

G3121,G3121k - Poznávání minerálů a hornin

Vyučující: doc. Zdeněk Losos, doc. Jindřich Štelcl

Rozsaha forma výuky: podzimní semestr: 2 hodiny týdně, praktická cvičení

Určeno: bakalářský program geologie

Předpoklad: řádné ukončení předmětů Mineralogie a Petrologie

Ukončení předmětu: **klasifikovaný zápočet**

Forma ukončení: praktické poznávání vzorků minerálů a hornin a prokázání teoretických znalostí ústní formou

Podmínky připuštění ke klasifikovanému zápočtu: 100% účast na cvičeních (absence nutno nahradit po domluvě s vyučujícím)

Klasifikovaný zápočet: Poznávání 5 vzorků minerálů a 5 vzorků hornin (minerály a horniny vyznačené v sylabu tučně je u zápočtu nutné bezpodmínečně poznat). Znalost odpovídajících teoretických základů z předmětů Mineralogie a Petrologie se ověřuje ústní formou. Neznalost elementárních teoretických poznatků může být důvodem pro neudělení zápočtu!!!

G3121,G3121k - Poznávání minerálů a hornin

Sylabus

A. Určování prvků symetrie a pojmenování krystalových tvarů na modelech, prvky symetrie, krystalografická oddělení souměrnosti (bodové grupy), orientace krystalů, určování a pojmenování hlavních krystalových tvarů na spojkách

B. Úvod do praktického studia mineralogických vzorků 1. Reálný vývin krystalů minerálů, habitus a typus krystalů, agregáty krystalů, zonální a sektorová stavba krystalů. Krystalové srůsty. Pseudosymetrie, epitaxe, pseudomorfózy

2. Praktické procvičení hlavních fyzikálních vlastností minerálů: barva, prostupnost světla, lesk, vryp, tvrdost, štěpnost, pružnost, kujnost, hustota, magnetismus, tepelná a elektrická vodivost, luminiscence, radioaktivita.

C. Seznam minerálů určených pro praktické poznávání

1. Prvky: **zlato, stříbro, měď, grafit, síra**

2. Sulfidy: **sfalerit, chalkopyrit, pyrhotin, galenit, cinnabarit, pyrit, markazit, arzenopyrit, antimonit, molybdenit**

3. Halovce: **halit, fluorit**

4. Oxidy a hydroxidy: **křemen, chalcedon, opál, achát, korund, hematit, ilmenit, rutil, kasiterit, spinel, magnetit, wolframit, limonit (goethit), bauxit**

5. Karbonáty: kalcit, siderit, magnezit, dolomit, ankerit, aragonit, malachit, azurit

6. Sulfáty: anhydrit, baryt, sádrovec, scheelit

7. Fosfáty: apatit, pyromorfit

8. Silikáty: **nesosilikáty**: granáty (pyrop, almandin, spessartin, grosulár, andradit), olivín, zirkon, andalusit, illimanit, kyanit, titanit, staurolit, chloritoid, **sorosilikáty**: skupina epidotu (klinozoisit, epidot, allanit), vesuvian, **cyklosilikáty**: beryl, cordierit, sekaninait, skupina turmalínů, **inosilikáty**: pyroxeny (enstatit, diopsid, hedenbergit, augit), amfiboly (tremolit, aktinolit, hornblend, antofylit, glakufán), wollastonit, prehnit, **fylosilikáty**: muskovit, biotit, lepidolit, mastek, kaolinit, serpentínová skupina, chlority, **tektosilikáty**: živce (ortoklas, mikroklin, sanidin, plagioklasy), leucit, nefelín, zeolity (natrolit, stilbit)

2. Ryzí prvky

1. Ryzí prvky

Ryzí prvky jsou v přírodě poměrně vzácné, většinou se vyskytují ve sloučeninách. K běžnějším patří zlato, stříbro, ryzí měď, grafit a ryzí síra. Kovy rovněž tvoří slitiny.

K dalším, avšak mnohem vzácnějším patří:

Antimon
Arsen
Bismut
Kadmium
Chrom
Indium
Železo
Kovy skupiny platiny – platina,
osmium, iridium, palladium, rhodium.
Olovo
Molybden
Nikl
Rhenium
Selen
Křemík
Tantal
Telur
Cín
Titan
Vanad
Zinek
Rtuť



olovo



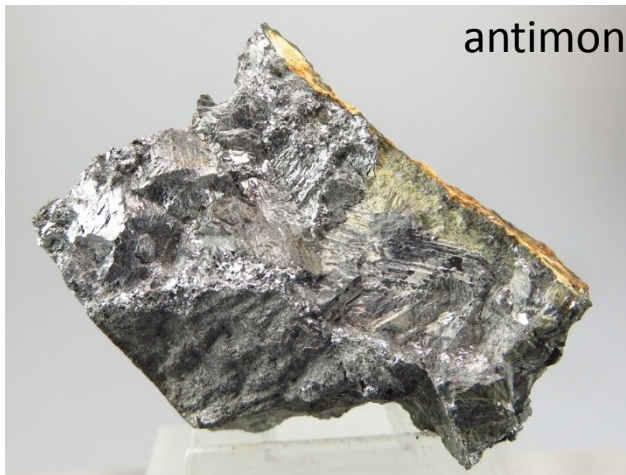
platina



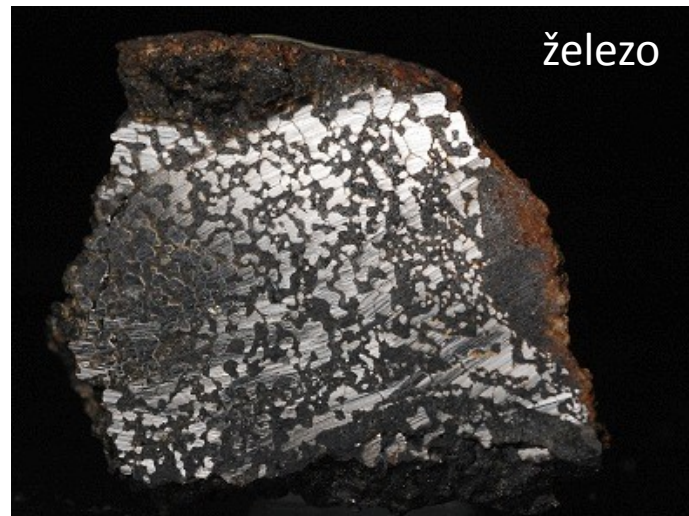
rtuť



bismut



antimon



železo



arsen

1. Prvky

Zlato – chemická značka Au

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – $19,3\text{g/cm}^3$, většinou nižší z důvodu příměsi dalších prvků (Ag, Cu aj.) v rozsahu $16\text{-}19\text{ g/cm}^3$

Barva – zlatožlutá, stříbrozlatá v případě vyšší příměsi stříbra (elektrum obsah až několik desítek hm. %), načervenalá (příměs Cu)

Štěpnost – chybí, *lesk* kovový-opákní, *tvrdost* 2,5-3 dle Mohsovy stupnice, *nemagnetický*, *vryp* žlutý, dokonalá elektrická vodivost

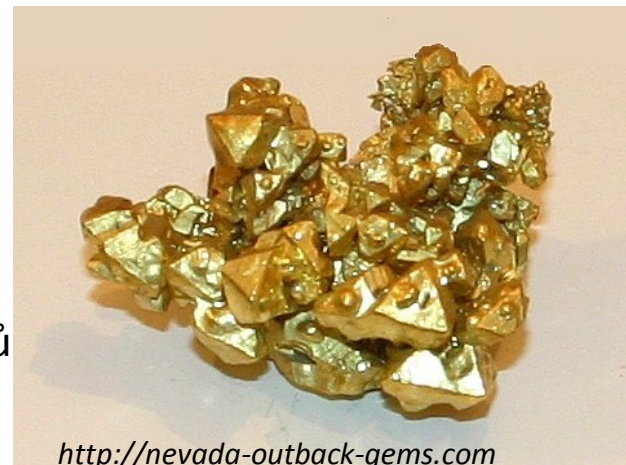
Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě, oddělení hexaoktaedrické, stejná prostorová grupa jako stříbro, měď, olovo, hliník nebo nikl (F m3m).

Vzhled v přírodě:

Primární je většinou ve formě mikroskopických až okem viditelných zrn rozptýlených v horninách, rudních či křemenných žilách, vzácněji ve formě plíšků, drátků, ojediněle ve formě krystalů (oktaedry, spojky oktaedrů a hexaedrů, deformované či nedokonale vyvinuté krystaly, kostrovité formy apod.)

Sekundárně v náplavech či eluviích ve formě zaoblených zrn, plíšků, nugetů apod.



1. Prvky

Stříbro – chemická značka Ag

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – nejčastěji v rozmezí 10-11 g/cm³

Barva – za čerstva stříbřitě bílá, nabíhá do šeda až černa na povrchu vlivem vzniku sekundárních minerálů Ag

Štěpnost – chybí, *lesk* kovový-opákní, *tvrdost* 2,5-3 dle Mohsovy stupnice, nemagnetický, *vryp* světle šedý, stříbrný, dokonalá elektrická vodivost

Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě, oddělení hexaoktaedrické, stejná prostorová grupa jako zlato, měď, olovo, hliník nebo nikl (F m3m).

Vzhled v přírodě:

Primární je většinou ve formě mikroskopických až okem viditelných zrn rozptýlených v horninách, polymetalických rudních či křemenných žilách, pětivrzková formace, vzácněji ve formě plíšků, drátků, ojediněle ve formě krystalů (oktaedry, spojky oktaedrů a hexaedrů, deformované či nedokonale vyvinuté krystaly, kostrovité formy apod.)

V náplavech či eluviích se nevyskytuje vlivem nestálosti na vzduchu.



1. Prvky

Měď – chemická značka Cu

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem $8,9 \text{ g/cm}^3$

Barva – za čerstva červená, hnědočervená, nabíhá do zelena na povrchu vlivem vzniku sekundárních minerálů Cu

Štěpnost – chybí, *lesk* kovový-opákní, *tvrdost* 2,5-3 dle Mohsovy stupnice, nemagnetický, *vryp* růžový, dokonalá elektrická vodivost

Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě, oddělení hexaoktaedrické, stejná prostorová grupa jako zlato, měď, olovo, hliník nebo nikl (F m3m).

Vzhled v přírodě:

Primární je většinou ve formě nepravidelných agregátů, zrn, běžně makroskopických, na polymetalických rudních žilách často ve formě sekundárně vzniklých mas za redukčních podmínek na úkor primárních Cu-minerálů, ojediněle ve formě krystalů (oktaedry, spojky oktaedrů a hexaedrů, deformované či nedokonale vyvinuté krystaly, kostrovité formy apod. – v dutinách bazaltů apod.)

V náplavech či eluviích se příliš nevyskytuje vlivem nestálosti za povrchových podmínek.

<http://www.atlantismagazine.net>



<https://dangreenbooks.wordpress.com>



<http://www.wikipedia.org>



<http://www.wikipedia.org>

1. Prvky

Grafit – chemická značka C

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 2,1-2,2 g/cm³

Barva – kovově černá, tmavě šedá, ocelově černá

Štěpnost – dokonalá dle {0001}, *lesk* polokovový až matný, *tvrdost* 1,5-2 dle Mohsovy stupnice, *nemagnetický*, *vryp* černý, dobrá elektrická vodivost

Krystalochemie:

Krystaluje v hexagonální soustavě, oddělení dihexagonálně dipyramidální, prostorová grupa P 6₃/mmc stejně jako jiná forma ryzího uhlíku - lonsdaleit. Jednotlivé vrstvy jsou vázány van der waalsovy silami

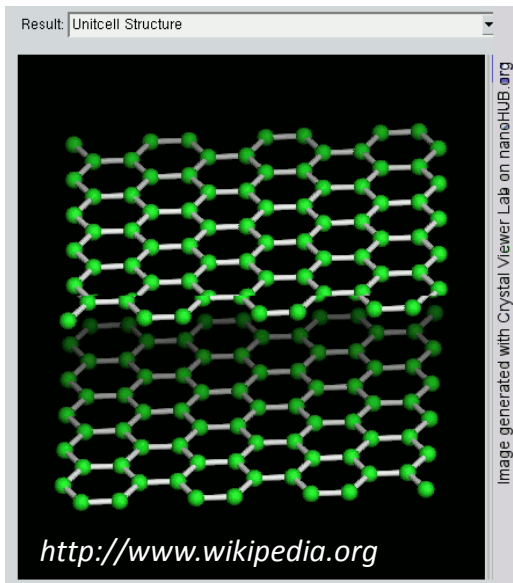
Vzhled v přírodě:

Tvoří mikroskopické šupinky, tabulky, a jejich agregáty či větší masy v metamorfovaných horninách (metapelity, mramory), vzácně i v magmatických horninách (redukční podmínky), součást uhlonosných sedimentů. Větší krystaly jsou výjimečné.

<http://www.mindat.org>

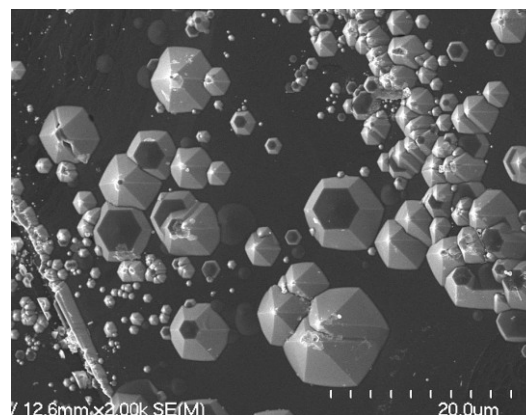


<http://www.flickr.com>



<http://www.mindat.org>

<http://nobel.scas.bcit.ca>



<http://www.mindat.org>

1. Prvky

Síra – chemická značka S

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 2,5-2,1 g/cm³

Barva – žlutá, žlutavě hnědá nebo šedá, žlutozelená

Štěpnost – nedokonalá, *lesk* skelný až smolný, *tvrdost* 1,5-2,5 dle Mohsovy stupnice, nemagnetická, *vryp* bílý, elektricky nevodivá

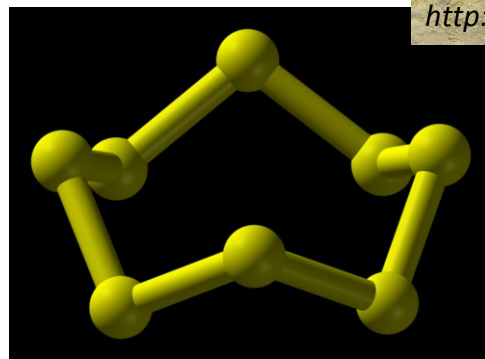
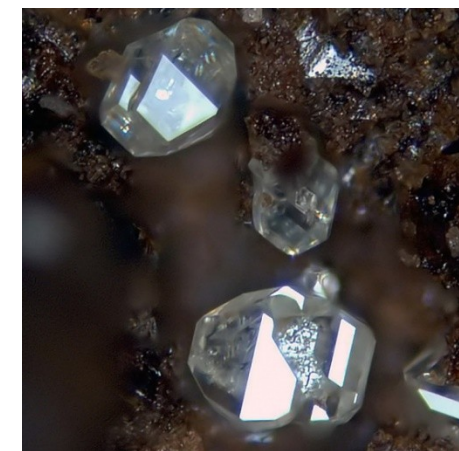
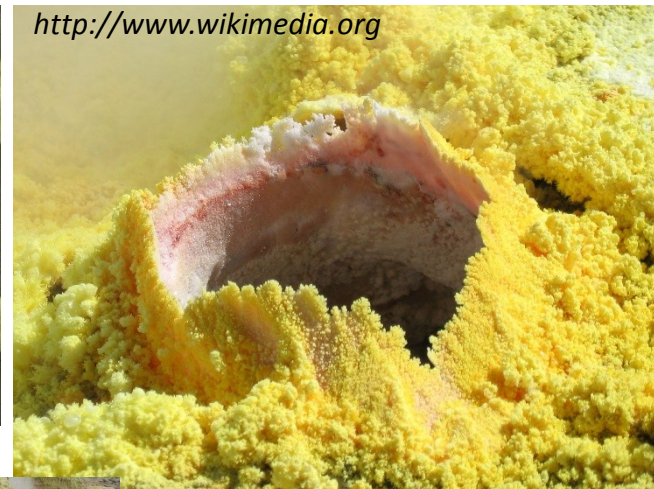
Krystalochemie:

Krystaluje v rombické soustavě, oddělení rombicky dipyramidální, prostorová grupa F ddd. V přírodě známo kolem 30 allotropních modifikací (S₆, S₇, S₁₂, S₁₈ atd.). Jinou formou ryzí síry je rosickýit (monoklinický, vzácný).

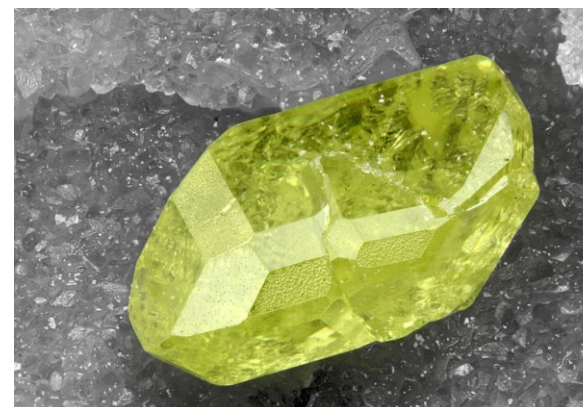
Vzhled v přírodě:

Tvoří celistvé masy, vrstvy, polykrystalické agregáty v sedimentárních souvrstvích (evapority - plus sírany Sr, Ba aj.), vzniká ve fumarolách ve vulkanických oblastech. Běžně tvoří krystaly v dutinách, které jsou průhledné i neprůhledné o velikostech až několik cm.

www.alibaba.com



<http://www.mindat.org>



<http://www.mindat.org>

www.e-rocks.com



2. Sulfidy

2. Sulfidy

Bezokyslíkaté sloučeniny většinou kovových prvků se sírou

Pyrit – chemická značka FeS_2

<http://www.wikipedia.org>

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 5 g/cm^3

Barva – mosazně žlutá, při alteraci nabíhá do hnědé až rezavé

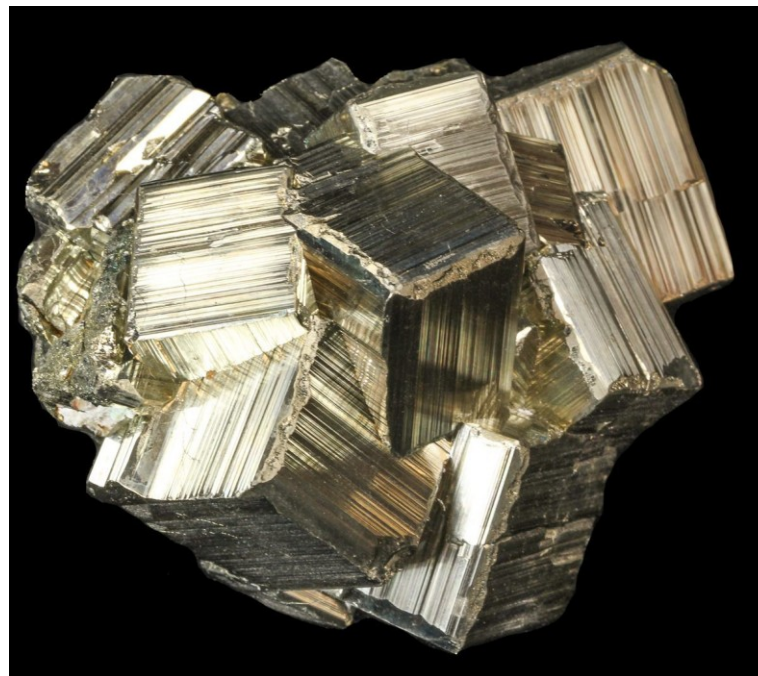
Štěpnost – špatná podle $\{100\}$ a $\{110\}$, *lesk* kovový až matný při alteraci, *tvrdost* 6,5 dle Mohsovy stupnice, magnetický jen po zahřátí, *vryp* černý s nádechem do zelena

Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě, oddělení diploidální, prostorová grupa $P a3$ (stejně jako např. krušait CuSe_2 , hauerit MnS_2 , vaesit NiS_2 nebo cattierit CoS_2 aj.). Na určitých typech ložisek může být zlatonosný.

Vzhled v přírodě:

Velmi hojný jako celistvé až polykrystalické agregáty, mikro- i makroskopická zrna rozptýlená v horninách, běžné jsou krystaly zarostlé i v dutinách (metamorfované, magmatické i sedimentární horniny, rudní žíly, alpské žíly atd.). Krystaly nejčastěji tvaru krychle, pentagon-dodekaedru, oktaedru a jejich spojky, dvojčata.



<http://www.dakotamatrix.com>

<http://www.gemcoach.com>

2. Sulfidy

Chalkopyrit – chemická značka CuFeS_2

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 4,1-4,3 g/cm³

Barva – mosazně až medově žlutá, při alteraci nabíhá do zelené, modré.

Štěpnost – nevýrazná dle {112}, *lesk* kovový až matný při alteraci, *tvrdost* 3,5 dle Mohsovy stupnice, magnetický jen po zahřátí, *vryp* černý s nádechem do zelena

Krystalochemie:

Krystaluje v tetragonální soustavě, oddělení tetragonálně skalenoedrické, prostorová grupa I 42d. Někdy mívá příměs selenu, vzácně i Pd nebo Pt.

Vzhled v přírodě:

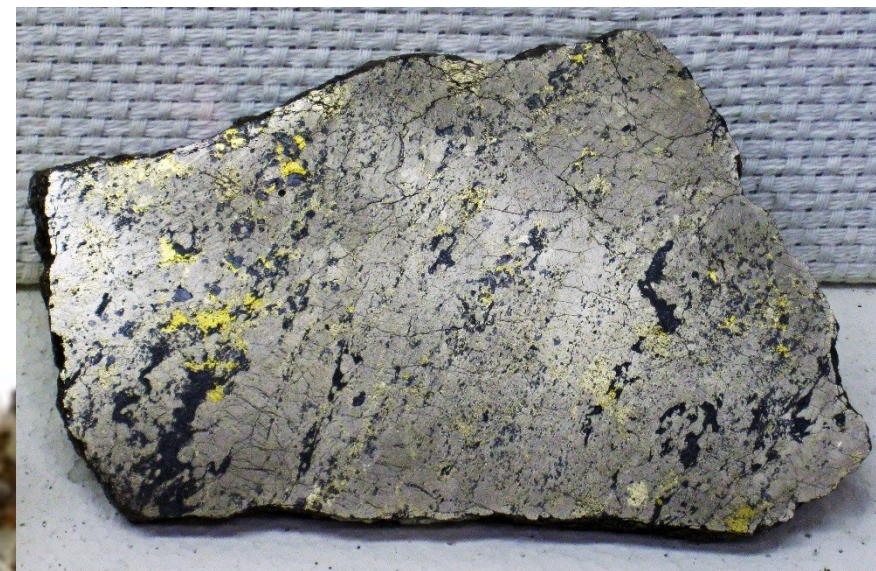
Běžný minerál rudních ložisek, zejména polymetalických, rovněž likvační ložiska. Celistvé agregáty, zrna nebo i krystaly v dutinách.

<http://en.academic.ru>

www.HealingCrystals.com



<http://www.crystalclassics.co.uk>



<http://commons.wikimedia.org>

2. Sulfidy

Sfalerit – chemická značka ZnS

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 3,9-4,2 g/cm³ podle příměsi Fe

Barva – proměnlivá, dle příměsi Fe od černé, přes hnědou, zelenou, žlutou až do červené.

Neprůhledný, průsvitný až průhledný. *Štěpnost*

– výborná dle {110}, *lesk* kovový, skelný až

smolný, *tvrdost* 3,5-4 dle Mc
nemagnetický, *vryp* v různých

Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě tetraedrické, prostorová grupa příměs Fe až do 10 i více hm. % nebo In (ruda india).

Vzhled v přírodě:

Běžný minerál rudních ložisek polymetalických, v asociaci s chalkopyritem ad. Celistvé a krystaly v dutinách. Vždy patrná výborná štěpnost a výrazný lesk na štěpných plochách.



(C) Chingilato Matteo 2009



<http://www.mindat.org>

2. Sulfidy

Galenit – chemická značka PbS

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 7,2-7,6 g/cm³

Barva – olověně šedá, ocelová. Neprůhledný

Štěpnost – výborná dle ploch krychle, *lesk* kovový až matný, *tvrdost* 2,5 dle Mohsovy stupnice, *nemagnetický*, *vryp* šedočerný.

Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě, oddělení hexa-oktaedrické, prostorová grupa F m3m . Běžná je příměs Ag, méně pak Zn, Fe, Cd, Sb a Se.

Vzhled v přírodě:

Běžný minerál rudních ložisek, zejména polymetalických, v asociaci s chalkopyritem, sfaleritem aj. Celistvé agregáty, zrna nebo i krystaly tvaru krychle, oktaedru a jejich spojek v dutinách. Vždy patrná výborná štěpnost dle krychle.

<http://nevada-outback-gems.com>



<http://skywalker.cochise.edu>



<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>



<http://skywalker.cochise.edu>

2. Sulfidy

Antimonit – chemická značka Sb_2S_3

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem $4,6 \text{ g/cm}^3$

Barva – olověně šedá s namodralým odstínem, neprůhledný, *Štěpnost* – výborná dle $\{010\}$, *lesk* kovový až matný, *tvrdost* 2 dle Mohsovy stupnice, nemagnetický, *vryp* šedý.

Krystalochemie:

Krystaluje v romboické soustavě, oddělení romboicky dipyramidální, prostorová grupa Pbnm . Běžná je příměs As, méně pak Bi, Fe aj.

Vzhled v přírodě:

Minerál rudních ložisek, zejména výše temperovaných, polymetalických, v asociaci s dalšími sulfidy nebo sulfoarsenidy apod. Celistvé agregáty, zrna, běžné jsou agregáty sloupcovitých krystalů nebo i jehlicovité až sloupcovité krystaly v dutinách.

<http://gamming.com>



2. Sulfidy

Cinnabarit – chemická značka HgS

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 8,1 g/cm³

Barva – šedá, hnědá, červená, neprůhledný až průhledný, *Štěpnost* – výborná dle {1010}, *lesk* až diamantový, *tvrdost* 2-2,5 dle Mohsovy stupnice, nemagnetický, *vryp* červený.

Krystalochemie:

Krystaluje v trigonální soustavě, oddělení trigonálně trapezodrické, prostorová grupa P 3₁21 nebo P 3₂21.

Vzhled v přírodě:

Minerál epitermálních ložisek spojených s vulkanickou aktivitou popř. alkalických vřídél, v asociaci s antimonitem, realgarem, pyritem ad. Celistvé agregáty, zrna, běžné jsou agregáty čočkovitých nebo nízce sloupcovitých krystalů v dutinách spolu s karbonáty, ryzí rtutí atd.



<http://www.dakotamatrix.com>



<http://www.crystalclassics.co.uk>



<http://showmerockhounds.com>

2. Sulfidy

Cinnabarit – chemická značka MoS_2

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem $8,1 \text{ g/cm}^3$

Barva – ocelově šedá, namodralá, neprůhledný, opákní, *Štěpnost* – výborná dle $\{0001\}$, *lesk* až kovový, *tvrdost* 1 dle Mohsovy stupnice, nemagnetický, *vryp* nazelenale šedý.

Krystalochemie:

Krystaluje v hexagonální soustavě, oddělení dihexagonálně dipyramidální, prostorová grupa $P6_3/mmc$.

Vzhled v přírodě:

Minerál vysoce temperovaných hydrotermálních žil v asociaci s dalšími sulfidy (pyrit, chalkopyrit aj.). Také jako ruda v porfyrových ložisek, v pegmatitech, greissenech na trhlinách žul. Tvoří hexagonální tabulky, rovněž masy, krystaly do dutin jsou vzácné.

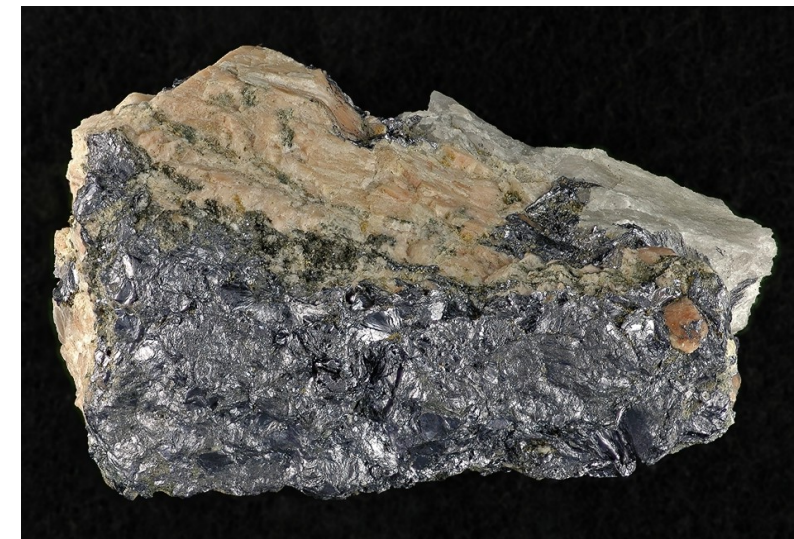
<http://museum.wales.com>



<http://www.dakotamatrix.com>



<http://www.wikipedia.org>



<http://http://rruff.info/Molybdenite/R050209>

2. Sulfidy

Arsenopyrit – chemická značka FeAsS

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem 6,1 g/cm³

Barva – cínově bílá až světle ocelově šedá, neprůhledný, opákní, *Štěpnost* – nevýrazná dle {110}, *lesk* až kovový, *tvrdost* 5 dle Mohsovy stupnice, magnetický po zahřátí, *vryp* černý.

Krystalochemie:

Krystaluje v monoklinické soustavě, oddělení prismatické, prostorová grupa P zlatonosný.

Vzhled v přírodě:

Minerál vysoce temperovaných žil (asociace s Au, Te, Bi), v pegmatitech, skarnech, apod. Tvoří sloupcovité tabulkovité krystaly do dutin, xer horninách atd.



2. Sulfidy

Markazit – chemická značka FeS_2

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem $6,1 \text{ g/cm}^3$

Barva – cínově bílá až světle ocelově šedá, neprůhledný, opákní, *Štěpnost* – nevýrazná dle $\{110\}$, *lesk* až kovový, *tvrdost* 5 dle Mohsovy stupnice, magnetický po zahřátí, *vryp* černý.

Krystalochemie:

Krystaluje v rombické soustavě, oddělení dipyramidální, prostorová grupa Pnm.

Vzhled v přírodě:

Minerál některých rudních ložisek, běžný v uhlonosných sedimentech ve formě kopinatých krystalů a jejich srostlic. Někdy také radiálně paprscité agregáty nebo i celistvý. Na vzduchu nestálý, podléhá rychle přeměně na sekundární sírany.



<http://www.gemselect.com>



<http://www.gemrockauctions.com>



© Dakota Matrix Minerals

<http://www.dakotamatrix.com>



<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>

2. Sulfidy

Pyrhotin – chemická značka $\text{Fe}_{(1-x)}\text{S}_{(x=0-0.17)}$

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem $4,6 \text{ g/cm}^3$

Barva – bronzová, nahnědlá, neprůhledný, opákní, *Štěpnost* – nedokonalá, *lesk* až kovový, *tvrdost* 3,5-4 dle Mohsovy stupnice, magnetický přirozeně, *vryp* tmavě šedý.

Krystalochemie:

Krystaluje v monoklinické soustavě, oddělení prismatické, prostorová grupa $A2/a$.

Vzhled v přírodě:

Minerál některých rudních ložisek, například skarnů, likvačních ložisek, běžně masívní, v dutinách tvoří pseudohehexagonální krystaly. Na vzduchu nabíhá vlivem oxidačních procesů.



<http://www.dakotamatrix.com>



<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>



<http://www.dakotamatrix.com>

3. Halovce

3. Halovce Bezokyslíkaté sloučeniny prvků s halogenidy

Halit – chemická značka NaCl

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem $2,17 \text{ g/cm}^3$

Barva – bezbarvý, bílý, šedobílý, namodralý, narůžovělý, *Štěpnost* – dokonalá dle ploch krychle, *lesk* skelný až matný, průhledný, průsvitný, *tvrdost* 2,5 dle Mohsovy stupnice, nemagnetický, *vryp* bílý

Rozpustný ve vodě!

Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě, oddělení hexaoktaedrické, prostorová grupa $F m\bar{3}m$ stejně jako některé další chloridy fluoridy alkalických kovů (např. sylvín KCl, villiaumit NaF).

Vzhled v přírodě:

Minerál zejména evaporitů v asociaci se sulfáty a karbonáty. Ve formě celistvých mas, polykrystalických agregátů, krápníků, běžné jsou krystaly ve tvaru krychle, někdy kostrovité, modrá barva způsobena deformacemi v krystalické mřížce.



Dakota Matrix



3. Halovce

Fluorit – chemická značka CaF_2

Fyzikální vlastnosti:

Hustota – kolem $3,1 \text{ g/cm}^3$

Barva – bezbarvý, bílý, modrý, zelený, fialový, žlutý, růžový, červený, hnědý, černý, běžně barevně zonální, průhledný, průsvitný

Štěpnost – dokonalá dle ploch osmistěnu

lesk skelný až matný

tvrdost 4 dle Mohsovy stupnice, nemagnetický, *vryp* bílý

Krystalochemie:

Krystaluje v kubické soustavě, oddělení hexaoktaedrické, prostorová grupa $F m\bar{3}m$

Vzhled v přírodě:

Minerál zejména hydrotermálních fluoritových žil a ložisek v asociaci s barytem, kalcitem, sulfidy. Hydrotermální na rudních ložiskách, v dutinách pegmatitů, alpských žilách, ve skarnech, magmatogenní vzácně v pegmatitech a některých alkalických ložiskách spolu s dalšími fluoridy s Al (např kryolit apod.). Celistvý, „vrstevnatý“, polykrystalický, v dutinách krystaly nejčastěji tvaru krychle, v kombinaci s osmistěnem nebo rombickým dvanáctistěnem.



The Arkenstone, iRocks.com



© Robert Brandstetter

