



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



Izotopová geochemie – úvod

doc. RNDr. Lukáš Krmíček, Ph.D.
(přednášející); l.krmicek@gmail.com

Mgr. Jakub Hrubý (cvičící)
Mgr. Petra Šišková (cvičící)
Mgr. Martin Vašinka (cvičící)



Ukázky aktuálních geochemických publikací

Petrogenesis of orogenic lamproites of the Bohemian Massif: Sr–Nd–Pb–Li isotope constraints for Variscan enrichment of ultra-depleted mantle domains



Lukáš Krmíček^{a,b,*}, Rolf L. Romer^c, Jaromír Ulrych^a, Johannes Glodny^c, Dejan Prelević^{d,e}

^a Institute of Geology, Czech Academy of Sciences, v.v.i., Rozvojová 269, CZ-165 02 Prague 6, Czech Republic

^b Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, AdMaS Centre, Veveří 95, CZ-602 00 Brno, Czech Republic

^c Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Telegrafenberg D-14473, Potsdam, Germany

^d Geocycles Research Centre, Institute of Geosciences, University of Mainz, Becherweg 21, D-55099 Mainz, Germany

^e Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, Djušina 7, RS-11000 Belgrade, Serbia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 31 January 2015

Received in revised form 29 April 2015

Accepted 30 April 2015

Available online 4 June 2015

Handling Editor: R.D. Nance

Keywords:

Silica-rich lamproites

Sr–Nb–Pb–Li isotopes

Mantle metasomatism

Rheic Ocean

Variscides

ABSTRACT

During convergence of Gondwana-derived microplates and Laurussia in the Palaeozoic, subduction of oceanic and continental crusts and their sedimentary cover introduced material of regionally contrasting chemical and isotopic compositions into the mantle. This slab material metasomatised the local mantle, producing a highly heterogeneous lithospheric mantle beneath the European Variscides. The eastern termination of the European Variscides (Moldanubian and Saxo-Thuringian zones of Austria, Czech Republic, Germany and Poland) is unusual in that the mantle was modified by material from several subduction zones within a small area. Orogenic lamproites sampled this lithospheric mantle, which has a chemical signature reflecting extreme depletion (low CaO and Al₂O₃ contents and high Mg-number) followed by strong metasomatic enrichment, giving rise to crust-like trace element patterns, variable radiogenic ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr₍₃₃₀₎ (0.7062–0.7127) and non-radiogenic Nd isotopic compositions (ϵ Nd₍₃₃₀₎ = –2.8 to –7.8), crustal Pb isotopic compositions, and a wide range of δ^7 Li values (–5.1 to +5.1). This metasomatic signature is variably expressed in the lamproites, depending on the extent of melting and the nature of the source of the metasomatic component. Preferential melting of the metasomatically enriched (veined) lithospheric mantle with K-rich amphibole resulted in lamproitic melts with very negative, crust-like δ^7 Li values, which correlate positively with peralkalinity, HFSE contents and lower ϵ Nd. Both the higher degree of melting and progressive consumption of the metasomatic component reduce the chemical and isotopic imprints of the metasomatic end member. The very positive δ^7 Li values of some lamproites indicate that the source of these lamproites may have been modified by subducted oceanic lithosphere. Fresh olivine from the Brloh (Moldanubian) lamproitic dyke shows very high Fo (up to 94%) and very high Li contents (up to 25 ppm), demonstrating that the extremely depleted and later enriched lithospheric mantle may have contributed significantly to the Li budget of the lamproites. The regional distribution of lamproites with contrasting chemical and isotopic fingerprints mimics the distribution of the different Variscan subduction zones.

© 2015 International Association for Gondwana Research. Published by Elsevier B.V. All rights reserved.

Ukázky aktuálních geochemických publikací

Petrogenesis of Miocene alkaline volcanic suites from western Bohemia: whole rock geochemistry and Sr–Nd–Pb isotopic signatures



Jaromír Ulrych^a, Lukáš Krmíček^{a,b,*}, Čestmír Tomek^c, Felicity E. Lloyd^d,
Anna Ladenberger^{e,f}, Lukáš Ackerman^a, Kadosa Balogh^g

^a Institute of Geology, Czech Academy of Sciences, Rozvojová 269, CZ-165 02 Prague 6, Czech Republic

^b Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, AdMaS Centre, Veveří 95, 602 00 Brno, Czech Republic

^c Institute of Geophysics, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 845 28 Bratislava, Slovakia

^d Department of Earth Sciences, University of Bristol, Queens Road, Bristol BS8 1RJ, United Kingdom

^e Geological Survey of Sweden, Box 670, SE-75128 Uppsala, Sweden

^f Danish Lithosphere Centre, Copenhagen, Denmark

^g Institute of Nuclear Research, Hungarian Academy of Sciences, Bemtér 18/C, H-4026 Debrecen, Hungary

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 January 2015

Received in revised form

11 November 2015

Accepted 15 November 2015

Editorial handling - A. Renno

Keywords:

Bohemian Massif

Cenozoic alkaline volcanism

K–Ar ages

Geochemistry

Sr–Nd–Pb isotopes

ABSTRACT

The Mid to Late Miocene intraplate alkaline volcanic suites of western Bohemia are relict of the intensive voluminous volcanism accompanied by large-scale uplift and doming. The association with the uplift of the NE flank of the Cheb–Domažlice Graben (CDG) is uncertain in view of the mostly transpressional tectonics of the graben. The volcanism is most probably of the Ohře/Eger Rift off-rift settings. Two cogenetic volcanic suites have been recognised: (i) silica-saturated to oversaturated consisting of olivine basalt–trachybasalt–(basaltic) trachyandesite–trachyte–rhyolite (13.5 to 10.2 Ma) and (ii) silica-undersaturated (significantly Ne-normative) (melilite-bearing) olivine nephelinite–basanite–tephrite (18.3 to 6.25 Ma). A common mantle source is suggested by similar primitive mantle-normalised incompatible element patterns and Sr–Nd–Pb isotopic compositions for the assumed near-primary mantle-derived compositions of both suites, i.e., olivine basalt and olivine nephelinite. Apparently, they were generated by different degrees of partial melting of a common mantle source, with garnet, olivine and clinopyroxene in the residuum. Negative Rb and K anomalies indicate a residual K-phase (amphibole/phlogopite) and melting of partly metasomatised mantle lithosphere. The evolution of the basanite–olivine basalt–trachybasalt–(basaltic) trachyandesite–trachyte–rhyolite suite suggests the presence of an assimilation–fractional crystallization process (AFC). Substantial fractionation of olivine, clinopyroxene, Fe–Ti oxide, plagioclase/alkali feldspar and apatite accompanied by a significant assimilation of magma *en route* by crustal material is most evident in evolved member, namely, trachytes and rhyolites. The magmas were probably sourced by both sub-lithospheric and lithospheric partly metasomatised mantle. The evolution of the (melilite-bearing) olivine nephelinite–basanite–tephrite suite is less clear because of its limited extent. Parental magma of both these rock suites is inferred to have originated by low-degree melting of the mantle source initiated at ca. 18 Ma and reflects mixing of asthenosphere-derived melts with isotopically enriched lithospheric melts. The older Oligocene alkaline rocks (29–26 Ma) occur within the Cheb–Domažlice Graben (CDG) locally but are significant in the closely adjacent neighbouring western Ohře Rift. The Sr–Nd–Pb isotopic composition of primitive volcanic rocks of both suites is similar to that of the European Asthenospheric Reservoir (EAR). Initial Pb isotopic data plot partly above the northern hemisphere reference line at radiogenic ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb ratios of ~19 to 20, and indicate the presence of a Variscan crustal component in the source.

Tachylyte in Cenozoic basaltic lavas from the Czech Republic and Iceland: contrasting compositional trends

Jaromír Ulrych¹ · Lukáš Krmíček^{1,2} · Claudia Teschner³ · Zdeněk Řanda⁴ · Roman Skála¹ · Šárka Jonášová¹ · Ferry Fediuk⁵ · Jiří Adamovič¹ · Richard Pokorný⁶

Received: 19 May 2016 / Accepted: 3 November 2016 / Published online: 12 November 2016
© Springer-Verlag Wien 2016

Abstract Tachylytes from rift-related volcanic rocks were recognized as: (i) irregular veinlets in host alkaline lava flows of the Kozákov volcano, Czech Republic, (ii) (sub)angular xenoliths in alkaline lava of the feeding channel of the Bukovec volcano, Czech Republic, and (iii) paleosurface of a tholeiitic lava flow from Hafrafell, Iceland. The tachylyte from Kozákov is phonotephrite to tephriphonolite in composition while that from Bukovec corresponds to trachyandesite to tephriphonolite. Both glass and host rock from Hafrafell are of tholeiitic basalt composition. The tachylyte from Kozákov, compared with the host rock, revealed a substantial enrichment in major elements such as Si, Al and alkalis along with Rb, Sr, Ba, Nb, Zr, REE, Th and U. The tachylyte from Bukovec displays contrasting trends in the incompatible

element contents. The similarity in composition of the Hafrafell tachylyte paleosurface layer and parental tholeiitic basalt is characteristic for lavas. The host/parent rocks and tachylytes have similar initial Sr–Nd characteristics testifying for their co-magmatic sources. The initial ϵ_{Nd} values of host/parent rocks and tachylytes from the Bohemian Massif (+3.4 to +3.9) and those from Iceland (+6.3) are interpreted as primary magma values. Only the tachylyte from Bukovec shows a different ϵ_{Nd} value of –2.1, corresponding to a xenolith of primarily sedimentary/metamorphic origin. The tachylyte from Kozákov is a product of an additional late magmatic portion of fluids penetrating through an irregular fissure system of basaltic lava. The Bukovec tachylyte is represented by xenoliths originated during the interaction of ascending basaltic melt with granitoids or orthogneisses, whereas the Hafrafell tachylyte is a product of a rapid cooling on the surface of a basalt flow.

Editorial handling: Q. Wang

Electronic supplementary material The online version of this article

Ukázky aktuálních geochemických publikací

Boron isotopic variations in tourmaline from metacarbonates and associated calc-silicate rocks of the eastern part of the Bohemian Massif

^{1,2,3}Lukáš Krmíček[#], ¹Milan Novák, ⁴Robert Trumbull, ¹Jan Cempírek, ⁵Stanislav Houzar

¹ Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, CZ-611 37 Brno, Czech Republic, # e-mail: l.krmicek@gmail.com

² Institute of Geology of the Czech Academy of Sciences, v. v. i., Rozvojová 269, CZ-165 02 Prague 6, Czech Republic

³ Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, AdMaS Centre, Veveří 95, CZ-602 00 Brno, Czech Republic

⁴ Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Telegrafenberg D-14473, Potsdam, Germany

⁵ Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, CZ-674 01 Brno, Czech Republic

Key words: boron isotopes, tourmaline, Moldanubicum, Svatka Unit, Moravicum, Polička Unit

INTRODUCTION

Metacarbonates and associated calc-silicate rocks are characteristic but minor components of the lithological units of the Bohemian Massif. They are quite abundant in the Variegated Unit of the Moldanubian Zone (locality **Blažkov**, **Třebenice** and **Studnice**) and in the adjacent metamorphic complexes that are genetically linked to the Moldanubian, Teplá–Barrandian or Moravo-Silesian zones of the eastern Bohemian Massif: the Svatka Unit

knowledge about tourmalines from other rock types in this region motivated the present study.

Using combination of classical petrological and mineralogical methods with B-isotope geochemistry we aim to (i) reveal variations in ¹⁰B/¹¹B ratios and thus, in a broader view, (ii) to understand the genetic relations of the metacarbonate protholiths in individual regional units of the eastern part of Bohemian Massif; and (iii) the relations of marbles and associated calc-silicate rocks.

Ukázky aktuálních geochemických publikací



ABSTRACTS & EXCURSION GUIDES
18th to 22nd September 2017 / Kadaň / Czech Republic

LEAD ISOTOPE EVOLUTION OF THE UPPER MANTLE BENEATH THE BOHEMIAN MASSIF

S. Kuboušková¹, L. Krmíček^{1,2,3}, R.L. Romer⁴ and J. Ulrych²

¹ Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, CZ-611 37 Brno, Czech Republic, skubouskova@seznam.cz; ² Institute of Geology, v.v.i., Czech Academy of Sciences, Rozvojová 269, CZ-165 02 Prague 6, Czech Republic, krmicek@gli.cas.cz; ³ Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, AdMaS Centre, Veverí 95, CZ-602 00 Brno, Czech Republic, krmicek.l@fce.vutbr.cz; ⁴ Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Telegrafenberg, D-144 73 Potsdam, Germany; romer@gfz-potsdam.de.

The Pb isotope composition of the upper mantle beneath the Bohemian Massif is heterogeneous, largely due to the subduction of regionally contrasting material during the Variscan orogeny. Post-Variscan mafic and ultramafic rocks sample this mantle, which allows to

radiogenic end member with $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratio up to 20, while the Quaternary melilitites, Tertiary alkaline lamprophyres and associated intrusive rocks originated in mantle dominated by less radiogenic $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratio not exceeding 19.4.

Ukázky aktuálních geochemických publikací

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ step-heating dating of phlogopite and amphibole megacrysts from Železná hůrka (Eisenbühl), Cheb Basin, Czech Republic

¹Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam, Karl-Liebknecht-Strasse 24-25, Haus 27, D-14476 Potsdam-Golm, Germany

²Institute of Geology, v.v.i., Czech Academy of Sciences, Rozvojová 269, CZ-165 02 Prague 6, Czech Republic; I.krmicek@gmail.com

³Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, AdMaS Centre, Veveří 95, CZ-602 00 Brno, Czech Republic



M.J. Timmerman¹, L. Krmíček^{2,3}, M.A. Ziemann¹ and M. Sudo¹

1. Introduction and geology

Stretching of Variscan crust in western Bohemian Massif (Czech Republic and Vogtland, Germany) started in the Late Cretaceous and ultimately resulted in the formation of the 300 km long and 50 km wide, fault-bounded **Ohře/Eger Rift**. Extension-related and mantle-derived volcanism and its derivatives started at c. 80 Ma, peaked in the Eocene to Miocene (42–16 Ma) and lasted until 300,000 years ago in the **Cheb Basin** (Kämpf et al., 1993; Ulrych et al., 2013 and references therein; **Fig. 1A**]

The youngest (Pleistocene) volcanic eruptions in the Cheb Basin were explosive, mafic, silica-undersaturated and of small volume, forming maars and scoria vents such as those at **Železná hůrka (Eisenbühl)**, Mýtina and Komorní hůrka (Kammerbühl) (Skála et al., 2015; **Figs. 1B, 1C**). In early 2015, a further young, probably 200,000 years old maar was discovered near Neualbenreuth in Germany, just 1 to 2 km south of the known maars in the Czech Republic.

The scoria vent at Železná hůrka and tephra at Mýtina are long known to contain **xenoliths of ultramafic rocks** (mostly wehrlites, clinopyroxenites, and hornblendites with cumulate textures), of middle and upper crustal wall rocks, and **megacrysts of olivine, clinopyroxene, amphibole and phlogopite** (Geissler, 2005 and references therein).

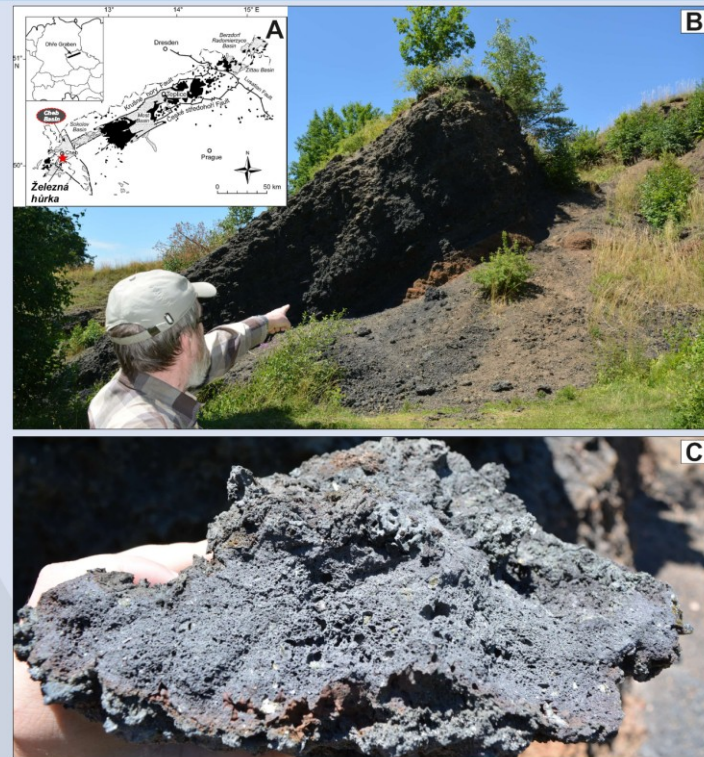
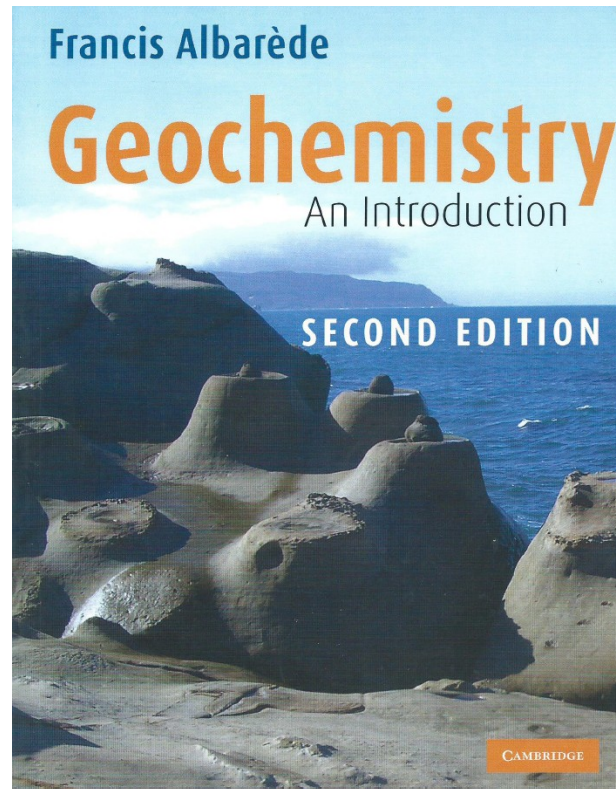


Fig. 1. Schematic geological map showing the position of the Cheb Basin within the Ohře Rift (A); exposed cinder cone at Železná hůrka (B); an example of olivine-rich scoria from Železná hůrka (C).

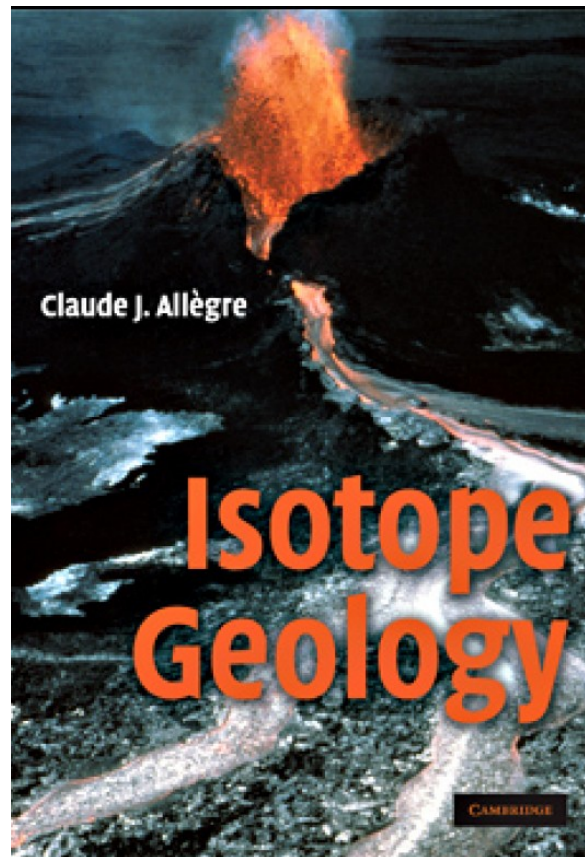
Doporučená literatura

- **ALBARÈDE, Francis. Geochemistry – An Introduction. 2. vyd. Cambridge: Cambridge University Press, 2009, 342 s.**



Doporučená literatura

- **ALLÈGRE, Claude. Isotope geology. 1. vyd. Cambridge: Cambridge University Press, 2008, 512 s.**



Doporučená literatura

- **KOŠLER, Jan et al. Základy izotopové geologie a geochronologie. 1. vyd. Praha: Universita Karlova, 1997, 113 s.**

**ZÁKLADY IZOTOPOVÉ GEOLOGIE
A GEOCHRONOLOGIE
RADIOGENNÍ IZOTOPY**

Jan Košler, Emil Jelínek, Magdalena Pačesová



UNIVERSITA KARLOVA • PRAHA 1997

Co je izotop?

- Složení atomů (nuklidů) se obvykle vyjadřuje počtem protonů a neutronů v jádře.
- **Počet protonů (Z)** se nazývá **protonovým číslem**, **počet neutronů (N)** se nazývá **neutronovým číslem** a jejich **suma (A)** **hmotnostním/nukleonovým číslem** atomu.
- Například atom s 11 protony a 12 neutrony v jádře (tedy s hmotnostním číslem 23) je chemický prvek sodík. A_ZX (např. ${}^{23}_{11}\text{Na}$)
- Nuklidy se stejným počtem protonů a různým počtem neutronů v jádře se nazývají **izotopy**.
- Např. olovo, vyskytující se v přírodě, se skládá ze čtyř izotopů:
 ${}^{204}_{82}\text{Pb}$, ${}^{206}_{82}\text{Pb}$, ${}^{207}_{82}\text{Pb}$, ${}^{208}_{82}\text{Pb}$

Co je izotopová geochemie?

- Poměrně široký pojem zahrnující studium izotopového složení chemických prvků v geologických materiálech – horninách, minerálech, zbytcích organismů, ale i v hydrosféře a atmosféře.

- Tradičně se dělí na dvě sféry:

Neradiogenní izotopy, obvykle lehkých prvků (Li, B, S, C, O atd.), pomocí jejichž izotopů je možné sledovat procesy frakcionace prvků v exogenní zóně, měřit teploty hydrotermálních a metamorfních procesů nebo studovat původ těchto prvků v minerálech a horninách.

Radiogenní izotopy (produkty radioaktivního rozpadu) obvykle středně těžkých a těžkých prvků (Sr, Nd, Hf, Os, Pb atd.). Často odlišné geochemické vlastnosti mateřských prvků a jejich radiogenních produktů jsou příčinou odlišného izotopového složení a vývoje jednotlivých zemských rezervoárů. Relativní zastoupení těchto izotopů v minerálech a horninách je obvykle dobrým indikátorem jejich původu.

Radioaktivní rozpad

- Samostatnou disciplínou v rámci geologie radiogenních izotopů je geochronologie (datování hornin a minerálů). Podstatou geochronologie je využití radioaktivního rozpadu prvků.

- Vybrané typy radioaktivního rozpadu:

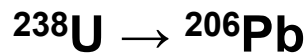
α rozpad – typický pro nejtěžší nuklidy; emitování α - částice (jádro atomu helia; ${}^4\text{He}$); nukleonové číslo $A-4$, protonové číslo $Z-2$; např.: ${}^{238}\text{U} \rightarrow {}^{234}\text{Th}$, ${}^{147}\text{Sm} \rightarrow {}^{143}\text{Nd}$

β rozpad – jádro nuklidu emituje elektron nebo pozitron (pozitron je antičástice k elektronu); nukleonové číslo zůstává, protonové číslo $+1$; např.: ${}^{87}\text{Rb} \rightarrow {}^{87}\text{Sr}$, ${}^{176}\text{Lu} \rightarrow {}^{176}\text{Hf}$, ${}^{187}\text{Re} \rightarrow {}^{187}\text{Os}$, ${}^{40}\text{K} \rightarrow {}^{40}\text{Ca}$, ${}^{23}\text{Mg} \rightarrow {}^{23}\text{Na}$

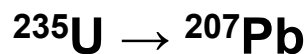
elektronový záchyt – při elektronovém záchytu je proton v jádře nuklidu přeměněn na neutron reakcí s elektronem z obalu atomu

Radioaktivní rozpad

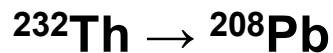
- Kombinací více typů radioaktivního rozpadu vznikají rozpadové řady, tj. série následných rozpadových reakcí:



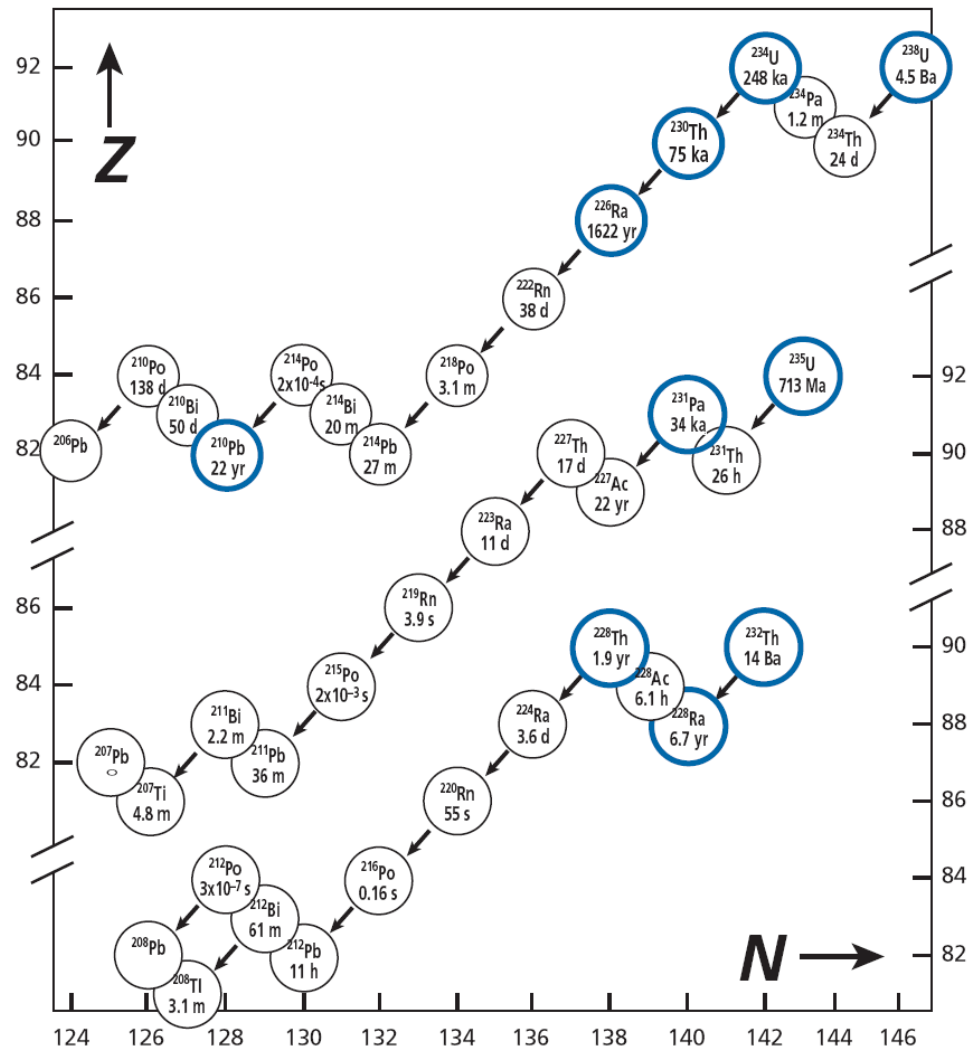
(uran-radiová řada)



(aktiniová řada)



(thoriová rozpadová řada)



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

- **Obecný postup v izotopové laboratoři:**
 - 1) rozklad vzorku
 - 2) chemická separace vybraného prvku pomocí ionexu (ionexová chromatografie)
 - 3) hmotová spektrometrie – stanovení izotopového složení

Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

Čistá (izotopová) laboratoř:

- koncept čisté laboratoře rozvíjen od 60. let 20. století na základě práce Claire Pattersona pro studium distribuce izotopů Pb v oceánech a mořském prostředí
- US FED STD: třída 1 až třída 100,000 (podle počtu částic různých průměrů na kubickou stopu)

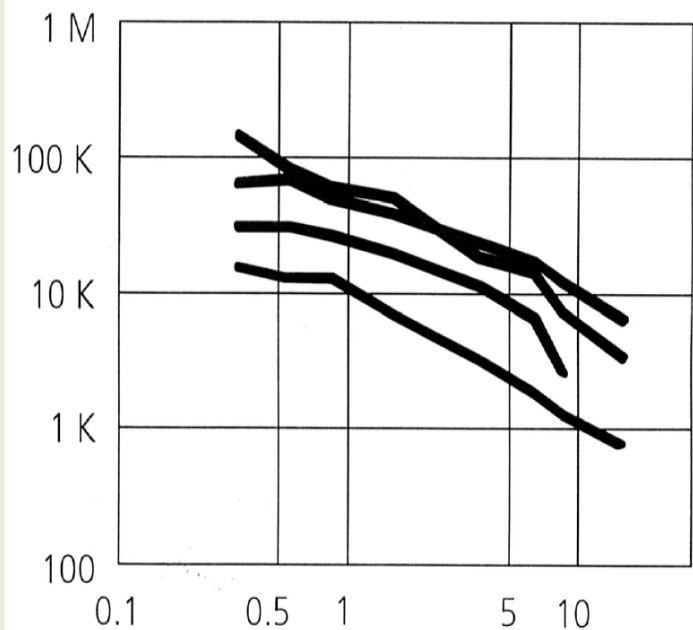


Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

US FED STD 209E						
Class	maximum particles/ft³					ISO
	$\geq 0.1 \mu\text{m}$	$\geq 0.2 \mu\text{m}$	$\geq 0.3 \mu\text{m}$	$\geq 0.5 \mu\text{m}$	$\geq 5 \mu\text{m}$	
1	35	7	3	1		ISO 3
10	350	75	30	10		ISO 4
100		750	300	100		ISO 5
1 000				1 000	7	ISO 6
10 000				10 000	70	ISO 7
100 000				100 000	700	ISO 8
Room air				1 000 000	7000	ISO 9

Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

Počet uvolněných částic/osoba



Velikost částic (μm)

gymnastika
pomalá chůze
vstávání

sedění s pomalým pohybem
ruky (pipetování, titrování)



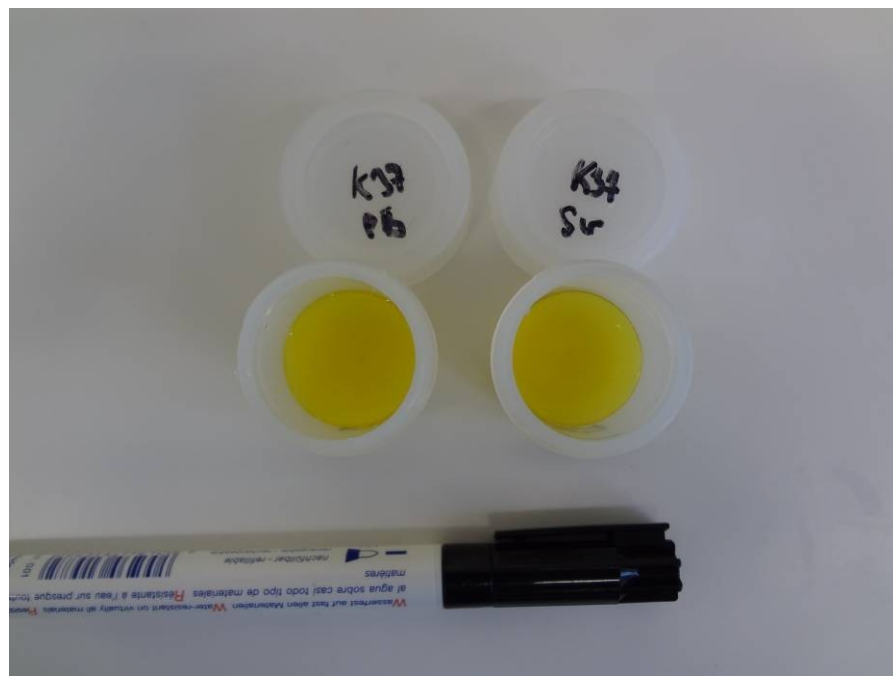
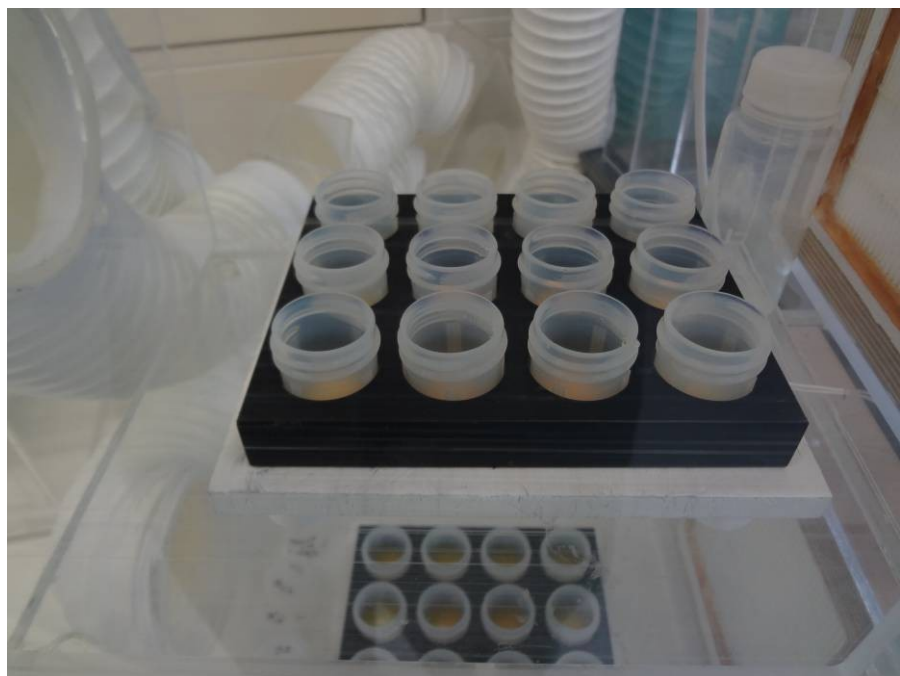
Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

- 1) **Rozklad vzorku**, tedy převedení horninového (minerálního) silikátového materiálu do roztoku je proces, který nutně předchází chemické separaci a analýze izotopového složení na hmotovém spektrometru.
 - Obvykle následuje po homogenizaci, eventuálně minerální separaci vzorku.
 - Nejběžněji používanou anorganickou kyselinou, která rozpouští silikátové geologické materiály, je **kyselina fluorovodíková (HF)**.
 - Některé soli, např. Ca a K, jsou v HF málo rozpustné – využití dalších kyselin, např. **HNO₃** a **HClO₄**.

Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

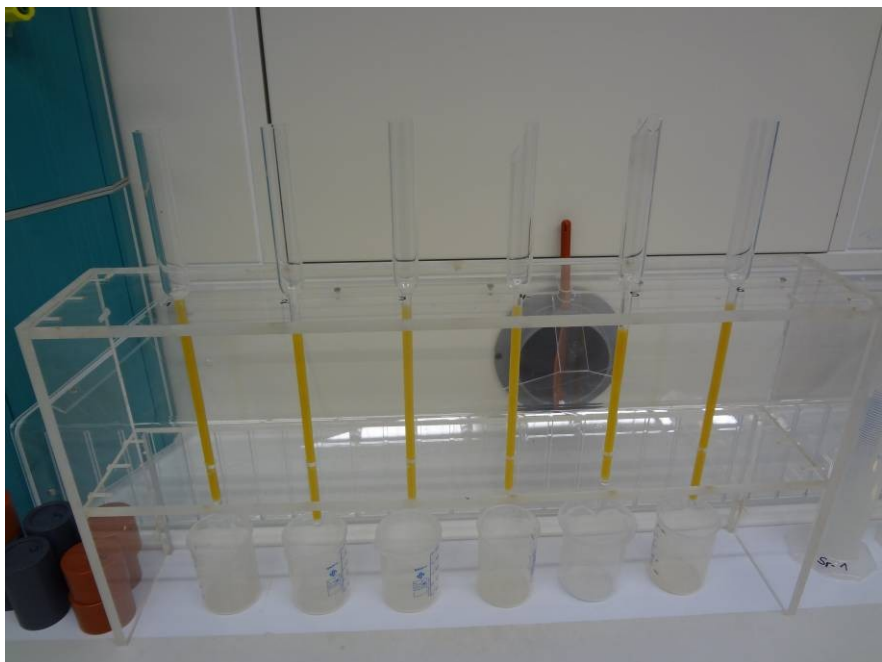


Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

2) Chemická separace vybraného prvku pomocí ionexu

- Separace probíhá ve skleněné nebo plastové koloně naplněné stacionární fází (ionexem), kterou protéká mobilní fáze (roztok vzorku).
- Principem chemické separace na iontoměničích (ionexech) je ustavení reverzibilní rovnováhy mezi stacionární a mobilní fází.
- Stacionární fázi tvoří vlastní iontoměnič (běžně se používá např. polymerující styren), na nějž jsou vázány jednotlivé funkční skupiny.

Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

Trennungsgänge

Blei-Trennung:

- Säulen (ca. 7 ml-Volumen) mit Milli-Q-Wasser spülen
- mit Bio-Rad-Harz (AG 1-X 8; 100-200 mesh) bis zur „breiten Stelle“ der Säule füllen

Reinigung: - 1x Säule mit 6N HCl voll füllen

- 1x Säule halb mit H₂O füllen

Konditionierung: - 1x Säule halb mit 2N HCl füllen

Probenaufgabe: - Aufnehmen der Probe in ca. 0,5ml 2N HCl (während der Reinigungs- und Konditionierungsschritte im Ultraschallbad gelöst)

- Probe mit ca. 1 mL 2N HCl einspülen

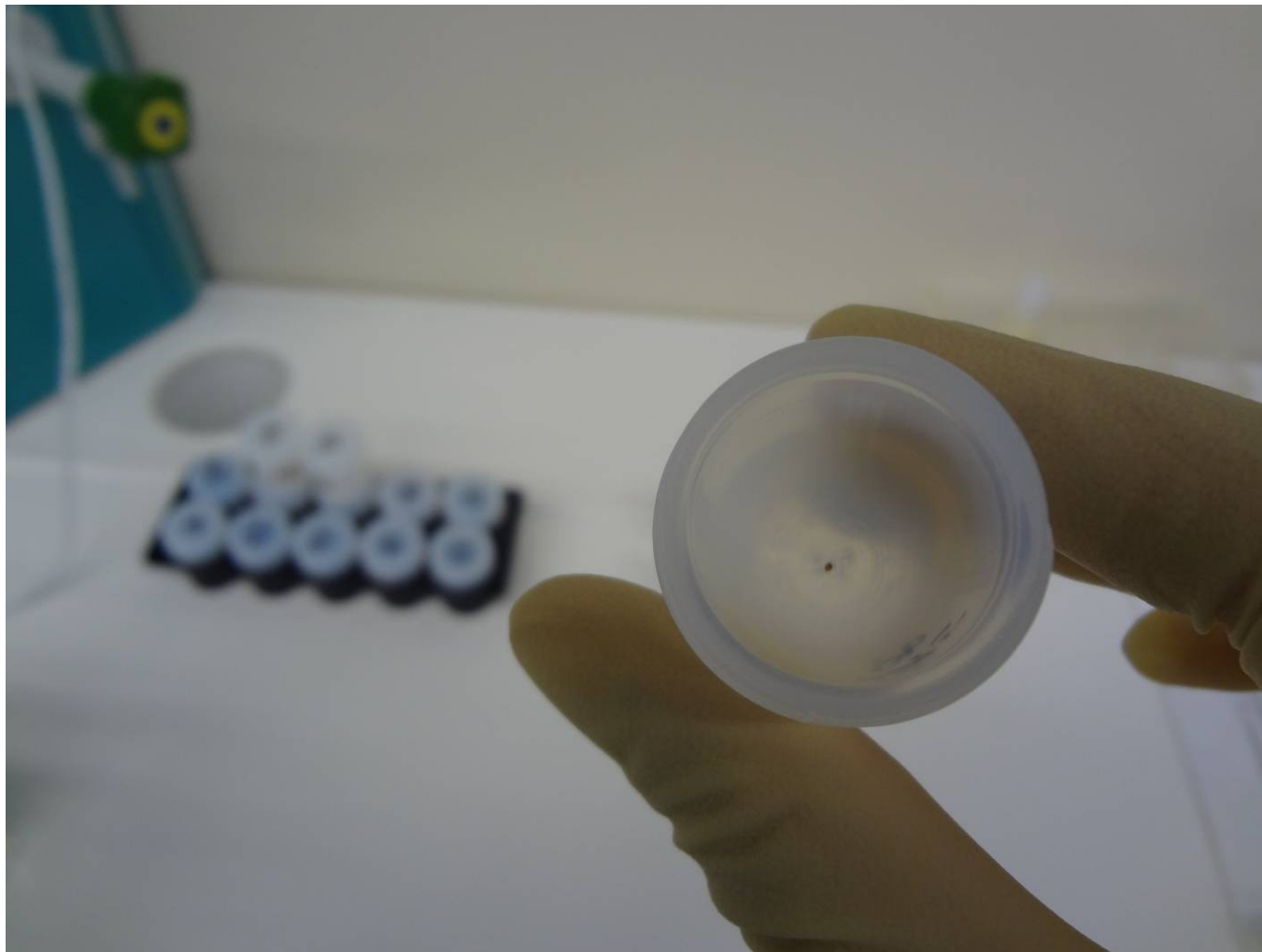
Abtrennung: - ca. 3-4 mL 0.8N HBr

- ca. 1-2 mL 2N HCl

Eluierung des Bleis: - Blei mit ca. 3-4 mL 6N HCl abgreifen

→ Zugabe eines Tropfens 0.025 H₃PO₄ als „Kleber“

Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

3) Hmotová spektrometrie – stanovení izotopového složení

- Hmotová spektrometrie s termální ionizací (TIMS):

- základní technika používaná pro stanovení radiogenních izotopů (např. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)

- po předchozí chemické separaci je vzorek napařen na Ta, Re nebo W vlákno a tepelně ionizován průchodem elektrického proudu

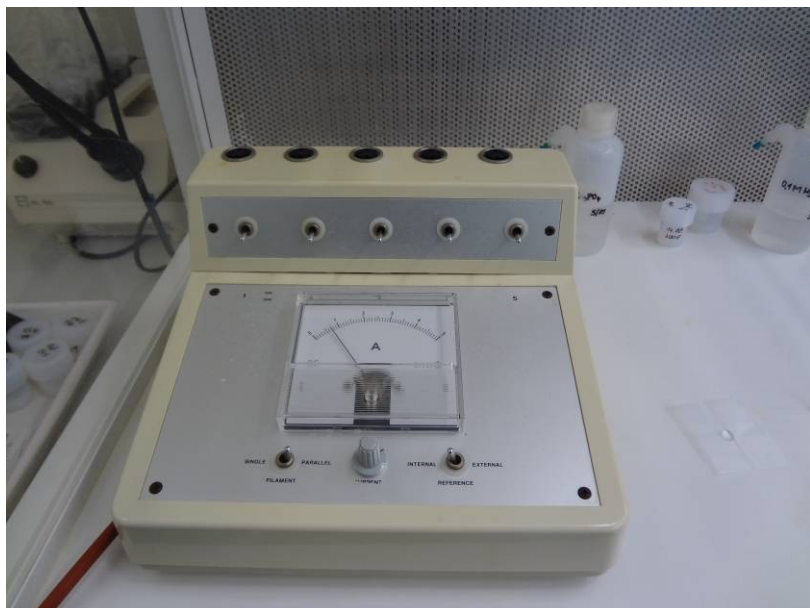
- k disperzi iontů je využíván magnetický sektor hmotového spektrometru

- TIMS nejčastěji prováděna na přístroji **TRITON** (Thermo Scientific)

Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



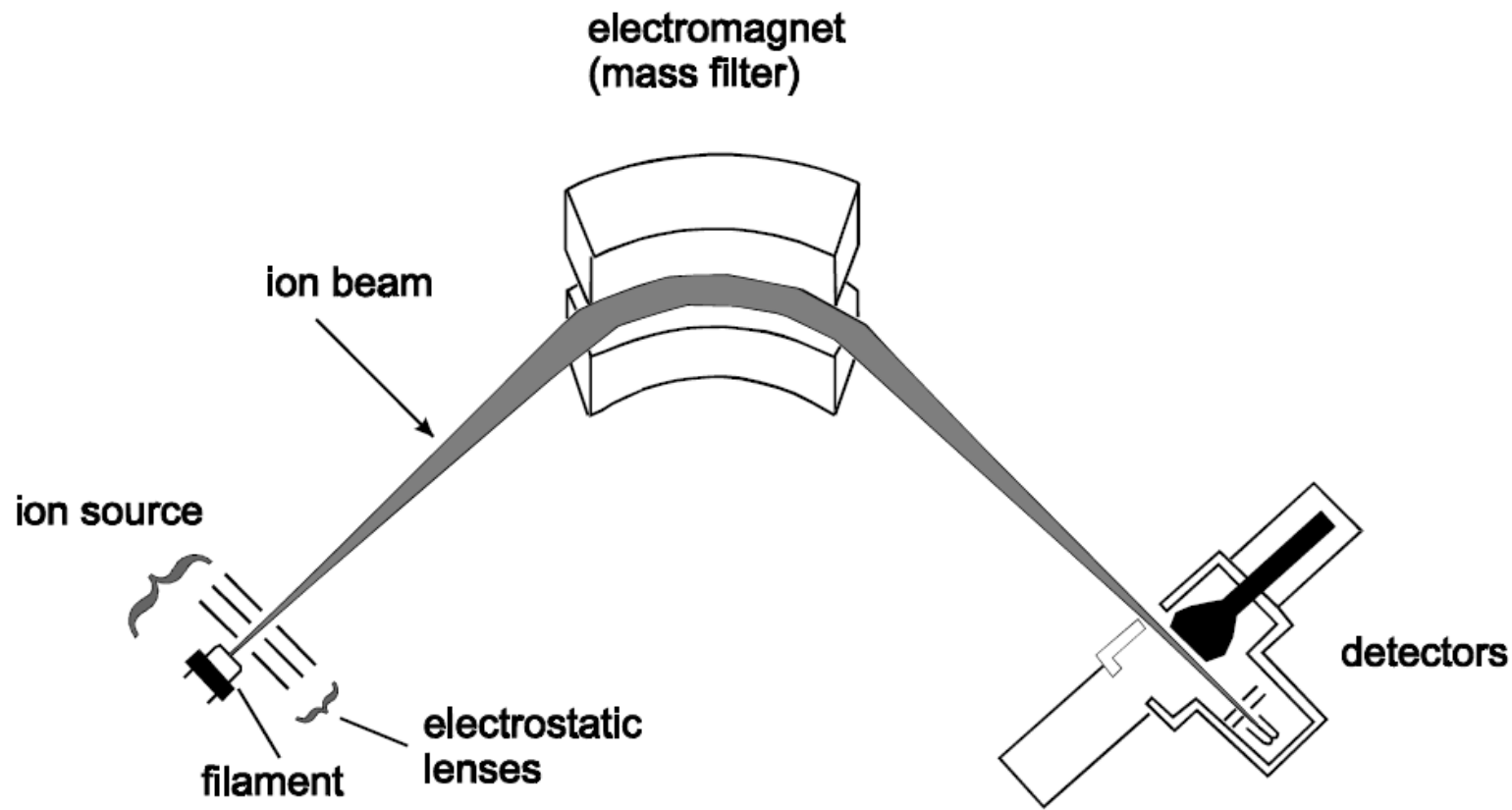
Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



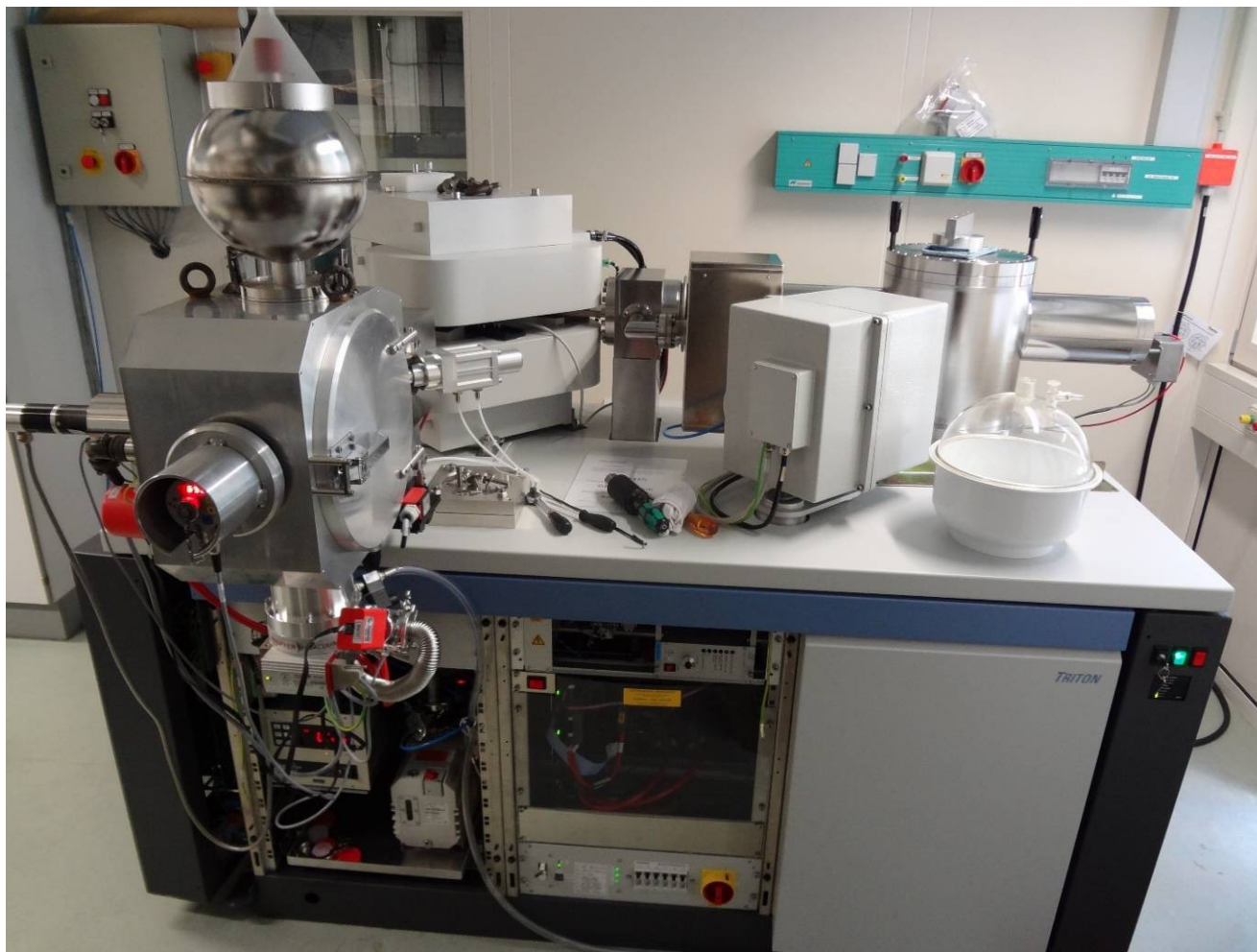
Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení



Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

3) Hmotová spektrometrie – stanovení izotopového složení

- **Multikolektorový hmotnostní spektrometr s indukčně vázaným plazmatem (MC-ICP-MS Neptune)**
 - primárním zdrojem ionizace prvků u tohoto přístroje je argonové plazma
 - v argonovém plazmatu je ionizována téměř většina prvků periodického systému (např. Li, Ca, Mg, Cr)
 - vzorek se zavádí do plazmatu zpravidla ve formě aerosolu

Postup separace prvků a stanovení jejich izotopového složení

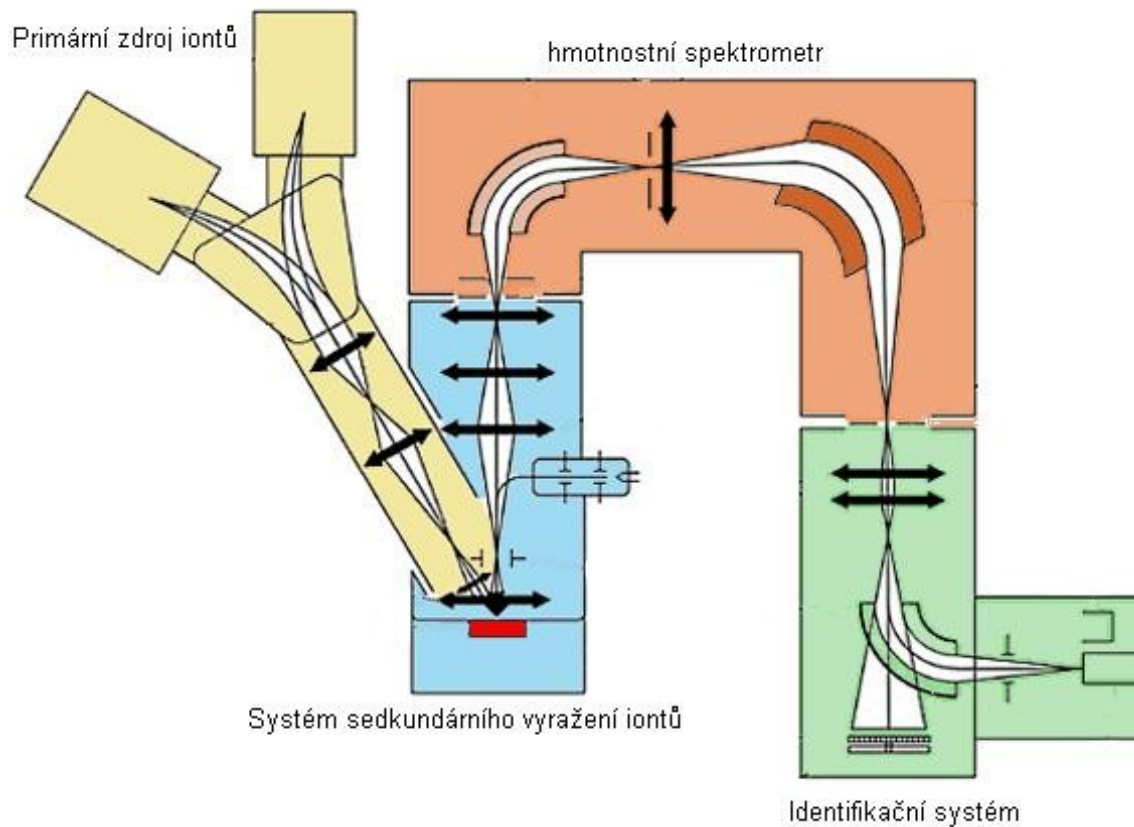


Další metody stanovení izotopového složení

Hmotnostní spektrometrie sekundárních iontů (SIMS)

- Technika sloužící k analýze izotopového složení povrchů pevných látek pomocí bombardování povrchu ionty a shromažďováním (analyzováním) vyražených sekundárních iontů
- Nejčastěji analyzujeme izotopové složení jednotlivých minerálů (odpadá chemická separace prvků avšak stanovené izotopové poměry jsou méně přesné ve srovnání s předchozími metodami)
- Je to metoda poměrně rychlá
- Např. U-Pb datování zirkonu

Další metody stanovení izotopového složení



Další metody stanovení izotopového složení

