

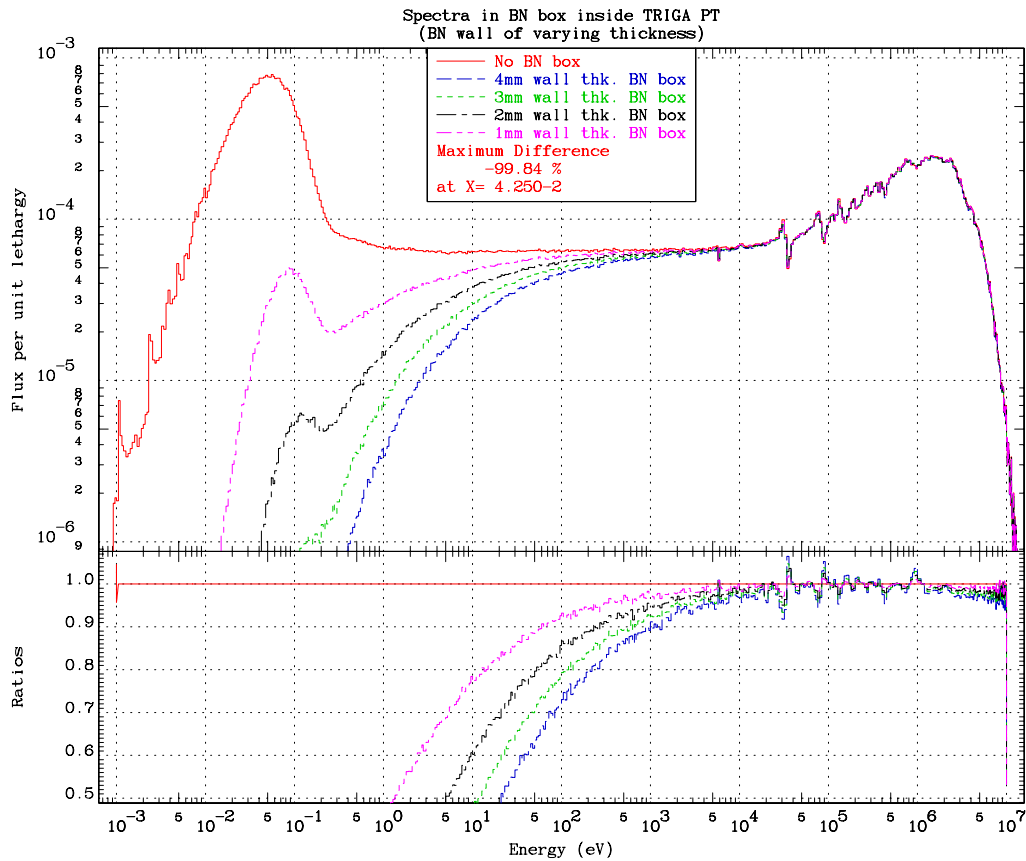
Jedrske reakcije za meritve specifičnih področij nevtronskega spektra

. . .

Vladimir Radulović

Jedrskih reakcij, katerih se poslužujemo za karakterizacijo nevtronskega spektra, je več vrst: najpogosteje so to radiativno zajetje nevtrona, neelastično sipanje ali izbitje sekundarnih delcev. Prva vrsta reakcij nima energijskega praga, najbolj so občutljive v termičnem delu spektra. Druga vrsta ima nižji energijski prag (okrog 1 MeV), tretja pa praviloma višjega (nad 1 MeV). Občutljivost jedrskih reakcij za splošen nevtronski spekter lahko preučujemo preko kumulativnih reakcijskih hitrosti in vrednosti $E_{50\%}$, t.j. energije, pri kateri doseže kumulativna reakcijska hitrost 50% celotne vrednosti. Z računanjem kumulativnih reakcijskih hitrosti, lahko po sistematskem postopku izbiramo primerne jedrske reakcije glede na energijsko območje nevtronskega spektra, na katerega bi se radi osredotočili. Relativno preprost način za izračun kumulativnih reakcijskih hitrosti je uporaba programa RR_UNC, ki kot vhodne podatke potrebuje spekter nevtronov ter knjižnico jedrskih presekov, oboje v standardni dozimetrijski 640-grupni strukturi, ter oboje zapisano v formatu ENDF ([ENDF6 manual, 2011](#)).

Prikazani so trije primeri selekcije reakcijskih hitrosti glede na specifične potrebe. Prvi primer se osredotoča na selekcijo jedrskih reakcij, preko katerih bi lahko bilo možno merjenje epitermičnega nevtronskega fluksa. V ta namen bi bil uporabljen filter nevtronov iz borovega nitrida, ki absorbira veliko večino nevtronskega fluksa med 0 in okrog 10 eV. Uporaba filtra premakne območja maksimalne občutljivosti nekaterih reakcij radiativnega zajetja iz termičnih na epitermične energije, tudi do nekaj 100 keV. Slika 1.1 prikazuje izračunane spektre nevtronov po metodi Monte Carlo s programom MCNP v obsevalnem kanalu F24 reaktorja TRIGA na IJS brez in s filtri iz borovega nitrida različnih debelin. Vidimo, da z naraščanjem debeline filtra narašča delež absorbiranih termičnih in epitermičnih nevtronov. Slika 1.2 prikazuje primerjavo kumulativnih reakcijskih hitrosti za nabor 5 reakcij radiativnega zajetja v poziciji F24 reaktorja TRIGA na IJS brez filtra (*Bare*) in s filtrom iz borovega nitrida debeline 4 mm (*BN*). Območje največje občutljivosti reakcij ustreza območju, kjer kumulativna reakcijska hitrost najhitreje narašča. Iz

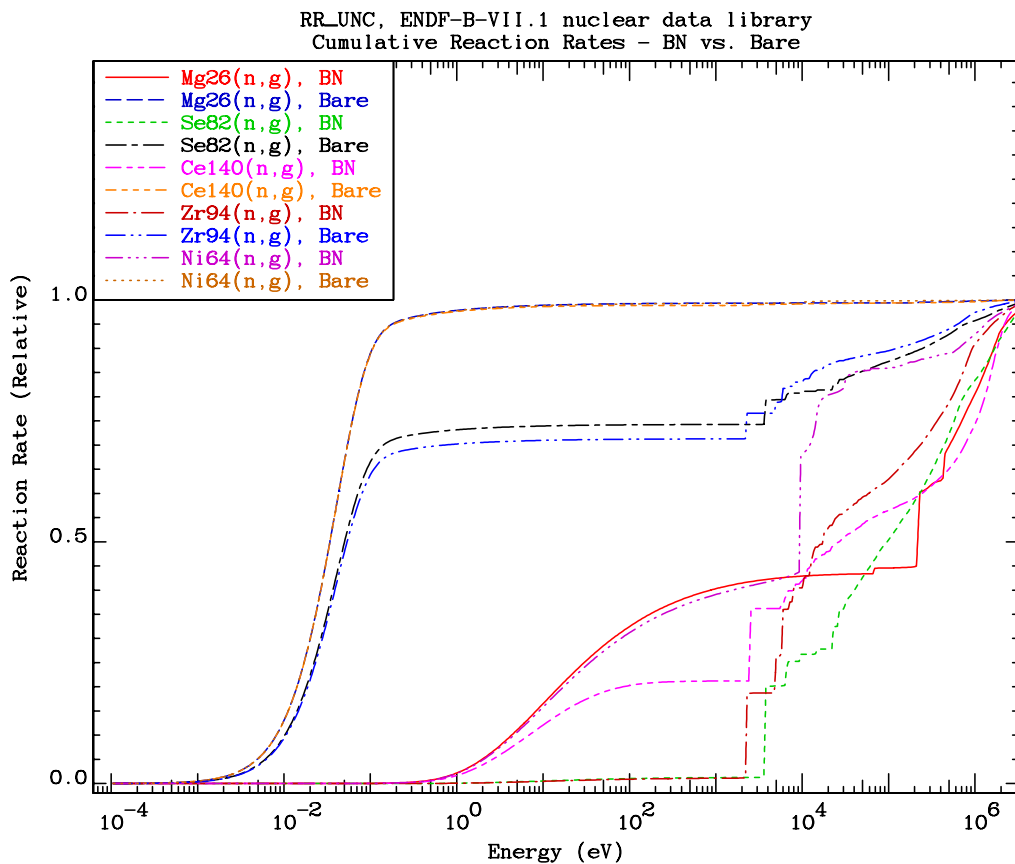


Slika 1.1: Nevtronski spektri v obsevalnem kanalu v poziciji F24 reaktorja TRIGA na IJS iz izračuna po metodi Monte Carlo: brez in s filtri iz borovega nitrida različnih debelin.

primerjave je za nabor reakcij dobro viden premik občutljivosti v epitermično območje.

Drugi primer se osredotoča na nizkoenergijske resonance v jedrskih presekih, t.j. resonance z energijo pod energijo kadmijevega roba (0.55 eV), ki je standardna energija, s katero ločujemo med $1/v$ in resonančnim delom presekov. Za primer ^{241}Am je prikazana možnost uporabe tanke folije iz gadolinija, za katero je energijski rob okrog 0.1 eV (pod prvo resonanco v preseku pri okrog 0.3 eV) in bi omogočila »pravilno« ločevanje med $1/v$ in resonančnim delom preseka.

Tretji primer se osredotoča na vrhova pri 8–9 MeV in 14 MeV v spektru fuzijskih nevtronov in na izbor najustrežnejših pragovnih reakcij za njihovo karakterizacijo in merjenje sproščene energije v pulzih v fuzijskih napravah.



Slika 1.2: Primerjava kumulativnih reakcijskih hitrosti za nabor 5 reakcij radiativnega zajetja v poziciji F24 reaktorja TRIGA na IJS brez filtra (*Bare*) in s filtrom iz borovega nitrida debeline 4 mm (*BN*).

Literatura

Cross Sections Evaluation Working Group (Edited by M. Herman and A. Trkov) (2011). *ENDF-6 Formats Manual, Data formats and procedures for the Evaluated Nuclear Data File ENDF/B-VI and ENDF/BVII*. Teh. poročilo BNL-90365-2009. Ver. Revision 2. Document ENDF-102. National Nuclear Data Center (NNDC), Brookhaven National Laboratory, Upton, USA.