефелін



Рис. 9.6. Берил



Рис. 9.7. Тальк



Рис. 9.8. Турмалін (Шерл)



Рис. 9.9. Серпентин з азбестом



Рис. 9.10. Серпентиніт



Рис. 9.11. Дістен



Рис. 9.12. Калієвий польовий шпат



Рис. 9.13. Калієвий польовий шпат

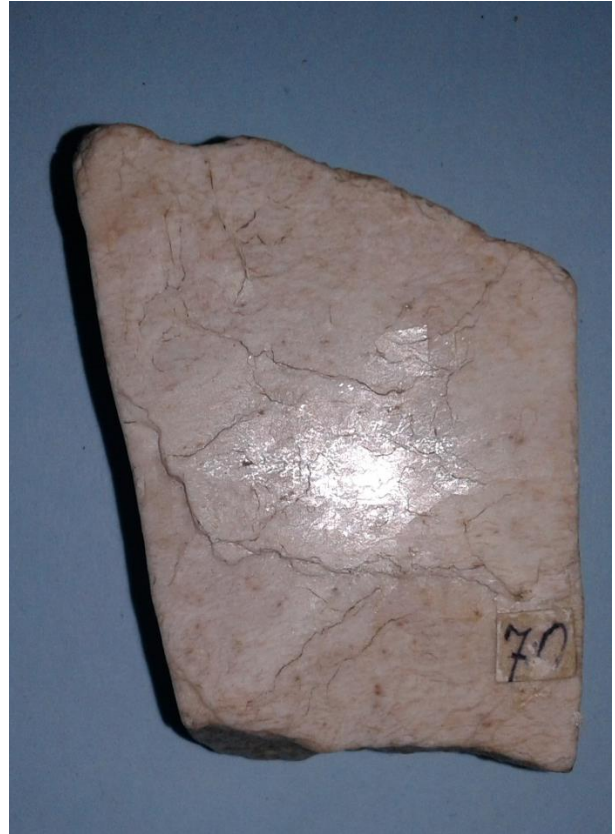


Рис. 9.14. Калієвий польовий шпат



Рис. 9.15. Калієвий польовий шпат



Рис. 9.16. Амазоніт



Рис. 9.17. Альбіт



Рис. 9.18. Анортит



Рис. 9.19. Плагіоклаз



Рис. 9.20. Лабрадор



Рис. 9.21. Лабрадор



Рис. 9.22. Авгіт



Рис. 9.23. Діопсид



Рис. 9.24. Егірін



Рис.9.25. Рогова обманка



Рис.9.26 Актиноліт



Рис.9.27. Мусковіт



Рис. 9.28. Гідрослюда (вермикуліт)

ТЕМА 10
ГАЛОЇДИ

Таблиця 10.1

Характерні особливості галоїдів

№	Назва (формула)	Блиск	Колір	Риска	Спайність; злам	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Застосування
1.	Галіт (NaCl)	Скляний	Білий, безбарвний, сірий, блакитний, рожевий	Біла	Досконала у трьох напрямах	2,5	Кристалічні агрегати	Солоний смак, низька твердість, спайність по кубу	Харчова та хімічна промисловість
2.	Сильвін (KCl)	Скляний	Білий, сірий, безбарвний, рожевий, рідше голубий	Біла	Досконала у трьох напрямах	1,5-2	Кристалічні агрегати	Гірко-солоний смак, низька твердість, спайність по кубу	Харчова та хімічна промисловість
3.	Флюорит (KF ₂)	Скляний	Фіолетовий, жовтий, зелений, рожевий, рідше прозорий, безбарвний	Біла	Досконала у чотирьох напрямах	4	Кристалічні агрегати і вкраплення	Різнобарвлені кристали, октаедрична спайність, крихкий	Металургія, хімічна промисловість



Рис. 10.1. Галіт



Рис. 10.2. Силівін



Рис. 10.3. Флюорит

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук І. О. Лабораторний практикум із загальної геології Львів: Ред. видав. відділ Львів. держ. ун-ту. 1997. 144 с.
2. Короновский Н. В., Якушева А. Ф. Основы геологии. М.: Высшая школа, 1991. 416 с.
3. Лазаренко Є.К. Курс мінералогії . К.: Вища школа, 1970. 600 с.
4. Матковський О. І., Павлишин В. І., Сливко Є. М. Основи мінералогії України (підручник). Львів , ЛНУ ім. Івана Франка. 2009. 856 с.
5. Музафаров В. Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. М.: Недра, 1979. 327 с.
6. Павлишин Володимир, Матковський Орест, Довгий Станіслав. Історія мінералогії в Україні. Від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст. К. 2019. 424 с.
7. Павлишин Володимир, Матковський Орест, Довгий Станіслав. Історія мінералогії в Україні від 90-х років ХХ ст. донині. К. 2022. 612 с.
8. Паранько І.С., Сіворонов А. О., Євтехов В. Д. Загальна геологія. Навчальний посібник. Кривий Ріг : Мінерал. 2003. 464 с.
9. Паранько І., Сіворонов А., Мамедов О. Геологія з основами геоморфології: [навч. посібник]. Кривий Ріг: Мінерал. 2008. 365 с.
10. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии: Учеб. пособие для вузов / В. Н. Павлинов, А. Е. Михайлов, Д. С. Кизевальтер и др. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1988. 149 с: ил.
11. Свинко Й. М., Сивий М. Я. Геологія. К.: Либідь, 2003. 480 с.
12. Сивий М.Я., Свинко Й.М. Геологія. Практикум. Навч. посібник. К.: Либідь, 2006. 248 с.
13. Сивий М. Я. Геологія : Підручник. Тернопіль, ФОП Осадца Ю.В., 2019. 337 с.
14. Фодчук І М., Ткач О.О. Основи кристалографії. Навч. посібник. Чернівці: в-во ЧНУ, 2007, 108 с.
15. Groundwater of Volyn region: conditions of location, features of use, ways of preservation and improvement / O. Vovk et al. *Вісник Львівського університету: серія геологічна*. 2023. No. 37. P. 110–125.
<https://doi.org/10.30970/vgl.37>