

Рецензия

по конкурс за заемане на академичната длъжност професор по професионално направление 4.1 Физически науки /Ядрена физика/ обявен от Софийския университет „Св. Климент Охридски“ в брой 55 на „Държавен вестник“ от 04.07.2014 г. с единствен кандидат Георги Иванов Райновски, доцент, дфзн, във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“.

Автор на рецензията-Проф. дфн. Павел Пенчев Петков, ИЯИЯЕ, БАН

За участие в конкурса доц. Г.Райновски е представил пълен комплект материали и документи, от които става ясно, че кандидатът покрива всички изисквания, чието изпълнение е необходимо за заемане на академичната длъжност професор. Той е Доктор на физическите науки от октомври 2012 г. Учебно-преподавателският опит на доц. Райновски е богат, той започва на 01.09.2000 г с назначението му като асистент по Ядрена физика във Физическия факултет. По-късно става главен асистент, а от 30.08.2007 г до момента е доцент, с което изпълнява препоръчително изискване за пълна аудиторна учебна натовареност като доцент в продължение на 3 години. Под негово ръководство досега са защитили успешно пет бакалаври и един магистър, а един докторант е отчислен с право на защита. Кандидатът има няколко самостоятелно разработени лекционни курсове, като за отбелязване е новият курс по Модерни проблеми на ядрената физика, който запознава слушателите с най-съвременните постижения и тенденции в тази област. От 2006 г е ръководител на учебната лаборатория по Атомна и ядрена физика към Физическия факултет. В информационното пространство от доц. Райновски са направени достъпни за студентите материали илюстриращи неговите курсове, които могат да бъдат използвани от тях като учебни помагала. По отношение на научно-изследователския опит на кандидата в организационен аспект може да се каже, че с течение на годините той е събрал около себе си колеги и студенти от Факултета, които се оформят като значима и разпознаваема по своите резултати група работеща на достатъчно широк фронт в областта на изучаването на ядрената структура. Доц. Райновски е бил ръководител на успешен проект с Фонда за научни изследвания при МОН на Република България, сключен през 2008 г. От страна на Факултета, той е главният участник в подкрепян от Германската служба за междуакадемичен обмен (DAAD) текущ към момента проект, в сътрудничество и под ръководството на чл.-кор. Ч.Стоянов от ИЯИЯЕ-БАН. Разбира се, това което подкрепя най-силно кандидатурата на доц. Райновски за заемане на академичната длъжност „Професор“ са неговите научни резултати. Те са отразени в 77 публикации в реферирани списания, 30 доклада на конференции и отчети за свършена работа в годишници на чуждестранни лаборатории, както и 11 одобрени от съответните Програмни комитети предложения за провеждане на експерименти на модерни установки в чужбина. По-долу ще се спра по-подробно на научните приноси на доц. Райновски. Те могат да бъдат класифицирани в 5 различни направления на експерименталната ядрена физика, а именно:

- изучаване на възбудени ядрени състояния със смесена протон-неутронна симетрия
- изучаване на квадруполната колективност в ядрата
- изучаване на ядрената хиралност
- изучаване на ивици в ядрата базирани на т.н. магнитна ротация
- изучаване на свойствата на състояния с висок ъглов момент в ядрата

Освен това доц. Райновски има и значими методологически приноси към усъвършенстване на експериментални техники свързани с изследвания на ядрената структура.

Състоянията със смесена симетрия, в смисъла на Модела на взаимодействащите бозони-2 (IBM-2), се характеризират с вълнова функция, която е антисиметрична спрямо размяната на поне една протонна двойка с неутронна такава. Експерименталното им идентифициране е трудно, защото трябва да бъдат известни множество характеристики на тези състояния и електромагнитните преходи, които ги разреждат. Основни индикации за $2+$ състояния със смесена симетрия в четно-четни ядра са наличието на силен $M1$ преход до първото възбудено $2+$ състояние и слабо колективен $E2$ преход до основното $0+$ състояние, но за тяхното определяне е необходимо да се знае не само времето на живот на състоянието, но и относителните интензивности на гама-преходите, както и отношението на смесване на мултиполностите $E2/M1$ за прехода към първото възбудено $2+$ състояние. В работи на доц. Райновски за първи път в литературата е показано, че цялата необходима спектроскопична информация за еднозначна идентификация може да се получи в един единствен експеримент използващ Кулоново възбуждане в обратна кинематика. Освен това, в негови работи е показано, че състоянията със смесена симетрия могат да бъдат изследвани в редки изотопи, както стабилни, така и нестабилни. Новост е и предложената връзка между експерименталните характеристики на състоянията със смесена симетрия и едночастичната структура, което задълбочава разбирането на тяхното естество. Тази връзка е наречена слоеста стабилизация на състоянията със смесена симетрия. В частност, на базата на еволюцията на състоянията със смесена симетрия в изотонната верига $N=80$ е получена феноменологична информация за ефективното протон-неутронно взаимодействие във валентния слой. Темата за изследване на състоянията със смесена симетрия е застъпена и в дисертацията на кандидата за получаване на степента „Доктор на физическите науки“, за която аз написах становище. След нея доц. Райновски е продължил да работи в това направление, като резултатите са публикувани в редица нови работи. Той възнамерява да продължи и в бъдеще, като две експериментални програми са в процес на изпълнение. Физическите проблеми и експерименталната методика, на които са основани тези две програми, са формулирани и разработени в работи с участието на кандидата от последните няколко години.

Следващата група приноси на доц. Райновски са свързани с изучаването на квадруполната колективност в ядрата. По принцип колективните явления в последните възникват от корелираното движение на голям брой нуклони, при което енергиите на възбуждане на съответните състояния и вероятностите за $E2$ преходи имат типични и сравнително прости характеристики. Например силите на $E2$ преходите достигат десетки и стотици единици на Вайскопф, в зависимост от характера на квадруполната колективност т.е. която най-общо се изразява във вибрации на ядрената повърхност и/или ротации на деформираното ядро като цяло. Всъщност квадруполните възбуждания са свързани с най-простата възможна геометрична деформация на ядрото, разглеждано приближено като пространствено тяло. Познаването на техните свойства помага не само за тестването на по-раншни и съвременни геометрични модели, но и за опитите те да бъдат обяснени по-фундаментално, на основата на движението в многочастичната нуклонна система. Тук приносите на кандидата могат да се групират в няколко направления. Първо, в новаторски експерименти използващи Кулоново възбуждане в обратна кинематика са получени данни за неизвестни досега колективни свойства на нисколежащи квадруполни състояния в изотопи на Ксенон. Това позволява тестване на утвърденото в литературата предположение, че тези изотопи могат да се опишат в рамките на граничния случай $O(6)$ на IBM. За тази цел са използвани вероятностите за $E2$ преходи разреждащи състояния от т.н. „фамилии“ на $O(6)$, които са различни от добре изучената $\sigma=N$ фамилия, където N е броя на взаимодействащите бозони. Оказва се, че изследваните изотопи не са реализация на симетрията $O(6)$, като този факт е установен и дискутиран подробно за първи път в работите на доц. Райновски. Като втори принос на кандидата може да се отбележат изследванията на фазови преходи в ядрата, при които се променя тяхната форма. По-специално се касае за т.н. симетрии около критичната точка на фазови преходи, въведени от Ф. Якело. В няколко работи са изследвани

ядра намиращи се в близост до случая на симетрията $X(5)$, която описва прехода от сферична ядрена форма към форма характерна за твърд аксиално симетричен ротор. Показано е, че изследваните ядра в които емпирично се наблюдава такъв преход при отдалечаване от критичната точка на $X(5)$ се описват от наскоро развития от Н.Пиетрала и др. модел на мекия по деформационната променлива β ротор. Друга симетрия от този тип е т.н. $E(5)$ симетрия, за която засега е показано, че е реализирана само в ядрото ^{134}Ba . Доц. Райновски е изследвал няколко ядра потенциални кандидати за реализация на $E(5)$, при което в публикуваните експериментални работи е даден отрицателен отговор на съответните предположения. Третият принос на кандидата в областта на изучаването на колективните квадруполни свойства на ядрата се изразява в неговото участие в редица спектроскопически работи на тази тема. Те са посветени на изследването на специфични аспекти като: промяна на формата на ядрото с нарастване на ъгловия момент в ротационни ивици, например установяването на триаксиална такава; наблюдаването на състояния с различна ядрена форма в едно ядро; взаимодействие на колективни и едночастични степени на свобода; връзка между мекостта по параметъра (променливата) на триаксиалност γ и подреждането на енергетичните нива в квази- γ ивицата; високо-спинов изомеризъм и пр.

Третата група приноси на доц. Райновски е свързана с изучаването на възможността хиралната симетрия да намира реализации и в ядрата. По същество тя характеризира пространствени обекти, които не могат да бъдат съвместени със себе чрез елементарни геометрични операции. Очаква се в ядрата тя да се наблюдава в случаи, когато ядрото има формата на триаксиален елипсоид и валентните нуклони се намират в специфични конфигурации (най-често протон намиращ се на орбитала с висок ъглов момент в началото на запълване на съответния подслой и неутрон намиращ се също на орбитала с висок ъглов момент, но в края на запълване на съответния подслой). При това положение ъгловите моменти на двата нуклона и този свързан с въртенето на ядката се ориентират по трите главни оси на елипсоида, като тази ориентация може да стане по два начина т.е. тези ъглови моменти да дефинират осите на лява и дясна координатна система. Спонтанното нарушаване на тази дихотомна симетрия от различните възможни ориентации на вектора на пълния ъглов момент води до появата на енергетично изродени ротационни ивици с еднаква четност. Вътрешноивичните и междуивичните електромагнитни преходи ($M1, E2$) в хиралните партньори се характеризират с определени правила на отбор и очаквани съотношения на абсолютните им стойности. Научните приноси на доц. Райновски са свързани с изследването на този ефект в масовите области $A=130$ и $A=110$. От една страна, в експериментални работи с негово участие са изследвани ядра, за които е имало предположения, че в тях се наблюдават ивици- хирални дублети. Установено е, че във въпросните случаи хиралната симетрия е нарушена в смисъла на теоретичните критерии за нейната реализация, валидни към момента на провеждане на експериментите. В други работи е направен опит с взаимодействието на деформираната ядка и валентните нуклони да се обясни стабилността на хиралната геометрия, например с отчитане на ефекта на мекостта по γ на ядката (динамична триаксиалност). Един от критериите за съществуване на хиралност е „трионовидното“ поведение на приведените вероятности за вътрешноивичните $M1$ преходи в хиралните ивици. В някои ядра, кандидати за реализация на хиралната симетрия, е експериментално наблюдавано подобно поведение на отношенията $V(M1, I \rightarrow I-1)/V(E2, I \rightarrow I-2)$, определени от интензивностите на съответните γ -преходи и отношенията на смесване на мултиполностите. За да се изясни по-задълбочено този въпрос е необходимо да бъдат измерени времената на живот на нивата от хиралните ивици и експериментално определени абсолютните вероятности за електромагнитни преходи. С решаващото участие на доц. Райновски такова изследване е проведено за ядрото ^{104}Rh при използване на плунжерния метод. Той е бил говорител на колаборацията, провела експеримента на най-големия работещ в момента спектрометър GAMMASPHERE в САЩ. Установено е еднозначно, че „трионовидното“ поведение на отношенията $V(M1, I \rightarrow I-1)/V(E2, I \rightarrow I-2)$ се дължи всъщност на поведението на приведените вероятности за $E2$ преходи като функция на ъгловия момент. С това е показано,

че съществуващите критерии за наличие или нарушаване на хиралната симетрия в атомните ядра не са достатъчни.

Друга група приноси на доц. Райновски е свързана с изследването на явлението магнитна ротация в атомните ядра. Това явление се състои в появата на регулярни ротационни ивици в слабодеформирани ядра, които се характеризират със силни вътрешноивични M1 преходи. Затова често тези ивици се наричат „диполни“. Обяснява се с промяна на ориентацията на валентните нуклони чиито ъглови моменти се подреждат последователно по оста на въртене с увеличаването на неговата честота, като при това се генерира по-висок ъглов момент (ножичен механизъм). Основните приноси на кандидата за изучаването на този ефект са в масовите области $A=120$ и $A=80$. Първо, това е установяване на наличието на магнитни ивици в ядрата $^{82,83,84}\text{Rb}$. По принцип би трябвало да съществува връзка между магнитните ивици в слабодеформираните ядра и мултиплетните структури в близки до тях сферични ядра. Доц. Райновски е първи автор на работа посветена на този проблем в ядрото ^{90}Y . Като трети значителен принос по тази тема може да се посочи доказването на факта, че диполните ивици в ядрата $^{123,124}\text{Xe}$ са магнитни ивици от втори род т.е. при които ъгловият момент се генерира едновременно от ножичен механизъм и колективна ротация.

Доц. Райновски има приноси и към изучаване на свойствата на ядрото при високи ъглови моменти. В частност, изследвани са две явления. Първото е промяната на формата на ядрото с увеличаване на ъгловия момент. Второто явление представлява прекъсването на ротационни ивици, при които чрез последователно разкъсване на сдвоени нуклонни двойки се достига до многочастична конфигурация, при която целият ъглов момент се генерира от сумирането на ъгловете моменти на валентните нуклони.

Освен това доц. Райновски има и определени методологически приноси към подобряване на експериментални техники. Тук могат да бъдат изброени провеждането и обработката на данни от експерименти по изследване на ядрото при екстремно високи ъглови моменти, γ -спектрометрично осигуряване на експерименти по изучаване на фундаментални взаимодействия в атомното ядро, конструиране на специфично оборудване за γ -спектрометрични експерименти, получаване на екзотични ядра и планиране и провеждане на експерименти с релятивистки снопове от тежки екзотични ядра.

Направеният по-горе кратък анализ на научните приноси на доц. Райновски според мен доказва, че те са значими, съвременни и съдържат в себе си перспективен заряд. Публикациите с негово участие удовлетворяват напълно критериите на Физическия факултет за заемане на академичната длъжност „Професор“. Личният му принос, погледнато дори само наукометрично, е несъмнен. Измежду 77-те публикации в реферирани списания, той е първи автор в 10, втори в 12 и трети в 7, което прави очевидна водещата му роля в 29 публикации, при изисквани 20. Изнесъл е множество доклади на важни международни форуми, които популяризират постигнатите научни резултати. Освен това, и което ми се струва много важно, той е бил „говорител“ (spokeperson) или „втори говорител“ (co-spokeperson) във всичките 11 приети предложения за експерименти, в които е участвал. Това говори не само за актуалността на тематиката, развивана от доц. Райновски, но и за дълбочината на неговите познания по ядрена физика изобщо.

Доц. Райновски покрива и едно друго формално изискване за заемане на академичната длъжност „Професор“, а именно той е съавтор на повече от една публикация, имаща 20 и повече независими цитата. Общият брой на цитатите, които е представил е 810 (без автоцитати по дефиницията на Web of Science). Може би броят на независимите цитати в действителност да е по-малък, защото тази дефиниция не е в пълно съгласие с това, което е прието в България. От друга страна, през 2012 г. аз бях участник в журито разглеждащо материалите по процедурата за присъждане на научната степен „Доктор на физическите науки“ на настоящия кандидат, и по това време той имаше 233 независими цитата. Така че със сигурност доц. Райновски покрива изискването за наличие на най-малко 80 независими цитата, прието във Физическия факултет. H-индексът на неговите работи е 17, с което също

покрива съответното изискване (най-малко 8).

Познавам доц. Райновски лично, имаме съвместни публикации, и от разговори с него, както и от впечатленията на колеги, с които работи у нас и в чужбина, съм убеден, че той е един утвърден и перспективен специалист по експериментална ядрена физика и структура на атомното ядро. Тук бих добавил и едно съвсем пряко впечатление от оценката на неговата работа от страна на колеги от Института по ядрена физика при Университета на Кьолн, където през Септември 2014 г. под ръководството на доц. Райновски беше проведен успешен експеримент по изследване на ядрото ^{212}Po . Оригинално използваната реакция – трансфер на алфа-частица, позволява прилагането на Метода на отслабване на Доплеровото отместване за определяне на времената на живот на състояния за които се предполага, че могат да бъдат състояния със смесена симетрия. Колегите от Университета на Кьолн възнамеряват да стартират експериментална програма, използваща тази реакция, за изследване на възбудени ядрени състояния, които е трудно да бъдат заселени с други реакции.

В заключение, на основата на гореказаното, убедено препоръчвам на Факултетния съвет на Физически факултет да избере доц. дфн Г. Райновски за академичната длъжност „Професор“ и призовавам останалите членове на почитаемото Жури да подкрепят тази препоръка.

08.11.2014 г.

Проф. дфн Павел Петков