

X. FOSFATI (ZAJEDNO S OKSISOLIMA As i V)



Doc. dr. sc. Andrea Čobić
Sistematska mineralogija (36213)
Akad. god. 2023./2024.

X. FOSFATI (ZAJEDNO S OKSISOLIMA As i V)

- Javljaju se u sedimentima (fosforiti), ali i u primarnim sredinama (pegmatiti).
- Upotreba:
 - gemološki materijal
 - prospekcija
 - proizvodnja umjetnih gnojiva.



TRIFILIT - $LiFePO_4$

- KRISTALNI SUSTAV: rompski
- KRISTALNI RAZRED: $2/m\ 2/m\ 2/m$
- PROSTORNA GRUPA: Pmnb
- HABITUS: kristali su rijetki, debelo prizmatski, izduženi po k.o. *a*. Obično masivan do zrnat, ali i s kristalima velikima do 4,5m.
- TVRDOĆA: 4 - 5
- KALAVOST: savršena po {100}, nesavršena po {010}.
- LOM: neravan do poluškoljkast.
- BOJA I CRT: plavičastosiv, zelenkastosiv, smeđ, medeno žut, ružičast. Crt je bijel do prljavo bijel.
- SJAJ: poludijamantan do mutan.
- NAČIN POJAVLJIVANJA: primarni mineral u granitnim pegmatitima.
- LOKALITETI: Njemačka (Bodenmais, Zwiesel...), Finska (Tammela i Sukula),..



X. 4. FOSFATI AXO₄

▪ GRUPA KSENOTIMA

- ksenotim – (Y) – YPO₄
- pretulit – ScPO₄

▪ GRUPA MONACITA

- monacit – (Ce) – (Ce,La,Nd,Th)PO₄
- monacit – (La) – (La,Ce,Nd)PO₄
- monacit – (Nd) – (Nd,La,Ce)PO₄
- brabantit – CaTh(PO₄)₂
- cheralit – (Ce,La,Nd,Th)PO₄
- gasparit – (Ce) – (Ce,La,Nd,Th)PO₄
- huttonit – ThSiO₄
- rooseveltit – BiAsO₄

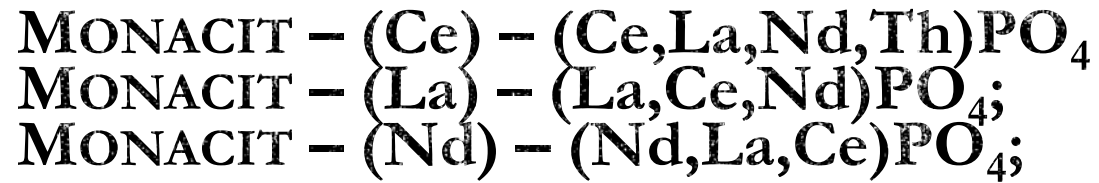


KSENOTIM – (Y) - YPO_4

- KRISTALNI SUSTAV: tetragonski
- KRISTALNI RAZRED: $4/m\ 2/m\ 2/m$
- PROSTORNA GRUPA: $I4/amd$
- HABITUS: mogu biti kratko i dugo prizmatski kristali, s grubim plohama i razvijeni kao rozete. Podsjećaju na cirkon.
- TVRDOĆA: 4 - 5
- KALAVOST: potpuna po $\{100\}$.
- LOM: neravan, iverast.
- BOJA I CRT: žućkasto do crvenkastosmeđa, može biti vinskižuta do zelenkasta. Crt je svijetlosmeđ, žućkast do crvenkast.
- SJAJ: voštan.
- NAČIN POJAVLJIVANJA: dolazi kao akcesoran mineral u kiselim i alkalnim magmatskim stijinama, u pegmatitima. U metamorfitima kiselog kemizma i u alpskim žilama.
- LOKALITETI: Norveška (Vest-Agder, Arendal...), Švedska (Ytterby),...



X. 4. FOSFATI AXO_4 – GRUPA MONACITA



- KRISTALNI SUSTAV: monoklinski
- KRISTALNI RAZRED: 2/m
- PROSTORNA GRUPA: $P2_1/n$
- HABITUS: kristali su pločasti po prednjem pinakoidu ili po {101}.
- TVRDOĆA: 5 - 5½
- KALAVOST: jasne po {100} i {010}, nejasne po {110}, {101} i {011}.
- LOM: školjkast.
- BOJA I CRT: žućkasto, crvenkasto i zelenkasto smeđe nijasne. Crt je bijel do neznatno obojen.
- SJAJ: voštan, smolast, dijamantan.
- NAČIN POJAVLJIVANJA: najrašireniji je mineral elemenata rijetkih zemalja. Čest je u nanosima rijeka i pijescima koji su nastali mehaničkim trošenjem granitskih i sijenitskih pegmatita i gnajseva, a u navedenim stijenama kao akcesoran.
- LOKALITETI: Norveška (Arendal, Rade...), Švedska (Stormstrand i Falun),...



X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM)

- newberyit – $\text{MgHPO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$
- rösslerit – $\text{MgHAsO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$
- struvit – $(\text{NH}_4)\text{MgPO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$
- **GRUPA VIVIJANITA**
 - vivijanit – $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
 - annabergit – $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
 - arupit – $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
 - baričit – $(\text{Mg,Fe})_3(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
 - eritrit – $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
 - hörnesit – $\text{Mg}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
 - kötingit – $\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
 - parasimplesit – $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$
- **GRUPA VARISCITA**
 - variscit – $\text{AlPO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$
 - mansfieldit – $\text{AlAsO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$
 - skorodit – $\text{FeAsO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$
 - strengit – $\text{FePO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$
 - yanomamit – $\text{InAsO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$
- **GRUPA AMBLIGONITA**
 - ambligonit – $(\text{Li,Na})\text{Al}(\text{PO}_4)(\text{F,OH})$
 - montebrasit – $\text{LiAl}(\text{PO}_4)(\text{OH,F})$
 - natromontebrasit – $\text{NaAl}(\text{PO}_4)(\text{OH,F})$
 - tavorit – $\text{LiFe}(\text{PO}_4)(\text{F,OH})$
- **GRUPA CRANDALLITA**
 - crandallit – $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \times \text{H}_2\text{O}$
- **GRUPA DESCLOIZITA**
 - descloizit – $\text{PbZn}(\text{VO}_4)(\text{OH})$
 - arsendescolizit – $\text{PbZn}(\text{AsO}_4)(\text{OH})$
 - cechit – $\text{Pb}(\text{Fe,Mn})(\text{VO}_4)(\text{OH})$
 - mottramit – $\text{PbCu}(\text{VO}_4)(\text{OH})$
 - pirobelonit – $\text{PbMn}(\text{VO}_4)(\text{OH})$
- **GRUPA LIEBETHENITA**
 - liebethenit – $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$
 - olivenit – $\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$
 - adamit – $\text{Zn}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$



X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM)

▪ GRUPA APATITA

- hidroksilapatit – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$
- mimetit – $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$
- vanadinit – $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$
-

▪ GRUPA LAZULITA

- lazulit – $\text{MgAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$
- barbosalit – $\text{FeFe}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$
- hentschelit – $\text{CuFe}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$
- schorzalit – $(\text{Fe,Mg})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$

▪ GRUPA CHILDRENITA

- childrenit – $\text{FeAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$
- eosforit – $\text{MnAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$

▪ GRUPA TURQUOISA

- turquois – $\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \times 4\text{H}_2\text{O}$
- aheylit – $(\text{Fe,Zn})\text{Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \times 4\text{H}_2\text{O} \dots$
- ...

- ludlamit – $(\text{Fe,Mg,Mn})_3(\text{PO}_4)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$

- wavellit – $\text{Al}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH,F})_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$

▪ GRUPA AUTUNITA

- autunit – $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \times 10\text{-}12\text{H}_2\text{O}$
- torbernit – $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \times 8\text{-}12\text{H}_2\text{O}$
-

- carnotit – $\text{K}_2(\text{UO}_2)_2\text{V}_2\text{O}_8 \times 3 \text{H}_2\text{O}$



X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM) – GRUPA VIVIJANITA

VIVIJANIT - $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \times 8 \text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** monoklinski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** C2/m
- **HABITUS:** kristali su prizmatski, izduženi paralelno k.o. c , pločasti po bočnom pinakoidu i izometrični. Druze igličastih kristala ili vunasto.
- **TVRDOĆA:** 1½ - 2
- **KALAVOST:** savršena po {010}, u tragovima po {106} i {100}.
- **LOM:** vlaknast.
- **BOJA I CRT:** bezbojan ako je svjež, tijekom oksidacije mijenja nijanse zelene do plave. Fotoosjetljiv – postaje plavičastocrn. Crt je bijel kod svježih uzoraka, obično plav do smeđ.
- **SJAJ:** staklast do sedefast, polumetaličan kad oksidira.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** rezultat alteracije primarnih fosfata u pegmatitima, u sedimentima kao pseudomorfoza po kostima, u ugljenima i hidrotermalnim žilama.
- **LOKALITETI:** Kosovo (Trepča), BiH (Srebrenica),...

ERITRIT - $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8 \text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** monoklinski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** C2/m
- **HABITUS:** kristali su prizmatski do igličasti, spljošteni po bočnom pinakoidu i gotovo uvijek prutani. Radijalno-zrakaste druze, agregati zemljasti .
- **TVRDOĆA:** 1½ - 2 ½
- **KALAVOST:** savršena po {010}, nejasna po {102} i {100}.
- **LOM:** neravan.
- **BOJA I CRT:** duboko purpurnocrven, ružičast do bezbojan. Crt je svjetliji od boje kristala.
- **SJAJ:** dijamantan do sedefast, ili mutan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundarni mineral oksidacijske zone kobaltnih ležišta.
- **LOKALITETI:** Njemačka (Schneeberg), Češka (Jahimov),...



X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM) – GRUPA VIVIJANITA

ANNABERGIT - $\text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \times 8 \text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** monoklinski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** C2/m
- **HABITUS:** kristali su prizmatski, spljošteni po bočnom pinakoidu i uvijek prutani paralelno k.o. c. Kao prevlake i korice ili kao zemljasti agregat.
- **TVRDOĆA:** 1½ - 2 ½
- **KALAVOST:** savršena po {010}, nejasna po {100} i {102}.
- **LOM:** neravan.
- **BOJA I CRT:** svijetlozelen, travnatozelen do žutozelen. Crt je nešto svjetlije nijanse.
- **SJAJ:** dijamantan, sedefast ili mutan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundarni mineral oksidacijske zone nikalnih ležišta.
- **LOKALITETI:** Njemačka (Annaberg), Austrija (Salzburg),...

BARIČIT - $(\text{Mg,Fe})_3(\text{PO}_4)_2 \times 8 \text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** monoklinski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** C2/m
- **HABITUS:** veliki kristali pločasti po bočnom pinakoidu.
- **TVRDOĆA:** 1½ - 2
- **KALAVOST:** savršena po {010}.
- **BOJA I CRT:** bezbojan do tamnoplav. Crt je bijel do blijedoplav.
- **SJAJ:** staklast, na kalotinama sedefast.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** u pukotinama sideritske željezne formacije.
- **LOKALITETI:** Kanada (Big Fish River, Blow River area),...

X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM) – GRUPA VARISCITA

VARISCIT - $\text{Al}(\text{PO}_4)_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** rompski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m 2/m 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** Pcab
- **HABITUS:** kristali su rijetki, obično su zrnate mase, nodule ili korice. Ponekad podsjeća na opal ili kalcedon.
- **TVRDOĆA:** 3½ - 4½
- **KALAVOST:** dobra po {010}, slaba po {001}.
- **LOM:** kristali imaju školjkast, agregati iverast do neravan.
- **BOJA I CRT:** blijedozelen, blijedoplav, plavičastozelen do bezbojan. Crt je bijel.
- **SJAJ:** staklast do voštan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** rezultat alteracije primarnih minerala koji su nosioci fosfora i aluminija s meteorskim vodama.
- **LOKALITETI:** Njemačka (Saksonija), Austrija (Leoben),...



DESCLOIZIT - $\text{PbZn}(\text{VO}_4)_2\text{OH}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** rompski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m 2/m 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** Pcab
- **HABITUS:** kristali su obično dipiramidski ili prizmatski, imaju zaobljene plohe. U sitnim druzama, koricama, vlaknast i vunast.
- **TVRDOĆA:** 3 - 3½
- **KALAVOST:** nema.
- **LOM:** neravan do školjkast.
- **BOJA I CRT:** narančastocrven, tamno crvenkastosmeđ, gotovo crnosmeđ, razne nijanse tamnozelene. Crt je narančast, smeđastocrven ili žut.
- **SJAJ:** dijamantan, polumetaličan, voštan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundaran mineral u zonama oksidacije.
- **LOKALITETI:** Slovenija (Mežica), Kongo (Katanga),...



X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM) - GRUPA AMBLIGONITA

AMBLIGONIT – $(\text{Li,Na})\text{Al}(\text{PO}_4)_2(\text{F,OH})$

- KRISTALNI SUSTAV: triklinski
- KRISTALNI RAZRED: $\bar{1}$
- PROSTORNA GRUPA: $P\bar{1}$
- HABITUS: kristali su izometrični ili kratko stupićasti, s grubim plohama. Masivni ili škriljasti agregati.
- TVRDOĆA: $5\frac{1}{2}$ - 6
- KALAVOST: savršena po {100}, nesavršena po {001}, dobra po {110}, nejasna po {011}.
- LOM: neravan do školjkast.
- BOJA I CRT: bijel do sivkastobijel, bezbojan, žućkast, ružičast, žutosmeđ, zelenkast i plavičast. Crt je bijel.
- SJAJ: staklast do voštan.
- NAČIN POJAVLJIVANJA: u granitskim pegmatitima, visokotemperaturnim žilama.
- LOKALITETI: Njemačka (Saksonija), Italija (Elba),...



CRANDALLIT – $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \times \text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** heksagonski, triklinski
- **HABITUS:** kristali su sitni, kombinacije trigonske prizme i baze ili romboedra i baze. Često masivan, u obliku rozeta, ili sferulita.
- **TVRDOĆA:** 5
- **KALAVOST:** savršena po {0001}.
- **BOJA I CRT:** žuta, siva do bijela. Crt je bijel.
- **SJAJ:** mutan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundarni fosfat, a u podređenim količinama i u boksitima.
- **LOKALITETI:** BiH (boksiti istočne i zapadne Bosne), Njemačka (Hesse-Nassau),...



LIBETHENIT – $\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})$

- **KRISTALNI SUSTAV:** rompski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m 2/m 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** Pnnm
- **HABITUS:** kristali blago izduženi, prizmatski po kristalografskoj osi a, ili izometrični. Obično slabo razvijeni, mozaični i prutani.
- **TVRDOĆA:** 4
- **KALAVOST:** vrlo nejasna po {100} i {010}.
- **LOM:** neravan do školjkast.
- **BOJA I CRT:** svijetlo do maslinasto tamno zelen, ili tamno do crnozelen. Crt je svijetlije zelen.
- **SJAJ:** mutan do voštan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundarni mineral u zonama oksidacije.
- **LOKALITETI:** Rumunjska (Libethen kod Neusohla),...



X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM) - GRUPA APATITA

GRUPA APATITA

Alforsit $\text{Ba}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, Belovit-(Ce) $(\text{Sr,Ce,Na,Ca})_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$, Belovit-(La) $\text{Sr}_3\text{Na}(\text{La,Ce})(\text{PO}_4)_3(\text{F,OH})$, Deloneit-(Ce) $(\text{Ca,Sr})_3\text{NaCe}(\text{PO}_4)_3\text{F}$, Karbonat-fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{CO}_3\text{F}$, Karbonat-hidroksilapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{CO}_3\text{OH}$, Klorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, Fluorapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$, **Hidroksilapatit** $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, Piromorfit $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$, Stroncijum-apatit $(\text{Sr,Ca})_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH,F})$, Fermorit $(\text{Ca,Sr})_5(\text{AsO}_4)_3\text{F}$, Hedifan $\text{Pb}_3\text{Ca}_2(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$, Klinomimetit $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$, Johnbaumit $\text{Ca}_5(\text{AsO}_4)_3\text{OH}$, **Mimetit** $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$, Morelandit $(\text{Ba,Ca,Pb})_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$, Svabit $\text{Ca}_5(\text{AsO}_4)_3\text{F}$, Turneaureit $\text{Ca}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$, **Vanadinit** $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$

X.6.1. NIZ APATITA (KALCIJSKI FOSFATI)

X.6.2. NIZ PIROMORFITA (OLOVNI KLORIDI)

X.6.3. NIZ SVABITA (ARSENATI)

- Minerali unutar niza odlikuju se velikom mogućnošću izomorfniham zamjena, moguće su čvrste otopine u svim zamislivim omjerima.
- Vrlo značajne mogu biti i izomorfne zamjene velikih kationa (Ca, Pb, Ba i Sr sa elementima rijetkih zemalja – REE).



HIDROKSILAPATIT – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$

- **KRISTALNI SUSTAV:** heksagonski
- **KRISTALNI RAZRED:** 6/m
- **PROSTORNA GRUPA:** $P6_3/n$
- **HABITUS:** kristali su kratko ili dugoprizmatski. Ponekad pločasti po bazi. Može biti masivan, zrnat, kompaktni, sigast ili kao vlaknaste korice.
- **TVRDOĆA:** 5
- **KALAVOST:** nejasna po {0001}, u tragovima po {100}.
- **LOM:** školjkast.
- **BOJA I CRT:** bezbojan, morski zelen, zelen, plavozelen, sivozelen, ljubičastoplav, ljubičast, bijel, smeđ, mesnocrven, crven i plav. Crt je bijel.
- **SJAJ:** mutan do mastan, na plohama kristala i dijamantan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** najčešći fosfati, javljaju se u regionalno metamorfnim stijenama, a u mnogima dolaze kao akcesorni, u pegmatitskim žilama kao primaran, a najviše u sedimentima - fosforitima.
- **LOKALITETI:** Rusija (Sludjanka, Takovaja), Češka (Pisek),...



X.6. FOSFATI S DODATNIM ANIONIMA (UKLJUČIVO I VODOM) - GRUPA APATITA

HIDROKSILAPATIT – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$



MIMETIT – $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** heksagonski
- **KRISTALNI RAZRED:** 6/m
- **PROSTORNA GRUPA:** $P6_3/n$
- **HABITUS:** kristali su kratko ili dugoprizmatski s bazom. Ponekad igličasti. Može biti bubrežast s mozaičnim kristalima.
- **TVRDOĆA:** $3\frac{1}{2}$ - 4
- **KALAVOST:** u tragovima po {100}.
- **LOM:** poluškoljkast do neravan.
- **BOJA I CRT:** obično svijetložut, žućkastosmeđ, narančastožut, bijel ili bezbojan. Crt je bijel ili gotovo bijel.
- **SJAJ:** smolast do poludijamantan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundarni mineral u zonama oksidacije olovnih ležišta.
- **LOKALITETI:** Češka (Pribram), Rusija (Nerčinks),...



VANADINIT – $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** heksagonski
- **KRISTALNI RAZRED:** 6/m
- **PROSTORNA GRUPA:** $P6_3/n$
- **HABITUS:** kristali su prizmatski, ponekad skeletni, javljaju se u druzama, mogu biti igličasti. Rijetko u agregatima i koricama.
- **TVRDOĆA:** $2\frac{1}{2}$ - 3
- **KALAVOST:** nema.
- **LOM:** školjkast do neravan.
- **BOJA I CRT:** crven, narančastocrven, smečkastocrven, smeđ, žućkast, smeđastožut, bezbojan. Crt je bijel ili žućkast.
- **SJAJ:** smolast do poludijamantan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundarni mineral u zonama oksidacije olovnih ležišta.
- **LOKALITETI:** Zimbabwe, Rusija (Jekaterinburg),...



LAZULIT – $\text{MgAl}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$

- **KRISTALNI SUSTAV:** monoklinski
- **KRISTALNI RAZRED:** 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** $P2_1/c$
- **HABITUS:** kristali su obično šiljati dipiramidski. Može biti masivan do zrnat.
- **TVRDOĆA:** $5\frac{1}{2}$ - 6
- **KALAVOST:** jasna do dobra po {110}, jasna po {101}.
- **LOM:** neravan do iverast.
- **BOJA I CRT:** azurno do nebeskiplav, plavičastobijel i plavičastozelen. Crt je bijel.
- **SJAJ:** mutan.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** u granitskim pegmatitima, kremenim žilama, visoko metamorfoziranim stijenama.
- **LOKALITETI:** Austrija (Werfen), Švicarska (Zermatt),...



CHILDRENIT – $\text{FeAl}(\text{PO}_4)(\text{OH})_2 \times \text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** monoklinski, pseudorompski
- **HABITUS:** kristali su zdepasti, dipiramidskog izgleda, često u subparalalenom rastu i obliku rozeta.
- **TVRDOĆA:** 5
- **KALAVOST:** slaba po {100}.
- **LOM:** poluškoljkast.
- **BOJA I CRT:** smeđa do žutosmeđa, medena. Crt je bijedožut.
- **SJAJ:** poludijamantan do smolast.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** u hidrotermalnim žilama, i hidrotermalno izmijenjenim pegmatitima s fosfatima.
- **LOKALITETI:** Kosovo (Trepča), Velika Britanija (Cornwall),...



TURQUOIS – $\text{Cu}^{2+}\text{Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

- KRISTALNI SUSTAV: trikliniski
- KRISTALNI RAZRED: $\bar{1}$
- PROSTORNA GRUPA: $P\bar{1}$
- HABITUS: kristali su rijetki, mali, kratko stupićasti. Obično je masivan, u konkrecijama, sigama, žilicama i koricama.
- TVRDOĆA: 5 - 6
- KALAVOST: savršena po {001}, dobra po {010}.
- LOM: školjkast.
- BOJA I CRT: blistavoplav, nebeskoplav, plavičastozelen, zelen i zelnkastosiv. Crt je bijel ili zelenkast do svijetlozelen.
- SJAJ: poludijamantan do voštan.
- NAČIN POJAVLJIVANJA: sekundarni mineral u oksidacijskim zonama ili autometamorfoziranim stijenama.
- LOKALITETI: Iran (Ali-Mirsa-Kuh, Khorasan), Egipat (Sinaj),...



AUTUNIT – $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \times 10-12\text{H}_2\text{O}$

- **KRISTALNI SUSTAV:** tetragonski
- **KRISTALNI RAZRED:** 4/m 2/m 2/m
- **PROSTORNA GRUPA:** I4/mmm
- **HABITUS:** kristali su pločasti po bazi, četverostranog ili smerostranog presjeka. Obično u grupama ili družama, rasprešna zrna ili korice po primarnim mineralima urana.
- **TVRDOĆA:** 2 - 2½
- **KALAVOST:** savršena po {001}, nejasna po {100}.
- **LOM:** plastičan.
- **BOJA I CRT:** limunski do sumpornožuta, zelenkastožuta. Crt je žućkast.
- **SJAJ:** staklast do sedefast.
- **NAČIN POJAVLJIVANJA:** sekundarni mineral u oksidacijskim zonama uranskih ležišta.
- **LOKALITETI:** Francuska (Autun), Kongo (Katanga),...

