

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Gama spektrometrie vzorků ozářených pomocí neutronového zdroje 252-Cf
Jméno autora:	Nella Hynková
Typ práce:	bakalářská práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra jaderných reaktorů (KJR)
Oponent práce:	Ing. Tomáš Bílý, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	KJR FJFI ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání považuji za průměrně náročné.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání považuji za splněné. Zadání je však formulováno jen velmi vágně.	

Zvolený postup řešení	vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený způsob řešení je vhodný. Vychází ze zavedených postupů gama spektrometrie a Monte-Carlo výpočtů na pracovišti školitele.	

Odborná úroveň	podprůměrná
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Odbornou úroveň považuji za značně nerovnoměrnou. Nemám výhrady k získaným výsledkům, které mají svůj odborný přínos. Za hlavní problémy práce považuji neporozumění motivaci pro daný typ výzkumu, a neúplné porozumění faktorům, které jsou pro daný problém podstatné. Práce je zaplevelena informacemi, které jsou sice pravdivé a mohou být zajímavé, ale z hlediska dané problematiky jsou nepodstatné. Naopak chybí část informací, které by umožnily zasadit výzkum do patřičného kontextu.</p> <p>Motivace pro provedené měření není v práci dobře popsána. V textu ji lze zachytit jen na straně 49 u popisu lutecia: „Díky svému vysokému účinnému průřezu pro reakce (n,xn) se může využívat i pro dozimetrické účely... Problémem lutecia je nedostatek diferenciálních dat a integrální data zcela chybí.“ Na obranu autorky je třeba říci, že název práce ani pokyny pro vypracování nejsou v tomto ohledu vůbec návodné a jsou jen v obecné rovině „gamma spektrometrie vzorku“.</p> <p>Příkladem zbytných informací je popis způsobu objevení neutronu, popis jeho kvarkové struktury, či poločasu rozpadu, popis výroby kaliforniového zdroje, nebo kapitola popisující neutronové zdroje. Ta by k tématu mohla být relevantní v případě, že by shrnovala informace o jednotlivých zdrojích, které souvisí s řešeným problémem (např. o rozsahu intenzit a o energetických spektrech jednotlivých zdrojů). Namísto toho například část popisující jaderné reaktory předkládá energii uvolněnou na jedno štěpení, dělení neutronů na okamžité a zpožděné, nebo skutečnost, že u energetických reaktorů je nežádoucí, aby neutrony neunikaly mimo aktivní zónu.</p> <p>Příkladem informace, která by umožnila lépe pochopit kontext, je např. znalost přesnosti určení kaliforniového spektra v oblasti energií, které jsou v práci využívány. Ta je dostupná např. v citované práci [31]. Dalším příkladem by mohly být výsledky výpočetní validace používaného modelu HPGe detektoru provedeného na pracovišti školitele.</p>	

Příkladem indikace neúplného porozumění lze nalézt např. u použití MCNP kódu (str. 45). Při popisu vizualizace použitých MCNP modelů je u přiřazení barev částem modelu odkazováno na ústní sdělení vedoucího práce, ačkoliv by to mělo být zřejmé ze vstupního souboru, či z interaktivního vykreslení modelu, tvrzení u postupu výpočtu účinnosti detektoru zahrnuje krok „definice hustoty materiálu vzorku a protonového čísla v kartě CELL“ (v kartě CELL se však protonové číslo neuvádí), zavádějící je informace, že „Tally typu F4 je udána průměrná energie částice procházející buňkou.“, ačkoli tally F4 slouží k výpočtu toku, na obrázku 5.2. je syntaxe pro výpočet reakční rychlosti v kódu MCNP, která ale obsahuje i dva řádky nesouvisející s výpočtem reakční rychlosti (karty „prmdp“ a „print“). Také termín „vícenásobné tally“ není přesný. U vypočtených reakčních rychlostí (tab. 6.9) nejsou uvedeny ani komentovány statistické nejistoty výpočtů.

Formální a jazyková úroveň

podprůměrná

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Formální úroveň je také spíše kolísavá. Práce obsahuje požadované formální části, a základní členění práce je přehledné. Obsahuje i však i formální a jazykové nedostatky a nepřesnou práci s termíny.

Lze vytknout například:

- 1) Popisy tabulek by měly být nad tabulkou, nikoli pod ní.
- 2) Tvrzení a straně 30 „Výstupem v gama spektrometrii je graf závislosti energií (kanálů) na počtu detekovaných impulsů“. Správně je opačná závislost (počet detekovaných impulsů na energii).
- 3) Tvrzení na straně 39 „Aktivitu kalifornia zdroje lze hodnotit třemi různými způsoby: v μCi (nebo Bq) nebo v jednotkách neutronového toku (n/s).“ Neutronový tok není jednotkou aktivity a jeho jednotkou není n/s . Autorka patrně měla na mysli emisi zdroje.
- 4) Na straně 44 je podkapitola 5.1 nazvaná Geometrie, která v obecnosti popisuje všechny údaje zadávané do vstupního souboru. V krátké podkapitole je pak jednou použito slovo geometrie jak ve významu plochy tak i ve významu buňky definované plochami, což je mírně matoucí.
- 5) Na straně 46 autorka popisuje „modifikované tally Fm4 stanovuje počet atomů vzniklých v buňce 610 neutronovou interakcí“ aniž by byl čtenář informován, co je buňka 610. Vhodnější by bylo napsat „v buňce detektoru“.
- 6) V praktické části práce se informace někdy opakují a mohly by být prezentovány přehlednějším způsobem. Např. dvakrát jsou uvedeny informace, od kdy experiment probíhal. V tabulce 6.7 se uvádějí zjištěné aktivity. Není však zřejmé, k jakému časovému okamžiku se vztahují. Tabulka 6.9 se opakuje v tabulce 6.11 (s přehozenými sloupci a doplněnými hodnotami $C/E-1$).

Výběr zdrojů, korektnost citací

průměrné

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

V práci je uvedeno celkem 46 citací. V mnoha případech jsou citace vhodné, lze však najít i poměrně velké množství internetových zdrojů, které by se v odborných pracích spíše neměly využívat a šlo by je snadno nahradit věrohodnějšími zdroji (Např. citace 4, 5, 9, 12, 13, 14, 23, 24, 27, 28, 29).

Pokud se jedná o publikaci z vědeckého časopisu, je obvyklé uvést jeho jméno, např. citace 19, 21, 22.

Citace [14] na straně 26 se nevztahuje k uvedenému textu.

Na straně 49 jsou citace nevhodně uvedeny za větou „Díky svému vysokému účinnému průřezu pro reakce (n, xn) se může využívat i pro dozimetrické účely, ale nejdříve je potřeba validovat jejich účinné průřezy [41], [42]“. Věta nepochází z žádného z uvedených zdrojů a citace měla být uvedena před ní.

V některých případech by citace mohla být doplněna (např. u tab. 3.1 Klasifikace neutronů).

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Dosažené hlavní výsledky, tj. zjištění reakční rychlosti na luteciu, mají nezpochybnitelný odborný přínos, což dokládá i fakt, že již v polovině roku 2022 byly publikovány v impaktovaném časopise Applied Radiation and Isotopes.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

V práci lze mnoho aspektů hodnotit kladně: získání unikátních experimentálních dat, seznámení se jak s experimentálními tak výpočetními postupy, či snahu komentovat nejistoty. Celkové vyznění práce je však významně sníženo výše uvedenými nedostatky.

Na studentku mám následující dotazy:

1) V práci se mnohokrát uvádí, že kalifornium je neutronovým standardem. Studované reakce jsou prahové s prahem cca. 8 MeV u $75\text{Lu}(n,2n)174\text{Lu}$ a cca 14 MeV u $75\text{Lu}(n,3n)173\text{Lu}$. Vámi citovaná práce [31] z roku 2008 však uvádí, že „The update of the evaluation will not really solve the remaining question of the valid spectral shape above 15 MeV neutron energy.“ Lze doložit, že kalifornium lze považovat za standard i v této oblasti energií, tj. nad 8, resp. 14 MeV? V tabulce 6.12 uvádíte nejistoty neutronové emise na úrovni 1,2%. Platí to i pro emisi neutronů s energiemi nad 14 MeV, které vedou k reakci $75\text{Lu}(n,3n)173\text{Lu}$?

2) V závěru píšete, že „Experimentální data pro lutecium z této bakalářské práce mohou přispět k validaci a doplnění účinných průřezů jaderných dat“. Jakým způsobem mohou Vámi získaná data přispět k doplnění účinných průřezů jaderných dat?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 30.1.2024

Podpis:

