

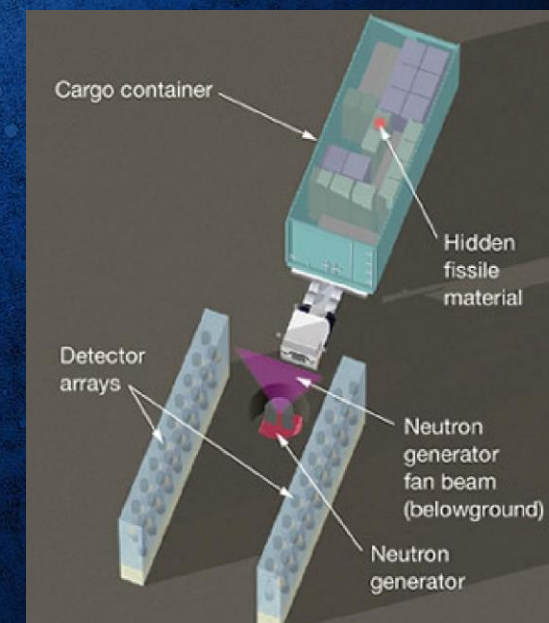


Využití zpožděných neutronů
ke stanovení množství
štěpného materiálu

Jakub Valenta, Sasha Blank, Michaela Pospíšilová

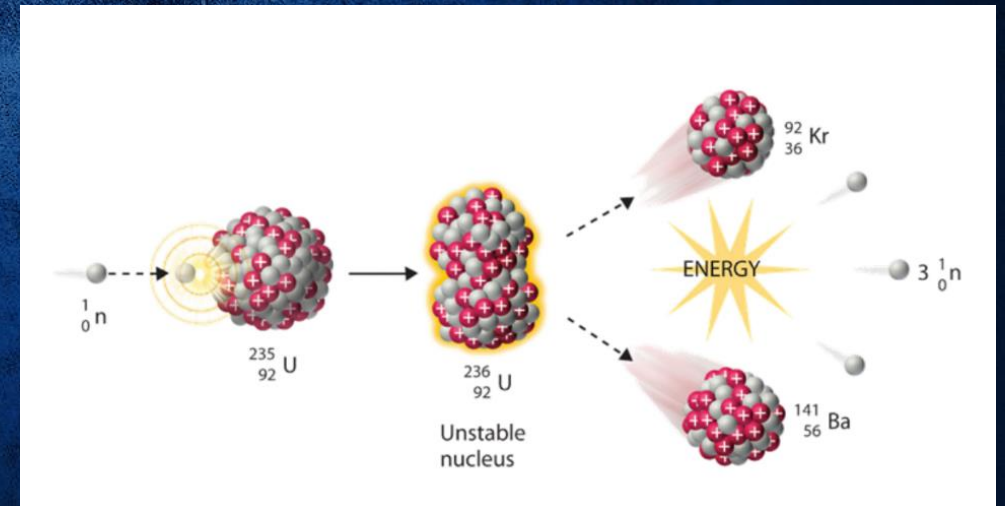
Využití:

- Stanovení množství neznámého vzorku
- Stanovení výše obohacení neznámého vzorku
- Rozlišování štěpných materiálů
- Detekce štěpných materiálů



Teorie:

- Při štěpných reakcích v jaderném reaktoru VR-1 vznikají při štěpení U-235 2-3 neutrony a 2 dceřiné produkty
- Většina neutronů, které zde vznikají, jsou neutrony okamžité, kterých je cca 99 % a vznikají do 10^{-13} s od rozštěpení U
- V reaktoru vznikají i zpožděné neutrony, kterých je pod 1 % a vznikají v řádech do několika desítek sekund po rozštěpení U



$$N_U^{FIS} = t * \phi * N_U * \sigma_f$$

N_U^{FIS} = hustota rozštěpených atomů

σ_f = mikroskopický účinný průřez pro štěpení (konstanta)

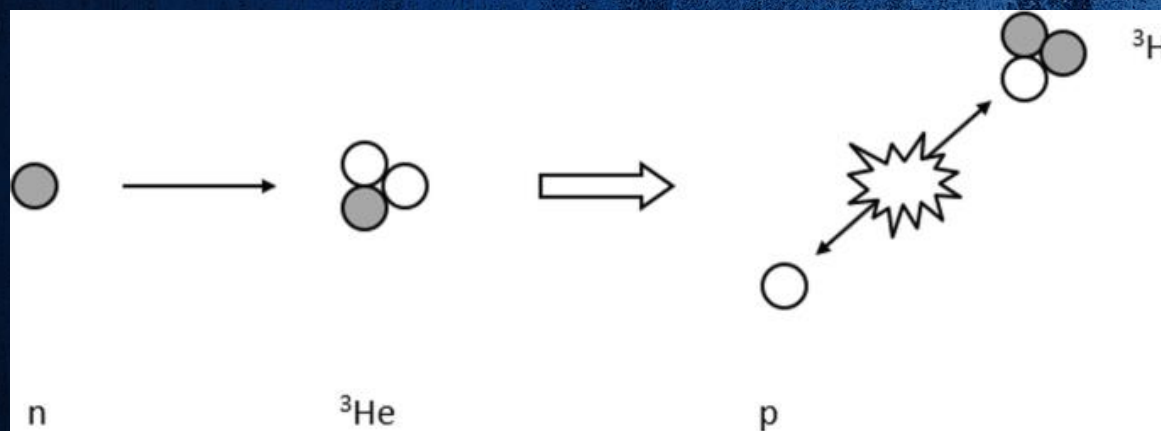
t = doba ozařování (konstantní)

N_U = hustota počtu částic

ϕ = hustota toku neutronů (konstantní)

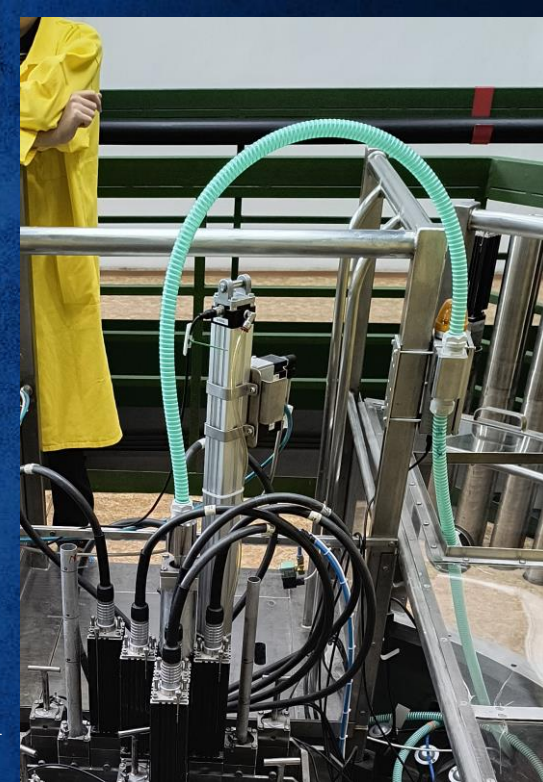
Detektor neutronů

- Detekci neutronu byl použit polyethylenový box a detektor neutronů fungující na bázi ^3He
- Neutron nemá náboj, a tudíž se nedá napřímo detekovat. Reaguje s ^3He , přičemž vzniká proton a ^3H
- Díky tomu jsme mohli změřit počet protonů, které jsou kladně nabitě, a tudíž i detekovatelné. Protony jsou přeměněné v přímé úměře s neutrony a tím jsme změřili počet neutronů



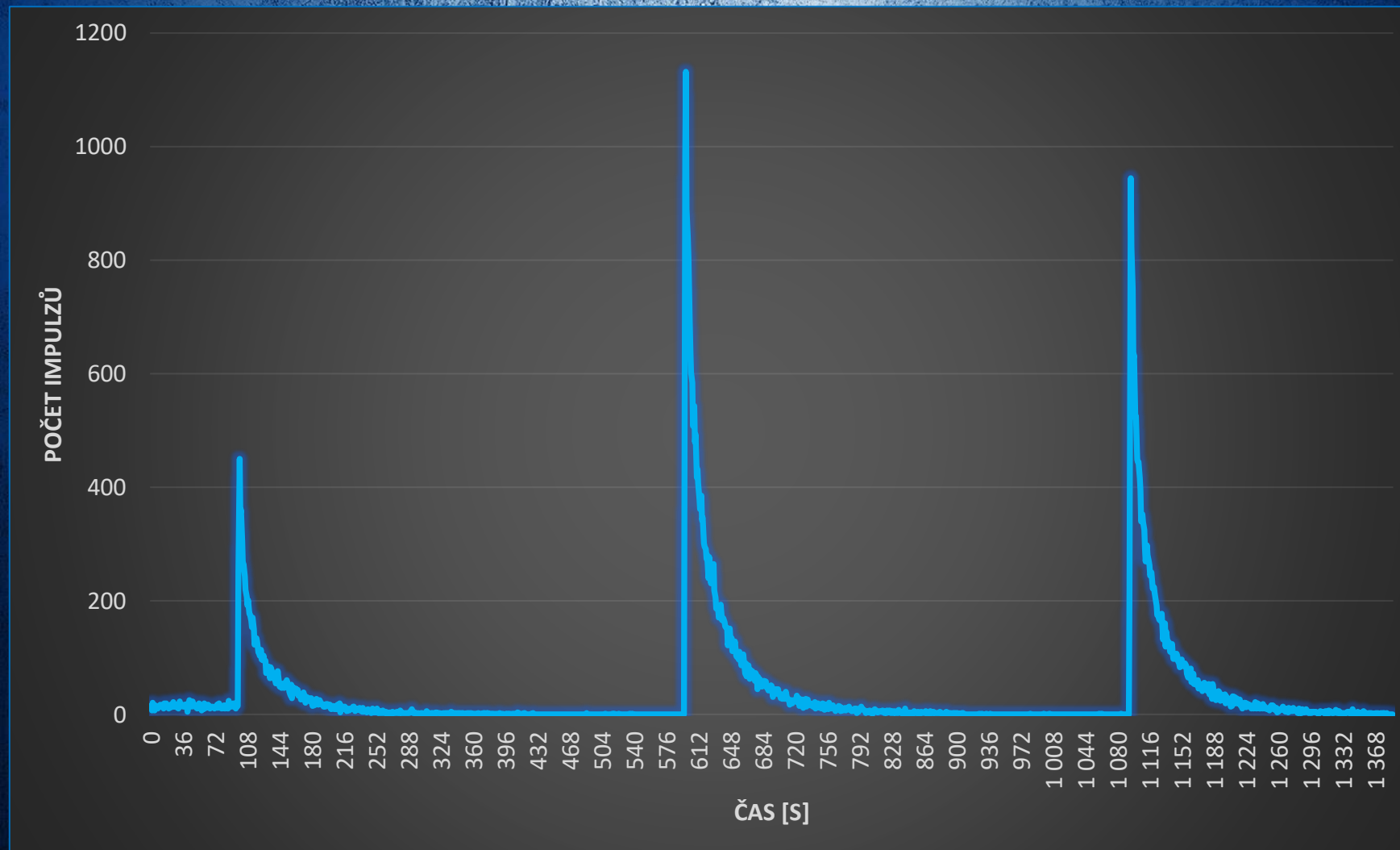
Praktická část:

- Školní reaktor VR-1 byl uveden do kritického stavu na výkon $1E7$
- Vzorek č. 1 byl poslán potrubní poštou do centra aktivní zóny, kde byl ozařován 400 sekund
- Vzorek byl následně vložen do polyethylenového boxu s detektorem na bázi ^3He , v němž byla změřena emise zpožděných neutronů
- Poté byly výsledky vyčteny z počítače a zaznamenány
- Mezitím se stejný proces opakoval se vzorkem č. 2 a následně se vzorkem č. 3

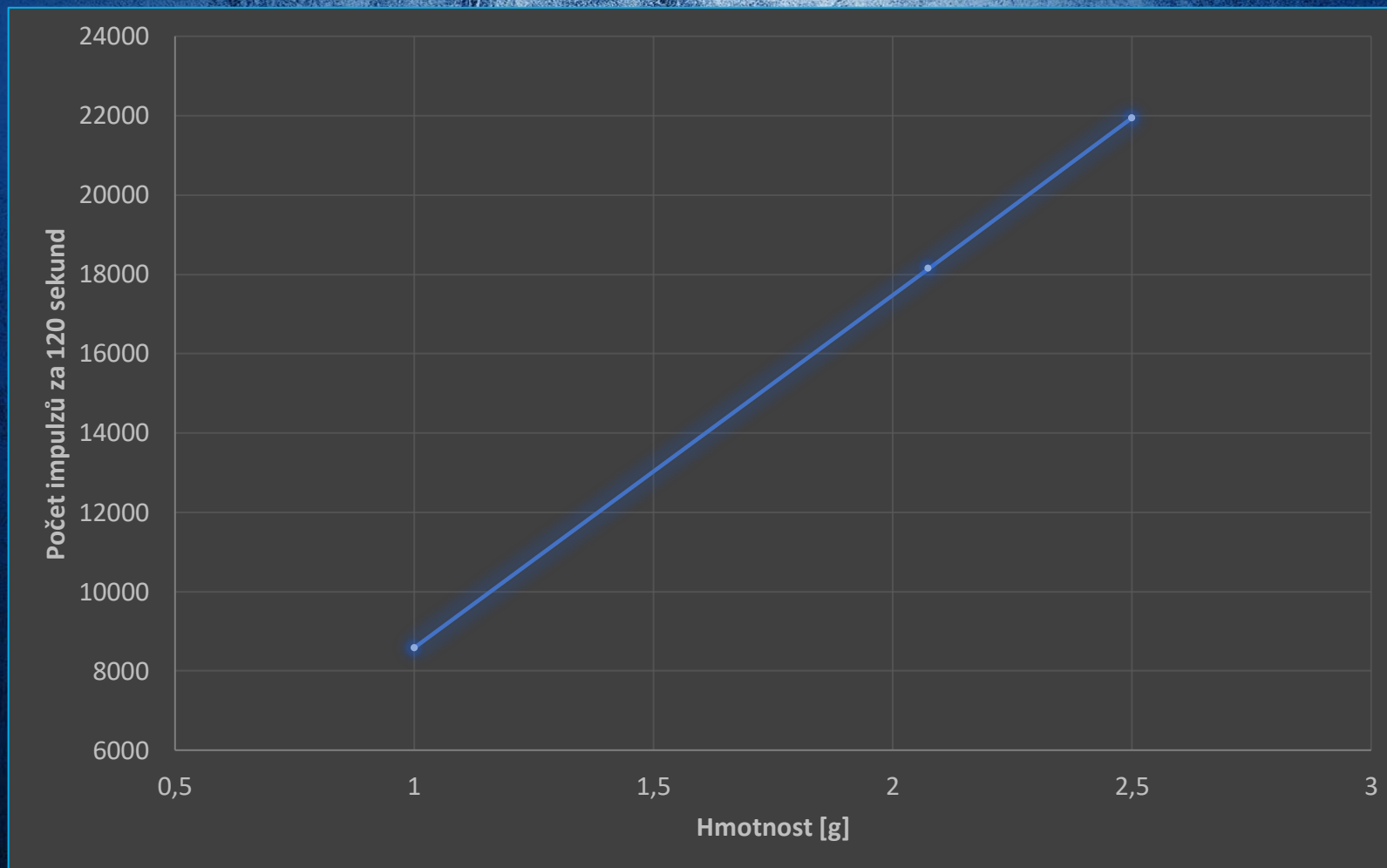


Vzorek uranu s přírodním obohacením	Hmotnost vzorku [g]	Počet neutronů za 120 s
č. 1	1	8 576
č. 2	2,5	21 936
č. 3	neznámá	18 149

Graf č.1



Graf č.2



Závěr:

- Ve školním reaktoru VR-1 proběhlo měření emise zpožděných neutronů ze štěpného materiálu
- Ze získaných dat bylo vypočítáno množství štěpného materiálu na 2,0748 g

Děkujeme za pozornost



Poděkování:

- Děkujeme Ing. Pavlu Sukovi za uvedení do dané problematiky a za pomoc s realizací projektu
- Děkujeme Ing. Sebastianu Nývltovi za pomoc při vytváření sborníku
- Děkujeme organizátorům Týdne vědy na Jaderce (Ing. Vojtěch Svoboda, CSc. , RNDr. Karel Kolář, Ph.D.)
- Katedře jaderných reaktorů za možnost realizace tohoto miniprojektu

Reference:

1. https://mail.google.com/mail/u/0?ui=2&ik=d19ebf633e&attid=0.4&permmsgid=msgf:1802192478382639766&th=1902ac82bae0ca96&view=att&disp=inline&realattid=f_lxk8dau10
2. https://media.springernature.com/lw685/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-031-36546-1_2/MediaObjects/603266_1_En_2_Fig4_HTML.png
3. <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-cherenkov-radiation>