

Oponentský posudek diplomové práce:

Autor: Bc. Sergei Kulkov

Název: Runaway electrons in tokamaks and their detection using segmented silicon detectors

Téma a jeho aktuálnost

Uskutečnění termojaderné fúze je klíčovým tématem fyziky již po několik desetiletí. Současné velké tokamaky (JET, JT-60 a další), stavba tokamaku ITER a úvahy o DEMO posouvají snahy o fúzi jakožto budoucího zdroje energie pro lidstvo do realistické roviny. Ubíhající elektrony (Runaway Electrons, RE) jsou potenciálním nebezpečím pro většinu fúzních zařízení. Jejich detekce různými metodami je předmětem studií mnoha špičkových laboratoří. Práce Bc. Sergeje Kulkova je vysoce aktuální a zabývá se výzkumem v přední linii současné fyziky.

Grafická úprava, sazba a jazyk práce

Práce je napsána v anglickém jazyce. Obrázky jsou většinou dobře čitelné a vztahy jsou vysázeny dle platných norem. Množství překlepů je zcela minimální – například v úvodním českém prohlášení se hovoří o „sloním díle“ namísto „slovním díle“, což v autorovi posudku ihned evokovalo nefyzikální představy. K přehlednosti přispívá seznam symbolů označujících jednotlivé proměnné a seznam zkratk. Celkově lze říci, že se v práci dá velmi dobře orientovat a je napsána mimořádně pečlivě. Součástí zasláného pdf nebylo zadání práce, musel jsem si ho vyžádat od vedoucího práce.

Obsah práce

V úvodní části se práce zkratce zabývá problematikou termojaderné fúze orientované především na tokamaky. Je dobře, že autor nezabředl do přílišných podrobností. V druhé části se autor již konkrétně zabývá fyzikou ubíhajících elektronů. Vztah (2.3) je pouhou aproximací vztahu (2.9) pro rychlosti vyšší než tepelné a neplyne z něho průběh třecí síly z obrázku 2.1. Bylo by lepší nejprve zařadit obecný vztah a teprve poté jeho aproximaci. Takových nekonzistencí je v práci ale minimum (další je například u definice Debyeovy vzdálenosti či záměny „impact parameter“ za „collision parameter“) a nijak nesouvisí s hlavním tématem práce. Další části práce jsou věnovány interakci ionizujícího záření s látkou a polovodičovým detektorům, které jsou tématem vlastní práce. Poslední část diplomové práce popisuje konkrétní experimenty na tokamaku COMPASS, při nichž byla detekce sekundárních zářivých projevů ubíhajících elektronů prováděna polovodičovým křemíkovým detektorem Timepix3.

Metody zpracování a výsledky práce

Autor z každého výstřelu zpracovává tři typy informací: 1) plošnou mapu pixlů zasažených ionizujícím zářením, 2) ToA (Time of Arrival) – časový vývoj počtu zasažených pixlů, 3) ToT (Time-over-Threshold) – doba, po kterou byl signál nad určitou prahovou hodnotou. Při vhodné kalibraci je z ToT možné určit energetické spektrum. Základní ToA signál byl porovnáván s jinými diagnostikami v oblasti měkkého a tvrdého rentgenového záření. Autor prokázal, že Timepix3 je vhodnou alternativní diagnostickou metodou pro detekci projevů RE v tokamacích, včetně záření po dopadu RE svazku na stěnu. Ze 150 výstřelů bylo použitelných 49. Autor popisuje problémy, se kterými se při řešení diplomové práce potýkal, asi k nezávažnějším patří častá saturace detektoru.

Dotazy k práci

- 1) mohl byste detailněji popsat, jak probíhá srovnání naměřeného signálu s ostatními diagnostikami nainstalovanými na tokamaku COMPASS?
- 2) V práci popisujete problematiku saturace signálu i s některými možnými řešeními. Mohl byste se při obhajobě o tomto problému zmínit podrobněji?

Závěr

Autor prokázal vynikající schopnost samostatné orientace v dané problematice. Splnil veškeré části zadání diplomové práce a dosáhl zajímavých původních výsledků. Zejména prokázal životaschopnost testovaného polovodičového detektoru, který je vhodným doplňkem stávajících detektorů. Předložená práce má vynikající odbornou úroveň a splňuje veškeré zákonem stanovené podmínky pro diplomové práce, a proto ji doporučuji k obhajobě a hodnotím známkou **A (výborně)**.

Praha, 24. srpna 2020

Prof. RNDr. Petr Kulhánek, CSc.,
katedra fyziky FEL ČVUT v Praze,
Technická 2
166 27 Praha 6