

# **РЕЦЕНЗИЯ**

на

дипломна работа на тема:

## **“Измерване на лъчението в плазмена установка за изследване на реакции на термоядрен синтез”**

на: **Дейвид Любомиров Стефанов**

фак. № 0PH0730005

с дипломни ръководители: **доц. д-р Силиян Лишев и доц. д-р Пламен Петков**

за придобиване на образователна степен “БАКАЛАВЪР”

специалност „Ядрена техника и ядрена енергетика“

от: **доц. д-р Цветелина Паунска**

### **1. Обем и съответствие с формалните изисквания:**

Представената ми за разглеждане бакалавърска дипломна работа е с обем от 44 страници, като включва 49 цитирани литературни източника, 25 фигури и 4 таблици. Формално, работата удовлетворява минималните изисквания за образователната степен “бакалавър”, като ги надвишава, като обем.

### **2. Актуалност на тематиката и/или научен или образователен интерес:**

Темата на дипломната работа е в областта на ядрения синтез. Изследвана е експериментално реакцията на синтез деутерий-деутерий ( $D-D$ ), като са получени спектрите на продуктите на тази реакция, която протича по два канала. Експерименталната установка ARI-IBS е конструирана от международната фирма Alpha-Ring и е предоставена на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ в рамките на Меморандум за сътрудничество. Установката представлява устройство, преди всичко създадено с образователна цел, което си поставя за задача натрупване на практически знания от студентите за работа в една много бързо развиваща се област, а именно областта на термоядрения синтез и специално на компактните термоядрени/ядрени реактори за синтез. Мисля, че няма нужда да се подчертава актуалността на темата – работата върху алтернативни източници на енергия, това е една от темите номер едно в световния дневен ред. Експерименталната установка се състои от микровълнов плазмен източник на електронно циклотронен резонанс, положителните йони създадени в източника се извличат и ускоряват от моно-апертурна йонно-оптична система, като максималната енергия на формирания снопа е 75 keV. Ускорените йони реагират с имплантираните в мишена  $D$  или бор ( $B$ ).

Устройството е снабдено и с модули за диагностика, като полупроводников (PIN) детектор за детектиране на зарадени частици от реакциите и сцинтилационен детектор за

регистриране на неутроните. В дипломната работа е използван и външен детектор на наутрони от вида **NEUTRON-LITE**.

### 3. Издържаност на работата – език, стил, правописни грешки:

Основен недостатък на дипломната работа е изключително небрежното оформление. В рецензията са описани най-значимите грешки, връщам на дипломанта текст с маркирани забелязани грешки, надявам се при добро желание да бъдат отстранени. Типовете грешки са:

- Често в текста се среща несъгласуваност по род и число. Например на стр. 9: „Газовите разряда включват плазмата“
- Излишни, липсващи или сменени с неуместни предлози, като на стр. 8 „то този вид частици за замагнитени“
- Изключително често има интервал между точките в края на изреченията и текста. Това се отнася и за запетайките.
- Правописни грешки
- На стр. 8 номерацията на формулата в началото е объркана, вместо „1.8“ е „2.8“
- Формула 1.13 за величината „брой на сблъсъците в мишена“ е въведена изключително неясно
- Във формулите, например за Лоренцовата сила, не се отличава векторна от скаларна величина. Обикновено, ако не се пише стрелка векторите се изписват като “bold”.
- Означението на едно и също нещо се среща в различни форми, например  ${}^3_2\text{He}$ ,  ${}^3\text{He}$ , хелий-3 и He-3.
- Някой от формулите не са писани на съответния редактор, а са въведени като картинки, което затруднява възприемането им.
- В литературата източници [4], [5] и [6] са една и съща книга „PRINCIPLES OF PLASMA DISCHARGES AND MATERIALS PROCESSING“ с автори M. A. Lieberman и A. J. Lichtenberg, 2005, издателство Wiley-Interscience.
- Информацията за част от цитираните източници е непълна. Например липсва година, том, списание или издателство. Конкретните грешки са описани в маркираното копие на работата.

В текста се срещат и грешки, които изискват пояснение и променят смисъла, който предполагам автора е искал да вложи. Може би е използван софтуер за превод и след това текста не е редактиран достатъчно. Тук изреждам по-фрапиращите:

- стр. 16 края на изречението под фигурата „тъй като енергията на свързване е по-голяма от енергията, която държи **електроните в ядрото**.“
- Края на стр. 18 и началото на стр. 19 „Поради високата си температура, плазмата не може да бъде в пряк контакт с какъвто и да е твърд материал, така че трябва да бъде разположена във вакуум.“
- стр. 19 „Тороидално, чийто силови линии **обикалят** в кръг и полоидално-силовите линии се **движат** в кръг, но в равнина перпендикулярна на равнината на тороидалното поле.“
- стр. 20 „Те могат да бъдат опасни, ако **не се вземат подходящи грижи**,....“
- стр. 21 “Когато **тритоните** се отстраняват бързо, като същевременно се позволява на  $\text{He}^{23}$  да реагира, горивният цикъл се нарича „тритийно потиснат

синтез“.” Тук предполагам, че става дума за отстраняване на тритий? Тритон се използва в зоологията, като наименование на вид земноводно.

- стр. 21 В заглавието термина е летаргия, нали? Написано е „**Разсейване на неутрони,лететаргия и възраст**“
- стр. 28 В заглавието на фигура 15 е написано „пулс“, предполагам, че е импулс. Бихте ли обяснили разликата между „импулс“ и „пулс“?
- стр. 29 Бихте ли разяснили изречението „Това означава, че ако PIN детектора и сцинтилационния детектор са разположени един срещу друг, както е показано на Фиг. 17(а), то  $^3\text{He}$  и бързия неутрон ще бъдат детектирани от PIN детектора, но само  $^3\text{He}$ -сигнала ще съвпада със сигнала от неутронния детектор.“ ?

#### 4. Съдържание на дипломната работа и принос на дипломанта:

Като съдържание и структура дипломната работа е добре балансирана. Работата включва Обща реферетивна и Експериментална част. Общата част включва описание на плазма и плазмени параметри и класификация на газовите разряди, в които тя може да бъде създавана. Описан е разрядът на Електронно циклотронен резонанс, който е част от използваната в работата опитна установка. В частта посветена на Термоядрения синтез е акцентирано върху основните видове реакции с изотопи на водорода и  $^3\text{He}$ , както и на реакторите с магнитно удържане тип Токамак и реакторите с инерционно електростатично удържане. Третата част разглежда базовите характеристики на детекторите на неутрони базирани на  $^3\text{He}$ , описан е принципът им на действие и методите за детектиране.

В Експерименталната част на дипломната работа е направено подробно описание на установката ARI-IBS, както и на използваната външна система за детектиране на неутрони NEUTRON-LITE. Дипломантът е представил и едно полезно описание на процедурата по пускане на установката (Таблица 3). Експериментално са получени спектрите на топлинните неутрони произведени от реакцията  $D-D$  при 3 ускоряващи напрежения за  $D^+$  йоните 20, 25 и 30 kV.

#### 5. Въпроси към дипломанта и забележки:

- 5.1. На стр. 6 е записано грешно твърдение „Микроскопичните параметри се получават след осредняване по функцията на разпределение“. Бихте ли обяснили каква е разликата между микроскопични и макроскопични величини. Дайте примери от плазмените параметри.
- 5.2. Отново въпросът ми е провокиран от неточност на стр. 6. Каква функция на разпределение е дадена с формула 1.3? Как се дефинира функция на разпределение? Как изглежда Болцмановото разпределение?
- 5.3. Температурата е един от основните плазмени параметри, кога имаме право да дефинираме температура и кога използваме термина средна енергия?
- 5.4. На стр. 9 неправилно са въведени съкращенията „нисочестотни (ac), височестотни (rf)“

“ac” е “*alternating current*”, а е асоциирано с нискочестотен  
„rf“ е “*radio frequency*”, а е асоциирано с високочестотни

- 5.5. Бихте ли коментирали какъв е смисъла на критерия на Лоусен? Какъв смисъл влагате в „При това, за да бъде една термоядрена реакция самоподдържаща се“?
- 5.6. Бихте ли обяснили разликата в спектрите на фиг. 24 и този на фиг. 25 а)? Измерванията са при едни и същи условия, само на изчерпване на мишената ли се дължи разликата? И как можем да сме сигурни, ако правим систематични измервания на реакцията, че не сме изчерпали мишената и можем да правим изводи, например за влиянието на енергията на снопа върху произведените от реакцията неутрони?

В заключение, представената дипломна работа третира една интересна и актуална тематика, разучена е една сложна експериментална установка и са получени първоначални експериментални резултати. За съжаление в работата има доста стилови, граматични и смислови грешки, които правят текста несвързан и неясен на места. Въпреки това, препоръчвам на Държавната Изпитна Комисия да допусне до защита представената дипломна работа и да я оцени положително след евентуално добро представяне и отговори на поставените въпроси.

Дата:  
29.08.2025

Рецензент:  
/ доц. д-р Цветелина Паунска /