

Úvod do GEOLOGIE

Úvodní přednáška

Charakteristika předmětu

- předmět je určen studentům 1. ročníku geologie a všem zájemcům z negeologických oborů
- seznámit se základními pojmy, argumenty a způsobem myšlení, dát základní přehled o geologii
- jednotlivé poznatky budou

Úvodní přednáška

- definice geologie
- rozdělení geologie
- vědecký způsob myšlení
- vznik a stavba Země

Definice geologie



Definice geologie

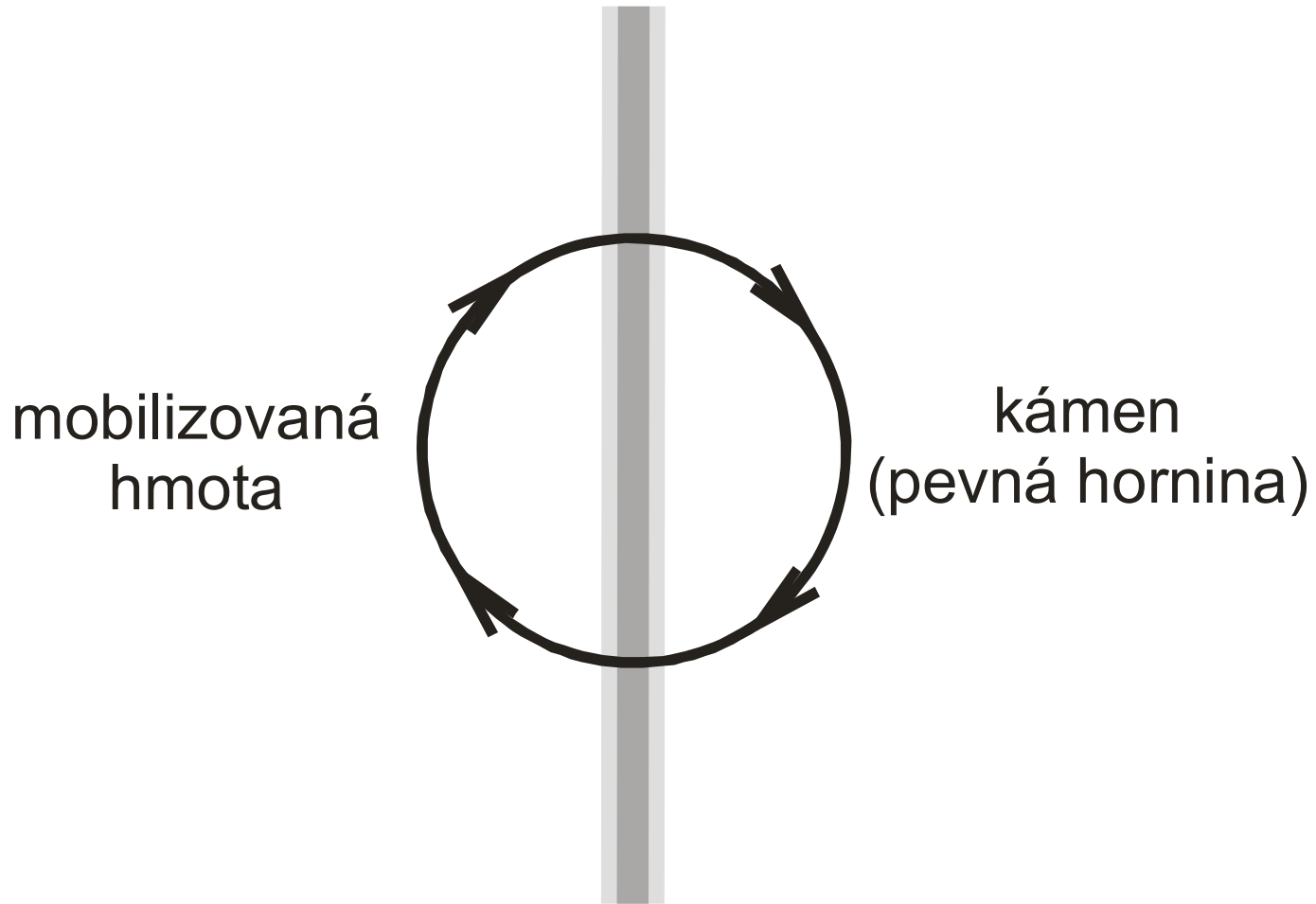
- z řečtiny *gé* = země a *logos* = slovo
 - = > věda o Zemi
 - = > věda o zemské kůře
 - = > věda o ...
- i jiné obory se zabývají Zemí
 - geografie, biologie, planetologie, chemie, fyzika aj.
- geologie se zabývá i jinými, než jen pozemskými záležitostmi
 - meteority (meteoridy), Měsíc, Mars, ...

Definice geologie

- **subjekt** = člověk, geolog
 - **cíl** = najít suroviny, podzemní vodu, zajistit základy stavby, ochrana před katastrofami aj.
 - s rozvojem společnosti se cíle mění
- **objekt** = stále se mění
 - **vlastnosti** = obsahuje kovy, vodu, má určitou pevnost, vyvíjí se procesy, které mají ničivé účinky
 - rozšiřuje se podle našich možností – povrch na pevnině, materiál z nitra Země, dno moře, jiné planety a měsíce, ...
- **předmět** = průnik cílů a vlastností studovaných jedním způsobem (metodikou)
 - geologie studuje „kamení“, jejich složení, stavbu procesy tvorby, vývoje a zániku

Definice geologie

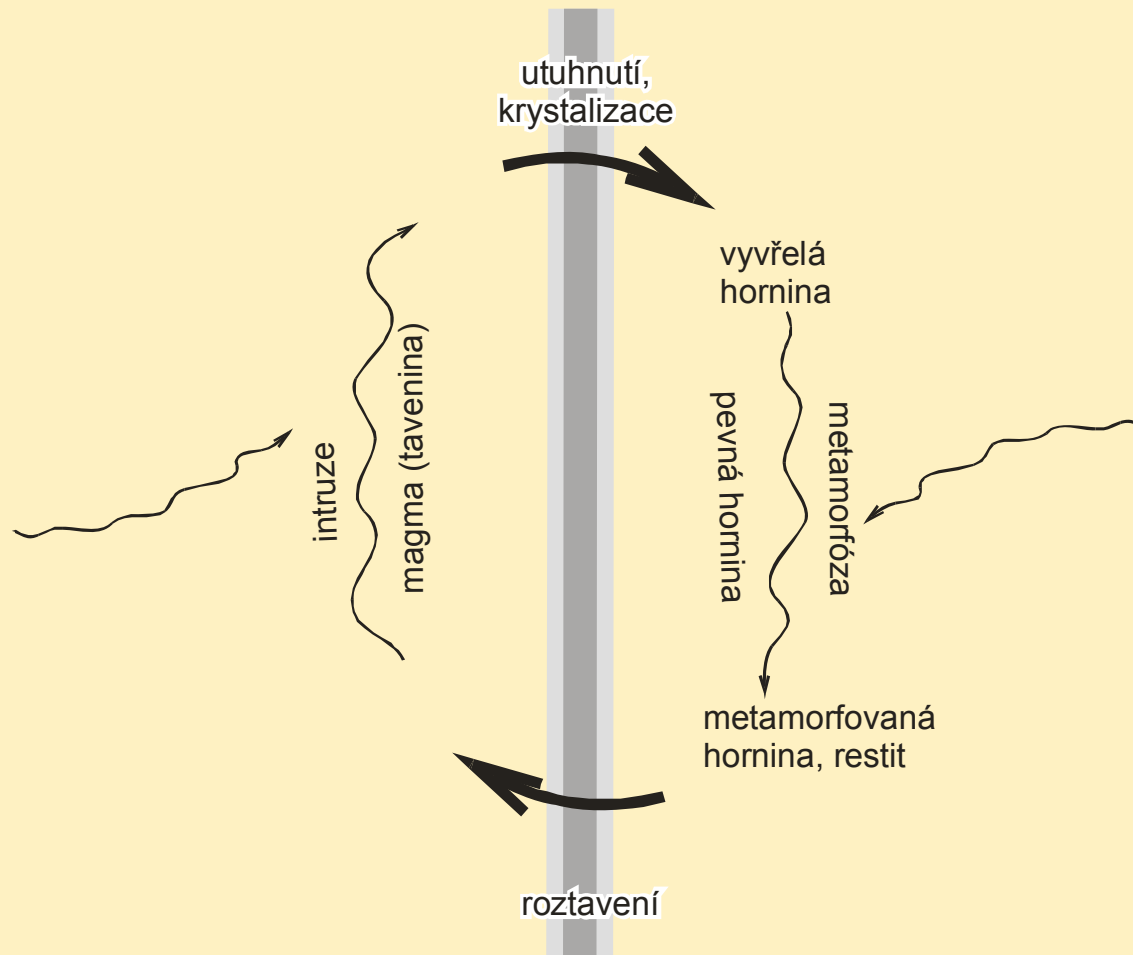
Geologické cykly (koloběhy)



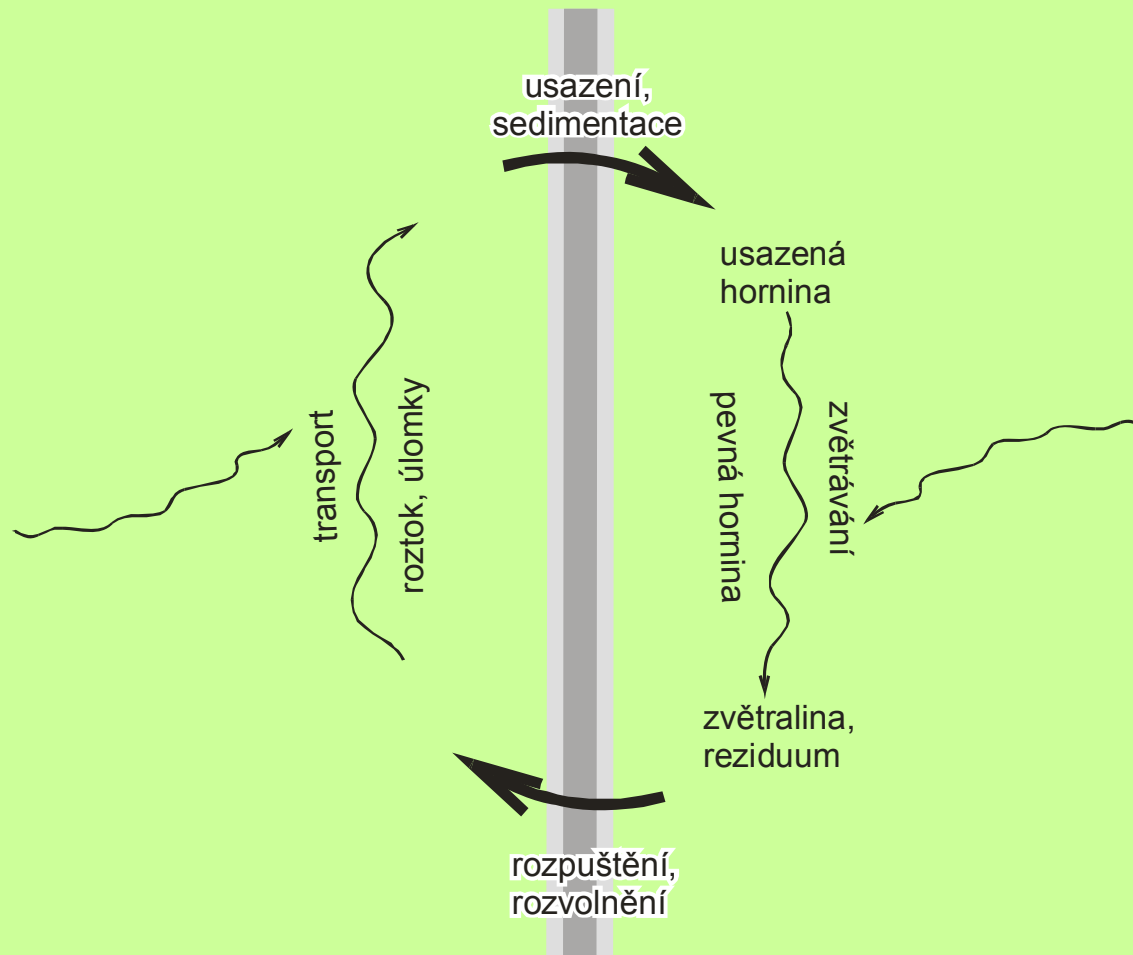
Geologické síly a jejich cykly

- Vnitřní (endogenní) síly
- energie radioaktivního rozpadu
- vysoké teploty a tlaky
- procesy cyklu:
 - metamorfóza
 - roztavení
 - intruze
 - utuhnutí
- Vnější (exogenní) síly
- energie dodávaná Sluncem
- nízké teploty a tlaky
- procesy cyklu:
 - zvětrávání
 - rozpad, rozpouštění
 - transport
 - usazení

Endogenní cyklus (koloběh)



Exogenní cyklus (koloběh)



Rozdělení geologie

- obecné geologické vědy
 - o látkovém složení (geochemie, mineralogie, petrologie)
 - o stavbě (geofyzika, tektonika)
 - o geologických procesech (dynamická geologie, ...)
- historická geologie
 - o konkrétních dějinách (paleontologie, stratigrafie, paleogeografie aj.)
- regionální geologie
 - o konkrétních oblastech
- aplikovaná geologie
 - dříve především ložisková geologie (nerostné suroviny)
 - dnes přesun do oborů inženýrská geologie, hydrogeologie, environmentální geologie, geologická rizika, geologická turistika

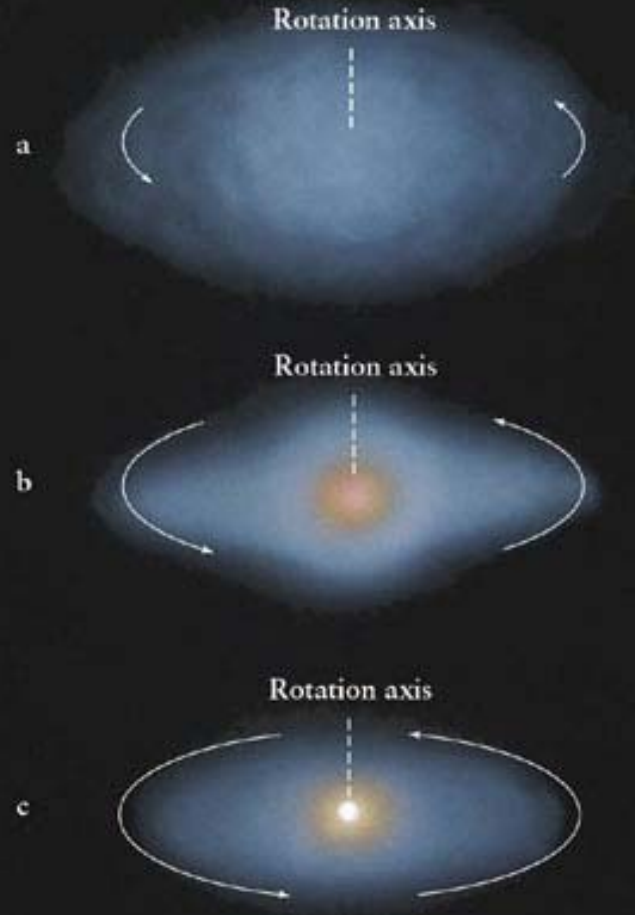
Vědecký způsob myšlení

- pojem (=logická konstrukce) a termín (=slovo)
- definice: obecnější termín + specifikace
- nové poznatky
 - indukce (data~argumenty1+data~argumenty2+...=>teorie)
 - předpoklady: zákonitost, strukturovanost, příčinnost
 - dedukce (data~předpoklady+teorie=> data~předpověď')
- vědecký důkaz
 - induktivní dokazování
 - principy: vyvratitelnosti (bez dogmat), antropický (historický princip), jednoduchosti (aktualismus)
 - deduktivní dokazování

Vznik Země



Vznik Země - nebulární teorie



Vznik a stavba Země - argumenty

- Meteority - chondrity
- Asteroidy, diferencované meteority
- Hutnictví
- Geofyzika

Meteority

- kamenné – tvořeny hlavně křemičitany
 - chondrity – mají chondry
 - achondrity – nemají chodry
- železné – hlavně z kovového železa
- železo-kamenné

Meteority

autor videosnímku: Josef Mišák



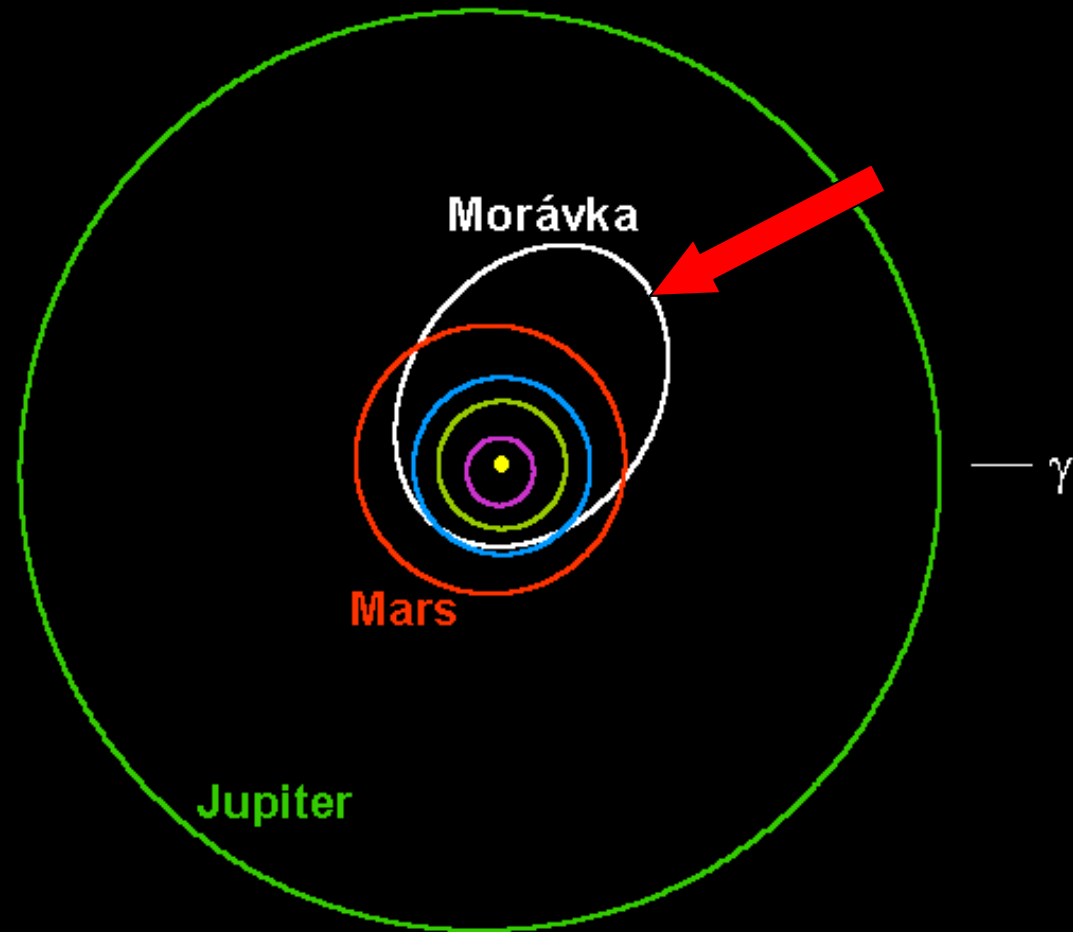
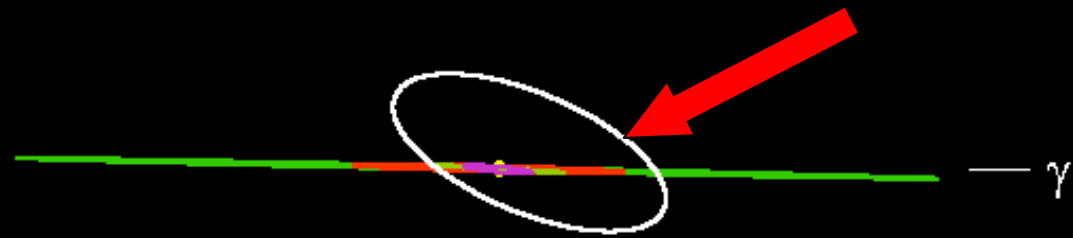
Dne 6.5. 2000,
ve 13:51:50 hodin
středoevropského letního
času byl z mnoha míst
České republiky,
Slovenska a Polska
pozorován denní **bolid**.
Tři lidé měli po ruce
videokameru a podařilo
se jim část dráhy bolidu
nafilmovat.

autor videosnímku: Jiří Fabig



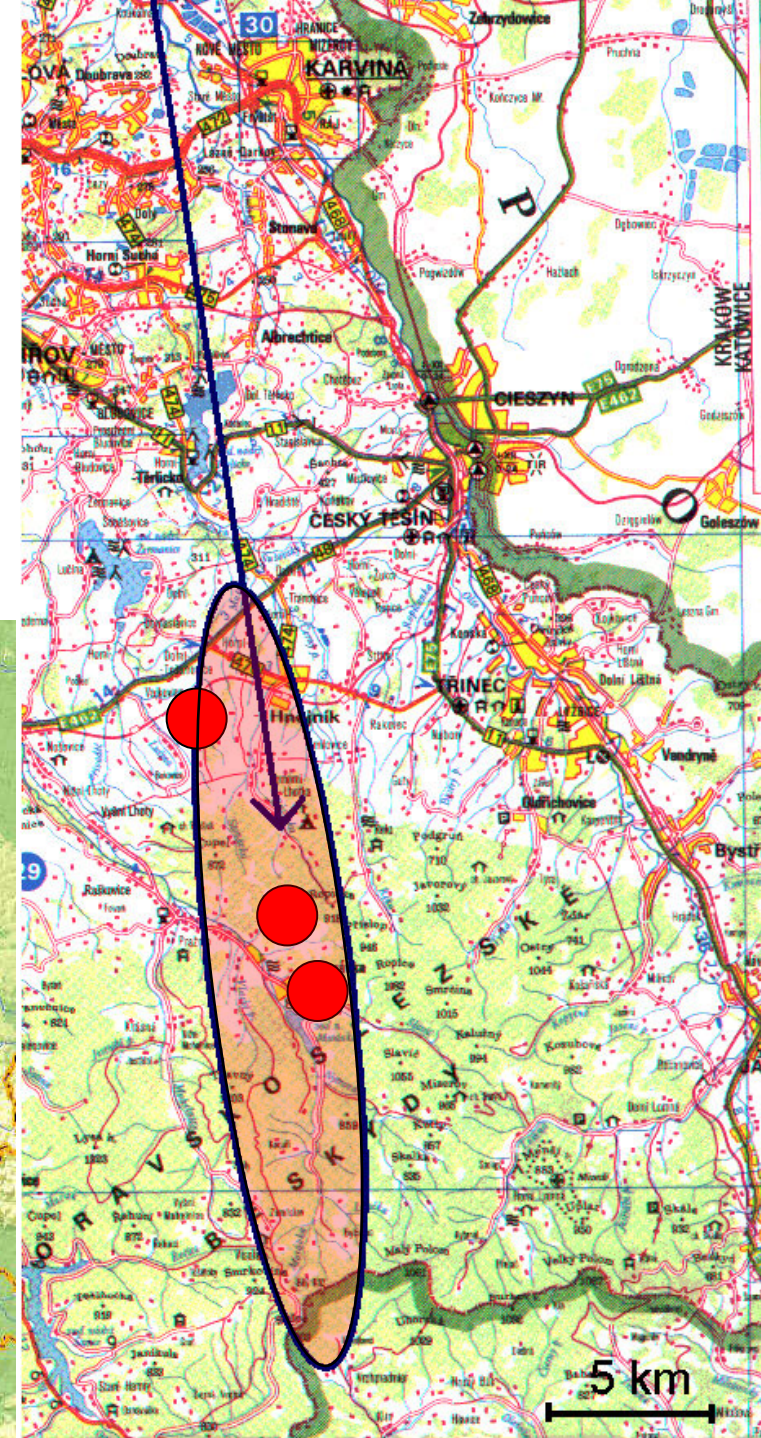
Meteority

Obrázek ukazuje dráhu meteoroidu ve Sluneční soustavě. Spodní graf znázorňuje průmět dráhy do roviny ekliptiky (roviny oběžné dráhy Země), horní graf do roviny kolmé k rovině ekliptiky. Je patrné, že meteoroid Morávka se značně vzdaloval od roviny oběžných drah planet.



Meteority

V obci Morávka byl sledován pád meteoritu z tohoto bolidu a meteorit byl předán k vědeckému zkoumání. Druhý meteorit byl potom nalezen v polovině května a třetí na konci května. Jde teprve o pátý případ v historii, kdy existují fotografické nebo videozáznamy bolidu, od něhož byl nalezen meteorit.



Meteority

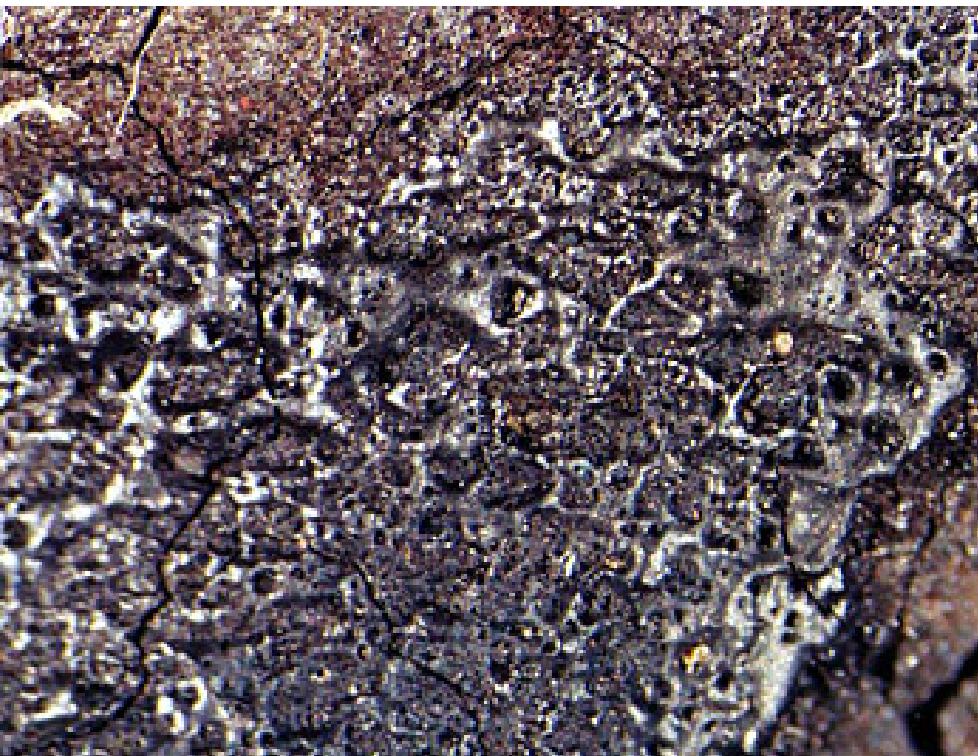
Jak se poznají spadlé meteority?



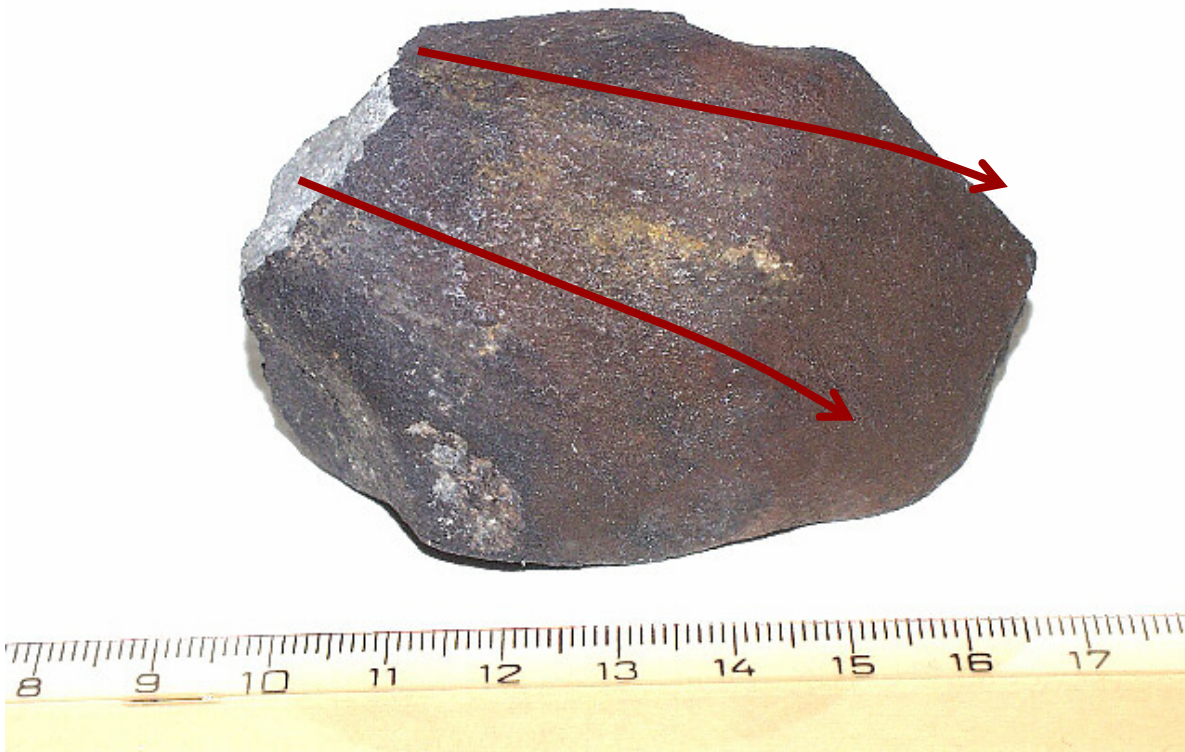
Jeden z meteoritů, který spadnul 6. května 2000 v Beskydech (na mapě je vyznačena oblast pravděpodobného pádu většiny úlomků). Tento kamenný chondrit se na první pohled ničím neliší od obyčejných "šutrů".
Foto T. Havlik, Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy v Ostravě.



Otavený povrch



Meteority



Meteorit Morávka

Meteority



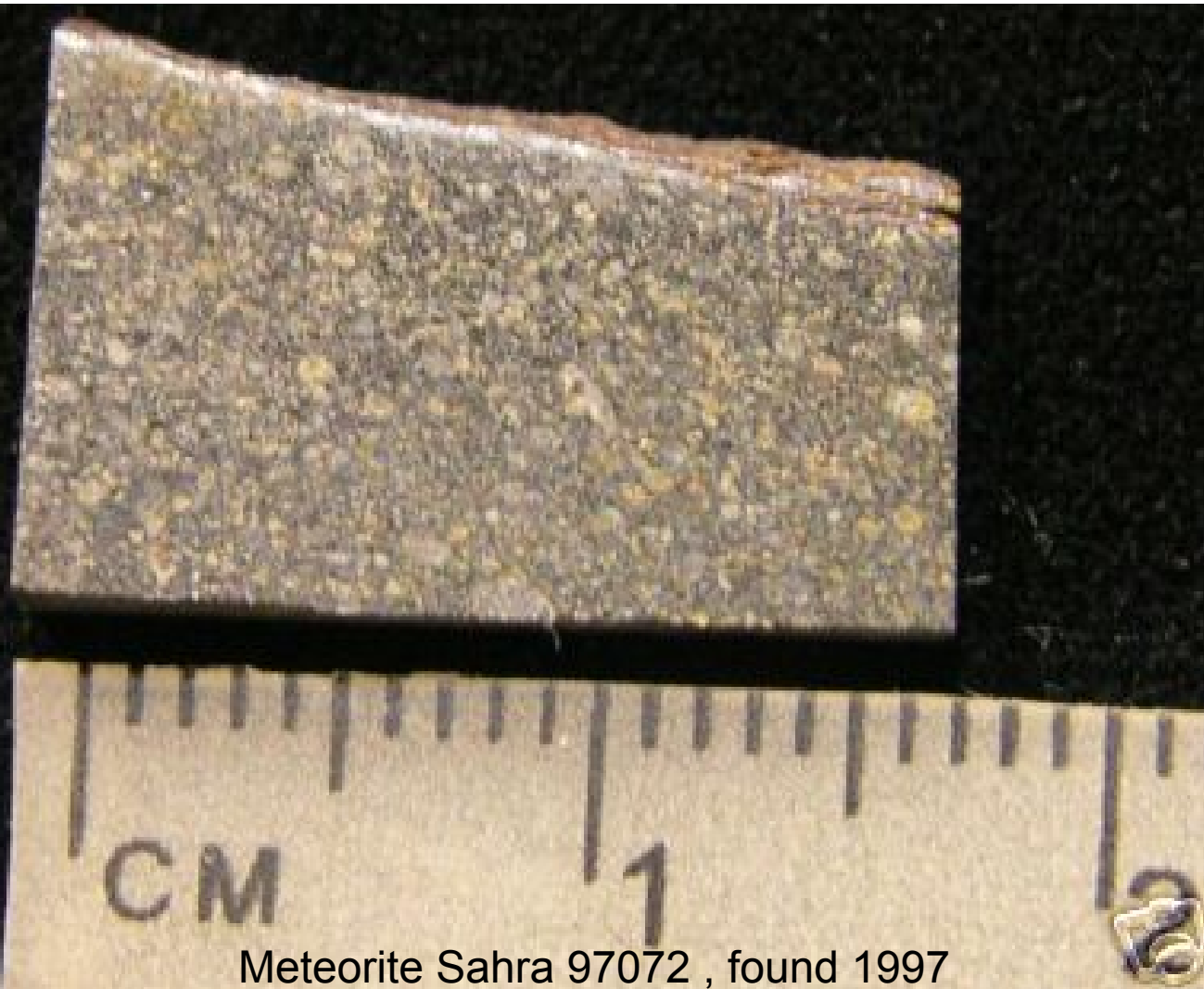
chondry (chondrule)



kamenný meteorit –
– chondrit

Meteorit Morávka

Chondry



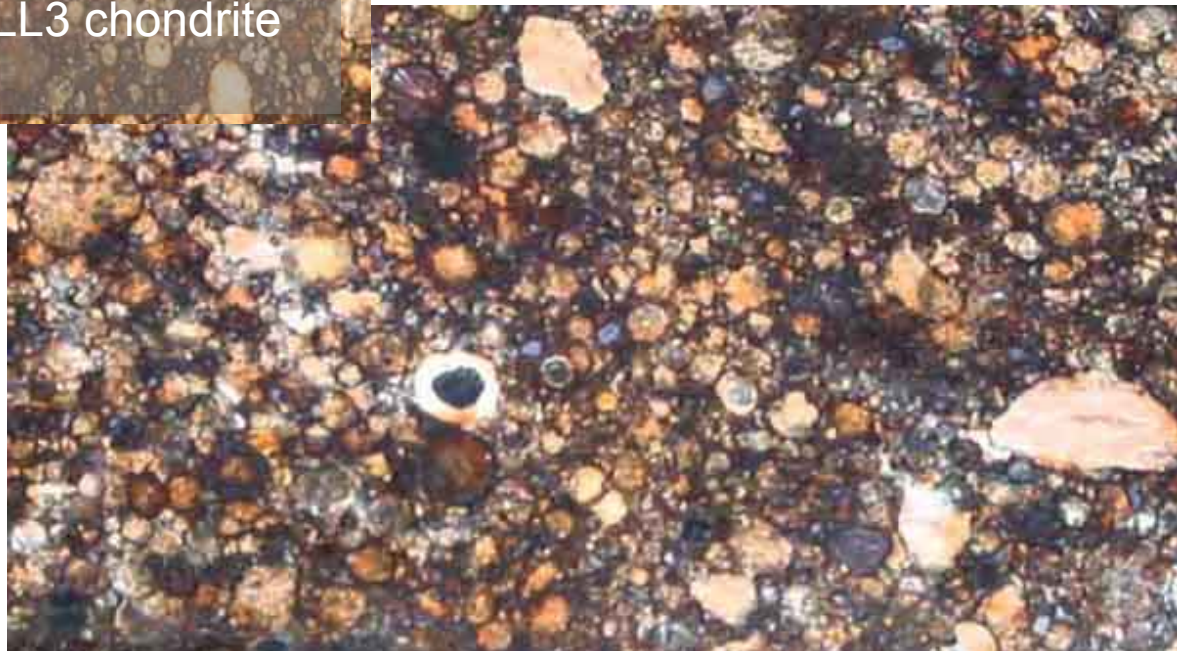
Chondry –
drobné, až 2mm
velké, okrouhlé
částice
kamenných
meteoritů,
tvořené
křemičitanovým
materiálem
(olivín, pyroxen,
sklo)

Meteorite Sahra 97072 , found 1997

Chondry

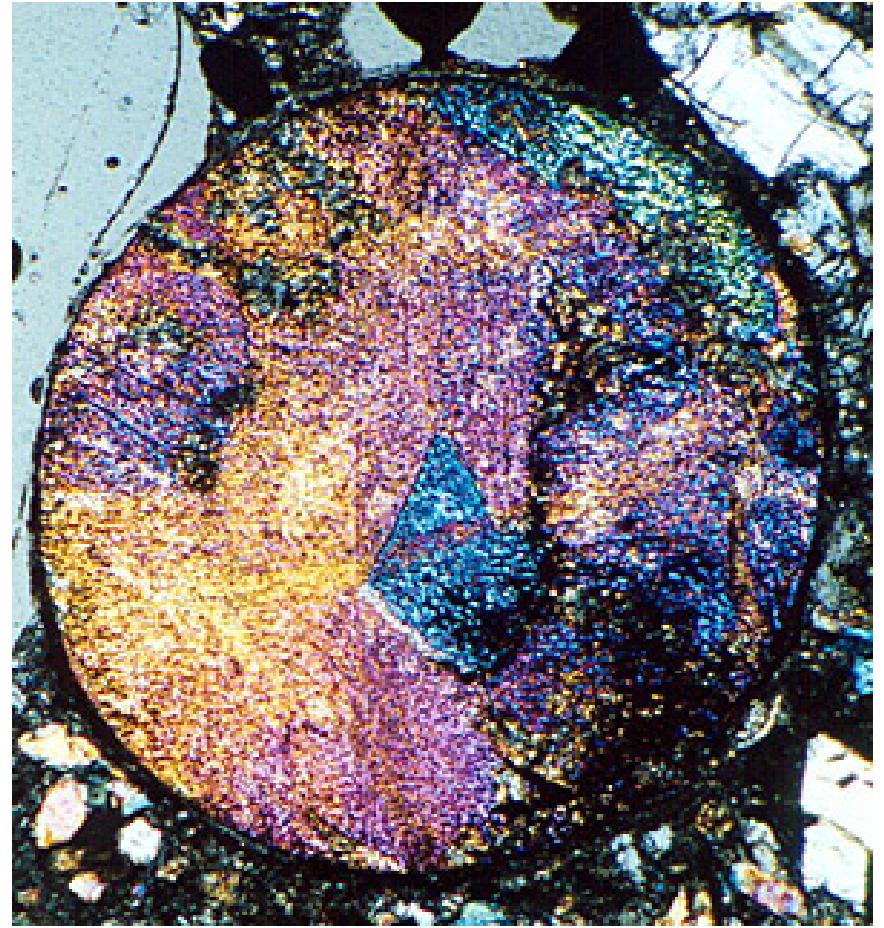
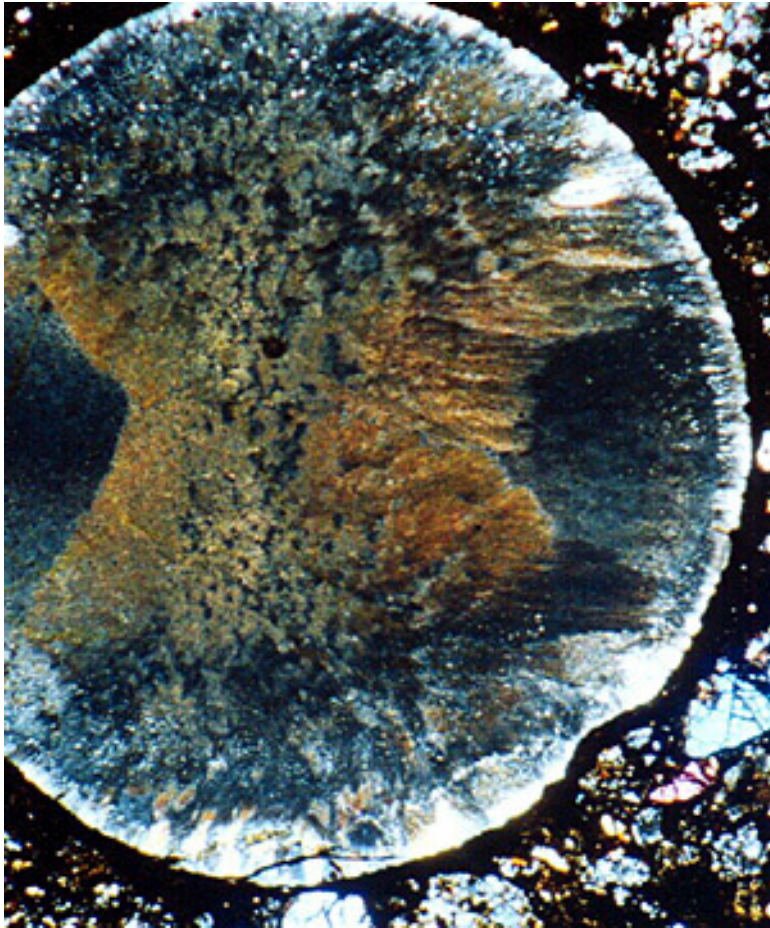


Spectacular chondrule field of an LL3 chondrite (NWA 2089)

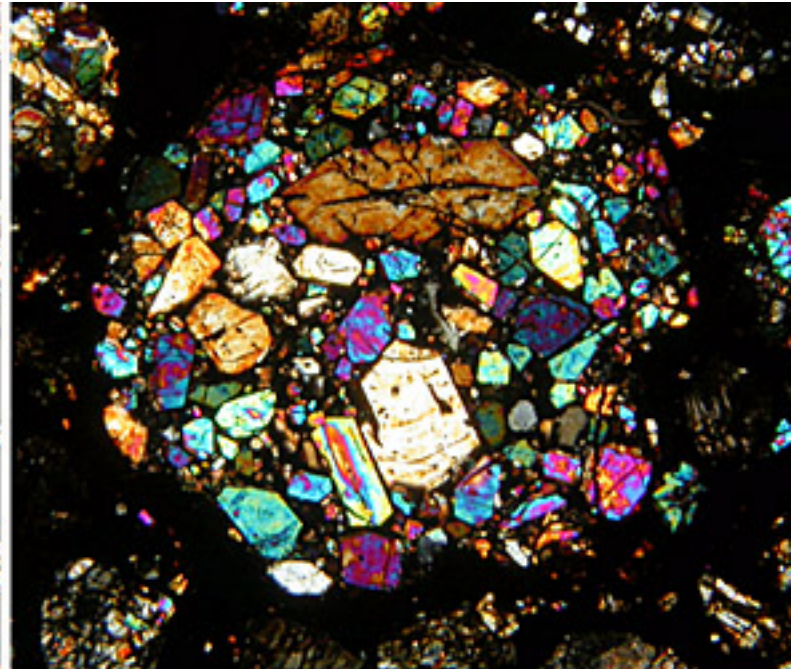
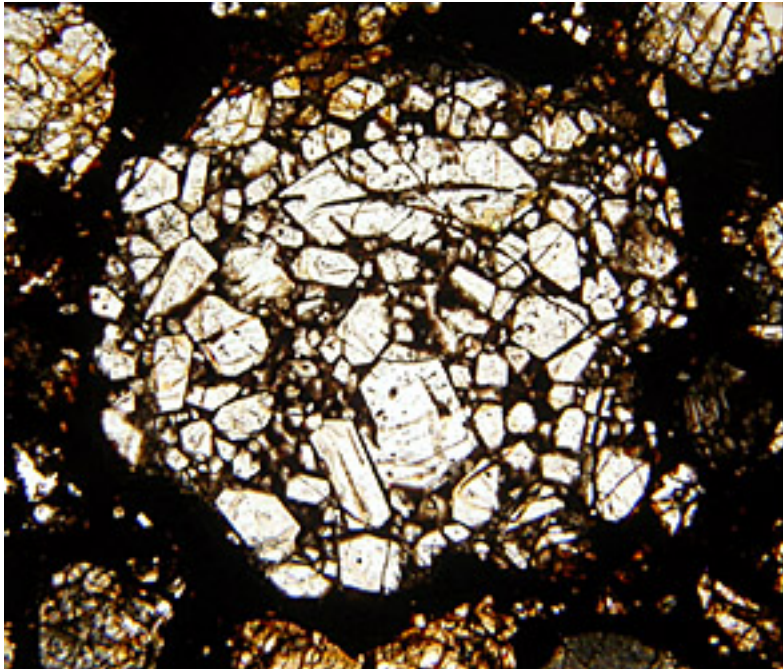


"Bullseye" chondrule of LL3.7 chondrite (NWA 2836)

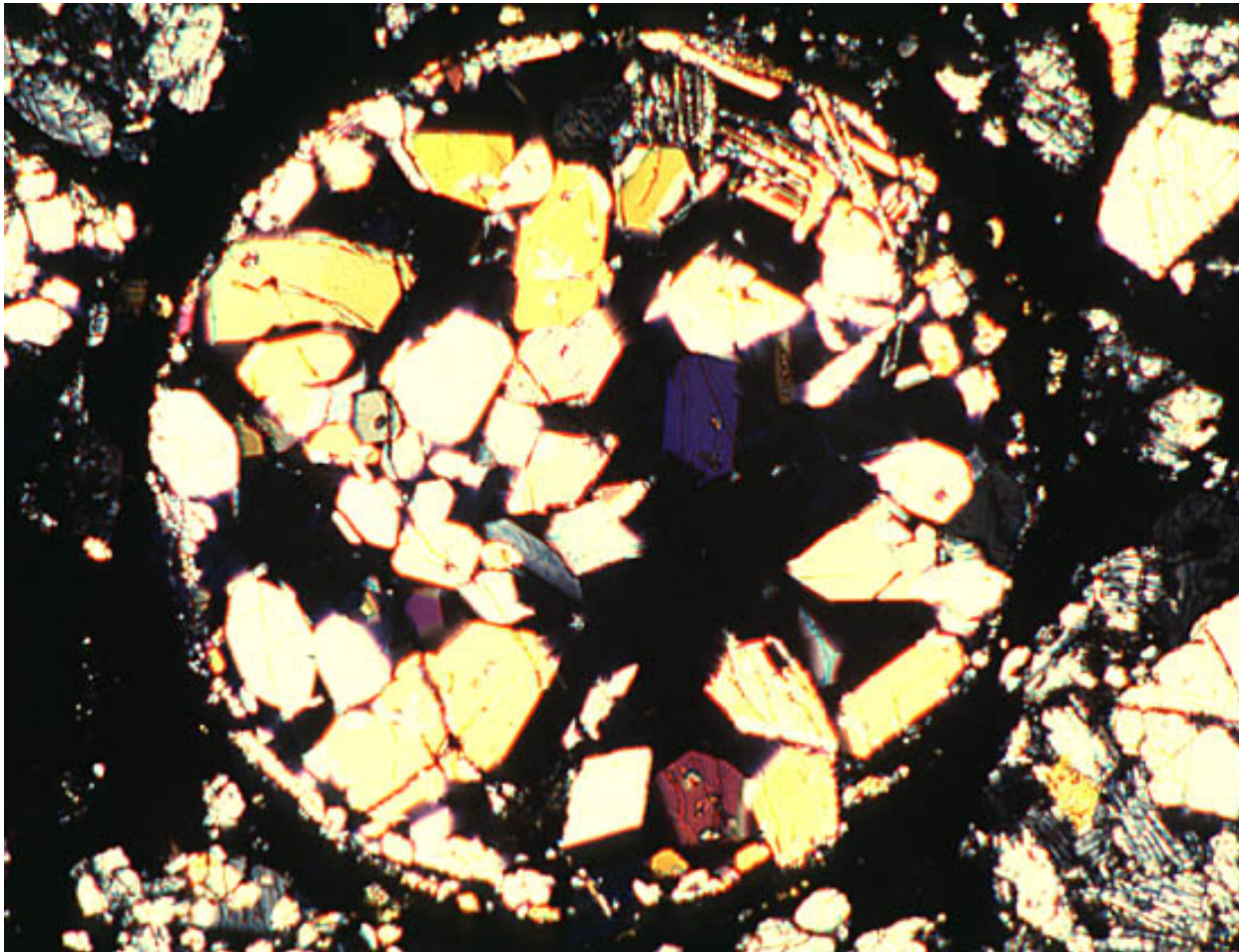
Chondry



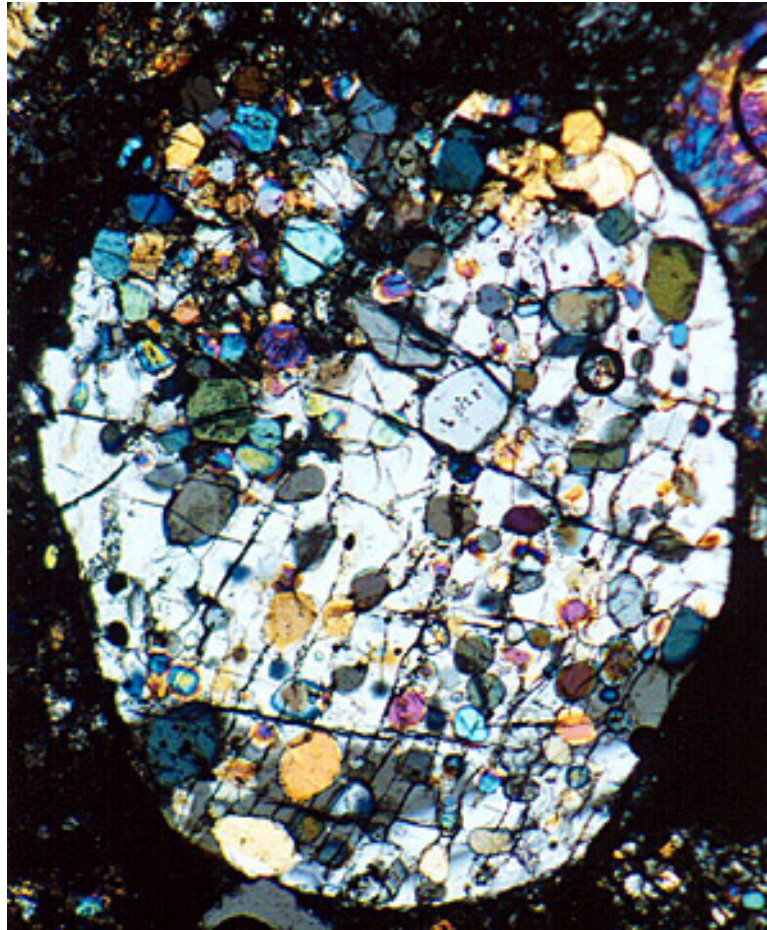
Chondry



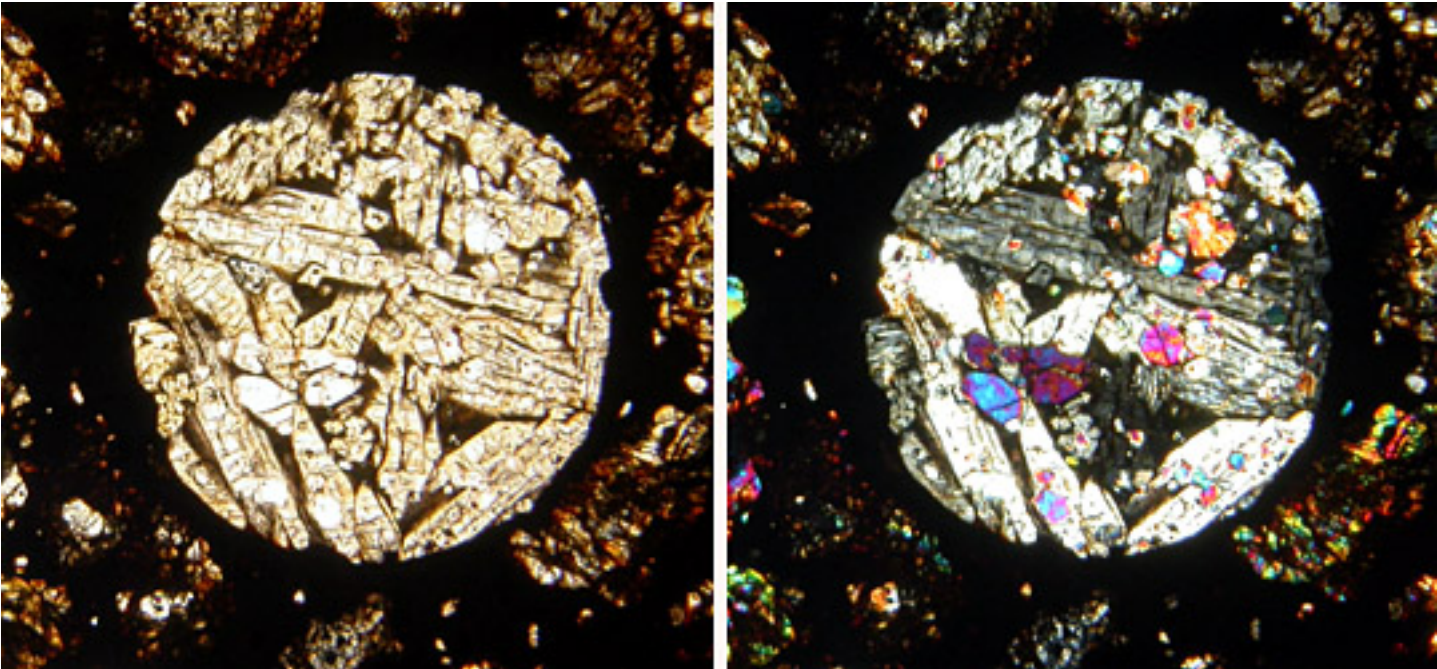
Chondry



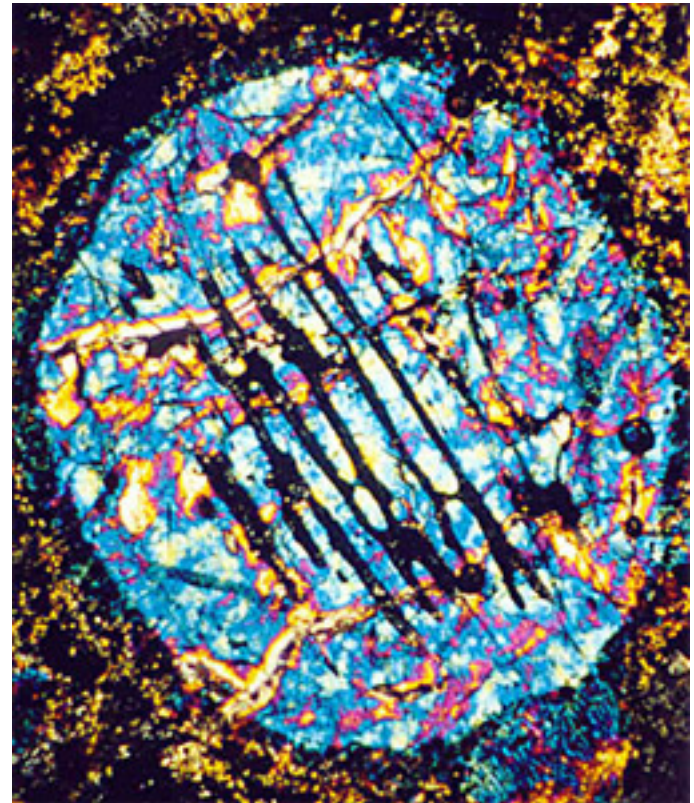
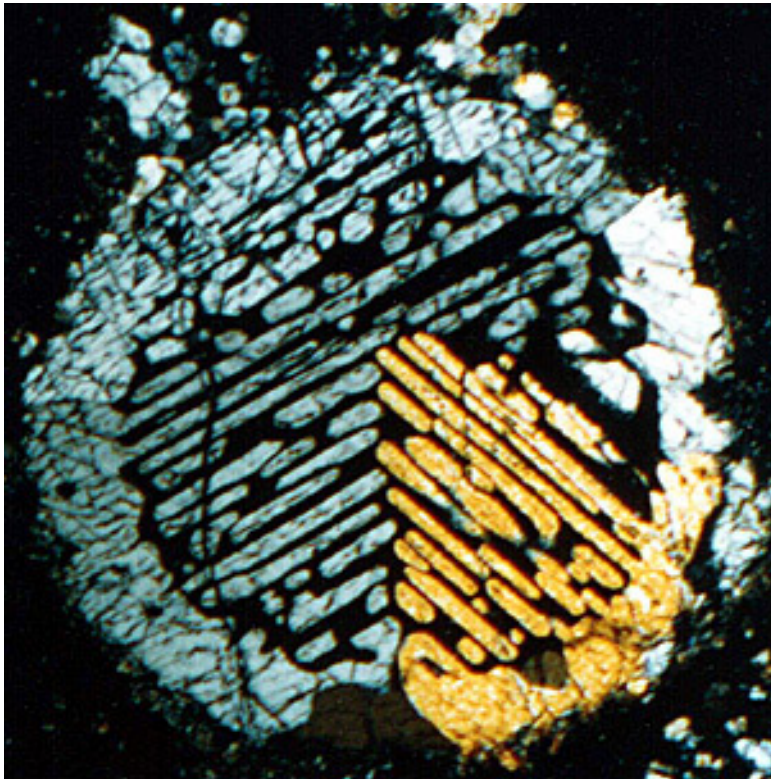
Chondry



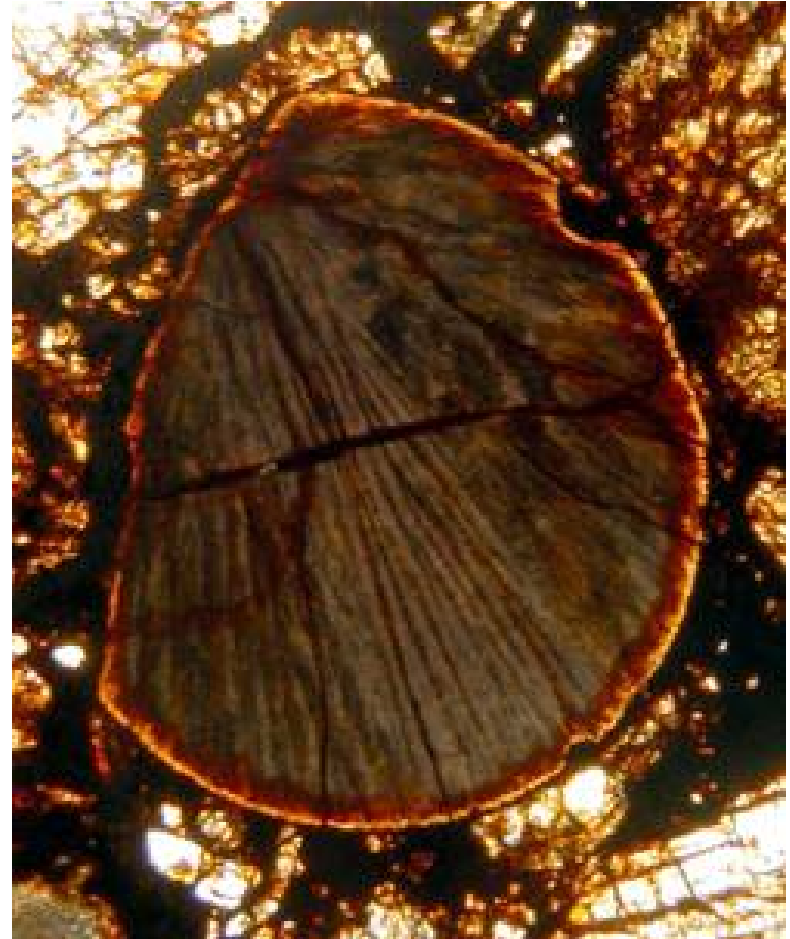
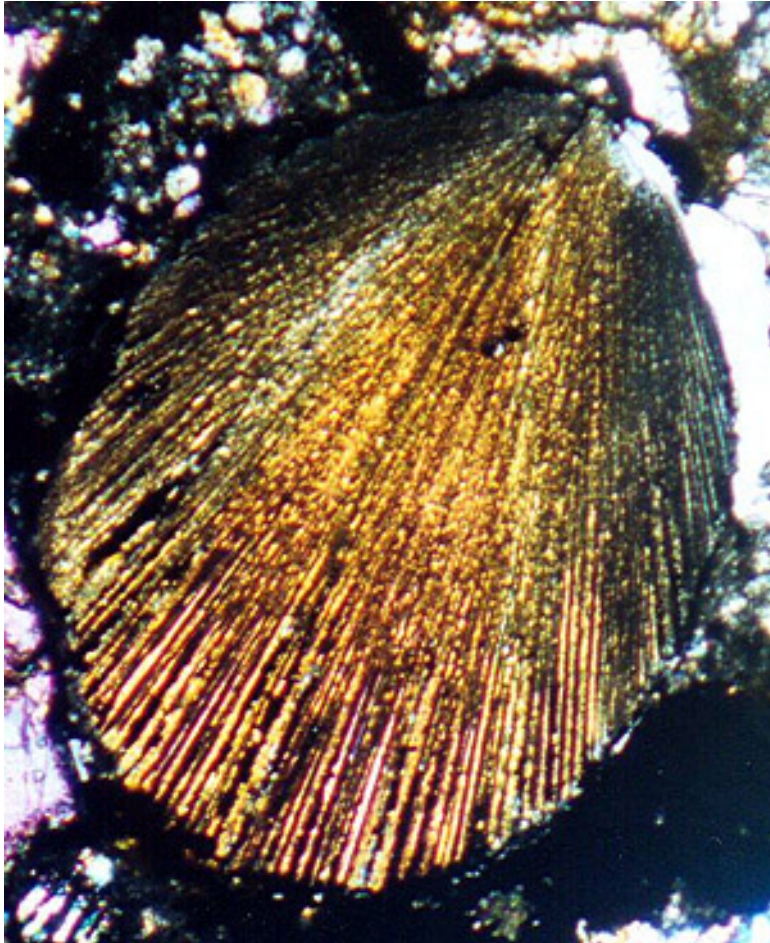
Chondry



Chondry



Chondry



Chondry

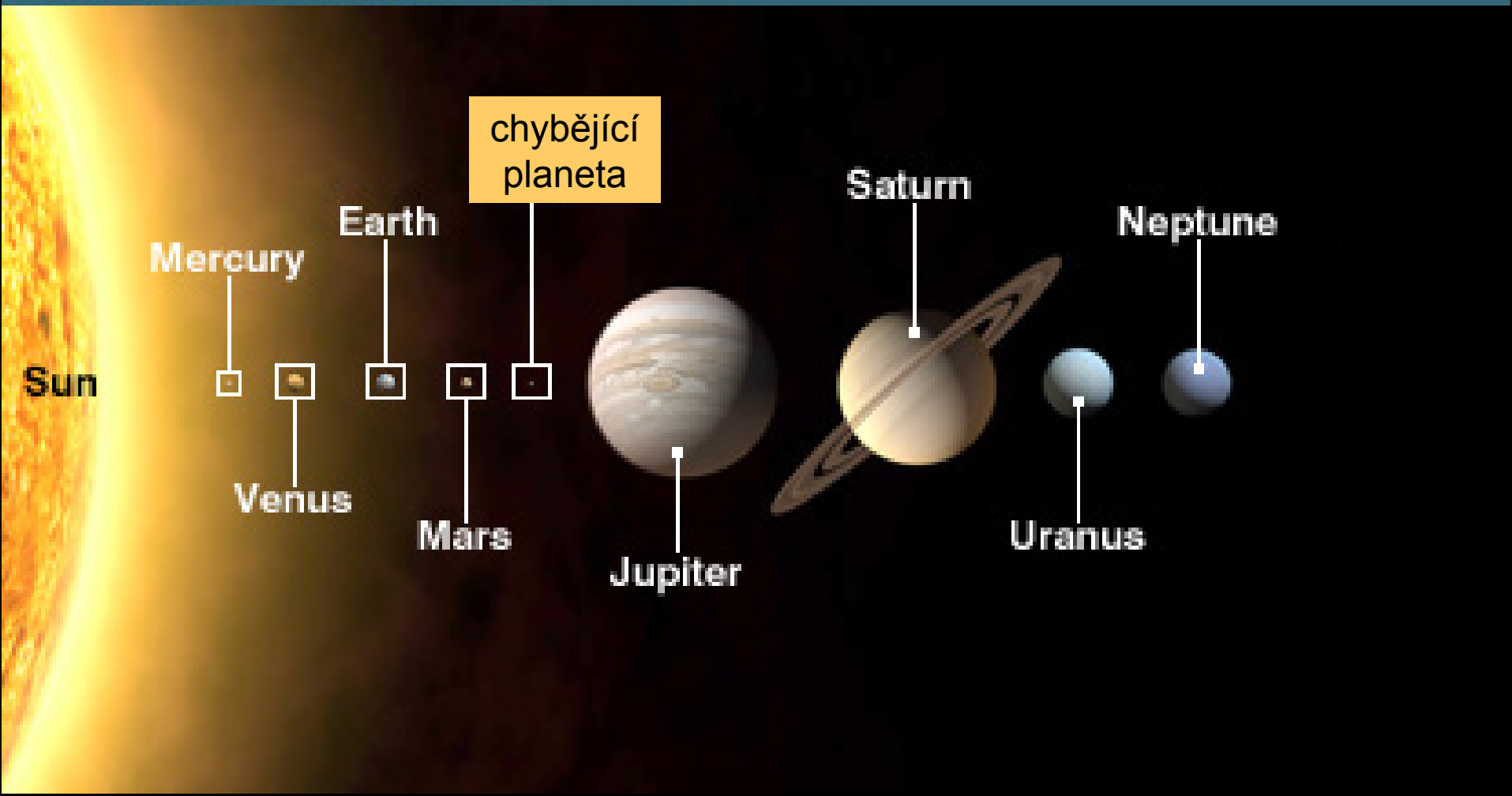
- kulovitý tvar
- krystalizace z taveniny (dobře omezené krystaly)
- křemičitanový materiál (vysoké teploty potřebné k roztavení)
- někdy znaky rychlého zchlazení (kostrovité krystaly, sklo)
- => zchlazené kondenzační kapky

Chondrity

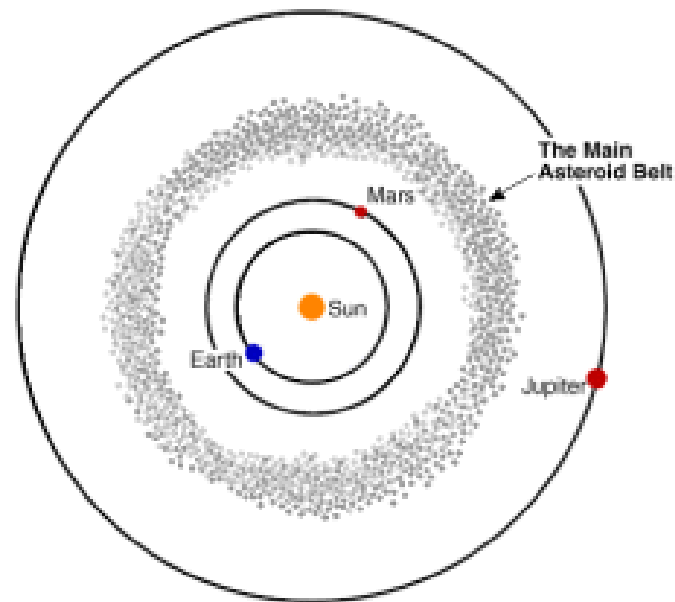
- tvořené chondrami + jemnou základní hmotou
- => kondenzační kapky + prach
- mají stejná stáří – 4,5 až 4,6 miliardy let
- => doklad počátku vzniku planet Sluneční soustavy (stáří a způsob vzniku kondenzací z mezihvězdného mračka)

Asteroidy

THE NEW SOLAR SYSTEM

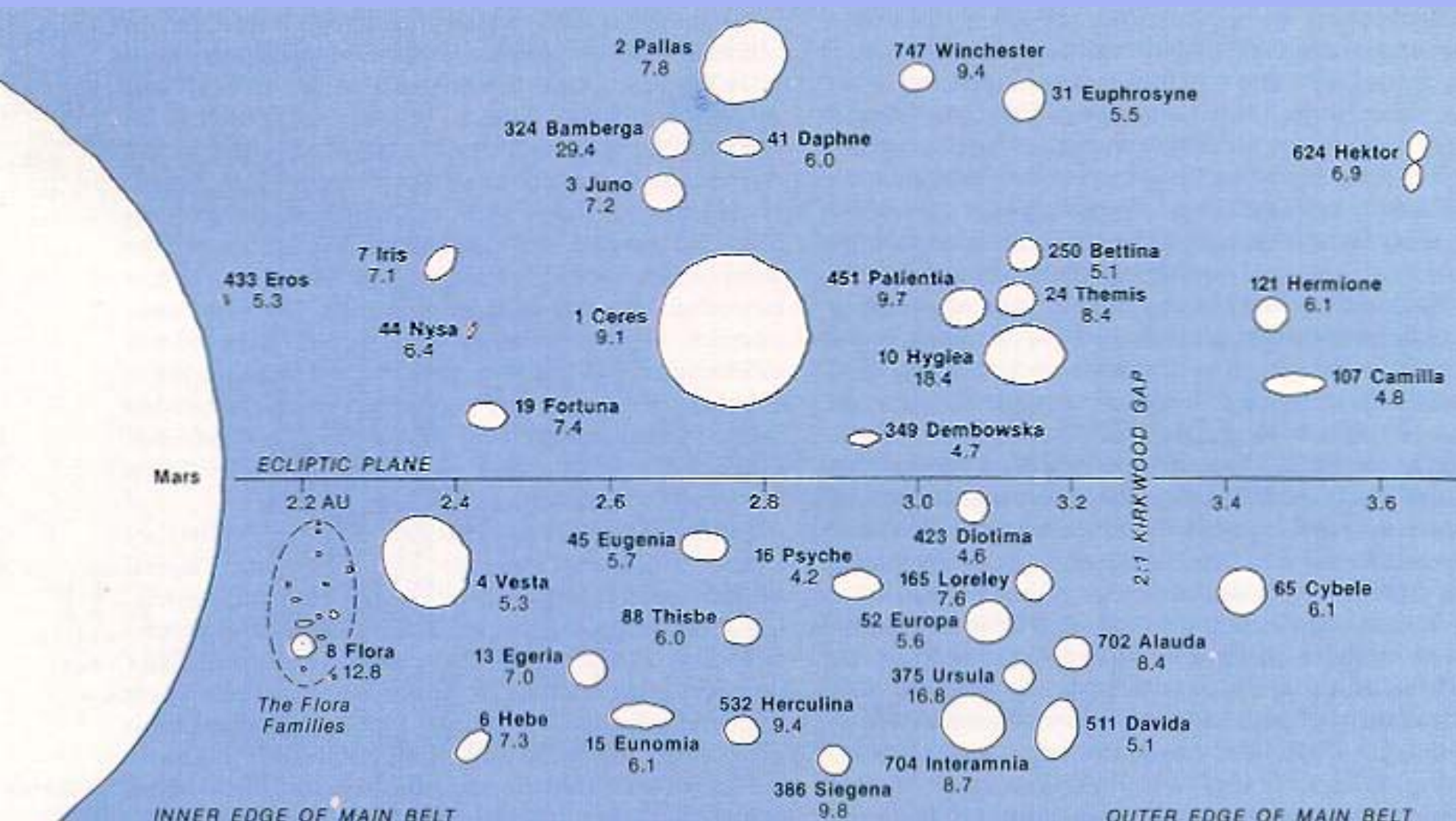


Pásmo planetek (asteroidů)



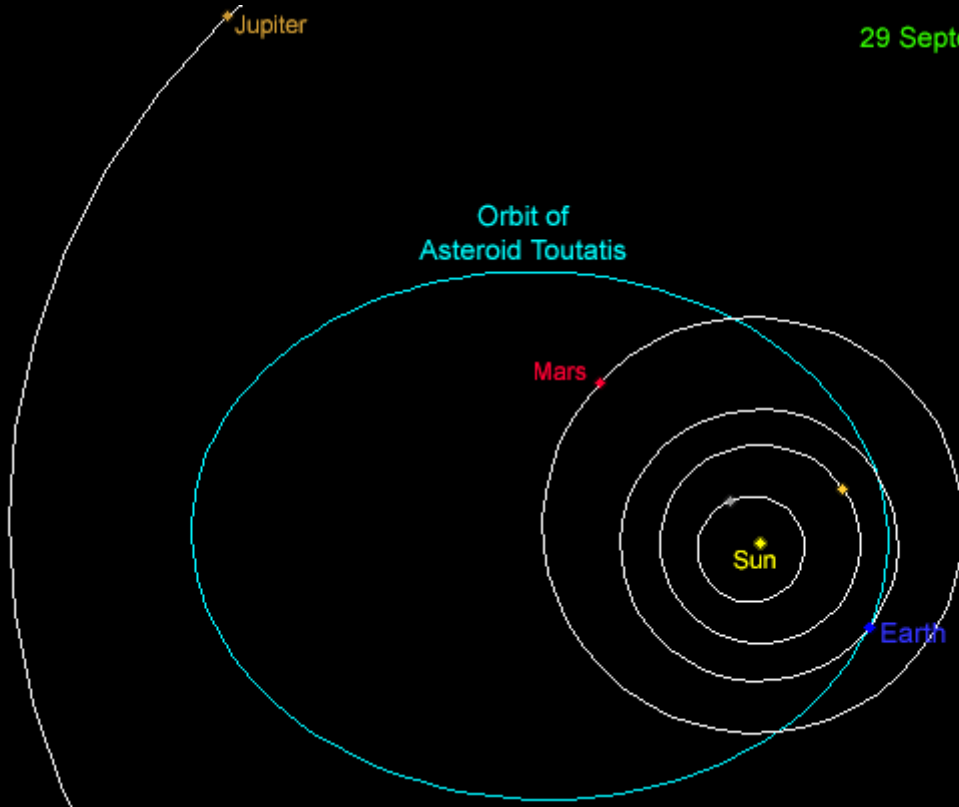
ORBITS DRAWN TO SCALE

Pásmo planetek (asteroidů)



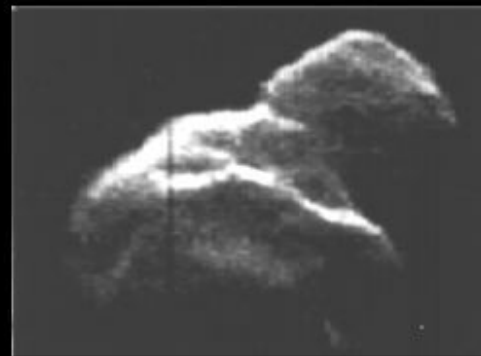
Asteroid Toutatis

29 September 2004



A large [asteroid](#) passed near Earth on September 29, 2004. How close was it? Not close enough to worry about! [Asteroid Toutatis](#) passed within about 1.5 million kilometers of Earth, about four times the distance to the Moon.

Asteroid Toutatis



These are radar images of the asteroid Toutatis taken from Earth.
NASA



Its size is 1.92 km by 2.29 km by 4.6 km. It may actually be two asteroids that are stuck together.

Klasifikace meteoritů

| vyvinutost | litologie | | počet pádů |
|-----------------|----------------|---------------------------------------|------------|
| nediferencované | kamenné | chondrity (do 5% Fe ⁰) | 87,4 % |
| | | achondrity | 8,3 % |
| diferencované | železo-kamenné | | 3,2 % |
| | železné | | 1,1 % |

Klasifikace meteoritů

| vyvinutost | litologie | | počet pádů |
|-----------------|----------------|---------------------------------------|------------|
| nediferencované | kamenné | chondrity (do 5% Fe ⁰) | 87,4 % |
| diferencované | | achondrity | 8,3 % |
| | železo-kamenné | 3,2 % | |
| | železné | 1,1 % | |

Železné meteority

- složení – železo + nikl => nerezavějí, jsou nápadné, snadno se najdou
- struktura – Widmanstättenovy obrace

Železné meteority



An [iron meteorite](#) (of the [atxite](#) group) weighing some 60,000 kg – the largest meteorite ever found. It still lies where it was found in 1920 at Hoba Farm, near Grootfontein, Namibia.

Železné meteority



Widmanstättenovy obrazce



Železné meteority

- odmíšené kovová slitina železa a niklu (oddělená od křemičitanů)
- slitina železa a niklu pomalu chladla, rychlostí asi 1 až 10 °C/milion let
- => těleso velikosti stovek kilometrů (asteroid) s izolační (křemičitanovou) vrstvou

Achondrit (eucrit)



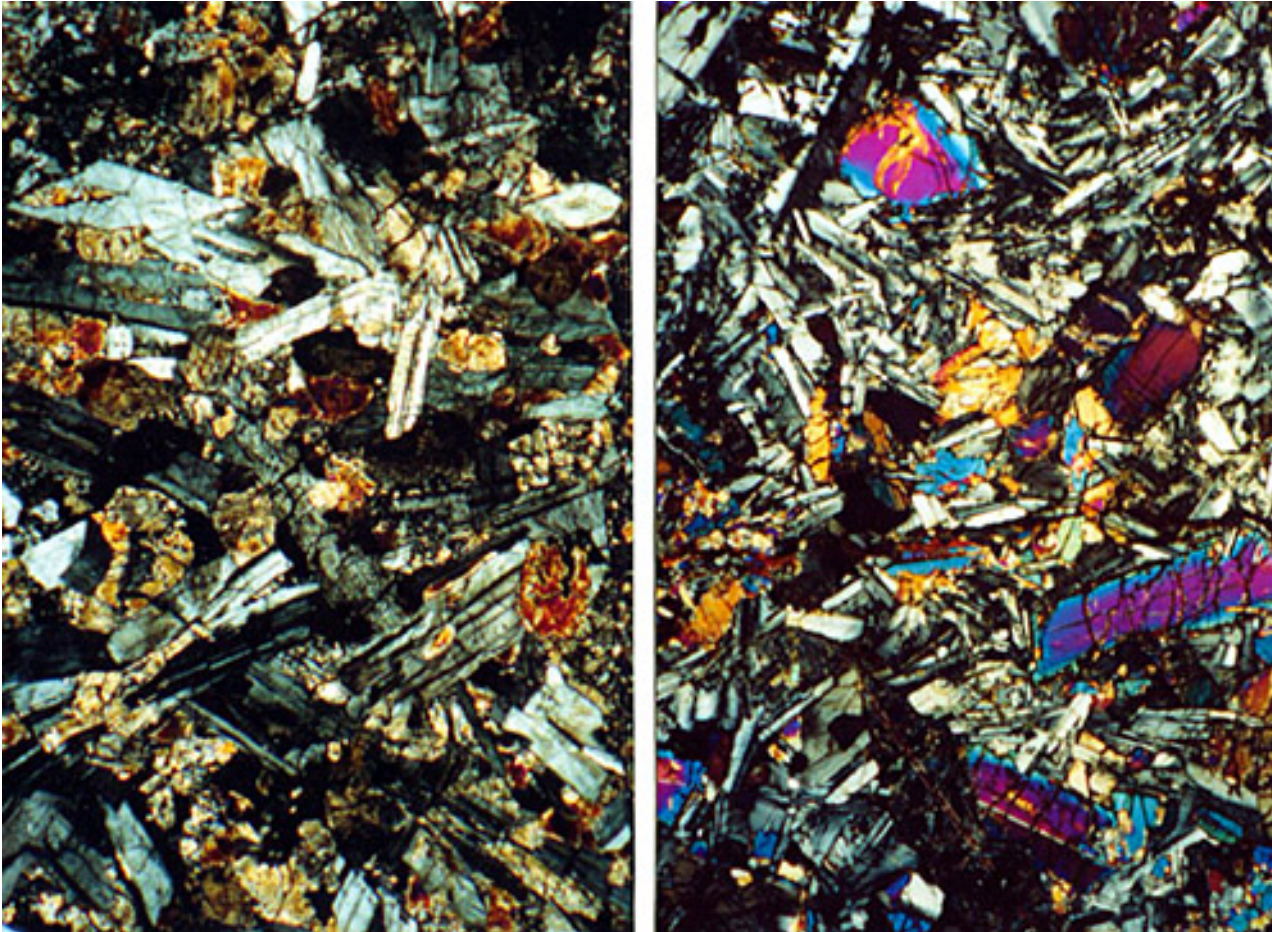
Achondrite that fell in Sioux County, Nebraska. This eucrite has been broken open, revealing the distinction between its black, shiny, and smooth fusion crust and its light-colored interior. The specimen is about 7 cm from left to right. Photo by J. Kurtzman

Mikroskopický pohled (eucrit)



Example of a subophitic eucrite basalt with augite partially enclosed by plagioclase (white in both images; PPL, left; XPL, right). Height is 3 mm. © 2005 T. E. Bunch

Mikroskopický pohled (eucrit)



Textural similarity of the basaltic eucrite Stannern (left; plagioclases white to gray; pyroxene, brown to buff) compared with a terrestrial basalt (right; same with highly colored olivine grains). © 2005 T. E. Bunch

eucrity => čedičové výlevy

Drcený achondrit (diogenit)



Sawn surface of the Johnstown diogenite that shows fragmented orthopyroxene clasts and crushed matrix. Base of specimen is 15.4 cm (6 in). Source: http://www.meteoritemes.com/Back_Links/2002/april/Meteorite_of_Month.htm

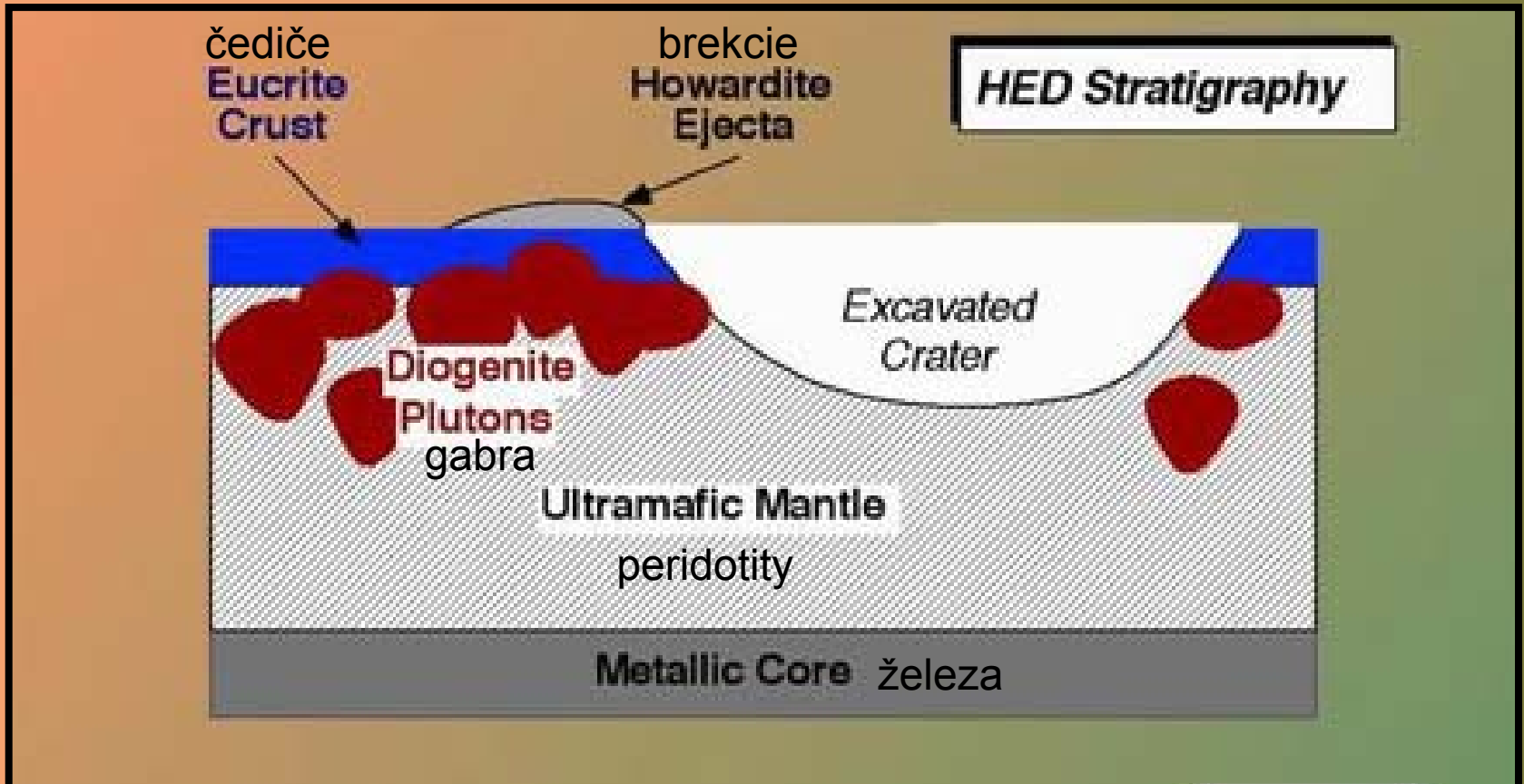
diogenity => gabra

Brekciovitý meteorit (howardit)



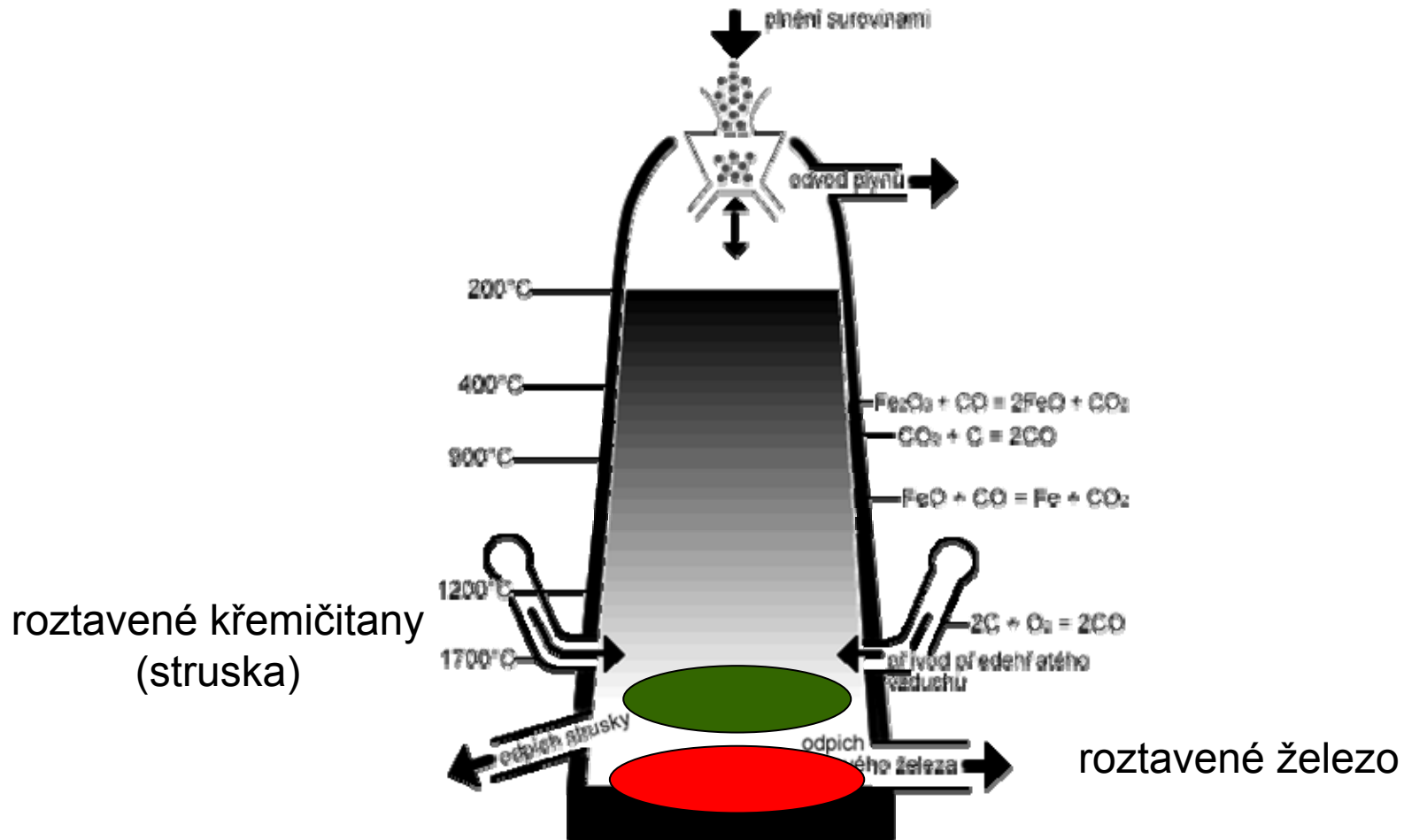
Surface of the NWA 776 howardite. Consists of eucrite fragments or clasts (example of white plagioclase and dark pyroxene eucrite shown in upper left), diogenite pyroxene grains (green), and clasts (dark). Height is 2 cm. © 2005 T. E. Bunch

Diferencované meteority

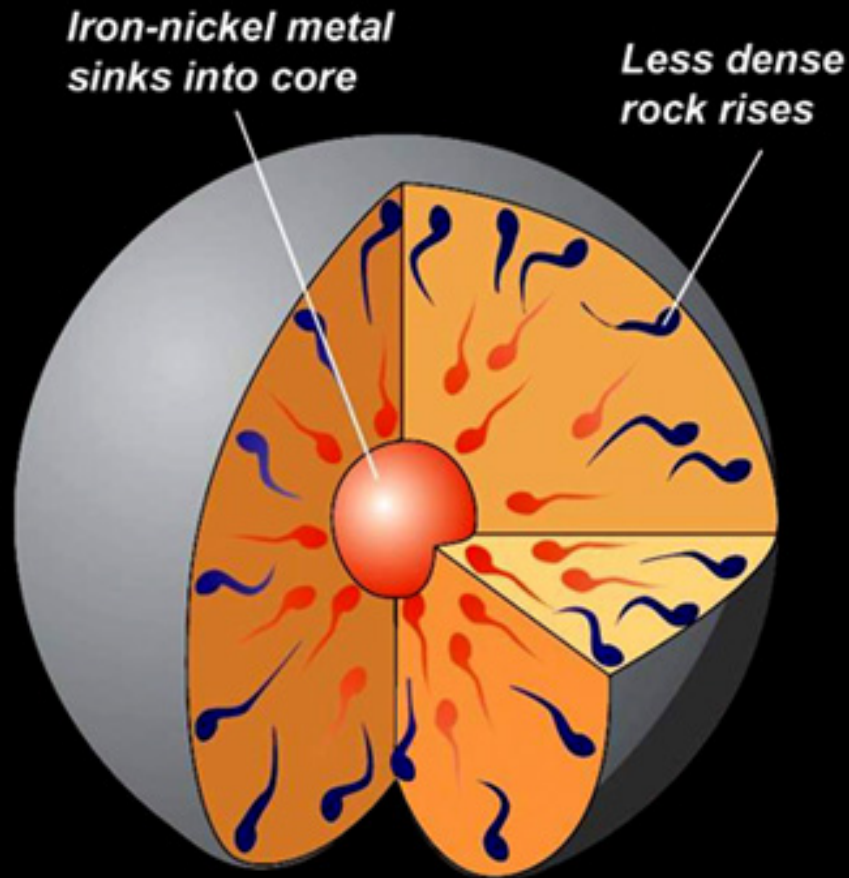


Vzájemné vztahy diferencovaných meteoritů na hypotetické planetce

Analogie – hutnění železa



Vývoj – diferenciacie na planetce



Planetky

- diferenciace materiálu na železo-niklové jádro a obal (plášť) tvořený bezvodými křemičitany Fe, Mg, Al (Ca)
- drcení v důsledku srážek – nárazy planetek, jejich rozpad a spojování
- růst do velikosti planet, gravitační vyčištění okolí dráhy

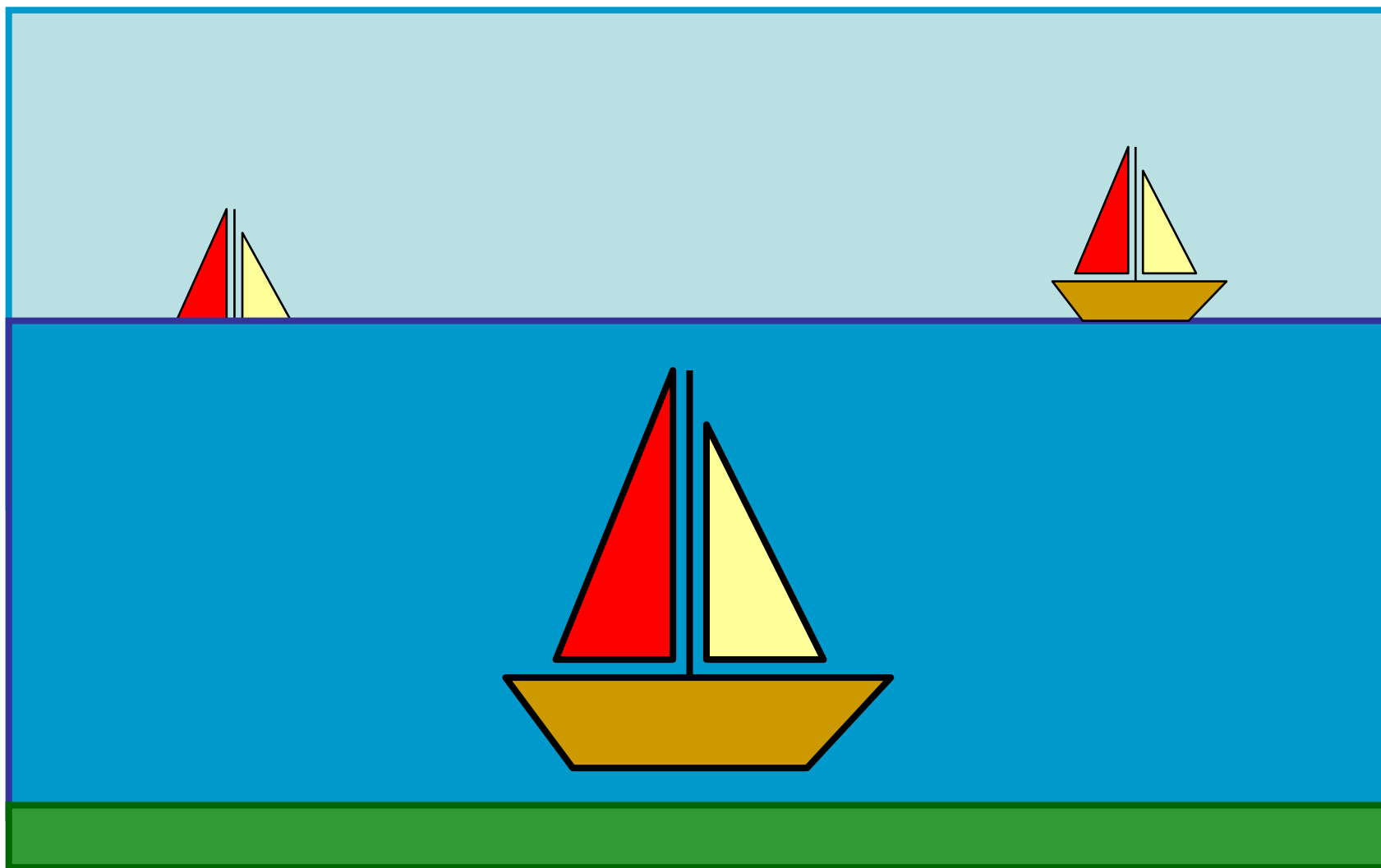
Studium Země

- Tvar Země
- Geofyzika
 - gravitační pole
 - seismický výzkum
 - magnetické pole
- Geochemie
- Petrologie
 - xenolity z vulkanitů
 - horniny vynesené tektonickými pochody

Tvar Země

- Odplouvající a připlouvající lodě „zapadají“ za obzor
- Při cestách na jih se mění poloha Slunce (je výše na obloze) a Polárky (je blíže k obzoru)
- Kulatý tvar stínu Země při zatmění Měsíce

Tvar Země - vzdálené lodě



Tvar Země – tvar stínu na Měsíci



www.MrEclipse.com

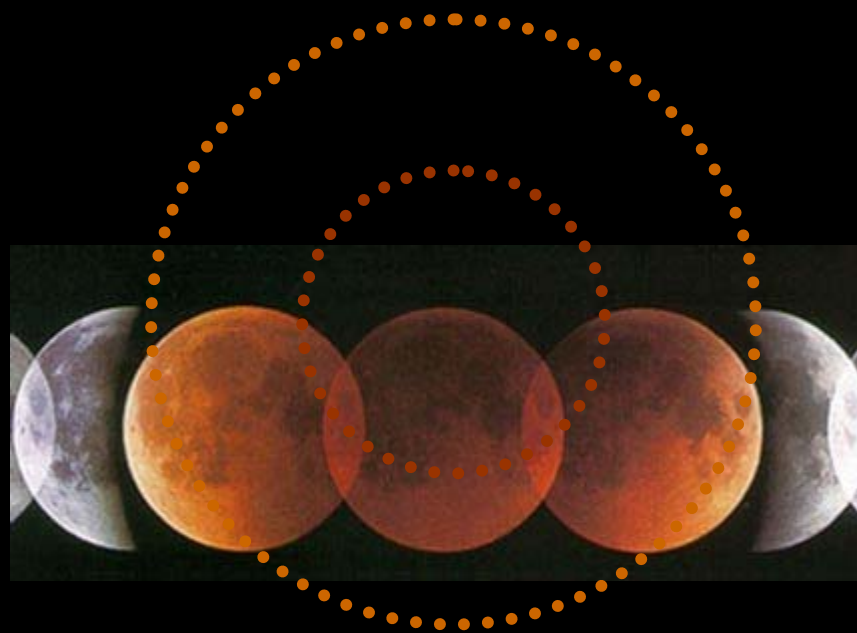
©2000 by F. Espenak



©2000 F. Espenak

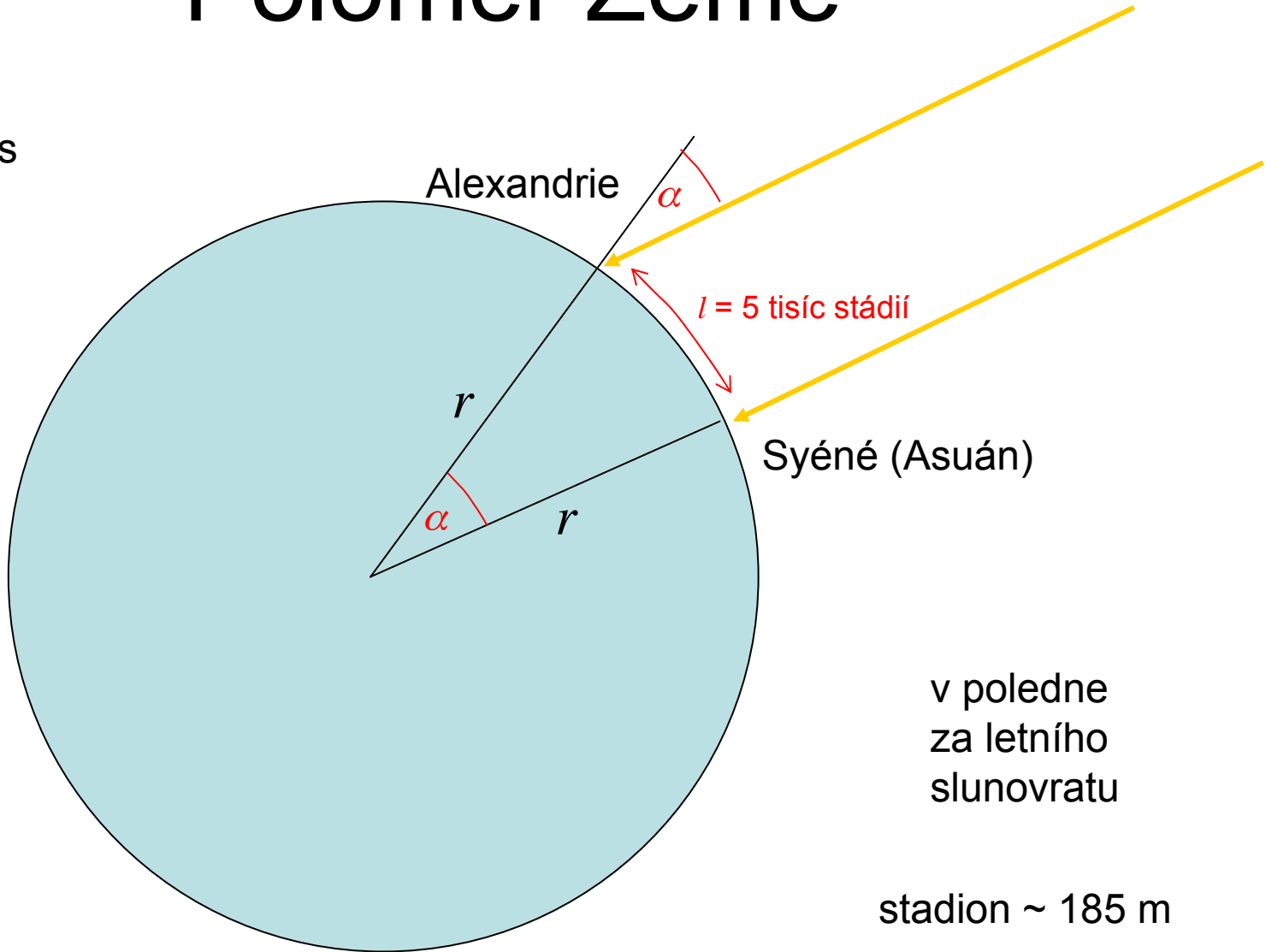


Tvar Země – tvar stínu na Měsíci



Poloměr Země

Eratosthenés
z Kyrené
(-276 až -194)



$$r = \frac{l}{\alpha} \cdot \frac{360}{2\pi}$$

$$\alpha = 7^\circ (6,3^\circ)$$

$$r = 40 \text{ tisíc stádií}$$

Hmotnost Země

$$F = m \cdot a$$

$$F = \kappa \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$M = \frac{a \cdot r^2}{\kappa}$$

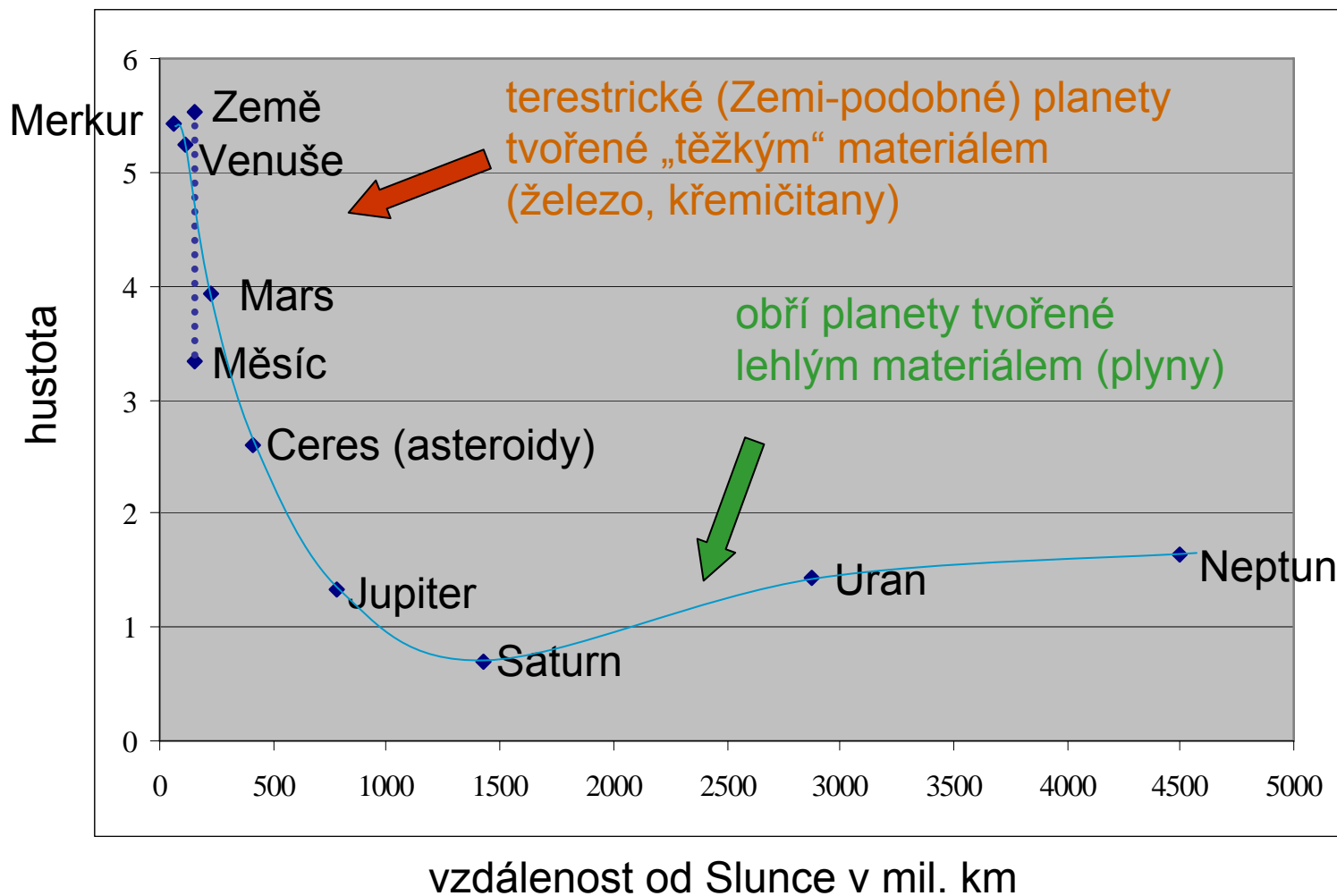
$$r = 6\,371\,000 \text{ m}$$

$$a = 9,806\,65 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

(Cavendish 1798)

Hustoty planet a Měsíce



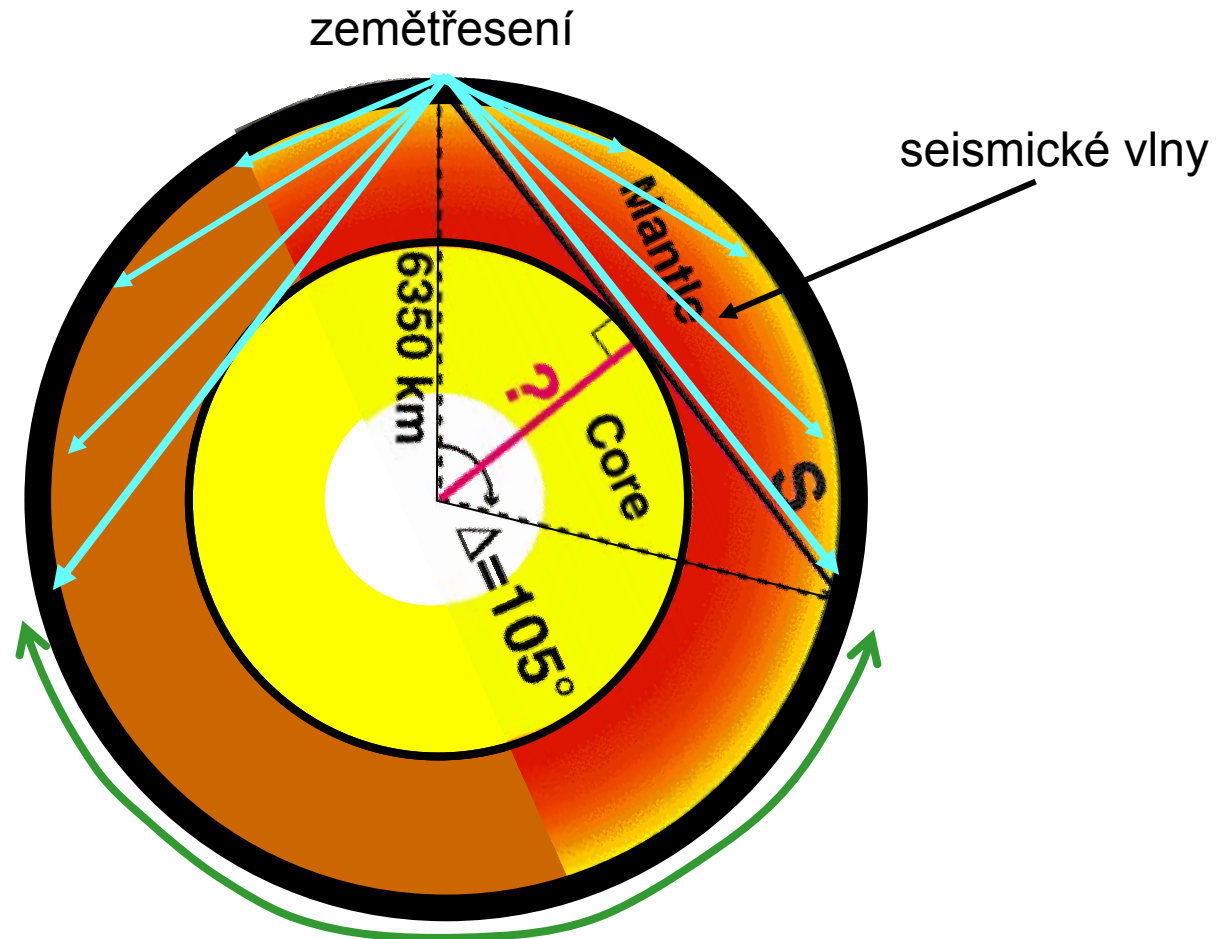
Hustota hornin v nitru

- horniny na povrchu Země je 2,2 až 3,3
- průměrná hustota Země je 5,5
- => v hloubce musí být materiál s vysokou hustotou (asi kovové železo)

Seismické vlny

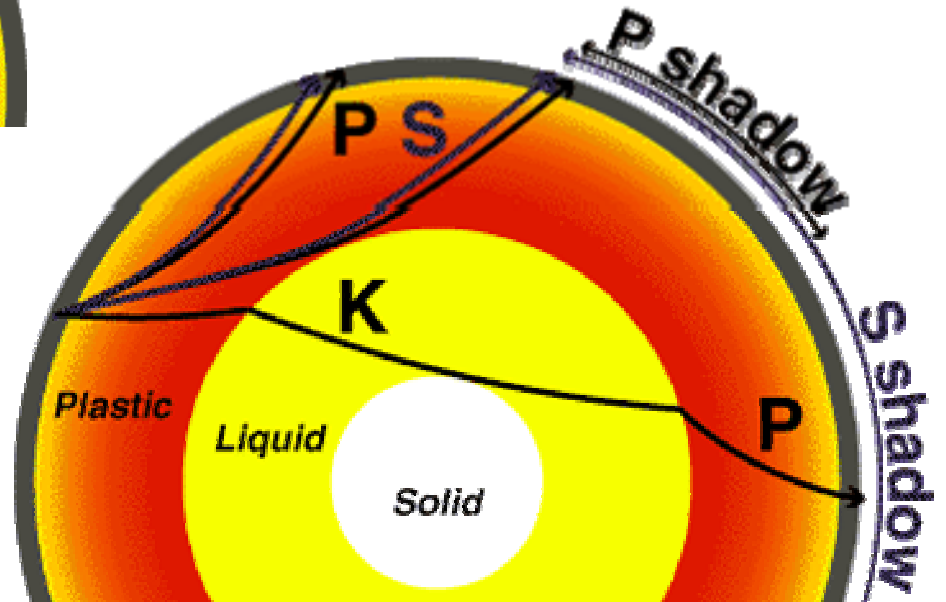
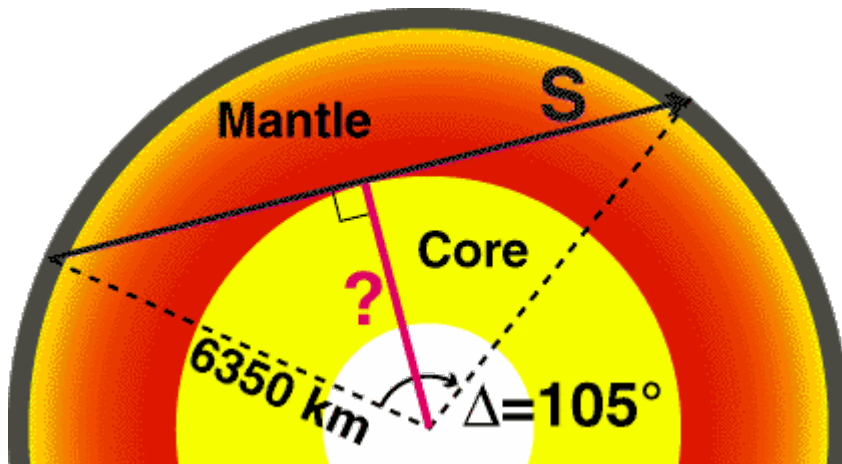
- primární (kompresní) – mění objem, ekvivalent zvuku
- sekundární (střížné) – mění tvar, nešíří se tekutinami (jen pevnými látkami)
- rychlost seismických vln závisí na poměru elastických parametrů materiálu a jeho hustoty

Velikost jádra

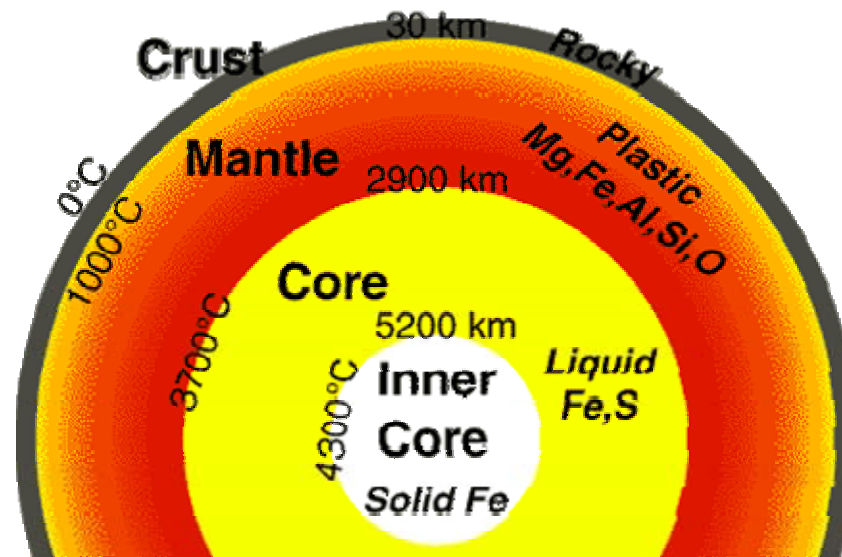


seismické vlny s jsou odstíněné tekutým jádrem

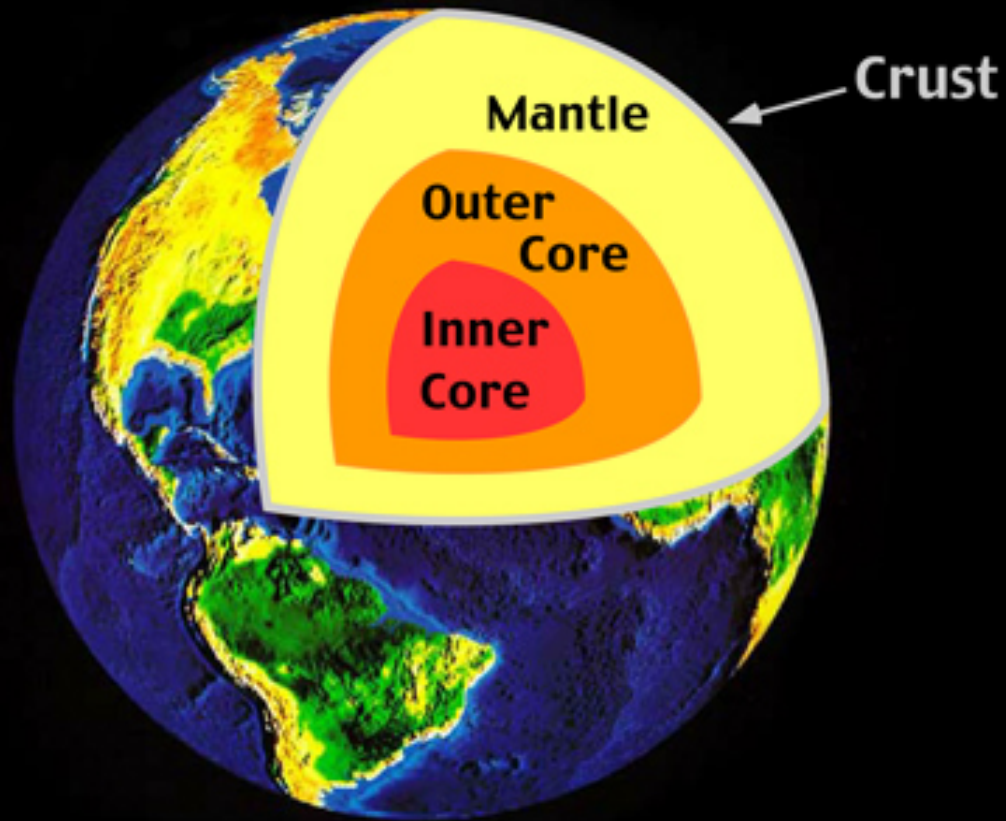
Seismické vlny



Struktura Země



Vnitřní stavba Země



Struktura Země

- kůra (kontinentální)
 - svrchní kůra
 - spodní kůra
- plášť – křemičitany Fe, Mg
 - svrchní plášť
 - spodní plášť
- jádro – železo-niklová slitina
 - vnější jádro - tekuté
 - vnitřní jádro - tuhé

