

Mineralogie

- věda o minerálech (= nerostech)
- termín pochází z latinského „minera“ = ruda

Zemská kůra je složena z hornin a ty z minerálů:

- horniny mohou být polyminerální (žula = granit), nebo vzácněji monominerální (vápenec, některé pískovce)

Nerost /minerál/ - pevná látka, anorganická homogenní přírodnina (většinou s definovatelnou strukturou – krystalická látka), jejíž chemické složení se dá vyjádřit vzorcem

Mezi nerosty však počítáme také:

- rtuť (Hg)
- některé přírodní amorfnní látky (opál)
- látky analogické pozemským minerálům z jiných kosmických těles

pozn.

U amorfnních látek je rozložení stavebních částic nahodilé, nepravidelné.

Znaky a vlastnosti (u každého minerálu):

1. Chemické složení (chemismus) – vzorec, vytváření pevných roztoků, izomorfní příměsi (příklady křemen, plagioklasy, sfalerit)
2. Struktura
3. Krystalografie (soustava, bodová grupa = oddělení, vřdčí krystalové tvary)
4. Fyzikální vlastnosti – hlavní poznávací znaky, podobnost (barva, hustota, tvrdost, štěpnost, lesk a jiné: magnetismus, radioaktivita, luminiscence, rozpustnost ve vodě a v činidlech,)
5. Geneze (podmínky vzniku a výskytu, asociace – parageneze)
 - za kterých podmínek a v jakém prostředí minerál vzniká, je stabilní, v jakých společenstvech minerálů se nachází,
 - přeměny minerálu a jejich příčiny
6. Topografická mineralogie
7. Význam minerálu v geologii, průmyslové využití

Dílčí disciplíny mineralogie

a) mineralogie všeobecná (= krystalografie)

- **krystalografie morfologická**
- **krystalografie strukturní**
- **krystalografie fyzikální** (studuje fyzikální vlastnosti minerálů)
- **krystalochemie**
- **technická krystalografie a mineralogie**
využití minerálů v průmyslu, studium pevné fáze mineralogickými metodami
- **experimentální mineralogie** (hraniční disciplína s fyzikou pevné fáze a chemií)
laboratorní disciplína: syntéza fází, analogických minerálům, stanovení podmínek krystalizace

b) mineralogie systematická

- studuje a popisuje charakteristické znaky a vlastnosti jednotlivých minerálů a třídí je do přirozené soustavy (systému) - na základě příbuznosti chemické a strukturní
- **genetická mineralogie**
sleduje procesy a podmínky vzniku minerálů v přírodě
- **topografická mineralogie**

Definice krystalu

a) pohled strukturní

- těleso s trojrozměrným periodickým uspořádáním stavebních částic (atomů, iontů, molekul)

- způsobu rozmístění stavebních částic v krystalu říkáme **krystalová struktura**

Geometrickým vyjádřením periodicity krystalu je **krystalová mřížka**

Starší definice : krystal je anizotropní, homogenní diskontinuum

b) pohled morfologický

- krystal je geometrický mnohostěn s určitým stupněm symetrie (ohraničení krystalovými plochami, hranami a rohy)

Morfologická krystalografie

Prvky morfologického omezení krystalu

a) krystalové plochy

- pravidelné, souměrné a nesouměrné

b) krystalové hrany

c) krystalové rohy (průsečíky hran krystalu)

Eulerova věta: $P + R = H + 2$

(platí obecně jen pro monokrystalu !)

Tvary jednoduché a spojky

Omezení krystalu výhradně stejnocennými plochami (stejného tvaru a stejně velkými) nazýváme **jednoduchým tvarem (krychle, osmistěn)**

Krystal omezený dvěma nebo více druhy různocenných ploch se nazývá **spojka**
- *př.* “**spojka krychle a osmistěnu**”, “**spojka prizmatu, dipyramidy a pinakoidu**”, ...

pozn. různocenné plochy (různého tvaru, nebo různě velké) náležejí různým jednoduchým tvarům

Každý krystalový tvar má svůj název (hexagonální dipyramida, tetraedr) – mezinárodní (hexaedr) a některé i český (krychle)

Jednoduché tvary můžeme rozdělit na:

- **uzavřené tvary** (může sám omezit krystal)
- **otevřené tvary**

Krystalový tvar (pinakoid, prizma, osmistěn) je určen počtem ploch a jejich vzájemnou polohou.

Úhly krystalových hran

Stensenův zákon (1669) o stálosti úhlů krystalových hran:

Na všech krystalech téhož minerálu (téže modifikace krystalické látky) svírají sobě odpovídající krystalové plochy stejné úhly.

- na velikost úhlů hran nemá vliv různoměrný vývin krystalů

- přesným změřením úhlů krystalových hran a porovnáním se známými daty lze exaktně určit daný minerál

pozn. - jde o metodiku, která má však dnes jen nepatrné použití

Pro měření úhlů krystalových hran se používají goniometry:

- příložný goniometr
- odrazový (optický) goniometr jednokruhový, - dvojkruhový

Monokrystal (krystalový jedinec)

x srůsty krystalů (náhodné, zákonité),

x krystalický agregát (je tvořen velkým množstvím krystalových jedinců) a bývá popisován podle celkového vzhledu:

– např.

- lupenitý agregát slídy (muskovitu)

- zrnitý agregát magnetitu

- stébelnatý agregát amfibolu

- celistvý agregát magnesitu

Osní (osové) kříže, osní úhly

- obecně má osní kříž 3 různocenné osy (x, y, z), (někdy a, b, c)

navzájem svírající obecné úhly (α, β, γ) – je to případ trojklonné soustavy

pozn. směr (značení) os a poloha meziosních úhlů je jednoznačně určena !!!

Další výše souměrné soustavy mají své specifické osní kříže: viz obr.

Indexování ploch a krystalových tvarů

- jde o jednoznačný popis polohy krystalových ploch v prostoru
viz obr.

- úseky na osách (a, b, c)

- **Weissovy indexy (ma : nb : pc)**

př. - 2a : 1/3 b : nekonečno c

- **Millerovy indexy (h k l)** – reciproké hodnoty odvozovacích čísel Weisse
př. 001, 231, 111, ...

- příklady přepočtu Weissových a Millerových indexů

Prvky morfologické souměrnosti krystalů

Střed souměrnosti

- je inverzí jednočetné osy

- krystal má střed souměrnosti, má-li každá plocha svoji středově souměrnou „proti-plochu“

Rovina souměrnosti (m) – rovina, procházející středem krystalu, která dělí krystal na dvě zrcadlově shodné poloviny

Osy souměrnosti (gyry)

Osa souměrnosti je přímka, procházející středem krystalu.:

- můžeme kolem ní krystalem otáčet
- podle toho, kolikrát se při otočení o 360° dostane krystal do polohy shodné s výchozí, určujeme četnost osy:

Značí se čísly: 1, 2, 3, 4, 6

(1-četná – slouží k označení asymetrického krystalu)

2-četná

3-četná

4-četná

6-četná

Inverzní osy souměrnosti (gyroidy):

prvek souměrnosti, kombinující otáčení kolem osy souměrností se zrcadlením podle středu souměrnosti. Značí se čísly s pruhem (např. $3\bar{}$)

- procházejí středem krystalu, můžeme kolem nich krystalem otáčet

Četnosti inverzních os souměrnosti:

(1-četná = střed souměrnosti)

2-četná = rovina souměrnosti

3-četná = 3 v kombinaci se středem souměrnosti

4-četná – zvláštní prvek

6-četná – 3 v kombinaci s rovinou souměrnosti, kolmou na osu

Oddělení souměrnosti = bodové grupy (32)

- jsou charakterizovány jako množiny prvků (operací) souměrnosti krystalů, které jsou na sobě určitým způsobem závislé.
- Operace souměrnosti jsou prvky grup.

pozn. krystaly určitého minerálu spadají svojí symetrií do jedné z bodových grup

V každé soustavě existuje jedno oddělení s nejvyšší symetrií, které označujeme jako **holoedrické (plnoploché) oddělení**.

Přehled soustav a oddělení

- dle tabulky
- znalost holodrických oddělení a jejich krystalových tvarů
- znalost příkladů minerálů z jednotlivých soustav a oddělení

a) soustavy nižší kategorie

Soustava triklinická:

Holoedrické oddělení pinakoidální:

obecný tvar “**pinakoid**” – 2 plochy, spolu rovnoběžné

- **chalkantit (= skalice modrá) $\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$**
- **albit (Na-živec) $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$**

pozn. Oddělení pediální – “pedion” (jednoplochý krystalový tvar)

Soustava monoklinická:

Holoedrické oddělení prizmatické:

obecný tvar “**prizma**” – 4 plochy, protínající se v rovnoběžných hranách

další tvary : **pinakoid**

- **sádrovec $\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$**
- **ortoklas (K-živec) $\text{K Al Si}_3 \text{O}_8$**
- wolframit, amfiboly, pyroxeny
- síra β

pozn. Oddělení sfenodické

obecný tvar “sfenoid” (2 plochy, souměrné dle osy dvojjetné)

- cukry (sacharóza)
- kyselina vinná

Soustava rombická:

Holoedrické oddělení rombicky dipyramidální:

obecný tvar “**rombická dipyramida**” – 8 ploch (dvojjehlan) s půdorysem kosočtverce

další tvary : **pinakoid, prizma**

- **baryt Ba SO₄**
- **síra α**
- **aragonit Ca CO₃**
- amfiboly, pyroxeny
- **topaz, olivín**
- markazit FeS₂
-

pozn. - další oddělení rombicky pyramidální
rombická pyramida

a) soustavy střední kategorie

Soustava tetragonální:

Holoedrické oddělení ditetragonálně dipyramidální:

obecný tvar oddělení “ditetragonální dipyramida” – 8 + 8 ploch (dvojjehlan)

základní tvar “**tetragonální dipyramida**” – 4 + 4 plochy (dvojjehlan s půdorysem čtverce)

dále : bazální pinakoid, tetragonální prizma, ditetragonální prizma

- **kassiterit (cínovec) Sn O₂,**
- **rutil Ti O₂**
- **zirkon Zr SiO₄**

pozn. další oddělení: tetragonální pyramida + pedion, další tvary (tetragonální trapezoedr)

- scheelit Ca WO₄
- chalkopyrit Cu Fe S₂

Soustava hexagonální:

Holoedrické oddělení dihexagonálně dipyramidální:

obecný tvar oddělení “dihexagonální dipyramida” – 12 + 12 ploch (dvojjehlan)

základní tvar “**hexagonální dipyramida**” – 6 + 6 plochy (dvojjehlan s půdorysem pravidelného šestiúhelníku)

dále : bazální pinakoid, hexagonální prizma (6 ploch), dihexagonální prizma (12 ploch)

- **beryl Be₃ Al₂ /Si₆ O₁₈/**
- **grafit**
- **molybdenit MoS₂**

pozn. další oddělení: hexagonální pyramida + pedion, další tvary (hexagonální trapezoedr)

- **apatit** $\text{Ca}_5/\text{PO}_4/3 \text{Cl}$ (F, OH)
- **křemen β**

Soustava trigonální (klencová):

Holoedrické oddělení ditrigonálně skalenoedrické:

obecný tvar oddělení “**ditrigonální skalenoedr**” – 6 + 6 ploch (dvojjehlan s klikatými bočními hranami)

základní tvar “**romboedr**” = **klenec** – 3 + 3 plochy (proti ploše v horní části krystalu je hrana dole)

dále : bazální pinakoid, hexagonální prizma

- **karbonáty kalcitové řady: kalcit (klenec + ditrigonální skalenoedr), dále magnezit, siderit, rodochrozit (pouze klence)**

pozn. další oddělení: pedion + trigonální pyramida, trigonální prizma a další tvary (trigonální trapezoedr)

- **křemen α**
- **rumělka – cinabarit / HgS /**

a) soustava vyšší kategorie

Soustava kubická:

Holoedrické oddělení hexaoktaedrické:

obecný tvar oddělení “**hexaoktaedr**” – 48-stěn /nejvýše plochý tvar vůbec/

základní tvar “**oktaedr**” – osmistěn

dále : hexaedr (krychle), dodekaedr rombický (dvanáctistěn kosočtverečný), 24 – stěny

Krystalům ideálně vyvinutým lze opsat kouli (jsou izometrické)

- **granáty (almandin, ...) - rombický dodekaedr**
- **Cu, Ag, Au** – většinou nevytváří krystaly
- **diamant (oktaedr)**
- **fluorit CaF_2 , halit (krychle)**
- **galenit PbS**
- **magnetit (osmistěn) Fe_3O_4**

pozn.

důležité tvary z dalších oddělení:

- tetraedr (čtyřstěn) – tetradrit, sfalerit /Zn S/
- pentagondodekaedr (dvanáctistěn pětiúhelníkový) – pyrit Fe S_2 (též krychle)

Krystalové srůsty

a) nahodilé

b) zákonité

- **paralelní (rovnoběžné)** – plochy a hrany všech srostlých individuí jsou rovnoběžně orientovány /typicky u křemene, barytu, kalcitu, ...)

- **dvojčatné srůsty** – dva i více jedinců srůstá v poloze, definovatelné pomocí určité dvojčatné roviny nebo osy dvojčatění

*Typicky dvojčatí sádrovec podle roviny 100 (roviny dané osami yz),
běžně dvojčatí živce*

/K-živce podle karlovarského zákona, plagioklasy podle albitového zákona – roviny 010 /.

U živců vzniká často *opakovaný, mnohočatný srůst tzv. polysyntetický srůst krystalů.*