

molekuly, které jsou mezi sebou vzájemně spojeny určitým typem vazby nebo vazeb. Vzniklý tvar se obecně označuje jako **krystal**.

Vznik nerostů – nerostotvorné procesy:

Nerostotvorné procesy lze rozdělit do dvou skupin. Skupina **endogenních** nerostotvorných procesů a **exogenních** nerostotvorných procesů. Mezi endogenní procesy patří **magmatické, metamorfní a hydrotermální procesy**. Mezi exogenní patří **zvětrávání a sedimentace**. (Zimák, J., str. 91)

Krystalizace:

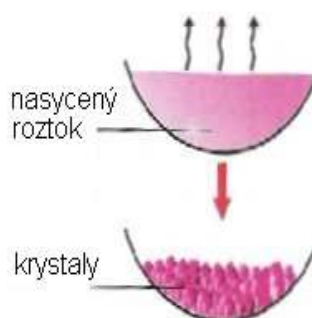
Krystalizace je **proces vzniku krystalů**. Jedná se o chemický děj, který může probíhat několika způsoby:

- ochlazením roztavené látky
- sublimací (přechod látky z pevného skupenství do skupenství plynného)
- krystalizací z přesyceného nebo nasyceného roztoku
- odpařením rozpouštědla

Obr. 1: Metody krystalizace.

A – pomalá krystalizace (volná krystalizace)

B – krystalizace odpařením



Krystalová mřížka:

Krystaly mohou mít různý tvar a velikost, což je způsobeno různým uspořádáním jejich **základních částic** (ionty, atomy, molekuly) a rozdílnými vazbami mezi nimi. Způsob uspořádání základních částic v krystalu se nazývá **krystalová mřížka**.

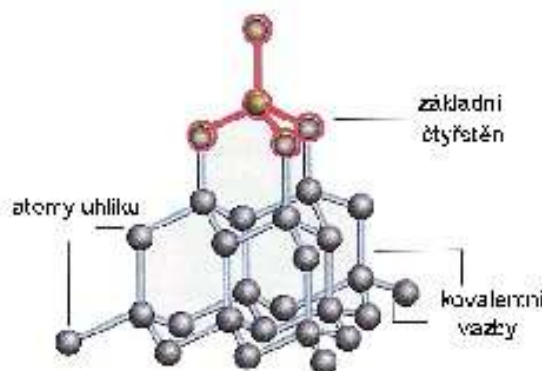
Typy krystalových mřížek:

1) atomová (kovalentní) krystalová

mřížka: je tvořena kovalentně vázanými atomy, tyto látky jsou

velmi tvrdé a mají vysoký bod tání a varu. Příkladem této struktury je diamant, ve kterém je každý atom uhlíku spojen

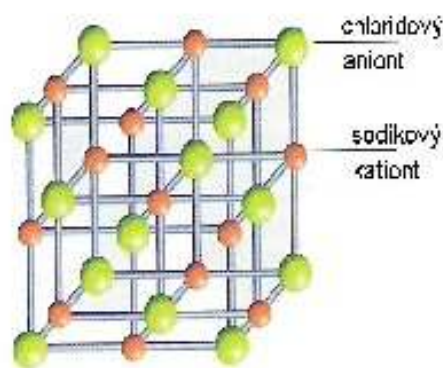
s dalšími čtyřmi atomy uhlíku. Celý krystal je tak tvořen jedinou molekulou. Podobně je tomu i u křemene, kde je každý atom křemíku spojen se čtyřmi atomy kyslíku a každý atom kyslíku se dvěma atomy křemíku.



2) iontová krystalová mřížka: je

u těch krystalů, kde jsou částice vázány iontovou vazbou. Ta vzniká mezi atomy, jejichž rozdíl elektronegativit je velký. Dochází ke vzniku tak silně polární vazby, že sdílené

elektrony patří téměř zcela elektronovému obalu atomu s vyšší elektronegativitou (z atomů vzniknou ionty). Příkladem je halit (kamenná sůl), kde jsou mezi sebou vázány chloridové anionty a sodíkové kationty. Celý krystal opět představuje molekulu. Iontové krystaly mají **vysoké teploty**



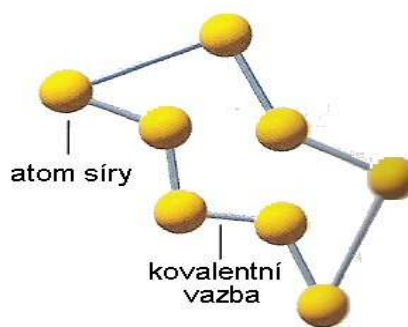
tání a varu, díky elektrostatickým silám, kterými jsou k sobě poutány ionty. Iontové krystaly jsou **velmi křehké**. Když dojde k posunu jednotlivých vrstev, a tak se k sobě přiblíží stejně nabitě ionty, dojde k vzájemnému odpuzování.

3) molekulová krystalová mřížka: je

tvořena molekulami. Navzájem jsou molekuly mezi sebou vázány mezimolekulárními silami (*van der*

Waalsovy, vodíkové vazby). Tyto

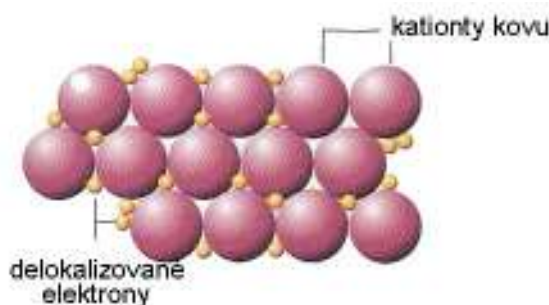
síly jsou jen velmi slabé, což je důsledkem nízkého bodu tání a varu těchto látek. Příkladem je síra.



4) kovová krystalová mřížka: se

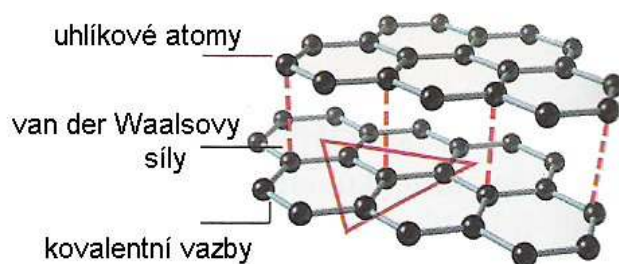
skládá z atomů kovů. Její specifickou vlastností je to, že elektrony (delokalizované) se pohybují po celé struktuře kovu a

uskutečňují tak kovovou vazbu. Díky těmto elektronům jsou kovy **dobrymi vodiči tepla a elektřiny**. Vrstvy atomů se mohou sunout jedna po druhé – **kujnost a tažnost kovů**.



Existují ještě krystaly tzv. **vrstevnaté**, které tvoří přechod mezi atomovými a molekulovými krystaly. Typickým příkladem je struktura grafitu. Atomy v jednotlivých vrstvách jsou spojeny kovalentní vazbou. Mezi vrstvami však působí van der Waalsovy síly. Toto je důsledkem vlastností grafitu – je měkký a snadno se otírá.

Obr. 2: Struktura grafitu.



Chemické vlastnosti nerostů:

Chemickým složením zemské kůry se zabývá vědní obor **geochemie**. Prvky, které vytvářejí nerosty a horniny, jsou v zemské kůře zastoupeny nerovnoměrně.

Chemické vlastnosti nerostů vyplývají z jejich chemického složení a ze struktury jejich krystalové mřížky. Při jejich zjišťování zkoušíme jejich rozpustnost ve vodě, reakci s kyselinami nebo hydroxidy. Ověřujeme zda se dají tavit ve zkumavkách, žíháme je nebo používáme jiná chemická činidla.

3.2 Fyzika

Fyzikální vlastnosti nerostů: (Zimák, J., str. 69 –79)

Fyzikální vlastnosti nerostů jsou odrazem struktury a chemického složení nerostů.

Barva – je způsobena pohlcením určitých vlnových délek světla dopadajícího na jejich povrch. Nerosty mohou být **bezbarvé** (křišťál), **barevné** (barva vzniká v tzv. chromoforech, což jsou atomy přechodných kovů, takový prvek je součástí chemického vzorce nerostu), **zbarvené** (to způsobují atomy přechodných prvků, které jsou obsaženy jen ve stopovém množství a neuvádějí se v chemickém vzorci), **zdánlivě barevné** (barva je způsobena lomem, odrazem světla, ohybem).

Vryp – je barva prášku nerostu, která se zjišťuje rozetřením nerostu na porcelánové destičce.

Lesk – je optická vlastnost, která souvisí s odrazem světla od nerostů. Čím větší část světla je od nerostu odražena, tím intenzivnější je jejich lesk. Rozlišujeme dva základní typy lesku – kovový a nekovový. **Kovový** lesk mají ryzí kovy, většina sulfidů. **Nekovový** lesk je velmi rozmanitý a blíže se dá rozlišit na diamantový, skelný, mastný, perleťový, hedvábný nebo matný.

Prostupnost světla – je u různých minerálů různá. **Průhledné** minerály propouštějí světlo i velmi silnou vrstvou. **Průsvitné** minerály propouštějí světlo hůře, často jen ve velmi tenké vrstvě. **Neprůhledné** minerály nepropouštějí světlo ani v tenkých vrstvách.

Tvrдост – je odpor nerostů vůči vnikání cizího tělesa. Tvrдост minerálu závisí především na jeho struktuře, ovlivňují ji poruchy, které mohou vzniknout v krystalové struktuře. K určení tvrdosti se tradičně používá **Mohsova stupnice tvrdosti**. Platí, že tvrdší minerál rýpe do hladkého povrchu minerálu měkčího a že tomu nikdy není naopak.

1	mastek
2	halit
3	kalcit
4	fluorit
5	apatit
6	ortoklas (živec)
7	křemen
8	topaz
9	korund
10	diamant

Hustota – lze ji definovat jako číslo, které **udává kolikrát je určitý objem minerálu těžší než stejný objem destilované vody při 4 °C**. Hustota minerálů závisí na jejich struktuře a chemickém složení.

Tavitelnost – je schopnost minerálů přecházet z pevného skupenství do skupenství kapalného. Teplota, při které **dochází k přechodu mezi skupenstvím pevným a kapalným** se označuje jako bod tání. Jeho hodnota je závislá na struktuře a chemickém složení látek.

Štěpnost a lom – je to **schopnost krystalů se štípat** (praskat) **podle určitých rovin**. Plochy štěpnosti jsou často rovnoběžné s krystalovými plochami. Při porušení soudružnosti krystalické látky se tvoří lomné plochy, které jsou typické pro amorfni (beztvaré) minerály.

Magnetismus – některé nerosty vychylují magnetickou střílku kompasu, magnetické minerály (magnetit).

Piezoelektrina – se objevuje u krystalů, které nemají střed souměrnosti. Při mechanickém namáhání takového krystalu na něm dochází k vytvoření elektrického náboje a elektrického napětí na povrchu krystalu. Př. křemen.

Pyroelektrina - se objevuje u krystalů, které nemají střed souměrnosti. Ke vzniku dochází při zahřívání nebo ochlazování pyroelektrického krystalu. Př. skryl.

Tuhost – zkoušíme úderem a mechanickým namáháním na ohyb. Při úderu se některé nerosty deformují bez porušení, lze je roztepat až na plíšek. Takové nerosty označujeme jako kujné.

Nerosty, které se úderem rozsypou na prášek jsou jemné. Jako křehké označujeme ty, které se rozletí na kousky.

Využití některých nerostů v technice:

Elektrotechniku, optiku, radiotechniku, vojenskou techniku, mechaniku nezajímají minerály nebo drahé kameny kvůli kráse, ale pro jejich pozoruhodné vlastnosti, jakými jsou tvrdost, stálost v různém prostředí, elektrická vodivost apod.

- Jednou z krystalických forem uhlíku je diamant, který je nejtvrdší známou látkou. Používá se v průmyslu při vrtání a broušení těch nejtvrdších kovů.
- Grafit, což je další forma uhlíku, je narozdíl od diamantu velmi měkký a jednotlivé vrstvy po sobě kloužou a otírají se. Používá se často jako mazivo nebo na psaní.
- Jednoduchý laser může být tvořen válcovým krystalem rubínu, který je na konci postříbřen, a tím vzniká zrcadlo. Druhý konec krystalu je postříbřen jen částečně nebo má uprostřed otvor, takže část světla odráží a část propouští. Kolem krystalu je obtočena blesková výbojka. Rubínový laser může vytvářet pouze krátké záblesky laserového světla. Lasery se používají v mnoha aplikacích (lékařství, telekomunikace, hologramy). (Clark, J.O.E., str. 56, 57)
- Široké uplatnění nalézají korundy v hodinářství. Dobře známé jsou výrazy „hodinky se 17 (23) kameny“. Tyto kameny v hodinkách nejsou nic jiného než rubínová ložiska, v nichž se otáčejí osy ozubených koleček. Tyto načervenalé rubíny lze spatřit pod víčkem hodinek. Kvalita náramkových nebo kapesních hodinek závisí především na tom, kolik ozubených koleček se otáčí na rubínových kuličkových ložiscích, takže rubínové kameny určují trvanlivost hodinek. (Sobolevskij, V., str.202)
- Umístíme-li kvalitní krystal křemene do elektrického pole, začne vibrovat v konstantní frekvenci. Je to vlastnost, která našla četné použití jak u výrobků spotřební elektroniky tak v průmyslu. (Cacutt, L., str.53)
- K umělému vyvolání deště se používají malá množství jodidu stříbrného, rozptýleného z letadla do mraků. (Cacutt, L., str.37)

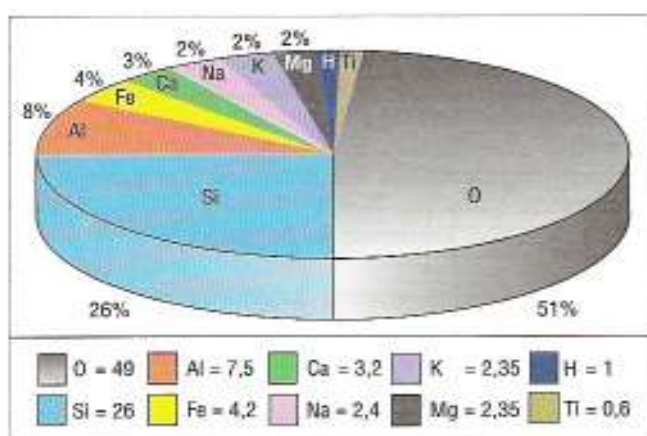
3.3 Zeměpis

Nerosty v zemské kůře:

Nerosty se vyskytují v zemské kůře jako:

- a) **krystalované** – na jejich povrchu jsou **okem patrné krystalové tvary** (plochy, hrany a vrcholy)
- b) **krystalické** – krystaly jsou drobné, nedokonale vyvinuté, jednotlivé plochy, **hrany a vrcholy krystalů nelze zrakem bezpečně určit**, tvoří tzv. **krystalické agregáty**
- c) **beztvaré (amorfní)** – mají **nepřavidelné uspořádání stavebních částic** (atomů, iontů, molekul), a nevytvářejí tedy ani drobné krystaly.

Graf zastoupení prvků v zemské kůře:



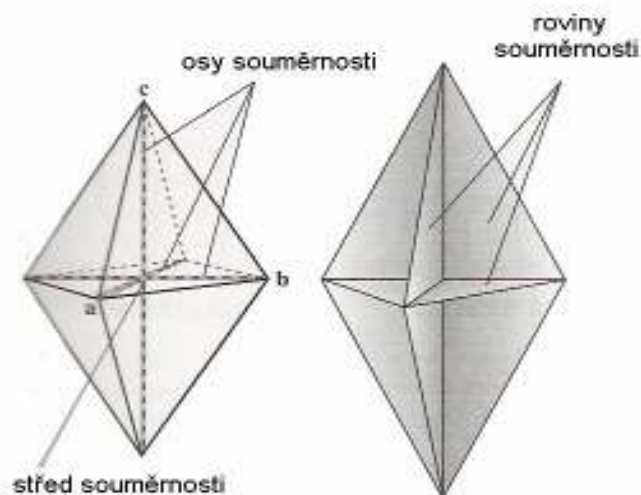
3.4 Biologie

Krystal je geometrické těleso omezené krystalovými plochami, které se stýkají v hranách, a ty se sbíhají ve vrcholech. Na krystalech můžeme pozorovat určitou souměrnost:

- 1) **rovina souměrnosti** – můžeme jí proložit krystal tak, aby vznikly dvě zrcadlově shodné poloviny
- 2) **osa souměrnosti** – prochází středem krystalu, krystal se kolem ní otáčí o 360°. Podle toho, kolikrát se krystal objeví v poloze shodné s výchozí polohou, rozlišujeme dvoj-, troj-, čtyř- a šesti-četnou osu souměrnosti.
- 3) **střed souměrnosti** – je bod (střed krystalu obvykle), od kterého jsou stejnocenné body opačných stran krystalu stejně vzdáleny.

Podle počtu prvků souměrnosti se krystalové tvary řadí do sedmi krystalových soustav.

Obr. 3: Prvky souměrnosti.



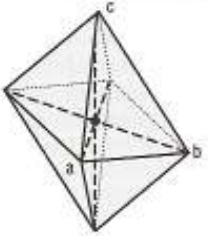

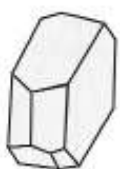
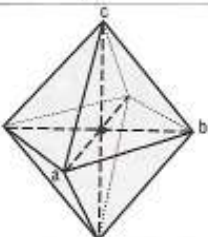


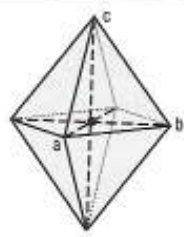


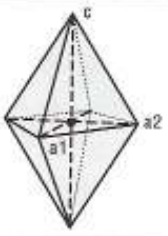

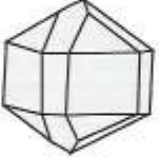
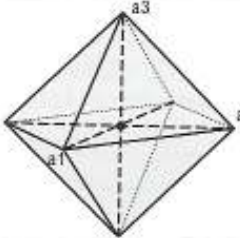
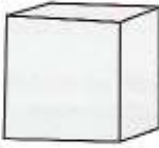

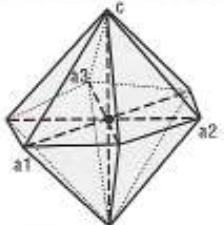

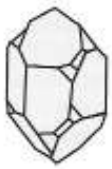
Osní kříž: (Černík, V. et al, str. 9)

Bod v prostoru lze určit pomocí tří souřadnic. V krystalu si můžeme představit přímky, které procházejí středem krystalu a směřují **shora dolů – osa c (vertikála), zprava doleva – osa b (pravolevá), zepředu dozadu – osa a (předozaďní)**. Tyto přímky tvoří osní kříž.

Přehled krystalových soustav: (Černík, V. et al, str. 9)

soustava	soustava	osa	vzájemná poloha os
trojklonná	triklinická	a, b, c	Nesvírají pravý úhel
jednoklonná	monoklinická	a, b, c	$b \perp c$, $a \perp b$
kosočtverečná	rombická	a, b, c	svírají pravý úhel
čtverečná	tetragonální	a_1, a_2, c	svírají pravý úhel
krychlová	kubická	a_1, a_2, a_3	svírají pravý úhel
šesterečná	hexagonální	a_1, a_2, a_3, c	Osy a svírají úhel
klencová	trigonální	a_1, a_2, a_3, c	60° s osou c svírají úhel 90°

Obr. 4: Krystalové soustavy.

KRYSTALOVÉ SOUSTAVY			
TROJKLONNÁ		 modrá skalice	 plagioklas
JEDNOKLONNÁ		 sádrovec	 augit
KOSOČTVEREČNÁ		 síra	 baryt
ČTVEREČNÁ		 zirkon	 cínovec
KRYCHLOVÁ		 sůl kamenná	 pyrit
ŠESTEREČNÁ A KLENCOVÁ		 kalcit	 křemen

Mineralogický systém: (Matyášek, J., str. 3-8)

- I. třída: prvky
- II. třída: sulfidy a příbuzné sloučeniny
- III. třída: halogenidy
- IV. třída: oxidy a hydroxidy
- V. třída: nitráty, karbonáty, boráty
- VI. třída: sulfáty a příbuzné sloučeniny
- VII. třída: fosfáty, arsenáty, vanadáty
- VIII. třída: silikáty
- IX. třída: organické substance

Zástupci jednotlivých tříd: (Matyášek, J.)

I. třída : prvky

měď (Cu):

- krystaluje v soustavě kubické
- měděně červená barva, oxiduje na vzduchu na červenohnědou s nazelenalým zbarvením
- kovový lesk
- hustota 9 g/cm^3
- kujná, tažná, vede teplo a elektřinu
- tvrdost 2,5 – 3
- vznikla krystalizací z horkých roztoků
- rudná ložiska (Příbram, Jáchymov)
- význam: elektrotechnika, slitiny, krytiny, okapy, nádoby

stříbro (Ag):

- krystaluje v soustavě kubické
- stříbřitě bílá barva se oxiduje a mění se na žlutou až černou (Ag_2S)
- kovový lesk, stříbřitě bílý vryp
- kujné, tažné, nejlepší vodič tepla a elektřiny
- hustota $10,1 - 11,1 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 2,5 – 3
- rudná ložiska (Kutná Hora, Příbram, Jáchymov)
- význam: mincovnictví, klenotnictví, elektrotechnika, fotografie, lékařství

zlato (Au):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva závisí na množství příměsí (minimální příměsy – zářivě zlatožlutá barva, s obsahem stříbra světlejší, s vysokým obsahem stříbra téměř bílé a s obsahem mědi do červena)
- kovový lesk, žlutý vryp
- nejdokonaleji kujný a tažný kovový minerál (lze vytepat do tak jemných plíšků, že je jich 100 000 na 1mm)
- hustota 19,3 g/cm³
- chemicky inertní (rozpouští se pouze v lučavce královské)
- se rtutí tvoří amalgám
- tvrdost 2,5 – 3
- rudná ložiska, říční náplavy, (Jílové u Prahy, Příbram, Zlaté Hory)
- význam: podklad měny, mincovnictví, klenotnictví, elektrotechnika, lékařství

platina (Pt):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva ocelově šedobílá
- kovový lesk, šedý vryp
- hustota 21,5 g/cm³
- tvrdost 4 – 4,5
- výborný vodič tepla a elektřiny
- dokonale kujná
- největší ložiska výskytu v Rusku, Kanadě, JAR
- význam: klenotnictví, chemii, katalyzátor, lékařství, elektrotechnika

železo (Fe):

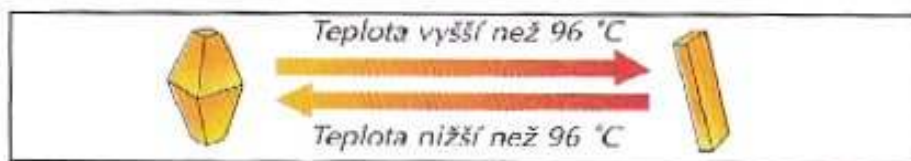
- krystaluje v soustavě kubické
- barva ocelově šedá
- kovový lesk, šedý vryp
- hustota 7,8-8,2 g/cm³
- tvrdost 4 – 4,5
- největší ložiska výskytu pobřeží Grónska, USA, Ukrajina
- význam: prakticky nemá, veškeré železo se taví z železných rud

rtuť (Hg):

- jediný kapalný minerál v přírodě
- krystaluje v klencích
- barva cínově bílá
- tvoří amalgám
- hustota $13,6 \text{ g/cm}^3$
- výborný vodič tepla a elektřiny
- získává se z cinabaritu, u nás tvoří kapky na Dědově hoře u Hořovic a v Radnicích
- největší ložiska výskytu jsou v Idriji (Slovinsko), Kalifornie, Peru, Japonsko
- význam: extrakce kovů z rud, do fyzikálních přístrojů, k výrobě barviv

síra (S):

- v přírodě se vyskytuje v soustavě romboické a monoklinické (liší se teplotou vzniku)



- prudkým ochlazením roztavené síry vzniká síra amorfní
- velmi křehká
- barva světle žlutá až medově hnědá
- lesk na krystalových plochách diamantový, vryp žlutobílý
- špatný vodič elektřiny
- hustota $2,1 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 1,5 – 2
- vzniká sopečnou činností, sedimentačními a biochemickými procesy
- u nás drobné výskyty u Františkových lázní, Mariánských lázní, ve světě hlavně ve Francii
- význam: základní surovina chemického průmyslu (kyselina sírová, vulkanizace kaučuku, zápalky, postřiky)

uhlík (C):

- grafit – tuha je nejrozšířenější přírodní modifikací uhlíku v přírodě

- krystaluje v soustavě hexagonální a trigonální (vzácnější)
- barva černá až ocelově šedá
- vryp černý až šedočerný, kovový lesk
- hustota 2,1-2,3 g/cm³
- výborný vodič tepla a elektřiny
- tvrdost 1
- u nás se vyskytuje u Českého Krumlova a Týna nad Vltavou, významnější výskyty jsou v Rusku, Finsku, Francii, USA
- význam: výroba žáruvzdorných tavicích kelímků, barviv, leštidel, gumy, tužek, slouží jako pohlcovač neutronů v jaderných reaktorech
- diamant je kubickou modifikací uhlíku
- tvrdost 10
- silný diamantový lesk
- v čistém stavu je většinou bezbarvý nebo slabě zbarvený (žlutá, červená, zelená, hnědá, šedá, modrá), unikátní barvy jsou sytě modrá a sytě červená, vyskytují se i černá formy
- hustota 3,5 g/cm³
- dobrý vodič tepla, špatný vodič elektřiny
- spalitelný při 850 °C
- zahřáním ve vakuu na 1000 °C se mění v grafit
- nejcennější drahý kámen, hmotnost se udává v karátech (1 karát = 0,2g)
- cena diamantu se uplatňuje v brilantech – tj. Diamant po brilantovém brusu
- vzniká krystalizací uhlíku při vysokém tlaku (6,3 – 9,5 GPa) a teplotě (300 °C)
- u nás byly nalezeny 2 v Českém středohoří, hlavní naleziště jsou v JAR, Namibii, Zaire, Sibiř, Indie, Brazílie
- význam: jen asi 25 % je zpracováno jako drahokamový materiál, zbytek se zužitkovává v průmyslu (vrtání, řezání, broušení, leštění)

II. třída: sulfidy

pyrit (Fe₂S):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva mosazně žlutá
- vryp hnědavě nebo zelenavě černý, vysoký kovový lesk

- hustota 4,9-5,2 g/cm³
- tvrdost 6 – 6,5
- výskyt: Jílové u Prahy, Kutná Hora, Jáchymov, dále pak Kypr, Mexiko, Švédsko, Itálie
- význam: surovina pro výrobu kyseliny sírové

galenit (PbS):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva ocelově šedá
- silný kovový lesk, černošedý vryp
- hustota 7,2-7,4 g/cm³
- tvrdost 2 - 3
- výskyt: u nás na Jihlavsku, Havlíčkovobrodsku, dále ve Švédsku, Polsku, Rumunsku, Bulharsku
- význam: Pb – ruda

sfalerit (ZnS):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva hnědá, skořicová, žlutá, šedavě až modravě černá
- špatný vodič elektřiny
- hustota 3,9-4,1 g/cm³
- tvrdost 3,5 - 4
- výskyt: u nás (Příbram, Stříbro), významná naleziště v Rumunsku, Španělsku, na Sibiři
- význam: hlavní Zn – ruda a surovina k výrobě sloučenin zinku, zinková běloba

III. třída: halogenidy

halit (NaCl):

- krystaluje v soustavě kubické
- čirý, dobře průhledný
- příměsi mohou způsobovat šedé, načervenalé nebo hnědé zbarvení, zajímavé je modré zbarvení, které mizí mírným zahřáním
- bílý vryp, skelný lesk
- hustota 2,1-2,3 g/cm³
- tvrdost 2

- výskyt: v mořských a jezerních sedimentech, u nás tvoří solné krápníky v dolech na Ostravsku, ve světě poskytuje velká ložiska záliv Kara-Bogaz v Kaspickém moři, Rakousko, SRN, Švýcarsko
- význam: potravinářství, chemický průmysl, sklářství, keramika, z krystalů se vyrábí optické čočky na práce s UV paprsky, které propouští lépe než čočky křemenné.

fluorit (CaF_2):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva fialová, zelená, žlutá až hnědá
- hustota $3,18 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 4
- výskyt: Harrachov, Krásná Lípa, SRN, Anglie, Francie
- význam: důležitá surovina pro hutnictví, výroba speciálních skel, keramika, emaily, glazury, chemický a chladírenský průmysl, krystaly se brousí na optické čočky na UV paprsky

IV. třída: oxidy, hydroxidy

led (H_2O):

- krystaluje v soustavě hexagonální
- hustota $0,917 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 1,5

korund (Al_2O_3):

- krystaluje v soustavě trigonální
- barva je proměnlivá, obecný korund je šedý, hnědavý, nažloutlý, namodralý, nejvzácnější odrůda je rubín (červená barva, zbarven Cr), hojnější safír (modrá barva, Ti), bezbarvá odrůda je leukosafír
- hustota $4,0-4,1 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 9
- výskyt: Pokojovice, Třebíč, Drahonín, nejstarší ložiska safíru jsou na Srí Lance, nejvíce se dnes těží v Austrálii, nejlepší rubíny jsou z Barmy a Srí Lanky
- význam: abrazivní materiál pro svou tvrdost, drahokamové odrůdy v klenotnictví

hematit (Fe_2O_3):

- krystaluje v soustavě trigonální

- barva šedá až černá
- hustota $5,3 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 6 – 6,5
- výskyt: Praha, Plzeň, Krušná Hora u Hudic, USA, Kanada, Nigérie
- význam: Fe-ruda, výroba barviv, brusivo

limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$):

- barva hnědá až černá
- hustota $2,7-4,3 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 4 - 5
- výskyt: Písek, Maršíkov, Nová Ves u Rýmařova, Francie, Krym, USA
- význam: Fe-ruda

křemen (SiO_2):

- krystaluje v soustavě trigonální (do teploty 573°C), hexagonální (do 870°C)
- barva nejvíce šedá a bílá
- odrůdy křemene: křišťál (čirý, bezbarvý), záhněda a morion (hnědé až černé), ametyst (fialový), citrín (žlutý), chalcedon (jemně vláknitý křemen, nevytváří krystaly, výrazně zbarvené odrůdy dostaly názvy: kameol – červený, chryzopras – průsvitný, jaspis – červená, zelená, okrová, heliotrop – zelený jaspis s červenými skvrnami), achát, opál
- hustota $2,65 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 7
- výskyt: křišťál (Žulová, Hrubý Jeseník, Madagaskar, Brazílie), ametyst a záhněda (Dolní Bory, Dražice u Tábora, Japonsko), achát (světoznámé naleziště z Kozákova)
- význam: krystalovaných křemenů se využívá v radiotechnice, optice, polodrahokamy a ozdobné kameny v klenotnictví, křemen a křemenný písek a štěrk ve stavebnictví, křemen je základní horninotvorný minerál

uranit (UO_2):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva černá až černohnědá
- hustota $7,5-10,6 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 4 - 6
- výskyt: Jáchymov, Příbram, Dolní Rožínka, JAR, Zaire, Niger, Gabun, Francie
- význam: uranová ruda, lékařství, energie, zbrojní průmysl, výroba barviv a mořidel

magnetit (Fe_3O_4):

- krystaluje v soustavě kubické
- barva železně černá
- hustota $5,17 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost $5,5 - 6,5$
- výskyt: Kutná Hora, Malešov, světová naleziště jsou ve Švédsku, Francii, na Urale
- význam: nejušlechtlejší Fe-ruda

V. třída: nitráty, karbonáty, boráty

nitronatrit (NaNO_3 – chilský ledek) a nitrokalit (KNO_3 – draselný ledek) slouží jako hnojivo v zemědělství, dnes se vyrábí již synteticky

kalcit (CaCO_3):

- krystaluje v soustavě trigonální
- barva bílá, šedá, žlutavá, hnědá, růžová, nazelenalý, světle modrý, bezbarvý
- hustota $2,71 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost 3
- výskyt: Moravský a Český kras, Jesenicko, okolí Brna, Prahy, klasické lokality jsou ve Švédsku, SRN, Rusku
- význam: polarizační přístroje, klenotnictví, průmysl, stavební materiál

soda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$):

- krystaluje v soustavě monoklinické
- barva bílá, šedá, nažloutlá nebo bezbarvá
- hustota $1,44 \text{ g/cm}^3$
- tvrdost $1 - 1,5$
- výskyt: sedimenty solných jezer, Egypt, Mongolsko, Čína
- význam: chemický průmysl, potravinářství, lékařství

VI. třída: sulfáty a příbuzné sloučeniny

chalkantit ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ – modrá skalice), melanterit ($\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ – zelená skalice) a goslarit ($\text{Zn SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ – bílá skalice) se používají v chemickém průmyslu k výrobě barviv

sádrovec ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$):

- krystaluje v soustavě monoklinické
- barva bílá, šedá nebo je bezbarvý
- hustota $2,3 \text{ g/cm}^3$

- tvrdost 1,5 - 2
- výskyt: okolí Prahy, jižní Morava, Polsko, SRN, Rakousko
- význam: stavebnictví, zdravotnictví, výroba barviv, emailů a glazur

VII. třída: fosfáty, arsenáty, vanadáty

apatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl})$):

- krystaluje v soustavě hexagonální
- barva bílý, nazelenalý, namodralý, nažloutlý, bezbarvý
- hustota 3,2 g/cm³
- tvrdost 5
- výskyt: Písek, Dolní Bory, Rožná, USA, Afrika, Rusko
- význam: zbarvené odrůdy se zpracovávají jako ozdobné kameny, výroba umělých hnojiv, keramika

VIII. třída: silikáty

zirkon (Zr SiO_4):

- krystaluje v soustavě tetragonální
- barva žlutá, zelená, modrá, červená, hnědá, bezbarvý
- hustota 4,6-4,7 g/cm³
- tvrdost 7,5
- výskyt: Český Krumlov, Dobrá Voda u Velkého Meziříčí, hlavní drahokamová ložiska jsou v Brazílii, Indii, Austrálii
- význam: klenotnictví, výroba barviv

olivín ($\text{Mg,Fe}_2(\text{SiO}_4)$):

- krystaluje v soustavě rombické
- barva olovově zelená, hnědá až černá
- hustota 3,2-4,4 g/cm³
- tvrdost 7
- výskyt: Staré Ransko, Beskydy, ostrov Topazos v Rudém moři, SRN, Kanárské ostrovy
- význam: klenotnictví, slévárenství

lepidolit $\text{KLi}_{1,5}\text{Al}_{1,5}[(\text{OH},\text{F})_2][\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$:

- krystaluje v soustavě monoklinické
- barva zelená, růžová, fialová
- tvrdost 2,5 – 4
- hustota 2,8-2,9 g/cm³
- výskyt: Rožná u Bystřice nad Pernštejnem (poprvé objeven v roce 1792, nejznámější moravský minerál), dále v Sasku, Švédsku, na Urale, Madagaskar, Kanada, USA
- význam: surovina pro výrobu Li –solí

slídy:

- krystalují v soustavě monoklinické
- barva černá (tmavá slída – biotit), bezbarvá, šedá (světlá slída – muskovit)
- biotit: hustota 2,7-3,4 g/cm³
- muskovit: hustota 2,8 g/cm³
- tvrdost 2,5 - 3
- výskyt: biotit (Horní Dvořiště, Švédsko, Francie), muskovit (Písek, Sušice, JAR, Brazílie, USA)
- význam: biotit (praktický význam nemá), muskovit (elektrotechnika, barviva, keramika)

živce:

- krystalují v soustavě triklinické (sodno-vápenatý), monoklinické (draselný)
- barva bezbarvé nebo bílé, šedé, nažloutlé, podle příměsí mohou být i do červena, namodralé
- tvrdost 6
- výskyt: Písek, Dolní Bory, Francie, Norsko, Švédsko
- význam: horninotvorné minerály, porcelán

IX. třída: organické substance

jantar:

- amorfni minerál
- barva světle žlutá, žlutozlatá až do červena
- hustota 1-1,1 g/cm³
- tvrdost 2 – 2,5
- výskyt: pobřeží Baltského moře, Litva, Lotyšsko, Estonsko, Polsko
- význam: šperky, umělecká výroba, elektroizolační materiál v chemickém průmyslu

3.5 Co prozradily moudré knihy?

Které minerály jsou nejcennější?

Drahokamy jako diamanty, rubíny, safíry a smaragdy jsou odnepaměti nejvíce ceněnými nerosty. Zlato a stříbro jsou drahé kovy a v přírodě se vyskytují pouze v podobě prvků, nikoli vázané v nerostech. (Fales, I. et al, str. 197)



Kdy se začali vyrábět šperky?

Už od doby kamenné se drahokamy používají pro výrobu ozdobných šperků a klenotů. Jejich krása předurčuje jejich vysokou cenu. (Fales, I. et al, str. 197)

Může nějaký vzácný kámen udělat člověka neviditelným?

Lidé často přisuzovali drahokamům nadpřirozené schopnosti. Opál zabalený v listu jírovce způsoboval podle středověkých učenců neviditelnost. Je to samozřejmě nesmysl. (Fales, I. et al, str. 197)

Jaké známe formy uhlíku?

V současné době je to pět forem: grafit, diamant, fullereny, nanotrubičky a magnetický uhlík.

Který nerost je nejtvrdší?

Diamant je vzácnou formou uhlíku. Vzniká ve velkých hloubkách Země pod velkým tlakem. Je to nejtvrdší přírodní látka.

Co je jantar?

Jantar je ztuhlá pryskyřice stromů. V lepkavé pryskyřici často uvízly živočichové, a jak tato hmota postupně tvrdla, těla hmyzu neprodyšně obalila, takže tyto organismy zůstaly dokonale zachovány. (Fales, I. et al, str. 198)

Které nerosty jsou užitečné?

Téměř všechny nerosty jsou užitečné. Některých je v přírodě dostatek, ale některých výrazně ubývá, a proto musel člověk začít recyklovat odpady, aby šetřil přírodní bohatství. Tento přístup je naprosto nezbytný, neboť jinak bychom mohli naši planetu nenávratně zdevastovat. (Fales, I. et al, str. 198)

Který je největší diamant na světě?

Největší surový diamant měl 3106,00 karátů, jmenuje se Cullinan, byl nalezen v roce 1905 v jižní Africe. (Hallová, C., str. 19)

Co jsou měsíční kameny?

Měsíční kameny jsou nerosty, které podle různých mytologií symbolizují měsíce v roce a ovlivňují osoby v tom kterém měsíci narozené. Například granát je symbolem ledna, rubín symbolem července. (Fales, I. et al, str. 197)

Přehled měsíčních kamenů: (Hallová, C., str. 26)

měsíc	barva	kámen
leden	tmavočervená	granát
únor	purpurová	ametyst
březen	bleděmodrá	akvamarín
duben	čirá	diamant
květen	jasná zeleň	smaragd
červen	smetanová	perla
červenec	červená	rubín
srpen	světlezelená	olivín
září	tmavomodrá	safír
říjen	různobarevná	opál
listopad	žlutá	topas
prosinec	blankytná modř	tyrkys

Existuje něco tvrdšího než diamant?

Ano, je to umělý super tvrdý diamant, který se podařilo vyrobit v geofyzikální laboratoři ve washingtonském Garnegieho ústavu. Vědci ostřelovaly směs vodíku a methanu nabitými částicemi a plazmou. Vzniklé krystalické atomy vodíku zahřívali na 2000 °C za tlaku až 70 atmosfér. Výsledkem byly krystaly daleko tvrdší než přírodní i umělé diamanty. Mimořádnou tvrdost má podle všeho na svědomí menší množství poruch

krystalické mřížky, které bezpochyby snižují pevnost všech materiálů. (časopis 21. Století, podzim 2004)

Mohou diamanty existovat v kapalně podobě?

Mohou, ale jen tehdy, když je uhlík vystaven velkému tlaku – milionkrát vyššímu, než je dnes při povrchu Země, a teplotě blízké teplotě slunečního povrchu. Tyto podmínky byly splněny na úsvitu naší Země, kdy to byla rozžhavená planeta. Potvrdil to holandský vědec Everet Jan Meier se svým týmem. Během experimentu, kdy teplota a tlak natolik klesly, začaly se kapalně struktury uhlíku proměňovat v pevné diamanty. (časopis 21. Století, podzim 2004)

Je reálná reprodukce dinosaurů jako v Jurském parku?

Čas od času se ve vědeckých kruzích objevují teorie, podle nichž už bude mít během několika let genetika

takové možnosti, že by se mohla pokusit o reprodukci dávno vyhynulých organismů.

Vědcům se už například podařilo rekonstruovat geny bakterií, žijících před miliony let. Podle odborníků z anglické University of Reading



jde jen o vypracování genetické mapy dinosauřích potomků, tedy ptáků, a zasazení příslušného genu například do kuřecího vejce. Pak už budou jen čekat, co se jim vylíhne za nestvůru. (časopis 21. Století, podzim 2004)

Existují tekuté krystaly?

Setkáváme se s nimi stále častěji, a to v plochých LCD displejích, které nahrazují v současnosti nejen počítačové monitory, ale i televizní obrazovky.

Jsou tvořeny molekulami, u kterých jeden rozměr výrazně převyšuje všechny ostatní, takže připomínají jakési tyčinky. (časopis 21. Století, podzim 2004)

Jaký je rozdíl mezi 24 karátovým a 14 karátovým zlatem?

24 karátové zlato je nejčistší (čistý mincovní kov). 14 karátové zlato se skládá z 14 dílů zlata a 10 dílů mědi. (Cacutt, L., str. 35)

Kolik soli člověk spotřebuje?

Každý člověk na Zemi sní v průměru 7,5 kilogramů soli za rok. (Cacutt, L., str. 45)

Co je to zkamenělé dřevo?

V době před 20 – 200 milióny let před naším letopočtem, vlivem přírodních katastrof, byly rozvráceny lesní porosty a spolu s vodním tokem se dostaly do zátok, kde byly překryty vrstvou sedimentů. Přes ty pronikaly křemíkem nasycené vodné roztoky a nahradily organické sloučeniny v pletivech stromů. Zkamenění = nahrazení organických látek oxidem křemičitým. Nejslavnější naleziště prokřemenělých dřev je Zkamenělý les v Holbrook v Arizoně.

3.6 Gemologie

Gemologie - tímto názvem je označována **věda o drahých kamenech**. Členění drahých kamenů není jednoznačné. Z mineralogického systému se vyčleňují pro svou použitelnost ve šperkařství a pro dekorativní účely. Mezi drahé kameny řadíme i organické látky jako perly, korály a jantar.

Většina drahých kamenů vzniká díky geologickým procesům probíhajícím v zemské kůře za vysoké teploty a tlaku. Aby minerál mohl vytvořit pěkný krystal, potřebuje kromě základních geologických podmínek i volný prostor ke svému růstu. Horniny jsou obvykle velmi kompaktní a minerály, které v nich

vznikají mají nepravidelný tvar. Tvarem téměř ideální krystaly drahých kamenů se tvoří v puklinách a jiných dutých prostorách zemské kůry.

Vzhledem k tomu, že mnohá přírodní naleziště jsou již téměř vyčerpána, vyrábějí se mnohé minerály uměle (synteticky). Další příčinou je ta okolnost, že kvalita přírodních krystalů mnohdy neodpovídá technickým požadavkům. Přírodní krystaly bývají malé, s prasklinami, vrostlicemi nebo jsou příliš drahé. Při umělém pěstování krystalů v přístrojích, se vytvářejí tytéž fyzikálně chemické podmínky, které jsou charakteristické pro přírodní procesy.

Minerály dříve a nyní – pravda nebo jen mýty:

Korál – kdysi domek, nyní šperk

V teplých mořích žijí drobní živočichové – polypy. Mají měkké tělo, a proto si z mořské vody, která je bohatá na soli (uhličitan vápenatý), vytvářejí pevnou schránku jako ochranu těla. Schránka je tedy tvořena uhličitanem vápenatým. Miliony a miliony těchto schránek dohromady tvoří korálové útesy. Noví polypy si staví své domečky na zbytcích těch, které zanechaly předkové.

Korál se využívá jako atraktivní ozdoba již tisíc let (provrtané korále, náhrdelník z korálových úlomků). Tvarů a barev korálů je celá řada. Existují bílé, růžové a méně často i modré a černé formy korálů.

Černý korál, nazývaný akabar, zdobil malajské dýky. Korálu byly připisovány zázračné vlastnosti. Měl poskytovat ochranu před vzteklinou, zastavovat krvácení, léčit dnu a chránil před všudypřítomným ďáblovým okem.

Velikou hrozbou pro korály je samozřejmě vliv člověka (oteplování planety, znečišťování oceánů, sběr korálů pro výrobu šperků). Korál je však na některých útesech vystaven daleko větší hrozbě a sice „trnové koruně“, což je označení jednoho druhu hvězdice, která se korály živí.

Korálové útesy se nacházejí v mělkých vodách kolem ostrovů v Tichém oceánu.

Perly – nejcennější zrnka písku

Perla se skládá z 85 % uhličitanu vápenatého a ze směsi organických látek. Perly najdeme v mořských mlžích – ústřicích nebo ve sladkovodních perlorodkách.

Perla se zrodí ze zrnka písku, který se dostane do schránky mlže. Zrnko písku dráždí mlže, takže se je snaží vytlačit k okraji své schránky a začne jej obalovat vrstvičkami perleti (uhličitan vápenatý).

Hlavními nalezišti perel jsou Tichý oceán a Bengálský záliv. Během perlové horečky v roce 1857 v New Persey byla v říční perlorodce objevena perla o váze 20 g.

Tvar, barva, velikost a lesk, to vše má vliv na výsledné hodnotě perly. Většina perel je bílých, mohou být i růžové, zelené, žluté, oranžové a i černé.

Podle islámského učení byl vesmír stvořen z obří perly.

V současnosti se perly pěstují uměle na specializovaných farmách, jejich velikost, tvar i barvu mají v rukou pracovníci těchto farem.

Jantar – zkamenělý život dávných dob

Neboli zkamenělá pryskyřice, která stékala po stromech před milióny let. Kromě toho, že má dekorační význam, získáváme z něj informace o složení atmosféry, a stavbě těl některých organismů, jakými jsou různé mouchy, pavouci, z doby před milióny let. Při tření se vytváří elektrický náboj, a to vedlo k domněnce, že má hojivý účinek při onemocnění dýchacích cest a nervů.

Akvamarín: jeden z největších akvamarínů byl nalezen v Brazílii, vážil 61 kilogramů.

Ametyst: platil už kolem roku 3000 před naším letopočtem za jeden z nejpřednějších minerálů užívaných k výrobě šperků, pečetiček, kamejí v Egyptě a Malé Asii. Řekové ho pokládaly za prostředek, který měl zabránit opilosti. Ve středověku byl ametyst kamenem církve, platil za symbol míru, pokory a cudnosti. V křesťanském pojetí symbolizuje jeho barva utrpení.

Diamant: chrání své majitele před nepřáteli a nebezpečím. Traduje se i to, že se v přítomnosti jedu začne potit, takže svého pána upozorní na travičský útok.

Granát: největší známý krystal granátu pochází z Norska, má průměr asi 2,5 metru a váží 37 tun.

Křemen a jeho odrůdy: jsou jim připisovány léčebné účinky, staří Římané kámen nejdříve vyleštily, a pak jej nabíjely sluneční energií.

Malachit: je ozdobný kámen neobyčejného významu, používal se k výzdobě významných staveb (malachitové sloupy v chrámu Sv. Izáka v St. Petěrburgu, Dianin chrám v Efezu).

Opál: v čase Římské říše patřil opál k nejcennějším drahým kamenům. V prvním století před Kristem odmítl římský senátor Nonius vydat svůj opál Marku Antoniovi, a tak raději odešel do exilu. Ve středověku se věřilo, že opál léčí oční choroby a činí svého majitele neviditelným. Ve 14. století se v Benátkách tradovalo, že opál se začne lesknout, je-li jeho majitel nakažen morem a blíží-li se jeho smrt, zakalí se.

Rubín: údajně má moc zmírňovat utrpení a hojit rány.

Safír: spolu s ostatními modrými kameny byl řazen ke „vzdušným kamenům“, v Antice byl považován za symbol božské spravedlnosti, naděje, odvahy, důvěry a radosti ze života. V orientu ho používali jako talisman proti neštěstí.

Smaragd: historie tohoto kamenu sahá až do doby 4000 let před naším letopočtem, v Babylóně se používal jako platidlo. Velká naleziště se nacházela v Egyptě, mimo jiné zdobily i šperky královny Kleopatry. Podle bájí byl smaragd kámen Luciferův, byl z něj zhotoven slavný Svatý grál. Svého majitele má chránit před ztrátou zraku a hadím uštknutím.

Topaz: Římané mu přisuzovali moc chránit před krupobitím, morem, měl krotit vášně. Největší topaz pochází z Mosambiku, je asi metr dlouhý a přes 2,5 tuny těžký.

Zirkon: měl velký význam především v antice, kdy měl pozitivně ovlivňovat citový a duchovní život majitele.

Závěr

Rozmanitost přírody je nesmírná. Poskytuje celou škálu barev, vůní a tvarů. Při procházce nás upoutá kdejaká květinka nebo motýlek. Naučme se dívat i na tu „šedivou“ kamenitou stránku přírody – přírodu neživou. I ta si zaslouží naší pozornost a kdo ví zda ten šedý kabát pod sebou neskrývá nějaký klenot.

Na dalších stranách následuje vlastní text příspěvku 10 – 25 stran (Word, PP). Mohou být vytvořena i krátká sdělení (podněty, potřeby, zkušenosti) v rozsahu 2-5 stran. Vše bude upraveno do formátu pdf. Používejte základní nastavení Wordu (velikost písma 12, Times New Roman, co nejméně formátování a dalších úprav, obrázky a tabulky jako součást textu).