



Institute of Geology of the CAS, v. v. i.



Izotopová geochemie – netradiční stabilní izotopy

	ns		(n - 2)f					(n - 1)d			np							
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
b	I. A	II. A	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A		VIII. A		I. B	II. B	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B	VIII. B
c	I. A	II. A	III. B	IV. B	V. B	VI. B	VII. B		VIII.		I. B	II. B	III. A	IV. A	V. A	VI. A	VII. A	VIII. A

1,008 1 H vodík Hydrogenium -I, I	2,15 2 He HELIUM Helium	6,94 3 Li LITHIUM Lithium I	9,01 4 Be BERYLLIUM Beryllium II	22,99 11 Na SODÍK Natrium I	24,31 12 Mg HOŘČÍK Magnesium II	47,88 22 Ti TITAN Titanium II, III, IV	50,94 23 V VANAD Vanadium II, III, IV, V	52,00 24 Cr CHROM Chromium II, III, IV, V, VI	54,94 25 Mn MANGAN Manganum II, III, IV, V, VI, VII	55,85 26 Fe ŽELEZO Ferrum II, III, IV	58,93 27 Co KOBALT Cobaltum II, III, IV	58,93 28 Ni NIKEL Niccolum II, III, IV, V	63,55 29 Cu MĚď Cuprum I, II, (III)	65,38 30 Zn ZINEK Zincum II	69,72 31 Ga HLINÍK Gallium I, III	72,59 32 Ge GERMANIUM Germanium -IV, II, IV	74,92 33 As ARZEN Arsenicum -III, III, V	78,96 34 Se SELENIUM Selenium -II, IV, VI	79,90 35 Br BROM Bromum -I, III, IV, V, VII	83,80 36 Kr KRYPTON Kryptonum I, III, IV, V, VI, VII	85,47 37 Rb RUBIDIUM Rubidium I	87,62 38 Sr STRONCIUM Strontium II	88,91 39 Y YTRIIUM Yttrium III	91,22 40 Zr ZIRKONIUM Zirconium IV	92,91 41 Nb NIÓBIUM Niobium III, IV, V	95,94 42 Mo MOLYBDEN Molybdenum II, III, IV, V, VI	97,91 43 Tc TECHNECIUM Technetium IV, V, VI, VII	101,07 44 Ru RUTHENIUM Ruthenium II, III, IV, V, VI, VII	102,91 45 Rh RHODIUM Rhodium I, III, IV	106,42 46 Pd PALLADIUM Palladium I, II, IV	107,87 47 Ag STRĚBRO Argentum I, II, III	112,41 48 Cd KADMIUM Cadmium II	114,82 49 In INDIUM Indium I, III	118,69 50 Sn CÍN Stannum -IV, II, IV	121,75 51 Sb ANTIMON Antimonium -III, III, IV, V	127,60 52 Te TELUR Tellurium -II, IV, VI	126,90 53 I JOD Iodum -I, III, V, VII	131,30 54 Xe XENON Xenonum I, III, IV, V, VI, VII	132,91 55 Cs CESIUM Caesium I	137,34 56 Ba BARYUM Baryum II	138,91 57 La LANTHAN Lanthanum III	178,49 72 Hf HAFNIUM Hafnium IV	180,95 73 Ta TANTAL Tantalum V	183,85 74 W WOLFRAM Wolframum II, III, IV, V, VI	186,21 75 Re RHENIUM Rhenium II, III, IV, V, VII	190,20 76 Os OSMIUM Osmium II, III, IV, VI, VIII	192,22 77 Ir IRIDIUM Iridium I, III, IV	195,08 78 Pt PLATINA Platinum II, IV	196,97 79 Au ZLATO Aurum I, III	200,59 80 Hg RTUť Hydrargyrum I, II	204,37 81 Tl THALLIUM Thallium I, III	207,20 82 Pb OLOVO Plumbum II, IV	208,98 83 Bi BISMUT Bismutium III, V	(209) 84 Po POLONIUM Polonium -II, IV, VI	(210) 85 At ASTAT Astatium -I, III, V, VII	(210) 86 Rn RADON Radonum I, III, IV, V, VI, VII	(223) 87 Fr FRANCIUM Francium I	(226) 88 Ra RADIUM Radium II	(227) 89 Ac AKTINIUM Actinium III	(261) 104 Rf Rutherfordium	(262) 105 Db Dubnium	(263) 106 Sg Seaborgium	(264) 107 Bh Bohrium	(265) 108 Hs Hassium	(266) 109 Mt Meitnerium	(271) 110 Ds Darmstadtium	(272) 111 Rg Roentgenium	(277) 112 Uub Ununbium	(284) 113 Uut Ununtrium	(285) 114 Uuq Ununquadium	(288) 115 Uup Ununpentium	(289) 116 Uuh Ununhexium	(?) 117 (Uus) Ununseptium	(?) 118 (Uuo) Ununoctium
---	--	---	--	---	---	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	--	---	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	---	---	--	--	--	---	---	---	---	--	---	--	--	--	--	---	--	---	---	---	---	--	---	--	--	---	--	---	--	--------------------------------------	---	--------------------------------------	--------------------------------------	---	---	--	--	---	---	---	--	---	--

relativní atomová hmotnost ← (210) → elektronegativita

protonové číslo ← **85** → značka (symbol)

český název prvku ← **ASTAT**

latinský název prvku ← **Astatium**

radioaktivní prvky ← → oxidační čísla (běžná oxidační čísla jsou vyznačena tučně)

- (a) IUPAC 1988
- (b) IUPAC 1970
- (c) CAS 1986 (Chemical Abstracts Service)

- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin
- triada železa
- platinové kovy
- chalkogeny
- halogeny
- vzácné plyny

140,12 58 Ce CER Cerium III, IV	140,91 59 Pr PRASEODYMIUM Praseodymium III, IV	144,24 60 Nd NEODYMIUM Neodymium III	(145) 61 Pm PROMETHIUM Promethium III	150,4 62 Sm SAMARIUM Samarium III	151,96 63 Eu EUROPIUM Europium II, III	157,25 64 Gd GADOLINIUM Gadolinium II, III, IV	158,93 65 Tb TERBIUM Terbium III	162,50 66 Dy DYSPROSIUM Dysprosium III	164,93 67 Ho HOLMIUM Holmium III	167,26 68 Er ERBIUM Erbium III	168,93 69 Tm THULIUM Thulium III	173,04 70 Yb YTERBIUM Ytterbium II, III	174,97 71 Lu LUTECIUM Lutetium III	232,04 90 Th THORIUM Thorium III, IV	231,04 91 Pa PROTAKTINIUM Protactinium III	238,03 92 U URAN Uranium III, IV, V, VI	237,05 93 Np NEPTUNIUM Neptunium III, IV, V, VI, VII	239,05 94 Pu PLUTONIUM Plutonium III, IV, V, VI	241,06 95 Am AMERICIUM Americium III, IV	244,06 96 Cm CURIUM Curium III	249,08 97 Bk BERKELIUM Berkelium III	252,08 98 Cf KALIFORNIUM Californium III	253,09 99 Es EINSTEINIUM Einsteinium III	257,10 100 Fm FERMIUM Fermium III	256,09 101 Md MENDELEVIUM Mendelevium III	255,09 102 No NOBELIUM Nobelium III	256,10 103 Lr LAWRENCIUM Lawrencium III
---	--	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---	--	--	--	--	--	---	---	---	---

skupenství prvku (při 20 °C)

pevné

kapalné

plynné

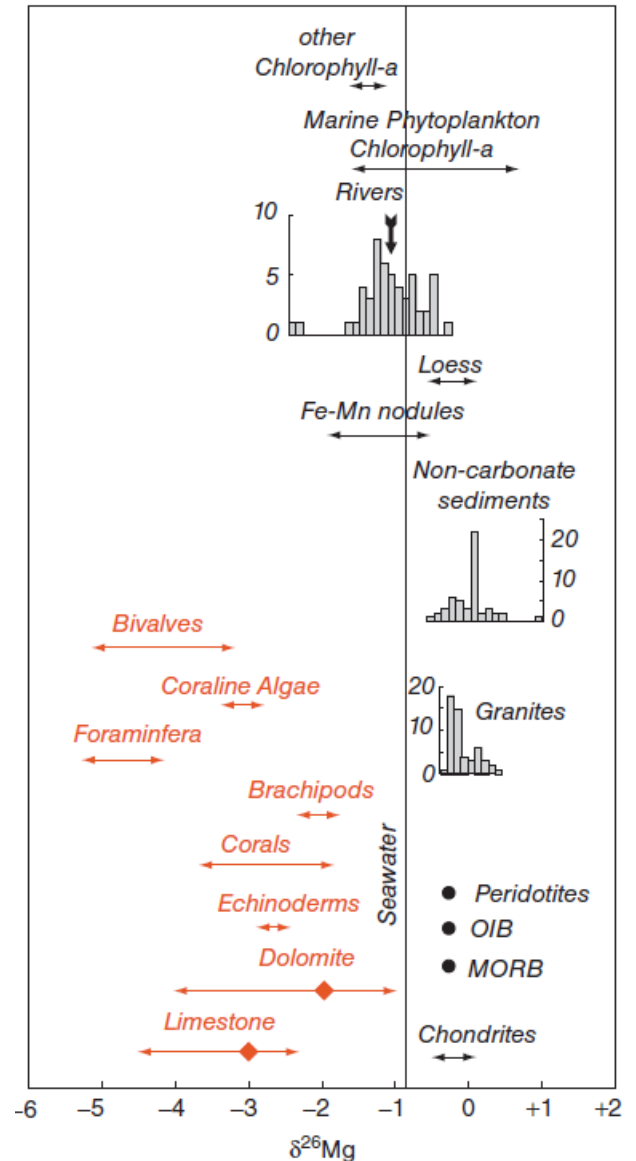
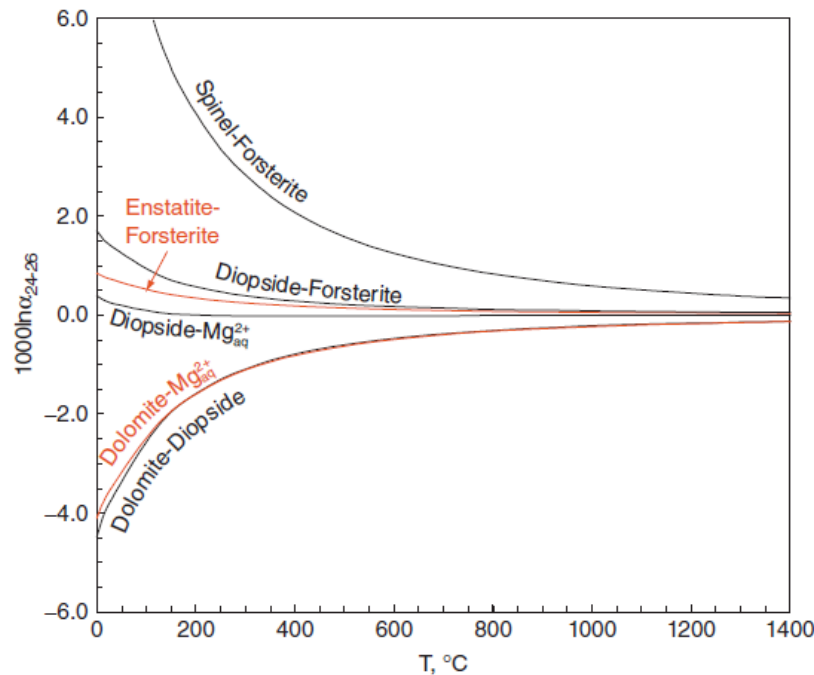


Mg

- Přírodní Mg se skládá ze tří stabilních izotopů:
 - ^{24}Mg 78,99 %
 - ^{25}Mg 10,00 %
 - ^{26}Mg 11,01 %
- ^{24}Mg a ^{25}Mg jsou neradiogenního původu, zatímco ^{26}Mg je produktem rozpadu ^{26}Al (poločas rozpadu $7,17 \cdot 10^5$ let)
- Používané poměry jsou $^{25}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$ a $^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$
 - Udávají se jako odchylka od standardu ($\cdot 10^{-3}$) $\delta^{25}\text{Mg}$ a $\delta^{26}\text{Mg}$
- Rozdíly v izotopovém složení terestrických materiálů jsou čistě výsledkem frakcionačních procesů, variace kvůli radioaktivnímu rozpadu ^{26}Al byly důležité pouze v prvopočátcích sluneční soustavy

Mg

- Frakcionace je mnohem větší za nižších teplot ($T < 400\text{ °C}$), při „magmatických“ teplotách se výrazněji neprojevuje





Ca

- Ca se v přírodě skládá celkem ze šesti stabilních izotopů:
 - ^{40}Ca 96,94 %
 - ^{42}Ca 0,647 %
 - ^{43}Ca 0,135 %
 - ^{44}Ca 2,08 %
 - ^{46}Ca 0,004 %
 - ^{48}Ca 0,187 %
- S výjimkou izotopu ^{40}Ca (produkt rozpadu ^{40}K) jsou všechny neradiogenního původu)
- Podobně jako u Mg zde hraje hlavní roli chemická frakcionace

Ca

- Dnes se měří výhradně poměr $^{44}\text{Ca}/^{42}\text{Ca}$
 - V minulosti $^{44}\text{Ca}/^{40}\text{Ca}$ → později se tato metoda ukázala jako nepraktická z důvodu nepřesných měření a velmi malých, ale přeci jen měřitelných variací ^{40}Ca kvůli radioaktivním procesům
- Izotopových dat z magmatických hornin je velmi málo, dosud provedené výzkumy se soustředí na několik málo oblastí:
 - Vliv subdukovaných karbonátů na složení svrchního pláště
 - Míra geochemické interakce mezi mořskou vodou a oceánskou kůrou
 - Geochemická historie mořské vody
 - Paleontologie....

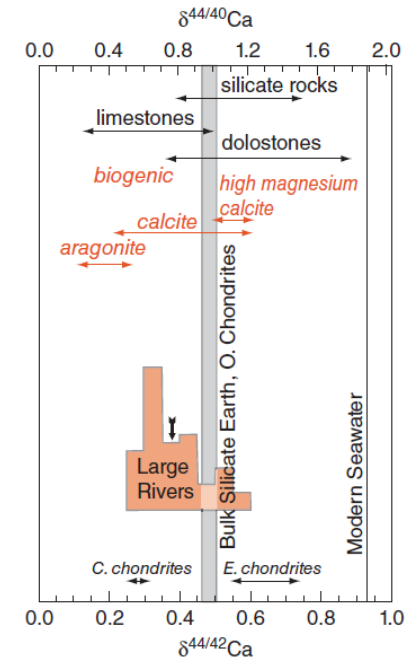


Figure 11.19 Ca isotopic composition of terrestrial and meteoritic materials. Isotopic compositions of biogenic carbonates are shown in red. Arrow shows the average composition of continental runoff of Tipper et al. (2010).



Fe

- 4 stabilní izotopy:
 - ^{54}Fe 5,84 %
 - ^{56}Fe 91,76 %
 - ^{57}Fe 2,12 %
 - ^{58}Fe 0,28 %
- Používaný poměr zahrnuje dva nejběžnější izotopy: $^{56}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ($\delta^{56}\text{Fe}$)

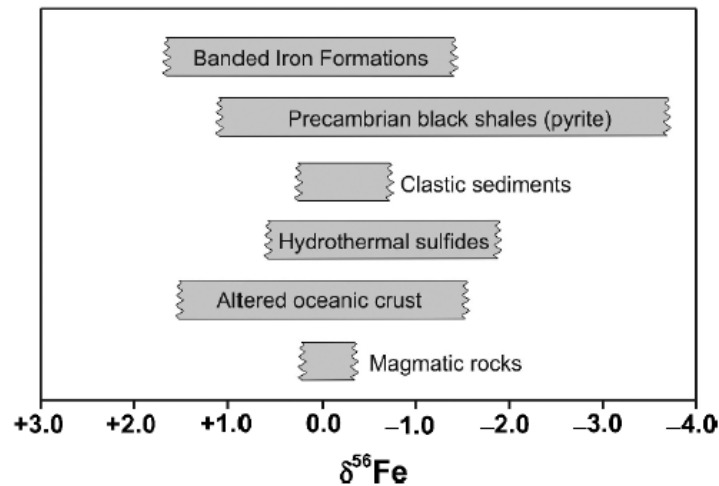


Fig. 2.24 $\delta^{56}\text{Fe}$ ranges in some important iron reservoirs



Fe

- Mechanismus frakcionace Fe izotopů v geologickém prostředí je silně závislý na teplotě:
 - Za nízkých teplot (na povrchu Země) dominují kinetické faktory; chemická frakcionace je značně omezena extrémně malou mobilitou Fe^{3+}
 - Za vysokých teplot převládá chemická frakcionace [Fe podléhá velkému množství oxidačně-redukčních reakcí ($\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+}$)]
- Na základě izotopů Fe se dá velmi přesně určit obsah O_2 v atmosféře v jakékoliv etapě vývoje Země
 - První důkazy o vzrůstající koncentraci O_2 pochází z doby před cca 2,8–2,6 Ga

Cu

- 2 stabilní izotopy:
 - ^{63}Cu 69,1 %
 - ^{65}Cu 30,9 %.
- $^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu}$; $\delta^{65}\text{Cu}$
- Míra frakcionace izotopů Cu závisí:
 - Nepřímo úměrně na teplotě; v magmatických systémech jsou variace malé, v hydrotermálních žilách a sekundárních minerálech velké
 - Na typu minerálu; Cu vázaná v silikátech je izotopicky homogenní, v sulfidech výrazně kolísá

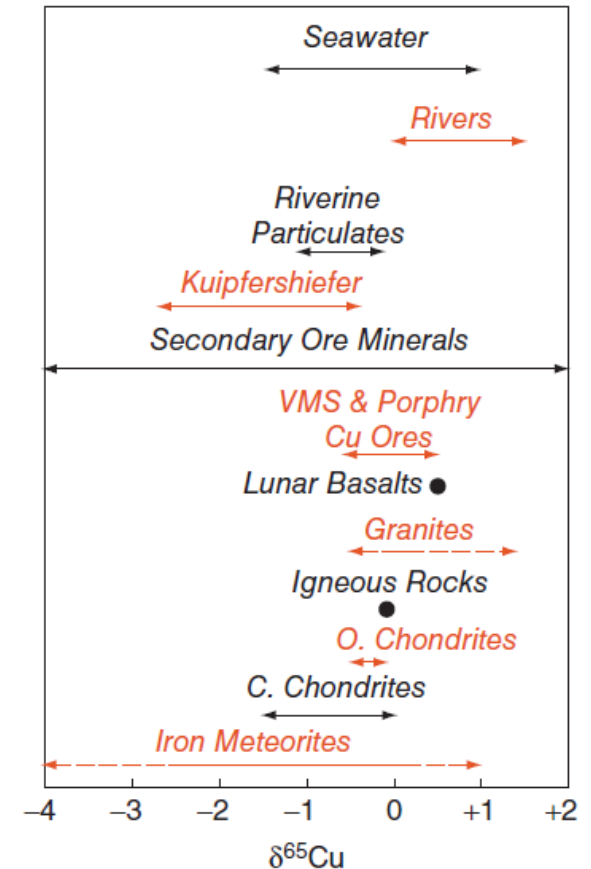


Figure 11.11 Cu isotope ratios in terrestrial, lunar, and meteoritic materials.



Cu

- Využití izotopů Cu zahrnuje:
 - Možné fáze existující v prvopočátku sluneční soustavy (spolu s Ni a Zn izotopy)
 - Zjištění podmínek vzniku Cu ložisek (T, pH, Eh)
 - Zdroj Cu v sulfidech (okolní x jiná hornina)