

Posudek na doktorskou práci

„Pixel detectors in double beta decay, experiments COBRA and TGV“

autor: Ing. Joshy Madathiparambil Jose

Předložená doktorská práce se věnuje problematice progresivní detekční technologie, pixelovým detektorům ve výzkumu dvojného rozpadu beta, konkrétně experimentům COBRA (dvojný rozpad beta $\beta\beta^-$ především ^{116}Cd) a TGV (dvojnému elektronovému záchytu s výletem dvou neutrin v jádře ^{106}Cd). Obecně dvojný rozpad beta je velmi aktuální problematika vztahující se k fyzice neutrin (hmotnost neutrina a jeho charakter, Dirakovský nebo Majoranovský), která je jednou z mála oblastí fyziky za hranicemi Standardního modelu, kterou lze v současné době experimentálně studovat. Doktorská práce má převážně experimentální a fyzikálně-metodický charakter.

Doktorská práce je přehledně rozdělena do 9 kapitol, 4 dodatků, podílu autora na dosažených výsledcích a přehledu publikační činnosti autora. První kapitola je úvod. Druhá kapitola pojednává krátce o základních faktech dvojného rozpadu beta, o různých módech tohoto procesu a experimentálních postupech jeho detekce včetně přehledu doposud dosažených výsledků. Třetí kapitola se podrobně věnuje popisu aparatury TGV II (detektorová část z 32 HPGe detektorů, elektronická část, kalibrace, možné zdroje pozadí, metodika zpracování dat), SPT (Silicon Pixel Telescope) a projektu COBRA (CdZnTe detektory). Ve čtvrté kapitole jsou uvedena podrobná fakta o pixelovém detektoru Timepix včetně jeho schopnosti rozpoznávat různé typy částic. Pátá kapitola shrnuje výsledky měření radioaktivit hlavních součástí pixelového detektoru (komponenty, readout chip, PCB..). Šestá kapitola pojednává o vývoji hardware (teleskopy z pixelových detektorů v uspořádání face-to-face) při využití dvou typů nízkopozadových PCB (CuFlon a flexi PCB). Sedmá a osmá kapitola popisují výsledky dlouhodobých měření pozadí s detektory typu SPT a COBRA v různých uspořádáních (se stíněním a bez stínění, v ÚTEF ČVUT či podzemních laboratořích LSM, Francie, a LNGS, Itálie). Poslední kapitola shrnuje dosažené výsledky a jsou zde prezentovány budoucí plány měření včetně odhadů limitů, kterých je možné dosáhnout při použití aparatury typu SPT pro detekci $2\nu\text{EC}/\text{EC}$ rozpadu ^{106}Cd . V závěru práce je uveden přesný podíl autora na projektu SPT a COBRA včetně publikací doktoranda.

Těžiště práce leží v konstrukci a odladění detektorové části a elektronické části nově zkonstruovaného spektrometru SPT (dvojice Si pixelových detektorů v uspořádání face-to-face obsluhovaných společným readout systémem), ve výběru nízkopozadových konstrukčních materiálů pro PCB desky použitých pro SPT spektrometr, v autorově spoluúčasti na dlouhodobých pozadových měřeních jednotlivých částí spektrometru, v autorově spoluúčasti na výstavbě sofistikovaného stínění v podzemní laboratoři LSM (Francie), ve zpracování naměřených experimentálních dat (pozadová měření) a ve výrobě spektrometrů SPT (v současné době již 5 kusů dvojic Si pixelových detektorů). Autor doktorské práce během její přípravy osvědčil dovednosti nutné pro samostatnou vědeckou práci experimentálního charakteru – např. návrh, konstrukce, ladění a obsluha složité aparatury, zpracování velkých objemů dat. Dále prokázal schopnosti fyzikální interpretace dosažených výsledků (pozadových měření).

Autor pracoval během přípravy doktorské práce samostatně. Jeho získané výsledky jsou původní. Podařilo se mu získat praktický výsledek (nízkopozadová aparatura na bázi Si pixelových detektorů pro měření 2 ν EC/EC záchytu na ^{106}Cd), který dává možnost podstatně posunout současný limit oproti jiným experimentům (faktor 5).

Získané výsledky byly autorem (3x jako korespondenční autor) publikovány v celkem 6 článcích či konferenčních příspěvcích na mezinárodních konferencích (Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, Journal of Instrumentation 2x, American Institute of Physics Conference Proceedings 3x) a prezentovány na třech mezinárodních konferencích (2x konference IWORID 2011 a 2012, Low Radiation Techniques 2013). Jedná se o doktorskou práci věnovanou problematice R&D ve vývoji nové detekční techniky pro výzkum ve fyzice dvojného elektronového záchytu.

Závěrem konstatuji, že odborná práce Ing. Joshyho Madathiparambila Jose při řešení dané problematiky je na vysoké úrovni a že získal vynikající výsledky v mezinárodním kontextu. Na základě výše zmíněných faktů doporučuji, aby mu byl přiznán titul doktor (Ph.D.) v oboru „Jaderné inženýrství“, doktorského studijního programu „Aplikace přírodních věd“.

Doc. Ing. Ivan Štekl, CSc.
školitel