

ПРИРОДНО МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Датум и орган који је именовao комисију 27. март 2015., Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду 2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: др Душан Мрђа, ванредни професор, Нуклеарна физика, 1. Јул 2012., Природно-математички факултет, Нови Сад др Иштван Бикит, професор емеритус, Нуклеарна физика, 13. Фебруар 2014., Природно-математички факултет, Нови Сад др Миљко Сатарић, редовни професор, Физика, 12. Јун 1995., Факултет техничких наука, Нови Сад др Ана Козмидис Петровић, редовни професор, Физика, 8. Јул 1997., Факултет техничких наука, Нови сад
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Томас, Иван, Немеш 2. Датум рођења, општина, држава: 04.05.1979., Озаци, Република Србија 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно Математички Факултет, Дипломирани физичар - Мастер 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2008 , Доктор физичких наука 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Апсолутно одређивање активности гама емитера помоћу једног детектора
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Докторска дисертација је написана у 9 поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увод 2. Детектори и пратећа електроника за мерење активности 3. Технике мерења активности 4. Метод сумарног врха или фотон-фотон коинцидентна техника на једном спектрометру 5. Случајне коинциденције у спектралним подацима гама емитера 6. Ефективне угаоне корелације фотона 7. Примена методе на изворе ^{60}Co, ^{133}Ba и ^{152}Eu 8. Експеримент 9. Закључак <p>која уз прилоге има 155 страна. У докторату има 55 слика од којих су 24 графикони, а 9 шеме. Уз цитирану литературу дати су радови кандидата који су објављени у оквиру истраживања на тему ове дисертације.</p>

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У “уводу” је дефинисан појам апсолутне активности и укратко је објашњена проблематика и значај мерења апсолутне активности.

У другом поглављу, “Детектори и пратећа електроника за мерење активности”, дат је историјски развој детектора за квантификацију радиоактивности у смислу броја емитованих честица из одређеног извора у једници времена и класификацију детектованог зрачења по енергији. Описан је принцип рада сцинтилационих, гасних и полупроводничких бројача. Укратко је описан принцип конверзије генерисаних парова електрон-шупљина радиоактивним зрачењем у користан електрични сигнал код полупроводничких детектора. Овде је пажња усмерена на дигиталне системе за обраду сигнала јер је дигитална спектроскопска јединица коришћена у експериментима у оквиру истраживања. Описана је проблематика детекције нуклеарног зрачења што је веома битно за разумевање апсолутних метода мерења активности.

У поглављу “Технике мерења активности” дата је дефиниција појма активности и јединице Бекерел. Описане су постојеће примарне методе за мерење активности при чему су коментарисане предности и мане сваке технике. У циљу поређења техника, дате су тачности са којима се мере активности тачкастих извора коинцидентном техником на два детектора, а који су овде мерени на једном гама спектрометру такође коинцидентном техником.

У четвртном поглављу “Метод сумарног врха или фотон-фотон коинцидентна техника на једном спектрометру” је детаљно описана техника мерења апсолутне активности помоћу једног гама спектрометра. Изведене су полазне релације на којима се техника заснива. Истиче се предност ове технике у смислу једноставности експерименталне поставке али и сложености у смислу обраде података и израчунавања корекционих фактора на случајне коинциденције, угаоне корелације и постојање доњег нивоа дискриминатора спектралног уређаја. Разматра се могућност примене и усавршавања технике на једном спектрометру на радиоизотопе са веома сложенем шемом распада на бази постојећих радова новијег датума.

У петом поглављу “Случајне коинциденције у спектралним подацима гама емитера” разматран је проблем обраде спектралних података на већим брзинама бројања услед постојања случајних коинциденција. Развијен је оригиналан метод за корекцију одброја у коинцидентном (сумарном) врху који се базира на обради спектралне слике која се иначе користи за мерење активности. У том смислу нађен је начин да се активност измери само на основу једног спектра при чему је корекција на насумично сумирање имплементирана у формулу за мерење активности. Корекција се врши обсервацијом једног или два врха који су потпуности резултат случајних коинциденција.

У шестом поглављу “Ефективне угаоне корелације фотона” описан је појам корелације праваца емисије каскадних фотона и начин да се ефекат квантификује. Затим је на основу постојеће литературе направљена процедура у програму *Mathematica* за израчунавање корекционог фактора на угаоне корелације тачкастог извора када се каскадни фотони детектују помоћу коаксијалног германијумског детектора. Важност ефекта илустрована је табеларно и графички за неколико каскада из извора ^{60}Co , ^{133}Ba и ^{152}Eu где су приказани резултати израчунавања помоћу овде написане процедуре.

У седмом поглављу “Примена методе на изворе ^{60}Co , ^{133}Ba и ^{152}Eu ” изведене су формуле за мерење активносати извора ^{60}Co , ^{133}Ba и ^{152}Eu у којима фигуришу спектрални подаци уз минималне корекције које се базирају на употреби података о димензијама детектора и енергији емитованих фотона. За изотоп ^{133}Ba унапређен је постојећи метод за мерење активности помоћу једног спектрометра чиме је омогућена обрада спектралних података на великим брзинама бројања и корекција на ефекат угаоних корелација. Разматран је проблем мерења активности узорака који нису тачкасти. За изотоп ^{152}Eu нађено је неколико каскада помоћу којих се може мерити активност па су и изведене формуле прилагођене одговарајућим каскадама. Проучен је начин којим се приступа развијању методе за било који изотоп са сложенем шемом распада која садржи каскадну емисију фотона. У овом поглављу дате су крајње релације које се могу применити на спектралне податке извора ^{60}Co , ^{133}Ba и ^{152}Eu добијене помоћу гама детектора високе резолуције.

У осмом поглављу су изнешени експериментални резултати мерења активности овде развијеним поступком. Укратко је описана мерна инструментација коришћена у експериментима као и процедура којим се вршила обрада спектралних података. Израчунате су одговарајуће

функције за корекцију на ефективне угаоне корелације за сваку каскаду од интереса а које су прилагођене геометријским поставкама експеримената. Дати су табеларно спектрални подаци који су коришћени за мерење активности. Начин одређивања површине врхова пуне енергије илустрован је и графички. Крајњи резултати измерених активности јасно су истакнути и упоређени са вредностима које је измерио произвођач извора. Дата је детаљна анализа мерне несигурности методе.

У “Закључку” су истакнути у виду табеле најважнији крајњи резултати мерених активности извора ^{60}Co , ^{133}Ba и ^{152}Eu помоћу овде развијеног метода. Истакнут је закључак добијен на основу истраживања у овој дисертацији о предностима и манама употребе једног гама спектрометра за коинцидентни метод мерења активности. Изведен је закључак о максималној тачности која се може очекивати на конвенционалним спектроскопским уређајима и евентуалним побољшањима у даљим истраживањима.

У прилогу су дате процедуре за израчунавање угаоних корелација и ефективних угаоних корелација за коаксијални HPGe детектор које су написане за програм *Mathematica*. Такође дата је комплетна процедура за добијање функције која на основу спектралних података од извора ^{133}Ba даје активност, такође за програм *Mathematica*. У прилогу је дат технички цртеж носача извора који су направљени и коришћени у мерењима. Дати су радови објављени у току истраживања у оквиру теме дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1. I. Bikit, T. Nemes, D. Mrda. *Simple Method for Absolute Activity Measurement of ^{60}Co Source. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A.* 603(2009)333-336
2. I. Bikit, T. Nemes, D. Mrda, N. Jovančević. *On the Absolute Source Activity Measurement With a Single Detector: the ^{133}Ba Case. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A.* 612(2009)103-111.
3. T. Nemes, D. Mrda, I. Bikit. *Absolute Activity Measurement of ^{152}Eu Sources With a Single Detector. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A.* 648(2011)114-123.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру истраживања могућности усавршавања коинцидентне технике мерења активности на једном гама спектрометру постигнути су позитивни резултати. Уз употребу дигиталних система прилагођених за рад на већим брзинама бројања који обезбеђују да се добију квалитетни спектрални подаци на HPGe детектору нађен је поступак за корекцију брзине бројања у врховима пуне енергије и коинцидентном (сумарном) врху. Принцип корекције на основу врхова насталих случајним коинциденцијама (*pile up*) успешно је примењен на гама емитере са једноставном и сложеном шемом распада. Нађене су једноставне формуле за мерење активности помоћу једног гама спектрометра које се могу применити на изворе ^{60}Co , ^{133}Ba и ^{152}Eu . Принцип корекције на насумично сумирање помоћу врхова случајних коинциденција успешно је имплементиран и у постојећи метод који подразумева формирање егзактних једначина за брзине бројања у свим врховима у спектру и њихово нумеричко решавање. Резултати овог истраживања доприносе бољем разумевању коинцидентне технике мерења активности уопште и дају процедуру којом се врши корекција спектралних података на насумично сумирање.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА	
<p>Докторска дисертација је написана веома јасно. Теоријски део је јасно изведен уз детаљна објашњења са одговарајућим сликама. Извођења потребних образаца су дата јасно и прецизно. Експериментални део је стандардно приказан у виду одговарајућих табела и графикана са детаљним објашњењима. Резултати истраживања јасно указују да се употребом савремених дигиталних система уз одговарајућу интерпретацију експерименталних података добијеним на великим брзинама бројања једним гама спектрометром могу постићи тачности мерења апсолутне активности испод 1% за једноставне гама емитере.</p> <p>Показано је да се принцип корекције спектралних података на случајне коинциденције развијен у овом раду може успешно имплементирати у сложене методе мерења помоћу једног гама спектрометра које подразумевају формирање једначина бројања за све врхове у спектру и њихово нумеричко решавање по непознатој активности. Постигнут је једноставан принцип мерења за сложене радиоизотопе који даје задовољавајуће тачности али отвара могућност за даља побољшања и постизање већих тачности. Целокупан рад доприноси бољем разумевању технике мерења активности на једном гама спектрометру једноставних и сложених радиоизотопа који се распадају путем емисије каскадних гама фотона.</p>	
IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
1.	Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме Дисертација је написана у складу са образложењем
2.	Да ли дисертација садржи све битне елементе Дисертација садржи све битне елементе
3.	По чему је дисертација оригиналан допринос науци Боље разумевање технике мерења активности на једном гама спектрометру. Развијен је општи принцип за корекцију спектралних података на већим брзинама бројања који се може употребити за тачнију интерпретацију спектралних података било ког вишефотонског гама емитера.
4.	Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Дисертација нема недостака.
X ПРЕДЛОГ:	
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:	
-	да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана

др Душан Мрђа, ванредни професор
ПМФ-а у Новом Саду

Др Иштван Бикит, професор емеритус
ПМФ-а у Новом Саду

Др Миљко Сатарих, редовни
професор ФТН-а у Новом Саду

Др Ана Козмидис Петровић, редовни
професор ФТН-а у Новом Саду

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.