

Hodnocení vedoucího PhD studia Nicolý Burianové:

Use of reactors and quasi-monoenergetic neutron sources in the study of reaction cross-sections important for advanced nuclear systems

PhD Nicolý Burianovou jsem začal školit v druhé části jejího PhD studia. V té první se zabývala studiem integrálních účinných průřezů reakcí neutronů s využitím spojitého spektra těchto částic ve výzkumných reaktorech. Zaměřovala se na endoergické prahové reakce. Při změně školitele a přechodu do naší skupiny bylo potřeba tématiku mírně modifikovat a rozšířit k tématům, které realizuje naše skupina. My se zaměřujeme na studium excitačních funkcí neutronových reakcí pomocí kvazi-monoenergetických zdrojů neutronů využívajících cyklotron. Samotné doktorandské studium tak proběhlo na MFF UK Praha, vypracování práce pak postupně na reaktorech LVR-15 v CVŘ s.r.o. v Řeži, VR-1 na FJFI ČVUT v Praze a v ÚJF AV ČR v Řeži.

Nakonec jsme se rozhodli využít synergie a propojit obojí typy měření, které se systematicky realizují v režském areálu jednak na výzkumných reaktorech CVŘ s.r.o. a na neutronových zdrojích ÚJF AV ČR. V druhé části své PhD práce tak Nicola Burianová studovala s pomocí kvazi-monoenergetických zdrojů neutronů účinné průřezy stejných neutronových reakcí, jejichž integrální spektra v první části zkoumala s využitím reaktorů. Výhodou a další synergií bylo, že v obou případech se pro měření účinných průřezů využívá aktivační metoda. Bylo tak možné porovnat metodiky způsob řešení systematických nejistot měření na obou pracovištích.

V současné době dochází ve světě k renesanci jaderné energetiky a její náznaky se objevují i v Evropské unii. Česká republika chce zajistit dlouhodobé provozování svých existujících jaderných reaktorů, plánuje vybudovat až čtyři velké reaktory III. generace a využívat chce i malé modulární reaktory. Ve všech těchto oblastech je potřeba mít co nejpřesnější databáze účinných průřezů neutronových reakcí materiálů, které se v těchto i ještě pokročilejších jaderných štěpných technologiích využívají. Tato data jsou důležitá nejen pro projektování a bezpečné provozování těchto zařízení, ale také pro přípravu a realizaci jejich likvidace po jejich konečném odstavení. Databáze získaných experimentálních dat se využívá pro ověřování a vylepšování jaderných modelů a programů, které slouží k získání evaluovaných excitačních funkcí nezbytných pro zmíněné účely. Ty jsou také velmi důležité pro fúzní zařízení, kde budou toky neutronů extrémní. Téma práce je tak vysoce aktuální.

Doktorandka studovala neutronové reakce na takových materiálech, jako je měď, zinek, titan, železo, niob, yttrium, které jsou materiály konstrukčními, nebo se dají využít jako aktivační detektory, a jsou tak v seznamu „The High Priority Nuclear Data Request List“. V některých případech, hlavně pro vyšší energie neutronů, jsou v experimentálních datech o excitačních funkcích prázdná místa a v jiných pak rozpory v různých experimentálních datech. Doktorandka tak získanými novými experimentálními daty pomáhá řešit tato problematická místa.

Doktorandka prošla během průběhu svého PhD studia celou cestu od přípravy experimentů, k jejich realizaci i následné analýze i interpretaci a srovnání s modely. Velmi pečlivě a detailně se věnoval metodice, která se využívá při studiu integrálních účinných průřezů i excitačních funkcí aktivační metodou. Jejím velkým příspěvkem je srovnání měření na reaktorech VR-1 a LVR-15, které ukázalo, že různé obohacení paliva v nich neovlivní měření integrálních účinných průřezů a umožnila tak snížení systematických nejistot, které ovlivňují měření na nich. O tento její přínos se mohou opřít skupiny, které tyto zařízení využívají pro měření integrálních účinných průřezů.

I při měření excitačních funkcí s využitím kvazi-monoenergetických neutronových zdrojů se přidala k zavedené zkušené skupině a pracovala na dvou experimentech realizovaných

při energii neutronů 14 a 23,3 MeV. Na těchto experimentech pracoval i další PhD student, ale Nicola Burianová zde měla přesně definovanou oblast, jejíž měření, zpracování a analýzu realizovala samostatně. Šlo právě o reakce s materiály, u kterých byly měřeny také integrální účinné průřezy v reaktorovém spektru. Měď se tak v naší skupině měřila poprvé a spolu s yttriem bylo u ní možné srovnávat měření integrálních účinných průřezů a diferenciálních účinných průřezů pro dané energie. Velmi intenzivně se zaměřila na ocenění systematických nejistot a možnosti jejich snížení. Její podíl i výsledky jsou tak jasně definovány.

Získaná data velice dobře zapadají do kontextu experimentálních dat v databázích a některé z nich už se do databází dostávají. Výsledky, na kterých se podílela, jsou publikovány v několika impaktovaných publikacích, a u jedné je první (hlavní) autorkou. Získaná experimentální data srovnává s hodnotami získanými s různých databází evaluovaných dat či vypočtené pomocí odpovídajících simulačních programů. Rozebírá možnosti rozšíření propojení měření na reaktorech a kvazi-monoenergetických neutronových zdrojích v budoucnu. I na základě této práce uvažujeme o zařazení některých dalších materiálů, u kterých se měří integrální účinné průřezy, do našeho programu měření excitačních funkcí.

Nicola Burianová přistupovala k realizaci experimentů iniciativně, pracovala samostatně, ale ukázala i schopnost spolupracovat ve skupině. Při analýze experimentů i při psaní práce se mnou svůj postup průběžně a intenzivně konzultovala. To je důvod, proč k ní během obhajoby nemám dotazy, všechny jsme si průběžně vyjasnili. PhD práce se docela dobře čte a splňuje požadované formální náležitosti. Je vidět, že se ji doktorandka snažila vypilovat. I přesto se některým chybám, nejen jazykovým, vyhnout nepodařilo. Například se mohly zápisy nejistot ve větší míře sladit s požadovaným tvarem, tedy zápis na jednu až dvě (v případě první cifry 1 a 2) platné cifry, a ne i na tři platné cifry. Někdy to je dáno tím, že se přebírají hodnoty z literatury, ale přesto by tam mohlo být takových příkladů méně. Tyto drobnější nedostatky však nesnižují celkovou dobrou kvalitu práce. Za zmínku také stojí, že studentka práci dokončovala již v době svého zaměstnání na SÚJB, kde pracuje.

Na závěr konstatuji, že Nicola Burianová splnila zadání PhD práce, prokázala schopnost samostatně vědecky pracovat a zároveň i efektivně spolupracovat v rámci širší vědecké skupiny. Navrhuji proto, aby po úspěšné obhajobě byla Nicole Burianové udělena vědecko-akademická hodnost doktor (PhD).

V Řeži dne 26. září 2024

RNDr. Vladimír Wagner CSc.
Ústav jaderné fyziky AVČR Řež