

Určení množství uranu v neznámém vzorku

J. Čeřovská, Gymnázium Česká Lípa, julinka.c@seznam.cz

M. Klimčáková, GSOŠ Klášterec nad Ohří, miskaklim@centrum.cz

V. Hons, Gymn. Jiřího Gutha Jarkovského Praha, voja13@seznam.cz

T. Grabec, Mendelovo Gymnázium Opava, t.grabec@gmail.com

Abstrakt:

Využívající jaderného reaktoru VR-1 Vrabec zjistíme množství uranu v neznámých vzorcích pomocí detekce zpožděných neutronů.

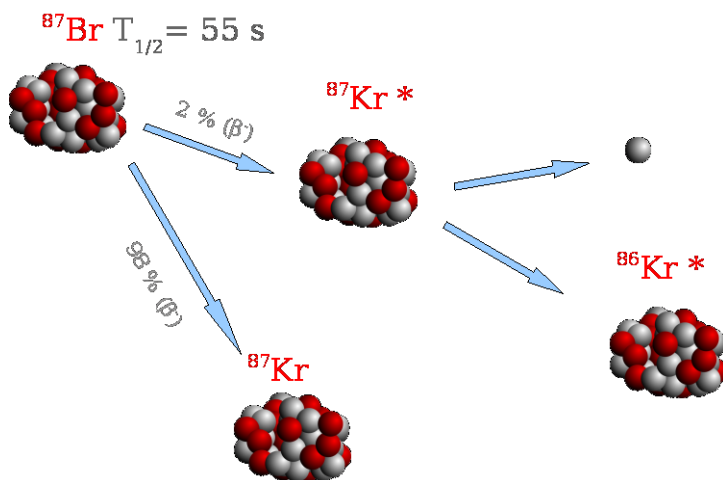
I. Úvod

Metoda detekce zpožděných neutronů má široké uplatnění. Využijeme ji nejen při stanovování kvality uranové rudy nebo při určení obohacení jaderných paliv, ale i při identifikaci nebezpečných či zneužitelných materiálů. Naším cílem bylo využít tuto metodu pro stanovení množství štěpitelného materiálu (uranu) v neznámých vzorcích.

II. Teorie

Štěpná řetězová reakce nastává při kolizi neutronu s jádrem štěpného materiálu. Následně vznikají štěpné produkty (atomy prvků s protonovým číslem nižším než má štěpný materiál), neutrony a dochází k uvolnění energie. Tyto neutrony mohou rozbít další jádra štěpného materiálu a nazýváme je neutrony okamžité. Vzniklé štěpné produkty jsou zpravidla nestabilní a dále se rozpadají; některé z nich při tom mohou emitovat neutrony, které nazýváme neutrony zpožděné.

Zpožděné neutrony mají oproti neutronům okamžitým (2 MeV) menší energii (0,5 MeV). Ze všech neutronů vzniklých při štěpení je pouze 0,7 % zastoupeno zpožděnými neutrony. Každý štěpitelný materiál při svém rozpadu uvolňuje zpožděné neutrony, čehož lze využít ke stanovení jeho množství v neznámém vzorku. K vyvolání štěpné reakce je zapotřebí zdroj neutronů; množství štěpitelného materiálu lze poté určit naměřením počtu zpožděných neutronů po ukončení ozařování vzorku.



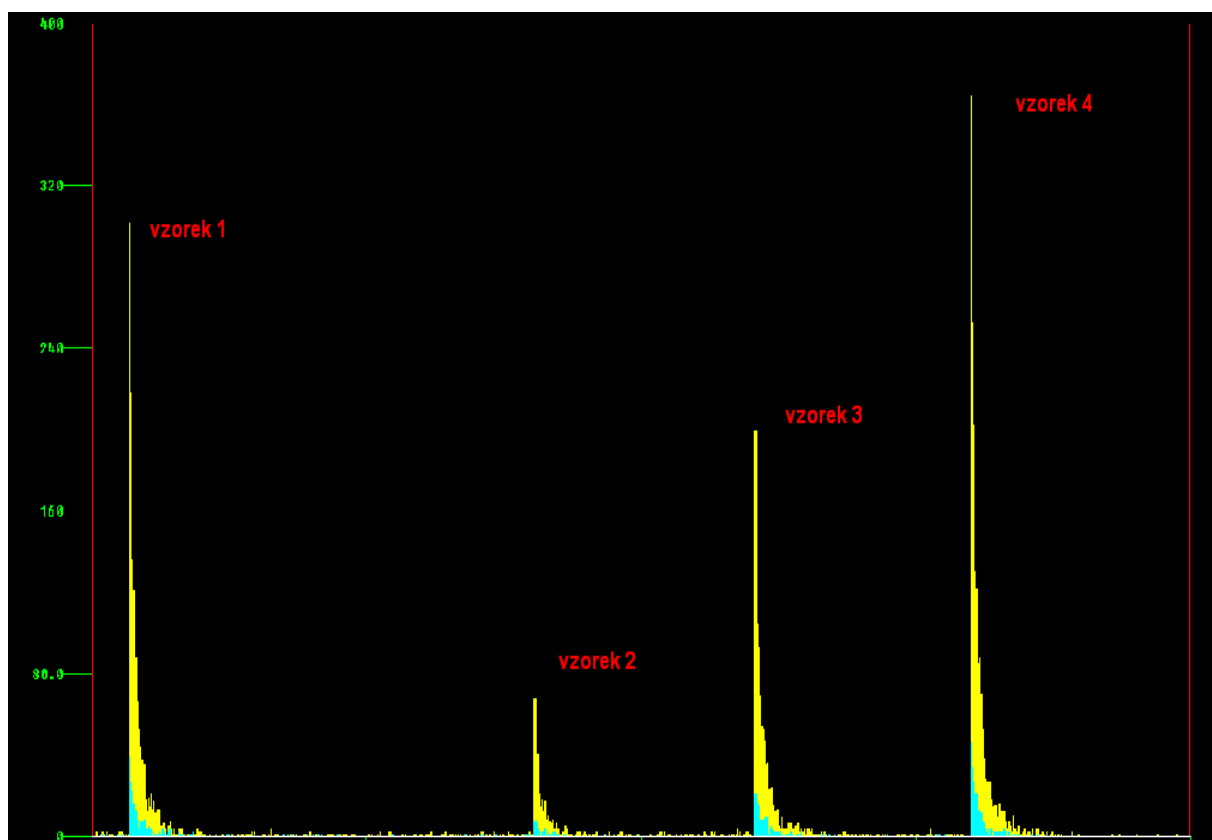
Rozpad štěpného produktu a uvolnění zpožděného neutronu

III. Experiment

Celá práce probíhala na reaktoru VR-1, který nám sloužil jako zdroj neutronů. Jako štěpný materiál jsme použili přírodní uran. Vzorek jsme spustili do aktivní zóny reaktoru, zde jsme jej nechali 400 sekund ozařovat. Poté jsme jej vytáhli a pomocí dvou detektorů naměřili počet zpožděných neutronů za 200 sekund (po této době již vzorek nevykazoval žádnou aktivitu).

IV. Analýza

K dispozici jsme měli čtyři vzorky – dva se známou a dva s neznámou hmotností. Postupně jsme změřili hodnoty zpožděných neutronů všech vzorků. Z hodnot, naměřených u známých vzorků, jsme stanovili rovnici závislosti počtu detekovaných zpožděných neutronů na hmotnosti štěpitelného materiálu ve vzorku. S pomocí této rovnice jsme poté určili hmotnost štěpitelného materiálu v neznámých vzorcích.



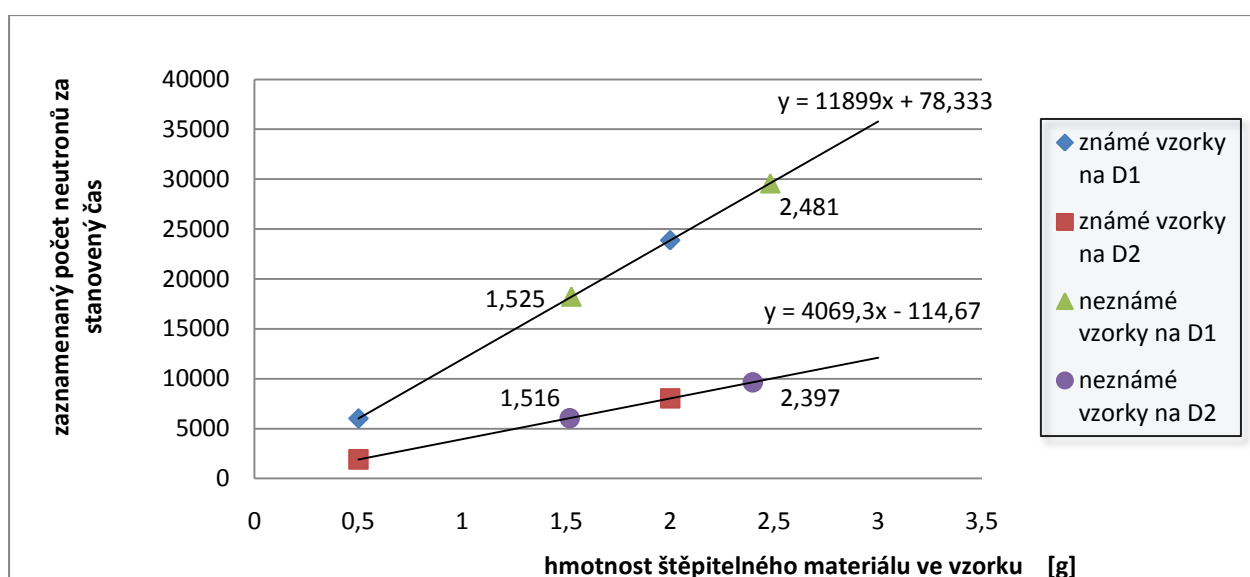
Záznam měření na detektoru 2

V. Výsledky

	hmotnost na D1	hmotnost na D2	Detektor 1 *	Detektor 2 *
vzorek 1	2	2	23877	8024
vzorek 2	0,5	0,5	6028	1920
vzorek 3	1,525	1,516	18229	6054
vzorek 4	2,481	2,397	29603	9638

* uvedeno již s odečteným pozadím:

	Detektor 1	Detektor 2
pozadí	229	83



VI. Diskuse

Měření je ovlivněno pozadím – detektory zaznamenávají i částice, které nepochází ze vzorku, ale z okolního prostředí. Při závěrečném zpracování se však dá tato chyba eliminovat naměřením průměrné hodnoty rušivých částic a následným odečtením této hodnoty od hodnot naměřených při zkoumání vzorku.

Výsledky jsou ovlivněny také rozložením štěpitelného materiálu ve vzorku, nastavením jednotlivých měřicích tras apod.

VII. Závěr

Využití této metody se ukázalo jako relativně snadný a přesný způsob zjištění podílu štěpitelného materiálu v různých vzorcích.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali našemu supervizorovi Ing. Ondřeji Humlovi, obsluze jaderného reaktoru VR-1 za trpělivost a také organizátorovi akce Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc.