

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Comptonova kamera pro detekci tvrdého rentgenového záření produkovaného na tokamaku Golem
Jméno autora:	Bc. Štěpán Malec
Typ práce:	diplomová práce
Fakulta:	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
Katedra:	Katedra fyziky
Vedoucí práce:	Ing. Vladimír Linhart, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání a motivace k jeho vypsání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce a krátké průvodní slovo k motivaci pro zadání práce.</i>	
<p>Hlavní motivací navržené práce bylo zjistit, zda moderní pixelové detektory vyvinuté v CERN umožní lepší charakterizaci rentgenového záření produkovaného unikajícími elektrony v komoře tokamaku Golem. Jednalo se zejména o využití jejich schopnosti pracovat ve velkých tocích při minimálním výskytu vrstvení signálů a dále též zužitkování jejich polohové citlivosti. Hlavní úsilí bylo směřováno k zobrazení zdrojů brzdného záření, tj. těch míst, kde unikající elektrony interagují se stěnou komory tokamaku. Práce vyžadovala znalosti z několika oborů, kterými jsou nejen Fyzika a technika termojaderné fúze, ale též Jaderné inženýrství a instrumentace pro jadernou a částicovou fyziku. I přesto pokládám zadání za průměrně náročné.</p>	
Splnění zadání	splněno s výhradami
<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>	
<p>Všechny body zadání (vyjma posledního) byly splněny. Poslední bod byl splněn jen z části. Moje výhrada se týká skutečnosti, že získané výsledky nebyly diskutovány s odborníky. To bylo způsobeno tím, že student prováděl měření s Comptonovou kamerou a zpracování dat z této kamery asi dva měsíce před odevzdáním a první výsledky byly k dispozici jen několik dní před odevzdáním. Na diskuzi s odborníky a prezentaci dat na mezinárodních vědeckých konferencích již nebyl čas. Vzhledem k pozoruhodným výsledkům, ke kterým student dospěl, však předpokládám, že k těmto diskuzím i k prezentacím ještě dojde.</p>	
Aktivita a samostatnost při zpracování práce	výborná
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
<p>Aktivitu a samostatnost studenta při zpracování práce lze hodnotit jen jako výbornou. Student si vše potřebné k řešení zadaných úloh našel v odborných člancích, sám si připravil programové nástroje a veškerá data si sám naměřil, zpracoval a vyhodnotil. Tím student prokázal, že je absolventem magisterského studijního programu. K aktivitě studenta mám pouze jednu výhradu. Student v posledním roce magisterského studia dost často odkládal povinnosti týkající se jeho samostatné práce. To způsobilo, že student nestihl vše udělat do řádného termínu pro odevzdání diplomové práce. Ze stejného důvodu byla většina činností na diplomové práci vykonána v posledních dvou měsících roku 2022. To vše se projevilo na kvalitě odborné úrovně výsledného textu diplomové práce.</p>	

Odborná úroveň

podprůměrná

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Odbornou úroveň hodnotím celkově jako podprůměrnou, ale s velkým rozptylem v hodnocení dílčích částí. Zatímco student velmi dobře našel v odborných publikacích potřebné informace pro zpracování jednotlivých úkolů, což jsem ocenil v odstavci týkající se aktivity a samostatnosti, tak student zcela selhal v ostatních částech odborného textu. Úvodní část práce popisuje známé poznatky z jaderné fyziky, které jsou důležité pro pochopení práce, ale lze je najít v každé učebnici jaderné fyziky. Jejich uvedení není chybou a je příjemné si je zopakovat. Zcela však chybí popis aktuálního stavu problematiky týkající se unikajících elektronů. Zdůvodnění toho, proč se zabývat jevem unikajících elektronů, je velice všeobecné a jen s odkazem na dvě publikace starší jak čtvrt století. Popis experimentů nedostačuje k tomu, aby podle něj druhý člověk dokázal zopakovat provedené experimenty. Zcela chybí diskuze k jednotlivým experimentům, tj. ta část, ve které by mělo být srovnání výsledků provedených experimentů s výsledky stejných či obdobných experimentů jiných výzkumných skupin. Některá prezentovaná data (např. energetická spektra radionuklidových zářičů) vykazují nestandardní jevy, které jsem schopen vysvětlit, protože jsem byl přítomen experimentům, ale čtenář nemá žádnou šanci je pochopit a vysvětlit, protože v textu práce pro to není dostatek informací.

Formální a jazyková úroveň

průměrná

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

Práce obsahuje po formální stránce vše, co obsahovat má. Text je srozumitelný, zdroje jsou řádně citovány. Výhradu mám pouze ke slohu. U některých kapitol není snadné porozumět, proč je student uvádí. To způsobuje, že text diplomové práce je méně záživný a informačně málo výtěžný.

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.

Vše, co není původní myšlenkou či prací studenta, je řádně ocitováno. Zcela však chybí zdroje dokládající aktuální stav problematiky unikajících elektronů a dále též zdroje pro srovnání výsledků experimentů s výsledky jiných výzkumných skupin.

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.

Student prezentoval některé své dřívější výsledky na mezinárodní vědecké konferenci NSS/MIC IEEE 2021 (online konference vzhledem k pandemické situaci), které byly následně publikovány ve sborníku ve formě článku (Document type: conference paper): Š. Malec, V. Linhart and V. Svoboda, "Correlations in Signals Generated by Runaway Electrons in the GOLEM Tokamak measured using the Timepix3 Detection Modules," 2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC), Piscataway, NJ, USA, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/NSS/MIC44867.2021.9875920. Tato měření a jejich prezentace byla podpořena grantovým projektem v rámci Studentské grantové soutěže. Předpokládám, že výsledky experimentů popsaných v diplomové práci budou prezentovány obdobně.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Na celé práci nejvíce oceňuji výsledné prostorové rozlišení sestavené Comptonovy kamery a zejména výsledky získané měřením na tokamaku Golem. Tyto výsledky předčily mé očekávání. Bohužel celkový text diplomové práce je po odborné stránce na velmi nízké úrovni. Proto navrhuji klasifikační stupeň podstatně horší, než bych si přál. Současně prosím studenta, aby ve své prezentaci též odpověděl na tyto otázky.

- 1) Na str. 46 píšete, že za referenční pixel považujete ten, kde byla deponována nejvyšší energie z celé stopy interakce. Co Vás vedlo k volbě této reference?
- 2) Na str. 48 píšete: „Před provedením samotné dekonvoluce je možné odečíst pozadí z rekonstruovaného obrazu, čímž může být více zvýrazněna oblast polohy zdroje záření“. Co myslíte pozadím, které se má z rekonstruovaného obrazu odečíst?
- 3) Primární data na obr. 3.13, na str. 50 vykazují jistou asymetrii. Data z bodového zdroje (PSF) jsou symetrická, viz obr. 3.14. Data po dekonvoluci žádnou asymetrii nevykazují. Podobně je to patrné i na obrázcích na str. 52. Jak je to možné?
- 4) Ve spektru zobrazeném na obr. 3.19, na str. 51 je patrná zdvojená Comptonova hrana a dva píky zpětného rozptylu. Toto je velice netypické a není to nikde vysvětlené. Takové spektrum je pro čtenáře nedůvěryhodné, a tudíž je nedůvěryhodné i celé měření. V případě zdvojené Comptonovy hrany lze odhadnout, že se jedná o anihilační pík plné absorpce od ^{22}Na , který leží na Comptonově hraně od píku 661 keV náležící ^{137}Cs . Netypický tvar je tak dán pravděpodobně rozdílnou aktivitou použitých zářičů. Avšak přítomnost dvou píků zpětného rozptylu nelze takto jednoduše odhadnout. Vysvětlíte prosím tento jev.

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

Datum: 28.1.2023

Podpis: 