

POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Marie Freibergová

Název práce: Studium vlastností transmutačních detektorů

Cílem předkládané práce bylo seznámení se s problematikou měření fluence v neutronových polích pomocí transmutačních detektorů, provést výběr vhodných kandidátů pro tyto detektory, odhadnout nejistoty při vyhodnocování fluencí způsobených nejistotami v databázích jaderných dat a provedení teoretického výpočtu pomocí programu Monte Carlo N-Particle Transport (MCNP). Tyto cíle byly splněny. Pouze v případě odhadu nejistot plynoucích z používání jednotlivých databází jaderných dat nedošlo k naplnění cíle v plném rozsahu, což nijak nesnižuje úroveň této práce. Zvláště vysoce hodnotím vysoký vlastní podíl studentky na předkládaných výsledcích: tvorba seznamu kandidátů pro transmutační detektory analýzou dat v literatuře, testování jaderných dat v jednotlivých databázích pomocí programů FISPACT-II s využitím známých experimentálních dat a provedení výpočtů pomocí programu MCNP zahrnující také tvorbu vstupního souboru, návrh souboru výstupních dat a diskuzi statistických testů.

Konkrétní hodnocení práce:

1. Studentka při řešerši dané problematiky prokázala dobrou práci s odbornou literaturou. Teoretická část uvedená zejména v kapitolách 1 a 2 je založena na aktuálních poznatcích. V práci je pouze několik drobných formulačních nepřesností.
2. Zpracování výsledků a jejich interpretace odpovídá požadavkům kladených na bakalářskou práci. Získané výsledky jsou adekvátně diskutovány.
3. Vlastní přínos studentky je vzhledem k povaze práce nadstandartní. Originální výsledky získané modelováním programem MCNP v kapitole 5 vypadají velmi slibně a po dalším zpřesnění a korektním započtení dalších možných reakcí, jak je v práci diskutováno, lze uvažovat o jejich využití pro srovnávání s experimentálními daty získanými pomocí transmutačních detektorů.
4. Jazyková a stylistická úroveň, rozsah, členění a grafická úprava práce jsou velmi dobré. V práci je pouze několik typografických chyb, viz poznámky níže.

Poznámky, připomínky a doporučení:

- a) anglický abstrakt: Správný název metody je *Secondary ion mass spectroscopy*
- b) druhá věta v Úvodu: Vzhledem k tomu, že primárně transmutační detektory by měli měřit *fluenci neutronů* a informaci o *neutronovém spektru* je možné získat kombinací několika typů detektorů, bylo by vhodnější prohodit jejich pořadí.
- c) na začátku kapitoly 1 ($1,675 \cdot 10^{-27}$) a pak několikrát v textu: Jako symbol násobení je vhodnější i v česky psaném textu používat jiný symbol než tečku, např. symbol který je používán v tabulkách 4.5, 5.3 a 5.4.
- d) 5. řádek v kapitole 1: Uvedené střední doby života jsou experimentálně získané hodnoty, proto by neměly být uváděny jako odhady. Naopak by bylo lepší uvést experimentální hodnotu i s jejími nejistotami, např. nejnovější hodnotu $881,5 \pm 0,7(\text{stat}) \pm 0,6(\text{stat})$ s - Serebrov A., et al., Phys. Rev. C 2018, 78, 035505

- e) odkazy na literaturu: U více odkazů je jednodušší a častěji používané [x,y] než [x] [y]. Konkrétně v případě dvou citací pro střední doby života by bylo přehlednější a srozumitelnější uvést citace bezprostředně za uvedenými hodnotami.
- f) konec 1. odstavce v kapitole 1: Boson by měl být označený s horním indexem, tj. W^+ .
- g) předposlední odstavec v pod kapitole 1.2.1: *beryliovými* bloky
- h) předposlední odstavec kapitoly 2: Striktně vzato v případě transmutačních detektorů nedojde ke *ztrátě* informace o neutronové fluenci ani v případě další transmutace měřeného nuklidu. Pouze bude v tomto případě výpočet hodnoty neutronové fluence komplikovanější a bude vyžadovat další údaje, např. měření koncentrace dalších nuklidů.
- i) V celém textu je u reakce (n,α) nadbytečná mezera za čarkou.
- j) Vzhledem k tomu, že výsledné koncentrace transmutovaných nuklidů jsou závislé na účinných průřezích daných reakcí mohly být v tabulkách 3.1 a 3.2 uvedený termální účinné průřezy a rezonanční integrály pro dané reakce.
- k) V grafech 4.1, 4.2, 4.3 a 4.4 splývají závislosti pro hodnoty z databází ENDF/B-VIII.0, ENDF/BVII-1 a JEFF-3.2. To je nepochybně dáno faktem, že uvedené database vycházejí ze stejných originálních dat. Toto by bylo dobré komentovat v textu.
- l) V tabulce 4.5 bych doporučil uvést experimentální hodnoty, se kterými se vypočtené hodnoty srovnávaly, přestože lze odvodit z grafu 4.9.
- m) Předposlední odstavec v podkapitole 5.1: Výraz *Cutoffy* lze nahradit českým ekvivalentem meze, limity nebo omezení.
- n) Kapitola 5.4, strana 40 : Jednotka výkonu *MW* ne *MWt*.
- o) 1. odstavec na straně 43: Asi by mělo být $^{28}\text{Si}(n,d)$.
- p) 3. odstavec na straně 43: Zde asi mělo být ^{28}Si , pro který je řádový nesouhlas mezi experimentální hodnotou a hodnotou vypočítanou pomocí programu MCNP.

Dotazy k obhajobě:

- OD1: V podkapitole 1.3.1 uvádí studentka vztah pro výpočet aktivity bezprostředně po ozařování. K měření aktivity ale většinou dochází s jistou prodlevou mezi ukončením ozařování a měřením aktivity. Jak by se vztah (1.5) dal zobecnit i pro takový případ? Za jakých podmínek lze tuto korekci na tuto časovou prodlevu zanedbat?
- OD2: V závěru kapitoly 3 studentka správně uvádí ve výčtu požadavků na transmutační detektory, že výsledný nuklid by neměl být plyn. Mají tyto prahové reakce, $^{39}\text{K}(n,p)$ a $^{19}\text{F}(n,\alpha)$ speciální význam proč byly uvedeny v tomto seznamu, přestože výsledné nuklidy jsou plyny?
- OD3: V principu lze souhlasit s konstatováním uvedeným v závěru kapitoly 4.1, že pro stanovení nejistot výsledných fluencí vyplývajících z nejistot účinných průřezů uvedených v databázích je třeba velmi detailní rozbor originálních dat. To jistě překračuje požadavky kladené na bakalářskou práci. Nicméně studentka by mohla nastínit při obhajobě, jak by takový hrubý odhad těchto nejistot mohl být proveden při některých zjednodušujících předpokladech.

Práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení B (velmi dobře).

V Řeži dne 24.8.2020

Mgr. Ivo Tomandl, CSc.
Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i.