

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: Сава Димитров Донков,
докторант на самостоятелна подготовка във Физическия факултет на Софийски
университет „Св. Кл. Охридски”

Научно направление: 4.1 Физически науки (4.1)

Тема на дисертационния труд: "Изучаване на структурата на молекулярни облаци
чрез статистически подход“

Научен консултант: гл. ас. д-р Тодор Велчев (ФзФ-СУ)

Рецензент: проф. дфзн Стойчо Стоянов Язаджиев (ФзФ-СУ)

Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е изложен на 137 страници, съдържа 26 фигури и е структуриран както следва: Увод, 4 глави и приложения. Библиографската справка съдържа 149 заглавия. Уводът има обзореен характер, като дава кратко, но достатъчно пълно описание на областта, феноменологията, задачите, които се поставят и решават, а така също и някои специфични идеи и техники. В тази глава се дефинират в общ вид проблемите, които се изследват в дисертацията. В глави 2-4 се излагат оригиналните резултати получени от докторанта. Глава 5 е посветена на изводи и обобщения, както и на бъдещи посоки на развитие на идеите залегнали в основата на дисертацията.

В приложенията (глава 6) са изведени нови резултати, които дават теоретичната обосновка и задълбочаване на изследвания модел в дисертацията. Библиографията много добре отразява както развитието на проблематиката през годините, така и последните достижения в областта.

Авторефератът е на 35 страници и правилно отразява съдържанието на дисертационния труд.

Актуалност на дисертационния труд

Без всякакво съмнение най-бързо развиващата се област на физиката в момента е астрофизиката. Астрофизиката вече излезе от детската си възраст и преминава в зряла и мощна фундаментална наука, чийто мащаб на изследване е несравним с нито една друга област. Натрупан е и продължава да се натрупва огромен наблюдателен материал, ситуация без прецедент в историята на науката. Направени са и смайващи фундаментални открития. Достатъчно е да се спомене откритието на мистериозните тъмна енергия и материя, които представляват около 96 % от материята във Вселената. Само тези две открития са в състояние да срутят досегашните ни разбирания във физиката. С други думи, астрофизиката ще е една от най-бурно, ако не и най-бурно развиващата се и интересна област на физиката в близките десетилетия.

Една от важните области на изследване вътре в самата астрофизика е теорията на звездообразуването и по-общо, структурата и динамиката на молекулярните облаци. На този поток от изследвания принадлежи и настоящата дисертация. Изучаването на структурата и динамиката на молекулярните облаци е изключително сложна задача поради комплексния характер на явлението – теорията на молекулярните облаци е пресечна област на много области на физиката като гравитация, хидро- и газодинамика, магнитохидродинамика, статистическа физика, термодинамика, електродинамика и квантова механика. Поради това, напредъкът в тази област е труден и често противоречив. Процесите се описват от сложни системи нелинейни частни диференциални уравнения и общо взето няма методи за тяхното изследване. Достатъчно е само да споменем, че дори най-простите случаи се моделират със системата на Навие-Стокс за самогравитиращ флуид, която и до днес представлява нерешен проблем в математиката. Поради тези причини, теорията на молекулярните облаци е област, в която малко хора дръзват да работят. Самият факт, че Сава Донков е навлязъл и работи успешно в нея, трябва да се оцени високо.

Поради голямата сложност на теорията на молекулярните облаци директната атака на проблема е изключително трудна и поради това се прилага и алтернативен подход, известен като статистически подход. По своята същност той е аналог на подхода на статистическата физика за описание на термодинамиката. С други думи реалните обекти (сгъстяванията) се разглеждат като елементи на статистически ансамбъл и приемайки физически оправданото допускане, че е в сила ергодичната хипотеза, усредняванията по време, ансамбъл и пространство съвпадат. Това дава възможност да се използва вириалната теорема, която представлява усреднена версия на основните динамични закони управляващи сгъстяванията и по същество дава закона за баланса между различните видове енергия, а именно гравитационната, кинетичната (турбулентната), вътрешната и магнитната. По-този начин сложната динамична задача за структурата на сгъстяванията се свежда до статистическа задача за усреднените величини. По-нататък, приемайки определени скалиращи зависимости за отделните видове енергия (главно турбулентната) и статистически зависимости продиктувани от наблюденията, вириалната теорема се превръща в закон, от който могат да се изведат важни характеристики описващи структурата и подструктурите на молекулярните облаци. Дисертацията на Сава Донков е посветена точно на създаването и системното изучаване на статистически модел за структурата на молекулярните облаци.

Кратък преглед на дисертационния труд по глави

В уводната част на дисертацията е направен достатъчно подробен и ясен обзор на физиката и феноменологията на междузвездната среда, структурата на молекулярните облаци и тяхната фундаментална роля за звездообразуването. Дадени са необходимите сведения от термодинамиката, флуидодинамиката, гравитацията и турбулентността за по-нататъшното разбиране на текста.

Глава 2 на дисертацията е посветена на описание на статистическия модел разработен от дисертанта и неговия научен консултант. Ясно и точно са описани физическите и статистически предположения залегнали в основата на модела и тяхното наблюдателно обосноваване. Изведено е основното уравнение даващо баланса на

усреднените енергии. Намерени са аналитични и числени решения на това уравнение относно скалиращия показател $\chi(L)$ и тези решения са анализирани подробно. Направено е сравнение на получените структурни функции и диаграми маса-размер със известни симулации и наблюдателни данни. Важен момент, който трябва да се отбележи, е че има добро съгласие на модела с наблюдателните данни.

Глава 3 е посветена на построяването на функцията на масите на съгъстванията (СІМF) и на нейното изследване. Дадени са и са изследвани функциите на масите за различни уравнения за равнодяловост и различни параметри на модела. Направено е сравнение с известните наблюдателни данни. Ясно е показана връзката между статистическото разпределение на масите и структурата на молекулярните облаци.

В глава 4 е направено детайлно и систематично сравнение на модела с наблюденията, и по-точно, сравнение с наблюдения на молекулни емисионни линии и излъчване на праховия континиум. От тези сравнения се налага заключението, че моделът като цяло е в добро съгласие с наблюденията.

В Заключението (глава 5) на дисертацията се правят изводи за основите и резултатите на модела. Обсъдени се насоки на бъдещо развитие и обобщение на модела.

В приложенията (глава 6) са изведени нови теоретични резултати, които дават теоретичната и математическа обосновка и задълбочаване на основния изследван модел в дисертацията. Показано е, че турбулентна хидродинамика с гравитация може да породи самоподобна (фрактална) структура на средата, откъдето следва наличието на скалиращи закони. По-същество това е нов принос.

Приноси в дисертационния труд

Приносите в дисертационния труд на Сава Донков могат да се групират както следва:

- 1) Построен е оригинален статистически модел описващ структурата на молекулярните облаци. Моделът е в добро съгласие с наблюденията.
- 2) В рамките на модела са построени структурните функции на молекулярните облаци в термини на скалиращия показател $\chi(L)$.
- 3) В рамките на модела са построени масовите функции на един или набор от молекулярни облаци.
- 4) В рамките на модела са построени диаграмите „маса-размер“ на съгъстванията за един или набор от молекулярни облаци.
- 5) Показано е, че турбулентна хидродинамика с гравитация може да породи самоподобна (фрактална) структура на средата, откъдето следва наличието на скалиращи закони.

Значимост на приносите за науката и практиката

Главната ценност на изследванията на дисертанта се състои в потенциалната им приложимост към фундаменталната наука и по-точно теоретичната астрофизика.

Досега не е предлаган модел на структурата на молекулярните облаци, който, стъпвайки върху основните наблюдателни факти като фракталната структура, наблюдаваното разпределение на плътността и съотношенията между основните видове енергии, да моделира от статистическа гледна точка не само тяхната структура, но и да изведе от нея двете най-важни статистически диаграми: масовата функция на съгъстванията и диаграмата маса-размер. Предложеният в дисертацията модел отговаря на горните условия, при това в добро съгласие с наблюденията.

Резултатът в първото приложение (на дисертацията), който показва, че турбулентна хидродинамика с гравитация може да породи самоподобна структура е напълно нов по своя характер и ако се потвърди от наблюдения и симулации, би имал концептуално значение за областта.

Публикации и тяхното отражение в литературата

Дисертационният труд е основан на 3 публикации в реферирани списания с импакт фактор и 3 публикации в материали на конференции. Трите статии с импакт фактор са всъщност статии в едно от най-реномираните списания за тази област, а именно MNRAS. Нямам данни за забелязани цитирания на публикациите.

Личен принос на дисертанта

Считам, че дисертантът има равностоен и съществен принос във всичките му съвместни трудове с научния си консултант. Основания за такова твърдение са декларациите от страна на самия научен консултант.

Лични впечатления

Познавам Сава Донков от дълго време като сериозен, ерудиран и задълбочен учен. Настоящата дисертация е поредното доказателство за това.

Забележки

Нямам критични забележки по същество и по отношение на резултатите в дисертацията. Единствено бих отбелязал някои правописни грешки в текста и някои незначителни езикови неточности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд притежава следните главни достойнства:

- Резултатите в дисертацията представляват новост за дадената област, като дават нетривиален принос към систематичното изследване на физиката на молекулярните облаци.

- В дисертацията се решават актуални нетривиални проблеми, които са от съществено значение за развитието на областта в условията на силна международна конкуренция.
- Дисертантът демонстрира много добро познаване на литературата, задълбочено вникване и разбиране на основните проблеми и задачи за решаване в дадената област.
- Дисертантът показва професионални умения при боравене със сложен съвременен теоретичен апарат в много и доста сложни области на съвременната физика, като астрофизика, гравитация, турбулентна хидродинамика и магнитохидродинамика, термодинамика и статистическа физика.
- Публикациите на резултатите в дисертацията са в такова престижно международно физическо списание като MNRAS.

Няма съмнение, че приносите на дисертацията напълно отговарят и дори надвишават обичайните изисквания за присъждане на образователната и научна степен „доктор”.

Въз основа на казаното по-горе убедено препоръчвам на високоуважаемото жури да присъди на Сава Димитров Донков образователната и научна степен „доктор”.

27. 08. 2013 г.

проф. дфзн Стойчо Язджиев

Тюбинген, Германия