

РЕЦЕНЗИЯ

Върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „Доктор“

Автор на дисертационния труд : Ивайла Иванова Божинова

Тема на дисертационния труд: „Лазерна спектроскопия на NiH в газов разряд“

Рецензент: професор дфн Кирил Борисов Благоев – ИФТТ –БАН

Актуалност на проблема. Спектралните линии на металните хидриди са регистрирани в спектрите на редица звездни атмосфери в т.ч. и в спектъра на атмосферата на Слънцето. Ето защо определянето на константите на тези спектри са особено важни за развитието на астрофизическите изследвания. Създаването на модели на звездните атмосфери се нуждаят от константи на максимален брой спектрални линии. Към тези константи трябва да отнесем енергиите на електронните, вибрационни и ротационни състояния, дължината на вълната на съответните преходи, идентификация на съответните преходи и ивици, вероятностите за преход, земановите константи. Последните са важни при изследването на магнитните полета на съответните източници. Изследванията, представени в дисертационния труд, се отнасят към лабораторна астрофизика. В работата са анализиран спектъра на молекулата NiH. За получаване на молекулата е използван газов разряд. За възбуждане на спектралните ивици е използван метода лазерно – индуцирана флуорисценция, които обезпечават високото ниво на проведените експерименти. Експерименталните данни се анализират с различни теоретични подхода. Това гарантира висока степен на достоверност на получените данни.

Ивайла Божинова **познава състоянието на проблема.** В първата част на дисертационния труд „Теоретична част“ ; 1 глава е направен литературен обзор на съществуващите изследвания на молекулата NiH. Цитирани са 38 работи на други автори. Описани са различни газоразрядни източници на светлина за лабораторни изследвания, а именно: различни модификации на разряд в кух катод; магнито-ограничен разпрашващ източник; кухокатоден източник в режим на вътрешно-резонаторна спектроскопия. Показани са недостатъците на различните източници и са направени съответните изводи.

Общ преглед на дисертационния труд. Дисертационни труд е изложен на 170 страници. Материалът е групиран в увод; две части – „Теоритична част“ и „Експериментална част“ и заключение- общо 6 глави. Библиографията съдържа 95 заглавия.

В увода се излага подробно и убедително важноста на изследването на молекулните константи на металните хидриди и в частност на NiH. Разгледани са приемуществата и недостатъците на различни газоразрядни, нискотемпературни източници на светлина (глава2). В глава 3 подробно е разгледана теорията на двуатомните молекули. Следващата част е посветена на проведените в дисертацията изследвания. Описани са източниците на светлина, използвани в работата и експерименталната апаратура (глава 4). В глава 5 са изложени резултатите от лазерно-индуцирана флуорисценция на молекулите NiH. Анализът на експерименталните данни позволяват да се получат резултати за енергиите на редица състояния на изследваната молекула. В заключението се синтезират основните резултати на дисертационния труд. Представени са и индивидуалните приноси на автора. Библиографията съдържа 95 заглавия.

Дисертацията е построена на базата на 4 работи от които 2 са в списания с висок импакт фактор – Rev. of Scient. Insruments и J. Phys. D: Applied Phys. Резултатите са докладвани на 8 научни конференции.

Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд.

В четвърта глава на дисертацията се описват различни конструкции на газоразрядни тръби, използвани за измерване на спектрите. Тези източници трябва да се характеризират с хомогеност на разрядния стълб и способност да се образуват молекули на металния хидрид. Това е източник със сегментиран катод в който са поставени анодни пръчки. Източникът работи в проточен режим. С източника са проведени абсорбционни експерименти. За контрол на честотата се използва стандартна техника на интерферометър и йодна клетка. Честотата на диодния лазер се изменя с тока и температурата. Използвани са 3 различни диодни лазера за да се покрие изследваната област от честоти. Разгледани са различни варианти на експримента и експерименталните условия с цел получаване на високо отношение сигнал/шум. По доплеровата ширина на абсорбционната линия е определена температурата на плазмата. Честотата на прехода P(8.5d) на главния изотомер се отличава от литературните данни, което се дължи на систематична грешка в резултатите на другите автори. Определени са коефициента на поглъщане и концентрацията на молекулите NiH, което е нетривиална експериментална задача, изискваща прецизност и отчетане на възможните източници на грешка. При дадените експериментални условия само основното

електронно и вибрационно състояние са заселени. Отчитането на различни източници на погрешности и оптимизирането на разряда и експерименталната постановка и високата чувствителност позволяват на автора да регистрира малки коефициенти на поглъщане и съответно малки концентрации на молекулите. За да се анализират възможностите на плазмения източник и процесите на образуване на металния хидрид са измерени параметрите на плазмата като се използва спектралната линия H_{α} на водорода. На базата на експерименталните данни са разгледани различни механизми за взаимодействие на H с Ni повърхност и образуването на метален хидрид. Направените числени симулации на използвания разряд се базират на флуиден модел на плазмата, като са взетите под внимание основните елементарни процеси. Целта е да се установи при какви условия в геометричния център на разрядния източник се образува тъмно пространство. Това довежда до ниско ниво на фоновия сигнал при абсорбционна спектроскопия. Резултатите от проведените експерименти и моделиране на източника дават основата да се модифицира геометрията на източника с цел да се получи дълговременна стабилна работа и да се формира тъмно пространство в центъра на източника.

Четвърта глава е основната в работата като в нея се анализират и се оптимизират параметрите на източника, който след това се използва за регистрация на спектъра на NiH .

В пета глава се регистрира ЛИФ сигнал за изотопомерите ^{60}NiH и ^{62}NiH . Анализът на значителния обем експериментални данни се извършва със специализирана програма. Усилията са съсредоточени върху мултиплета от основни състояния $X^2\Delta$, $W^2\Pi$, $V^2\Sigma^+$. Анализът на експерименталните резултати показва, че състоянията са пертурбирани. За да се получат достоверни данни се прилага депертурбационен анализ и сравняването на експерименталните данни с теоретичните. Отклонението от 1 cm^{-1} на експерименталните данни от теоретично получените надвишава експерименталната точност, но като се вземе предвид сложността на задачата това може да бъде добро начало на бъдещо развитие на изследванията в тази посока.

В заключението са сумирани най-важните резултати от работата.

Дисертацията е от този тип работи, които са крайно необходими за развитието на физиката на молекулите и на астрофизиката. Тъй като става дума за константи, експерименталната работа е трудоемка, изисква прецизност и отчитане на всички възможни източници на грешки. Съчетаването с теоретични пресмятания е необходимо условие за достоверност на резултатите.

Материалът, върху който се градят приносите на дисертационния труд е **достоверен**. Този извод се базира на факта, че резултатите са докладвани на редица научни конференции и са публикувани в реномирани списания. Прави впечатление подробния анализ на експерименталните данни и възможните източници на грешки.

Основните научни приноси са идентификацията и получените данни за енергиите на 840 телма на изотопомера ^{60}NiH базирани на анализа 3273 спектрални линии и идентификацията и енергиите на 342 терма на изотопомера ^{62}NiH от анализа на 904 експериментално получени спектрални линии. Тези данни ще са полезни при анализа на спектрите на звездните атмосфери.

Авторефератът е написан кратко и съдържа най-съществената части на дисертационния труд.

Личния принос на Ивайла Божинова е главно при подготовка и провеждане на експериментално създаване на газоразряден източник, тестването на три различни газоразрядни източници, анализ на получените спектри и получаване на данните за енергии на термовете на NiH.

Критични бележки. Съществени забележки върху дисертационния труд нямам. Бих отбелязъл, че е прието да се пише „интензитет на спектралните линии“, а не „интензивност на спектралните линии“. Бих отбелязъл, че не може принос да бъде „участие в дискусии“.

Общо заключение. Представения дисертационен труд представлява принос в областта на молекулната физика и несъмнено ще е полезен за астрофизическите изследвания. Дисертацията е добре структурирана и е приятна за четене. Представените резултати надвишават изискуемите от правилника на физическия факултет на СУ наукометрични изисквания. Качеството на представената работа без съмнение ме убеждават, че на Ивайла Божинова трябва да се присъди научната и образователна степен „доктор“.

София, 25.04.2017г.

Проф. Дфн Кирил Благоев