

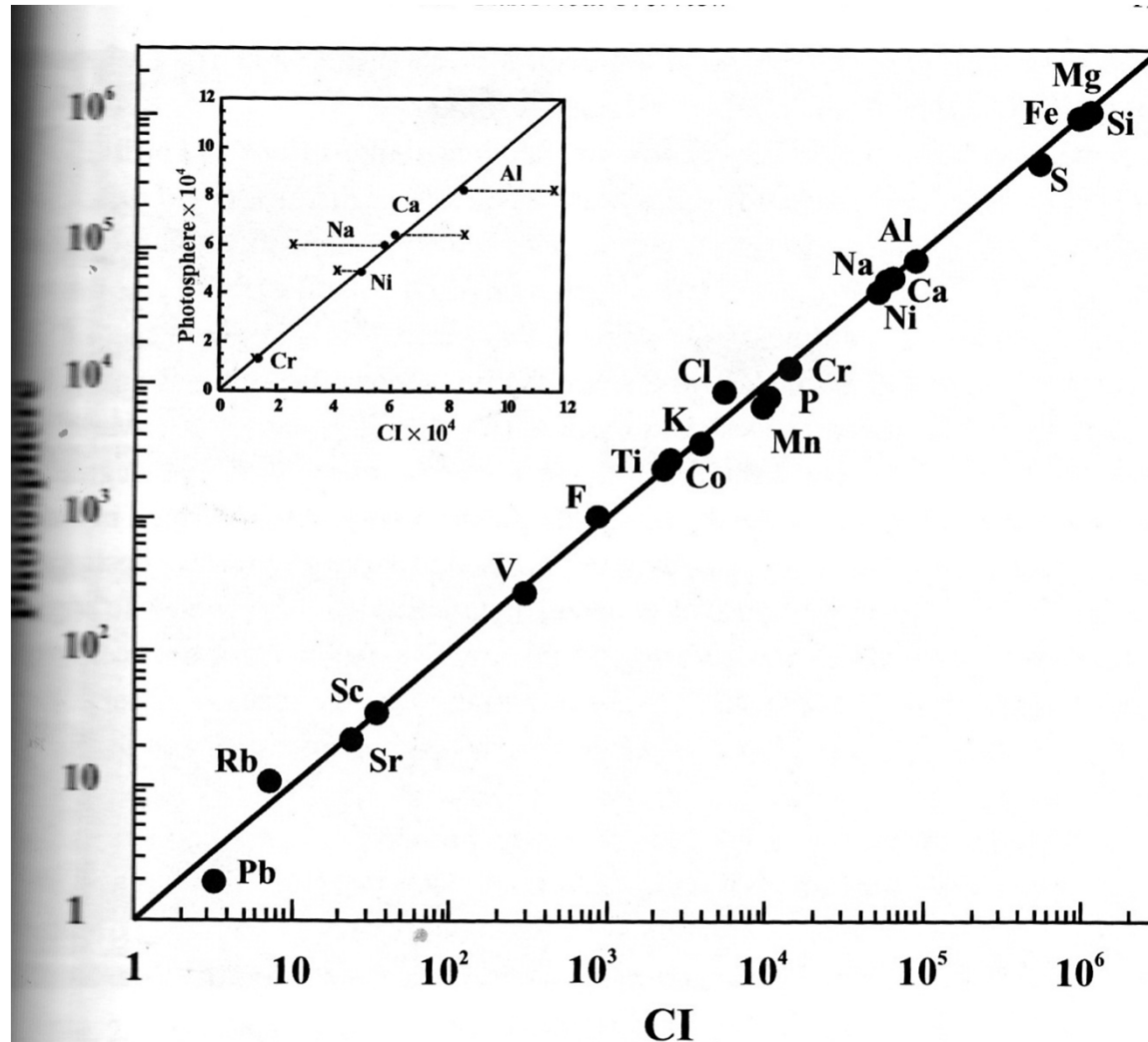
Geochemie endogenních procesů – 3. část

Kosmochemie 2 - Meteority

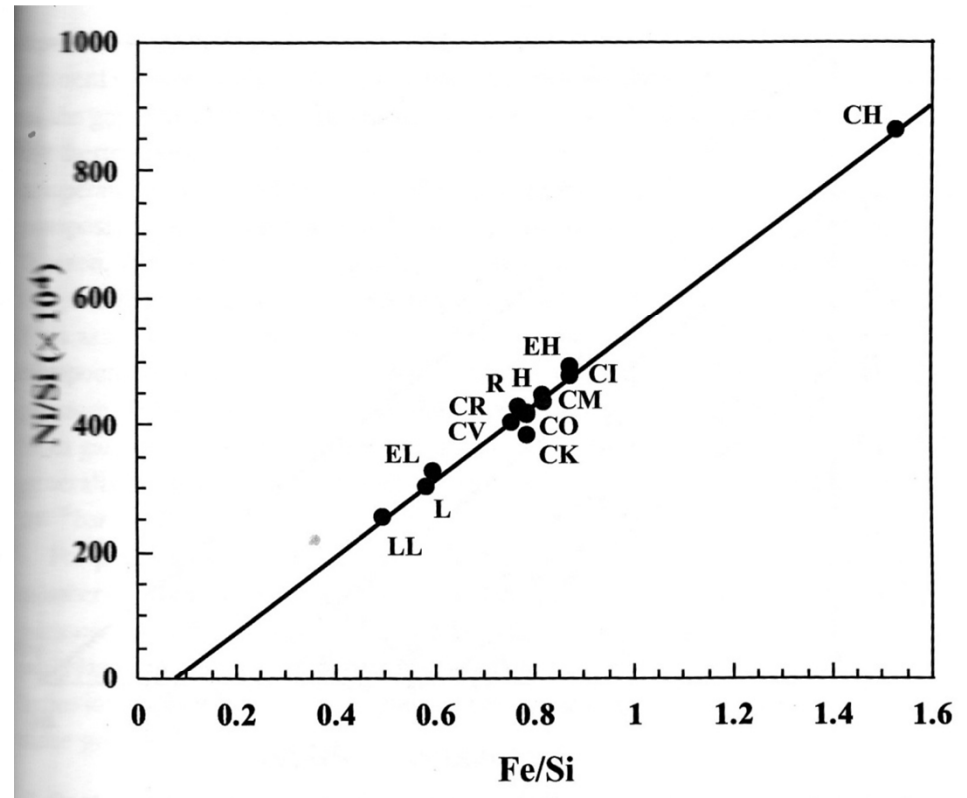
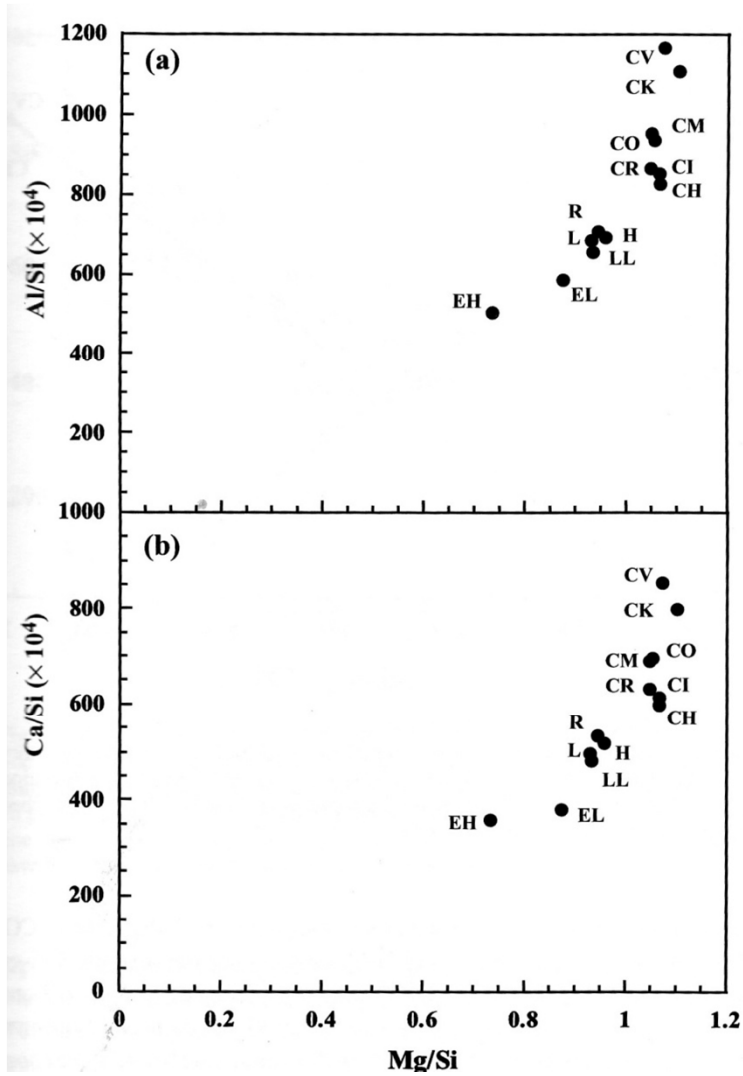
Chondrity

- primitivní meteority → chemické a fyzikální vlastnosti dané procesy ve Sluneční soustavě
- reprezentují vzorek shluku plynů a prachu, ze kterého byla vytvořena Sluneční soustava
- chondruly, CAI, olivín, matrix ± Ni-Fe slitiny, sulfidy
- chondrity **uhlíkaté (Cx)**, **Enstatitové (Ex)** a **běžné (L, H, LL, R)**

Chondrity vs. Sluneční fotosféra



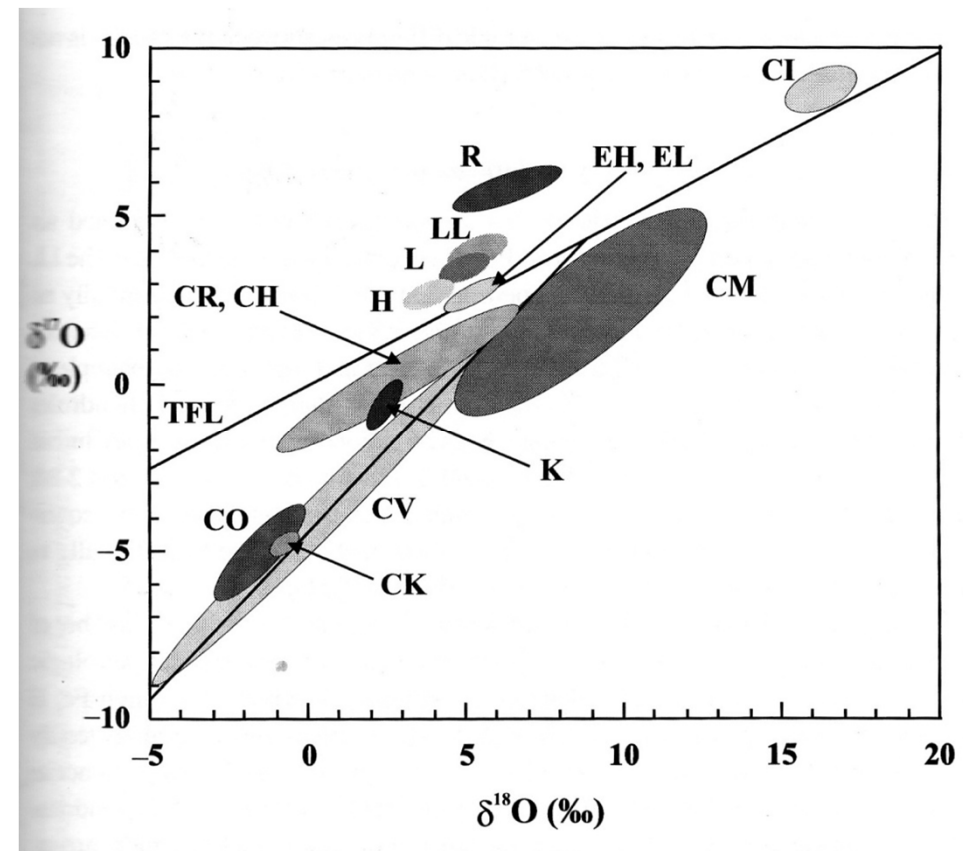
Chondrity



Hutchison (2004)

Chondrity – izotopické složení O

- **TFL** = terrestrial fractionation line → vývoj pozemských materiálů
- Většina Cx chondritů obsahuje mix O z různých zdrojů



Hutchison (2004)

Běžné (Ordinary) chondrity

- olivín-ortopyroxen
Ni-Fe slitina
- klasifikace – **H** (25-31% Fe nebo přítomnost bronzitu), **L** (20-25% Fe nebo přítomnost hyperstenu), **LL** (% Fe jako L, ale pouze 1-3% Fe ve slitině)



Enstatitové chondrity

- velmi vzácné
- vysoce redukční prostředí
- enstatit-olivín kov, sulfidy, fosfidy, karbidy
- **EH** (vysoké Fe) a **EL** (nízké Fe)



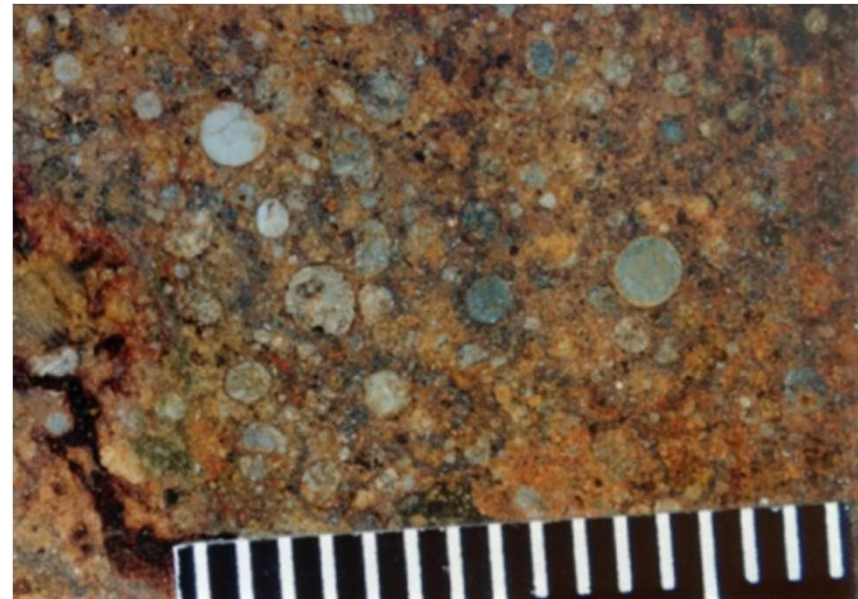
Meteority – uhlíkaté chondrity

- bohaté na C-složky včetně organických sloučenin (zejména aminokyseliny)
- 8 podskupin (např. **CI**, **CM**, **CV** apod.)
- **CI** vzácné ale složením velmi podobné Sluneční mlhovině (neobsahují chondruly → nejprimitivnější materiál Sluneční soustavy)



Meteority - chondruly

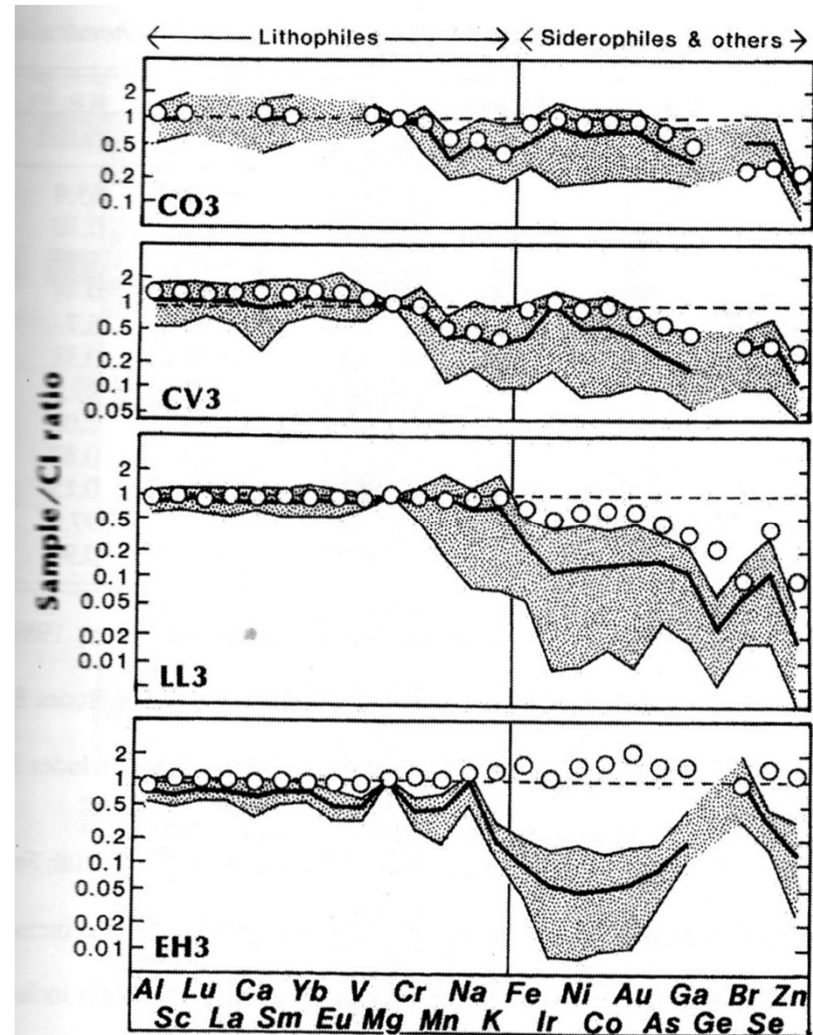
- kulovité útvary od 0.X do X mm (až 50 % z celkového objemu meteoritu)
- olivín, pyroxeny, sklo, FeS, Fe-Ni slitina
- kapky taveniny, která se velmi rychle ochladila → taveniny solárního prachu
- vytvoření při šokových vlnách (např. akrece)



Chondrule, meteorit Grassland

Meteority - chondruly

- Mg-Fe chondruly → složení podobné CI chondritům
- Fe-Ni slitina-sulfidické chondruly → složení ovlivněno pozdějšími redox reakcemi

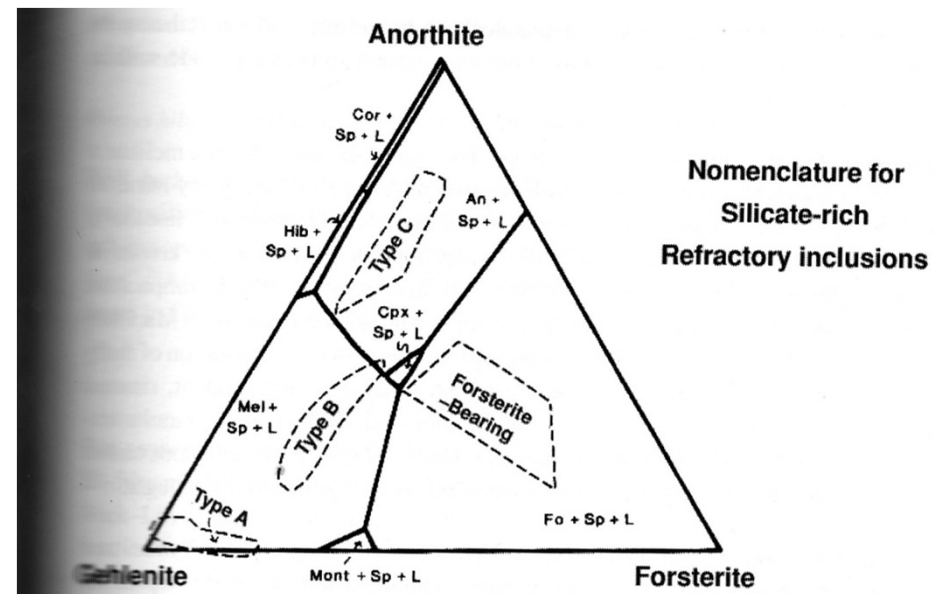


Meteority - CAI

- 0.X mm až X cm velké klasty Ca-Al bohatých minerálů (spinely, melilit, perovskit, hibonit, anortit, Ca-pyroxen)
- minerály z počátku kondenzační sekvence → chudé na volatilní složky, bohaté refraktorními prvky (např. Ba, Th, HFSE)
- důkaz že některý solární prach prošel velmi vysokými teploty (1700 K) → vznik v blízkosti Slunce

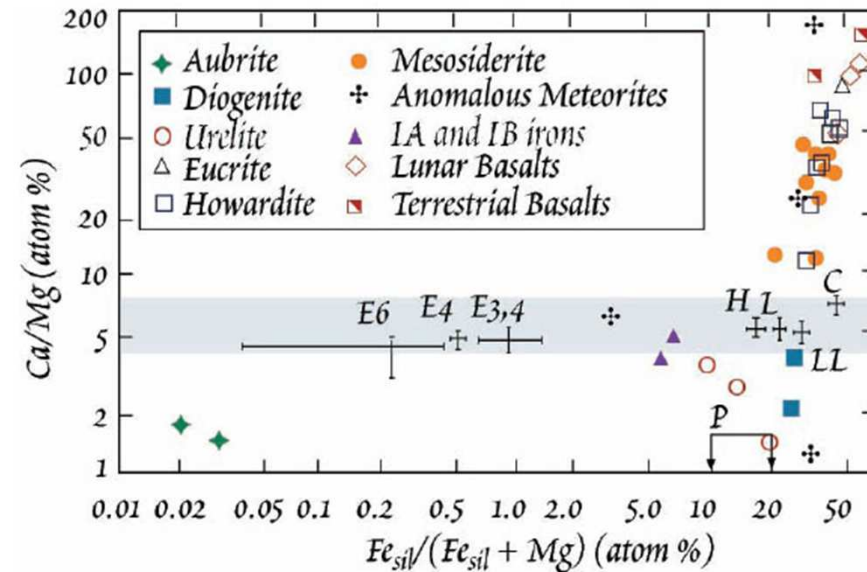
Meteority - CAI

- Obohacení o ^{26}Mg (rozpad ^{26}Al) → vznik během prvních XMa vývoje Sluneční soustavy
- Klasifikace dle mineralogie a textury



Achondrity

- diferenciované meteority vzniklé tavením asteroidů → velmi rozdílné složení
- často silně brekciovitě (z povrchu těles)
- některé pocházejí z Měsíce (basaltické achondrity - Eukrity)
- SNC (0.15-1.5 Ga) → Mars



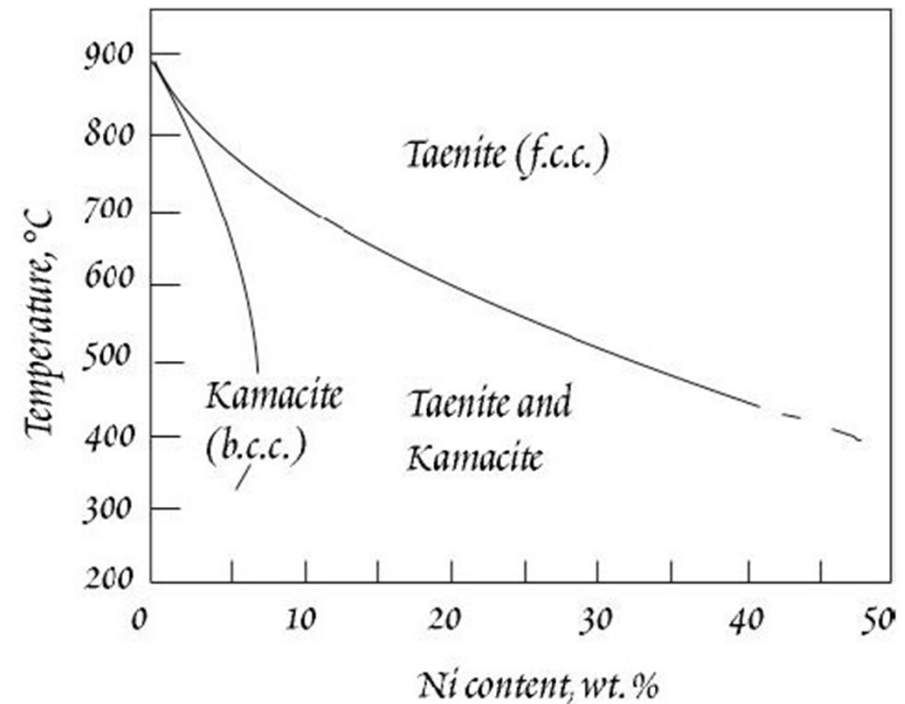
White (2001)

Železa

- základní klasifikace na základě chemického složení (Ga-Ge-Ir)
 - Skupina I (80-100 ppm Ga)
 - Skupina II (40-65 ppm Ga)
 - Skupina III (8-24 ppm Ga)
 - Skupina IV (1-3 ppm Ga)
- Další dělení na základě koncentrace Ni a Ir (podskupiny A-F)

Železa

- Fe-Ni slitiny sulfidy (Fe-Ni), fosfidy, karbidy
- taenit, kamacit
- v drtivé většině jádra asteroidů a drobných planetek
- některá „železa“ možná vznikly při impaktech



White (2001)

Kamenoželeza

- palazity
 - síť Fe-Ni slitiny s uzavřeninami olivínu
 - vznik pravděpodobně na hranici mezi roztavenou slitinou a silikáty
- mesosiderity
 - slitina + silikáty (px+plg)
 - vznik pravděpodobně při kolizi odlišných ast.



Palazit

www.humboldt.edu

Kamenoželeza

- Palazity
 - Olivín Fo_{80-89} , slitina obsahující 7.9-12.9 % Ni
 - Vzácně obsahují i En-opx (pyroxenové palazity)
- Mezosiderity
 - Slitina kovu (IIIAB) + silikáty podobné achondritům
 - Opx (En_{60-80}), Plg (složení podobné bazaltům)

Meteority – stáří a izotopické složení

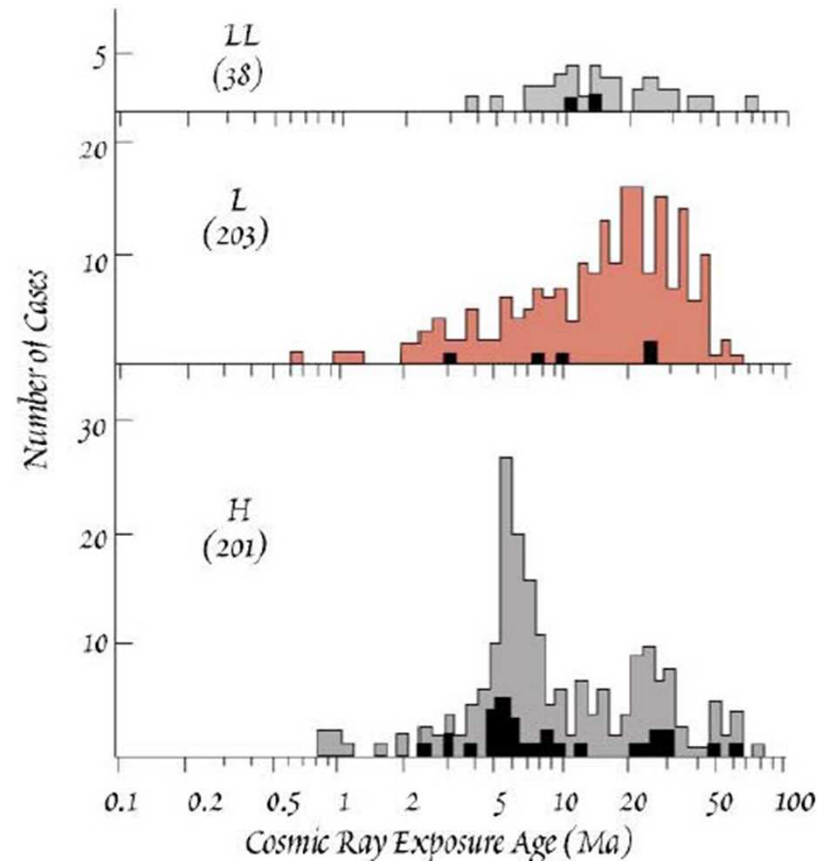
- stáří 4.566 ± 0.003 Ga (Pb-Pb) → CAI meteoritu Allende
- Rozptyl stáří chondritů cca 4.57-4.55 Ga → velmi krátká historie
- Železa → 4.56-4.58 Ga
- K-Ar metoda poskytuje mnohem mladší data → ztráta Ar při metamorfóze, impaktu
- min. rozdíly mezi jednotlivými typy meteoritů
- iniciální izotopické složení Sr-Nd-Pb-Os reflektuje prapůvodní materiál zemského tělesa

Meteority – nuklidy s krátkým poločasem rozpadu

- obsahy nuklidů s krátkým poločasem rozpadu (např. ^{129}I , ^{10}Be) → informace o časové posloupnosti nukleogeneze
- 20 mil. staří uzavření izotopického systému I-Xe) → akrece mateřských těles nebo metamorfóza?
- ^{26}Al - ^{26}Mg → CAI jsou o několik Ma starší než chondruly
- nuklidy „želez“ → jádra meteorických těles vznikla během 15 Ma nukleosyntézy

Meteority – kosmické záření a meteoritová tělesa

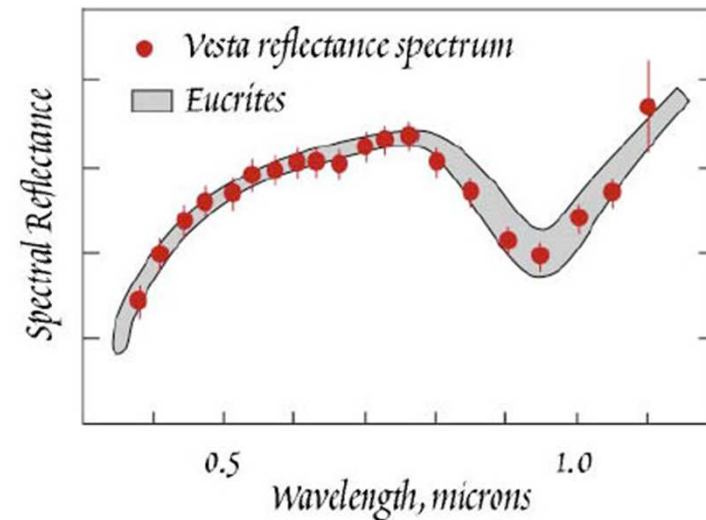
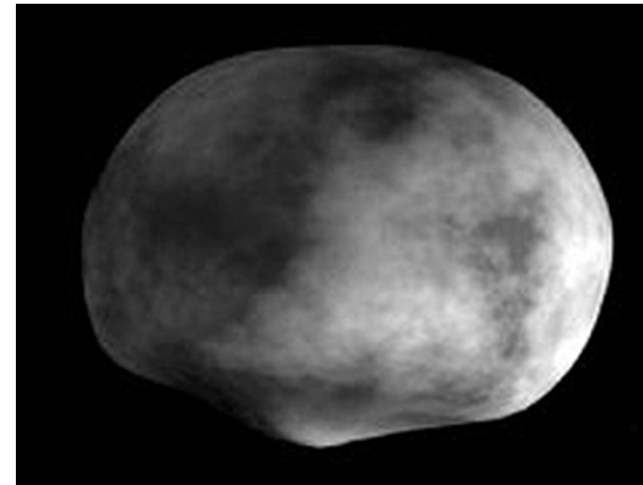
- vznik nuklidů v důsledku dopadu kosmického záření na povrch mateřských těles
- všechny meteority jsou (oddělení od mateřských těles) velmi mladá tělesa



Crab and Schultz (1981)

Meteority – mateřská tělesa

- velikost pravděpodobně 10-100 km
- některé skupiny meteoritů mohou pocházet ze stejných těles
- většina spadlých meteoritů pochází z pásu asteroidů (mezi Marsem a Jupiterem)



Meteority – izotopické anomálie

- „klasické“ izotopické systémy ukazují na silnou homogenitu
- izotopy vzácných plynů naopak vykazují silnou heterogenitu → vliv několika různých komponent (včetně presolárních)
- izotopické složení O je rozdílné od Země a Měsíce → možná v důsledku rozdílného vývoje O v různých částech Sluneční soustavy