

Oponentský posudek dizertační práce Mgr. Martina Slezáka „Monitoring of the energy scale in the KATRIN neutrino experiment“

Práce se věnuje současné významné problematice, neutrinové fyzice, v kontextu experimentu KATRIN (Karlsruhe TRItium Neutrino experiment). Tento experiment je zaměřen na měření efektivní hmotnosti elektronového antineutrina pomocí detekce tvaru β -spektra tritia. V úvodu dizertační práce jsou uvedeny úkoly, které dostal dizertant k řešení během svého doktorského studia - jedná se o problematiku zkreslení energetické škály experimentu KATRIN a jejího monitorování. Práce tak byla zaměřena na návrh a přípravu velmi přesného zdroje konverzních elektronů pro zajištění stability vysokého napětí v experimentu KATRIN.

Práce je rozdělena celkem na 9 kapitol včetně úvodu, jedné přílohy a povinných příloh (literatura, seznam obrázků, seznam tabulek a seznam publikací doktoranda). První tři kapitoly popisují obecně problematiku neutrinové fyziky, experiment KATRIN a energetickou škálu detektoru KATRIN. Vlastní práci doktoranda tvoří kapitoly 4-7. V kapitole 4 je popsán monitorovací spektrometr (MoS), podrobný popis linek konverzních elektronů ze zdroje ^{83m}Kr (8 linek od 7,68 keV do 31.94 keV s jejich parametry včetně asymetrie), rozbor chyb neurčitostí tvaru linek, možnost použití linek K-32, L3-32 a L3-9,4 pro kontrolu linearitu HV, výsledky měření aktivity ^{83}Rb ve zdroji pomocí HPGe detektoru, výsledky experimentů při implantaci ^{83}Rb s různými energiemi (10, 15 a 30 KeV) a nový návrh na popis tvaru konverzní linky. V kapitole 5 je prezentována výroba a dlouhodobé testování většího počtu zdrojů konverzních elektronů na bázi pevného ^{83m}Kr zdroje (SKrS). Na dvou různých aparaturách (ISOLDE, CERN a BONIS, univerzita v Bonnu) vyrobeny zdroje s různými substráty (Pt, ZnO, HOPG – pyrolitický grafit), pro různé energie ^{83}Rb (4, 8, 12, 30 a 80 keV) a pro různé aktivity ^{83}Rb . V průběhu řešení úkolu byly testovány i další vlivy jako jsou reprodukovatelnost výroby zdroje či způsob ošetření zdroje po jeho výrobě. Doktorand provedl sadu dlouhodobých měření spekter elektronů na monitorovacím spektrometru. Podařilo se mu identifikovat 3 zdroje splňující podmínku stability, dva na Pt substrátu a jeden na HOPG substrátu vyrobené při použití implementační energie 30 keV a s dostatečnou aktivitou (3-3,5 MBq). Kapitola 6 obsahuje výsledky přípravy plynného zdroje ^{83m}Kr jako zdroje monoenergetických konverzních elektronů. V rámci práce byl zhotoven nový plynný terč s dodatečným chlazením (což dovoluje použít vyšší proud protonů a vyšší tlak kryptonu, až 13 barů, zvýšení 3,6x výtěžnosti ^{83}Rb), bylo vyzkoušeno několik typů zeolitu a vypracována procedura výroby GKrS zdroje. Potřebná aktivita pro KATRIN aktivity ^{83}Rb je 1 GBq, což odpovídá 22 hodinám ozařování na cyklotronu U-120M. Kapitola 7 popisuje vypracovanou metodiku pro monitorování stability vysokého napětí s pomocí spolehlivého zdroje konverzních elektronů.

Při obhajobě bych rád slyšel dizertantův názor:

1) Srovnání experimentálních možností různých typů experimentů pro stanovení efektivní hmotnosti elektronového neutrina.

2) Co znamená Vámi dosažená stabilita zdroje elektronů na výsledek experimentu KATRIN?

Úkoly řešené v rámci práce jsou velmi rozsáhlé a ambiciózní, přičemž jsou charakteru experimentálního (měření na HPGe spektrometru, s Si detektorem, využití cyklotronu U-120M), konstrukčního (výroba nového plynného terče), simulačního (simulace pomocí kódu SRIM) a výpočetního (statistika). Přednost předložené dizertační práce vidím v řešení úkolů doktoranda spojených s velmi aktuální problematikou současné částicové fyziky, tj. neutrinové fyziky, ve spojení s mezinárodním experimentem. Podle mého názoru dizertační práce splnila beze zbytku požadovaný cíl, který byl definován v úvodní kapitole. Výsledky práce doktoranda významně přispějí ke zdatu významného mezinárodního experimentu. Dále bych rád podotkl, že výsledky dosažené v rámci řešení daných úkolů byly opublikovány v mezinárodních časopisech (celkem 5 publikací ve významných mezinárodních časopisech) a na jedné mezinárodní konferenci.

V závěru konstatuji, že na základě předložené dizertační práce navrhuji udělit Mgr. Martinovi Slezákovi vědecko-akademickou hodnost Ph.D.

Doc. Ing. Ivan Štekl, CSc.
Ústav technické a experimentální fyziky ČVUT v Praze