

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za *matematiko in fiziko*



IZVOR URANA

Mentor: Prof. dr. Iztok Tiselj
Luka Klobučar

Ljubljana, 28. oktober 2013

- Vrstno število 92
- Aktinoid (7 perioda blok f)
- Naravni uran
 - Barva: kovinsko siv
 - Tališče : 1132°C
 - Vrelišče: ≈4100°C
 - Gostota: ≈19 g/cm³



Izotop:	Delež:	Razpolovni čas:	Radioaktivnost:
U-238	99.275%	4.468×10 ⁹ let	12.4 kBq/g
U-235	0.72%	7.13×10 ⁸ let	80 kBq/g
U-234	0.005%	2.48×10 ⁵ let	231 MBq/g

- Atomska masa: 238.02891
- Radioaktivnost naravnega urana je 25 kBq/g.

ODKRITJE

- Nemški kemik Martin Heinrich Klaproth
- Leta 1789
- Poskusi z uranovo svetlico (uranov smolovec, uranit)
- Dobi črni prah, ki ga poimenuje po planetu Uran.



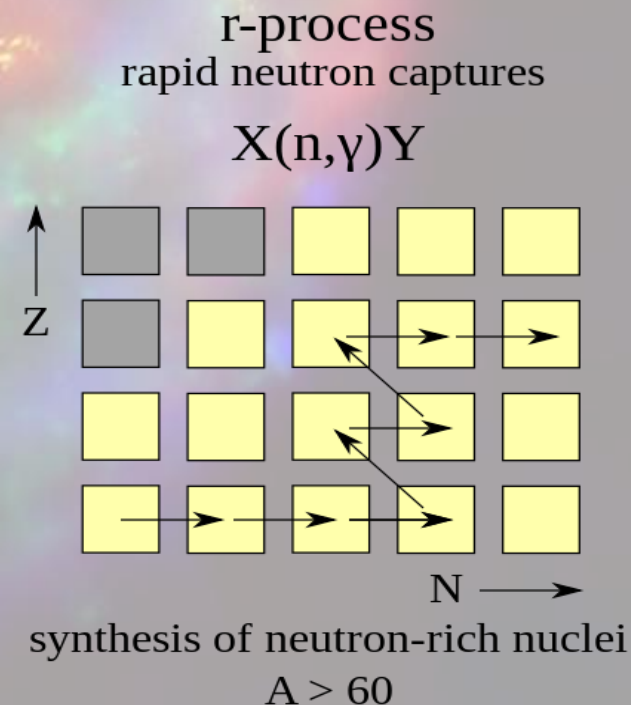
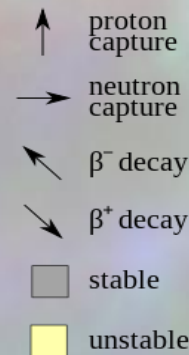
KAKO IN KJE JE NASTAL URAN?

- Teorija: proizveden v eni ali več supernov
- Supernova
 - Eksplozija zvezde
 - Več vzrokov
 - Masivna zvezda (rdeča velikanka) z jedrsko fuzijo doseže nikelj-56.
 - Ta razpade v železo-56 (velika vezavna energija).
 - Zadnji element, ki sprošča energijo pri fuziji.
 - Tlak v zvezdi strmo pade in zvezdna gravitacija vleče zunanjo plast navznoter.
 - Zvezda se hitro sesede in zunanja plast udari v nestisljivo jedro, kar povzroči udarni val.
 - Pritisk in gostota povročita eksplozijo zvezde.
 - Eksplozija povzroči pogoje za tvorbo transuranskih elementov ($Z > 92$).

R-proces

- Članek B²FH (Margaret Burbidge, Geoffrey Burbidge, William Fowler in Fred Hoyle)
- R-proces kreira nevtronsko bogate izotope, ki razpadejo do prvega stabilnega izotopa.
- Velika gostota nevtronov in visoke temperature omogočajo zajetje nevtronov.
- Nevtronski fluks je 10^{22} nevtronov /cm²/s.

Nukleonska semena (Fe-56) zajamejo nevtrone in tvorijo nevtronsko bogate nuklide, ki z beta razpadi postanejo bolj stabilni nuklidi z večjim atomskim številom in enakim masnim številom.



- Kakšni nuklidi bodo nastali je odvisno od fluence.
 - Majhna fluenca =>nuklidi okoli $A=130$
 - Za uran potrebna velika fluenca.
- Čas, ki ga nuklid potrebuje za nastanek je reda sekunda.

Takoj po eksploziji supernove je beta- razpad blokiran zaradi visoke gostote elektronov, ki zapolnjujejo vsa razpoložljiva elektronska stanja. Zajem prostih elektronov se še vedno pojavlja in povzroča vedno večjo neutronizacijo. Zaradi velike gostote nevtronov, ki ne morejo razpasti in visoke temperature pride do hitrega zajetja nevtronov.

- Na proces »plezanja« nuklida vplivajo tri stvari:
 - Zmanjšanje preseka za zajem nevtronov.
 - Foto razpad (zajetje visoko energijskega gama žarka vodi v razpad)
 - Stopnja nestabilnosti nuklida
 - Spontane fisije.
 - Zgornja meja nuklidov je pri okoli $A=270$.
- Ob eksploziji supernove tako nastanejo težka jedra, ki so izvržena v vesolje in so material na razpolago za tvorbo objektov.
- V majhnem obsegu se ta proces zgodi tudi ob eksploziji atomske bombe.

KDAJ JE NASTAL URAN?

- Današnje masno razmerje $U-235 / U-238 = 0.007$
- Razmerje proizvodnje $U-235 / U-238$ v supernovi ≈ 1.65
- Predpostavimo, da je ves uran nastal z eksplozijo ene supernove.
 - => Nastal pred približno 6.5 milijarde let.
- Verjetno več supernov v obdobju od 6 milijardami do 200 milijonov let.
- Raziskave drugih izotopov elementov (silicij, ogljik...) v meteoritih.
 - V nastanek sončnega sistema vključenih več deset ločenih zvezd.

OBOGATITEV V ZEMLJINI SKORJI

- Analiza urana v kamninah v celinski in oceanski skorji ter v vzorcih Zemljinega plašča (gorske verige, kimberliti, ksenoliti).
- Masni delež urana v meteoritih je približno 0.008 ppm (g/t).
- Masni delež urana v primitivnem plašču je 0.021 ppm.

To dopušča možnost, da se bo pri tvorbi jedra jedro tvorilo iz železovih in nikljevih zlitine brez urana, ker se uran raje združuje s kameninami v skorji kot z materialom bogatim z železom.

- Današnji delež urana v osiromašenem oceanskem dnu je 0.004 ppm.
- V obogateni celinski skorji pa je delež 1.4 ppm
- Postopek oz. postopki zaradi katerih je več urana v celinski skorji so verjetno zapleteni in sestavljeni iz večih korakov.

- Če želimo opazovati kako je uran razdeljen po zemlji lahko opazujemo izotopske lastnosti svinca (potomec urana)
- Podatki za celinsko skorjo so seveda podani v povprečju za celotno skorjo.
- Lokalna koncentracija urana lahko močno preseže te vrednosti.
- V geološki preteklosti so bile dosežene tudi naravne kritične koncentracije urana (Oklo, Gabon)
- Uran je relativno pogost element v zemeljski skorji.
(veliko bolj kot v plašču).
 - Je sestavni del velike večine kamnin, najdemo ga celo v morju.

Ruda z zelo visoko koncentracijo U (Kanada)	20% U	200 000 ppm U
Ruda z visoko koncentracijo U	2% U	20 000 ppm U
Ruda z nizko koncentracijo U	0.1% U	1000 ppm U
Ruda z zelo nizko koncentracijo U (Namibija)	0.01% U	100 ppm U
Granit		3-5 ppm U
Sedimentne kamnine		2-3 ppm U
Zemeljska kontinentalna skorja (povprečje)		2.8 ppm U
Morska voda		0.003 ppm U

HVALA ZA POZORNOST!

- Viri:
 - <http://world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Uranium-Resources/The-Cosmic-Origins-of-Uranium/#.Um7rlRCgtzU>
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Uranium>
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/Supernova>
 - <http://en.wikipedia.org/wiki/R-process>