

**СТАНОВИЩЕ**  
**на дисертационен труд**  
**за придобиване на образователната и научна степен „доктор”**  
**в професионално направление 4.1- Физически науки**  
**по процедура за защита във Физически факултет (ФзФ)**  
**на Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (СУ)**

Становището е изготвено от:

доц. д-р Христо Любомиров Илиев, СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет,  
(академична длъжност, научна степен, име, презиме, фамилия, месторабота)  
в качеството му на член на научното жури съгласно Заповед № РД38-273/03.06.2024г. на Рек-  
тора на Софийския университет.

**Тема на дисертационния труд:** Свръхфина структура на избрани състояния в двуатомни молекули

**Автор на дисертационния труд:** Велизар Росенов Стоянов

**I. Общо описание на представените материали**

**1. Данни за представените документи**

Кандидатът **Велизар Росенов Стоянов** е представил общо 16 документа включващи дисертационен труд на английски език и автореферат на български и английски език, а също така и задължителните таблици за физически факултет от правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“.

Представени са и автобиография, диплома за завършено висше образование със степен „магистър“, заповед за зачисляване в докторантурата, заповед за удължаването на срока на докторантурата, декларация за авторство, заявление за предзащита, удостоверение за успешно положените изпити и отчисляването на кандидата с право на защита, протокол за проверка на оригиналността на дисертационен труд, както и екземпляри от двете публикации залегнали в дисертационния труд.

Представените по защитата документи от кандидата съответстват на изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ „Св. Климент Охридски“ (ПУРПНСЗАДСУ).

## 2. Данни за кандидата

Кандидатът Велизар Стоянов е роден през 1995 година в гр. Кюстендил. Завършва математическата гимназия „проф. Емануил Иванов“ гр. Кюстендил през 2014 г. От 2014 г. до 2018 г. е студент във Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски” специалност „Квантова и космическа теоретична физика“. От 2019 г. продължава образованието си във физическия факултет като студент-магистър специалност „Теоретична и математическа физика“ и веднага след завършването си, от 2020 г. е зачислен като редовен докторант по професионално направление 4.1- Физически науки, специалност: „Физика на атомите и молекулите“ към катедра „Оптика и спектроскопия“ Физическия факултет на СУ “Св. Климент Охридски”.

Като професионален опит трябва да се отбележи работата му като техник, специалист по оптични системи, в компанията „ИБФотника“ ЕООД в периода 2017 г. до 2018 г., докато още е студент. В периода 2020 г. до 2021г., е назначен и като физик в Научноизследователски сектор при Софийски университет “Св. Климент Охридски”, а в периода 2022 г. до 2023 работи като първо ниво изследовател по програма „Млади учени и пост докторанти“, Физически факултет на “Св. Климент Охридски”. От 2023 г. до сега е назначен като млад учен по проект на „Софийски университет – Маркер за иновации и технологичен трансфер (SUMMIT)“.

## 3. Обща характеристика на научните постижения на кандидата

Представените в дисертационният труд публикации, включват една статия от **група I** в списание с импакт фактор (JCI - Q2) и един доклад на конференция издаден в последствие в пълен текст от **група III** с импакт ранг (SJR). Двете публикации носят общо 30 т. в показатели група Г което отговаря на минималните национални изисквания, но също така отговаря и на допълнителните изисквания на физическия факултет, поне една от публикациите да бъде в списание с импакт фактор. В двете публикации кандидатът е първи автори и има основен принос. В справката за съответствие на минималните изисквания са посочени и три доклада на конференции с представени постери, но никъде в документите не намирам списък със съответните заглавия. След официално искане от председателя на журито, списъкът беше предоставен на комисията.

Към момента на изготвяне на становището не са забелязани независими цитирания. Няма сведения двете публикации включени в дисертационният труд да са използвани за предишни процедури. В документите са приложение и протоколът за оригиналност на дисертационният труд получен след проверката за плагиатство, както и становището на експерта (Приложение 1 и 2). Съгласно посочените документи няма сведения за плагиатство.

Съгласно направената справка и казаното по-горе мога да заявя че:

а) научните публикации, включени в дисертационния труд отговарят на минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на ФЗФ на СУ „Св. Климент Охридски“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в съответната научната област и професионално направление;

б) включените в дисертационния труд научни публикации не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност;

в) няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представените дисертационен труд и в автореферата върху него.

#### **4. Характеристика и оценка на преподавателската дейност на кандидата (ако има изискване в ПУРПНСЗАДСУ за това)**

Кандидатът не е предоставил данни за преподавателска дейност, но от личното ми познание него, мога да кажа че той активно се занимава със студенти и дипломанти работещи в лабораторията, както и с ученици и детски лагер школи по физика в свободното си време.

#### **5. Съдържателен анализ на научните и научно-приложните постижения на кандидата съдържащи се в материалите за участие в конкурса**

Двуатомните алкални метални молекули са били в миналото и все още са от интерес за множество експериментални и теоретични изследвания. От експериментална гледна точка, те са привлекателни поради сравнително лесното им получаване (алкалните метали имат сравнително ниска температура на топене и изпарение) и поради фактът че съществуват налични лазерни източници който покриват голяма част от оптичния им спектър. От теоретична гледна точка, те са много по – сложни квантово механични системи от тези на отделните атоми, но същевременно много по прости от тези на големите и сложни молекули, което дава възможност за директното прилагане на различни теоретични модели и сравнението им с експериментално получени спектри.

Дисертационният труд на Велизар Стоянов е посветен на изследването на избрани енергетични състояния в двуатомната молекула на KRb, като са изследвани два различни изотопа;  $^{39}\text{K}^{85}\text{Rb}$  и  $^{39}\text{K}^{87}\text{Rb}$ . Избраните състояния не са избрани поради това че са прости, а точно обратното, поради това че се преплитат и взаимодействат по между си, което води до наличие на свръх фина структура, изследването на която е основна задача в настоящият труд. Разработен е теоретичен модел на база на ефективен Хамилтониан, който успешно описва получените експериментално резултати за разширяването на линиите в изотопа  $^{39}\text{K}^{85}\text{Rb}$  и разделянето им на четири отделни линии в другият изотоп  $^{39}\text{K}^{87}\text{Rb}$ .

От чисто техническо естество дисертацията е в обем от 178 страници, написана на много добър английски и включва общо 31 фигури с ясни графики и илюстрации, 5 таблици и 104 литературни източника. Дисертацията формално е разделена на две части, теоретично изследване и експеримент с последващ анализ на получените резултати. Оформена в общо **9 глави**,

като първите две са уводни, даващи точна и ясна представа за целите на дисертацията и поставените задачи. **Глави 3, 4 и 5** представят систематично теоретичният модел, използван по-късно заедно с числените методи, за анализ на експериментално получените спектри. Много добре впечатление прави систематичният и ясен подход в описанието на теоретичният модел и основните използвани експериментални методи с очевидната цел да бъде пълен, последователен и достъпен за читателя, въпреки сложната материя. Това прави работата цялостна и завършена от експериментална и теоретична гледна точка, което в бъдеще това може да спомогне за цитираемостта на дисертационният труд.

**Глава 6** разглежда подробно теоретичната обосновка на основните спектроскопски метода използвани в дисертацията, а именно спектроскопия на насищане и спектроскопия с двоен оптичен резонанс. В **глава 7** е представен експеримента и са дадени основните експерименталните резултати. В **глава 8** са съпоставени експерименталните резултати с теоретичните предсказания използвайки числени симулации. В **глава 9** е направено обобщение.

Основните приносите в дисертацията, могат да се систематизират по следният начин:

1. Изградена е експериментална постановка включваща източник на молекули, лазерен източник и спектроскопско оборудване и са използвани четири различни спектроскопски метода.
2. Изграден е цялостен теоретичен модел на базата на така наречения ефективен хамилтониан, включващ фината и свръх фината структура на енергетичните състояния. Моделът показва добро съответствие с експериментално получените резултати за позицията и ширината на спектралните линии.
3. Изследвана е фината и свръх фината структура на два изотопа на молекулата KRb между две конкретни състояния  $V^1\Pi$  и  $e^3\Sigma^+$  в диапазон на ротационното квантово число  $20 < J < 60$ , където се наблюдава силно преплитане и взаимодействие между двете енергетични състояния.
4. В случая на изотопа  $^{39}\text{K}^{87}\text{Rb}$  са получени експериментални спектри с добра разделителна способност за свръх фината структура на 6 отделни линии показващи разцепването на 4 отделни компоненти и тези експериментални резултати са сравнени с теоретичният модел, включително техните позиции и интензивности.
5. За другият изотоп  $^{39}\text{K}^{85}\text{Rb}$  са получени експериментални резултати за фината структура и позициите на идентифицираните линии са сравнени с теоретичните резултати. Свръх фината структура на спектралните линии, предвидена от теоретичният модел не се наблюдава в експериментално получените спектри а само разширяване на отделните линии. Причините за това са дискутирани подробно в дисертационният труд.
6. За двата изотопа са идентифицирани ядрата които имат основен принос в спин-орбиталното взаимодействие и съответно свръх фината структура на спектралните линии.

7. Получени молекулните константи и са оценени техните неопределености за двата изотопа на молекулата  $^{39}\text{K}^{85}\text{Rb}$  и  $^{39}\text{K}^{87}\text{Rb}$ . Дискутирано е и техният физически смисъл.
8. Резултатите в дисертацията са отразени в две публикации, една в *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer (JQSRT)* и една в *Journal of Physics: Conference Series*. Във всички работи кандидатът е първи автор и има основен принос.

## 6. Критични бележки и препоръки

Като недостатък може да се отбележи че за сметка на систематичност и пълнота в текста се губи и понякога е трудно отличим научният принос на кандидатът. Например в много систематичното и подробно изложение на теоретичният модел не става ясно кое е новото и какъв е конкретният принос на кандидата.

Добра практика е фигурите и таблиците да се поставят в теста в близост до мястото където се споменават. Например в 8.2, частта където се дискутира изотопът на  $^{39}\text{K}^{87}\text{Rb}$ , фигурите 8.1 и 8.2, както и таблиците 8.1 и 8.2 се появяват в следващата секция, в която се обсъжда другият изследван изотоп  $^{39}\text{K}^{85}\text{Rb}$ , което е объркващо.

Имам и няколко въпроса:

1. В теоретичният модел ясно се казва, че основно допускане при диагонализиране на матриците е че Ферми контактното взаимодействие е слабо. Тоест не диагоналните компоненти са пренебрежими и нямата съществен принос. Това би трябвало да е вярно в по-голяма част от изследваният диапазон но не и там където двете изследвани енергетични състояния се преплитат, окол  $J=40 - 50$ . Наблюдават ли се сериозни отклонения на теоретичният модел в тази област и има ли начин той да се подобри?
2. Позволява ли така изложеният теоретичен модел изчисляването важни параметри на системата, като времена на живот на възбудените състояния, сечения за спонтанно и евентуално за стимулирано излъчване? Подобни теоретични резултати биха могли да се сравнят с експерименталните резултати от флуоресцентна спектроскопия.
3. На какво се дължи съществената разлика в ширината на линиите при двата изотопа и съответно липсата на свръх фина структура в  $^{39}\text{K}^{85}\text{Rb}$ ?

## 7. Лични впечатления за кандидата

Познавам Велизар Стоянов от 2017 година докато работеше върху своята бакалавърска дипломна работа в лабораторията по лазерна физика и приложения, в която по това време протичаха и част от моите научни изследвания. Още тогава Велизар правеше добро впечатление със спокойният си систематичен подход към всяка, експериментална или теоретична задача и показваше възможности да работи самостоятелно по конкретни проблеми. Основните

ми впечатлени от това време са че Велизар е самостоятелен, трудолюбив и много внимателен в експерименталната си работа. Също така е сръчен и технически грамотен, умения които са много важни и ценни за всеки който се занимава с експериментална работа. Сега, няколко години по-късно, от дисертационният му труд а и от съвместната ни работа, виждам че той се справя много успешно и със съвсем нетривиални теоретични проблеми, каквато са тази на двуатомните молекули, съчетавайки по този начин в себе си уменията на добър експериментатор и теоретик, което е рядка и ценна комбинация.

## 8. Заключение

След като се запознах с представените дисертационен труд, Автореферат и другите материали, и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научно-приложни приноси, **потвърждавам**, че научните постижения отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложението му и съответния Правилник на СУ „Св. Климент Охридски“ за **придобиване на образователната и научна степен „доктор“**. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса дисертационен труд, Автореферат и научни трудове.

Давам своята **положителна** оценка на дисертационния труд.

## II. ОБЩО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди **образователната и научна степен „доктор“** в професионално направление **4.1 Физически науки** на **Велизар Росенов Стоянов**.

04.09.2024 г.

Изготвил рецензията: .....

(доц. д-р Христо Илиев)