

СТАНОВИЩЕ
за дисертационния труд на
Сава Димитров Донков

***Изучаване на структурата на молекулярните облаци чрез
статистически подход***

за придобиване на образователната и научна степен "доктор".
Професионално направление: 4.1. Физически науки

от проф. д-р Орлин Цанков Стойчев, Американски университет в България

1. Общо съдържание на дисертационния труд.

Дисертацията е с обем от 130 страници. Съдържанието е изложено в шест глави и завършва с библиография, съдържаща 150 заглавия. Включени са 26 фигури и две таблици.

Авторефератът е с обем от 35 страници и коректно отразява съдържанието на дисертацията и научните приноси в нея.

Глава 1 е уводна. В нея се прави обзор на състава и свойствата на междузвездната среда, както и основните физически процеси, които ги управляват. Подробно са разгледани експерименталните резултати относно структурата, температурата и плътността на молекулярните облаци, които представляват студената фаза в междузвездната среда. Тъй като в подхода на автора основна роля, определяща свойствата на молекулярните облаци, играе свръхзвуковата турболентност (наред с гравитацията), водеща до фрактална структура на облака, накратко е изложена Теорията на Колмогоров за турболентността и скалиращите закони, които са нейно следствие. След това се разглежда ролята на гравитацията и на магнитното поле за поведението на молекулярните облаци.

Глава 2 съдържа изложение на модела, който авторът използва, за намиране на т. нар. структурна функция $\chi(L)$ за молекулярните облаци. Моделът е феноменологичен, доколкото приема като дадени скалиращите закони за флукуациите на скоростта и на плътността (у-ния 2.1, 2.2), които се наблюдават експериментално (и вероятно се дължат на турболентността, водеща до самоподобие), както и вероятностното разпределение на плътността (у-ние 2.4). Основният теоретичен принос на автора (авторите) е в замяната на реалните сгъстявания в облака с моделни сгъстявания – хомогенни кълба с различен размер и плътност, подчиняващи се на същата статистика както първите. По-нататък се разглеждат различни уравнения за средните плътности на видовете енергия, които са свързани с достигането на вириално равновесие на облака (в известна степен) и с отчитане или пренебрегване на някои от формите на енергия. Изборът на конкретно уравнение за равнодяловост може да се разглежда като (дискретен) параметър в модела. Използвайки направените приемания се извежда структурната функция $\chi(L)$, която пък определя зависимостта на степенния показател в закона за скалиране на плътностите (у-ние 2.2). Изследвана е зависимостта на $\chi(L)$ от параметрите на модела. Сравнени са предсказанията със структурните функции на конкретни облаци и е показано добро съвпадение.

В Глава 3, като се използва вече развития модел, се построява масовата функция на сгъстяванията (СІMF), т.е. хистограмата на броя на сгъстяванията с дадена маса като функция на тази маса, в логаритмичен мащаб. Фракталната структура на облациите предсказва линейна

функция с наклон -1 при големи маси, което се и наблюдава експериментално. Изчисленията на автора потвърждават този резултат с добро приближение.

В Глава 4 са сравнени предсказанията на модела с наблюдаваната CIMF за конкретни облаци. Целта е първо да се фитира експерименталната структурна функция $\chi(L)$ с теоретичната такава, след което, при същите стойности на параметрите, да се сравни предсказаната с наблюдаваната CIMF. Това е добър тест за адекватност на модела, доколкото свободните параметри се фиксират в първата стъпка и след това няма параметрична свобода.

Глава 5 прави обзор и обсъждане на резултатите, формулира собствените приноси на автора и представя идеи за по-нататъшна работа.

Глава 6 се състои от две приложения - теоретични разглеждания на автора, в които той изследва следствия на уравнението на Навие-Стокс и вириалната теорема, прилагайки статистическия подход в дисертацията. Тези приложения имат отношение към основното тяло на дисертацията само доколкото се опитват да обосноват вече приетите по-рано феноменологични закони. Според моето скромно мнение преобразуванията в Приложение 1 са доста формални, а изводите спорни.

2. Място на изследването в областта и научен принос

Очевидно структурата на молекулярните облаци е от голямо значение за разбирането ни за заобикалящото ни пространство, най-малкото защото сгъстяванията в тях са зародиши на звездообразуване. Масовата функция на звездите е свързана с масовата функция на сгъстяванията (CIMF), Ясно е също, че експерименталното изследване на молекулярните облаци е твърде сложно и резултатите доста несигурни. Например експериментално получените CIMF зависят от начина, по който даден изследовател избира да дефинира „сгъстяване с даден размер“ От друга страна, чисто теоретичното изследване на междузвездния газ изисква едновременно решаване на уравненията на хидродинамиката, термодинамиката и на електродинамиката. Решения могат да се търсят само числено, като полезността на тези методи е ограничена от недостатъчна компютърна мощ и от силната зависимост на решенията на такива системи от (несигурните) начални условия.

Ето защо един подход, като този предложен в дисертацията, може да се окаже много полезен. В случая се строи един модел, основаващ се отчасти на феноменологични зависимости, за които обаче има сериозни теоретични основания, и отчасти на чисто теоретични моделни построения. При това от сравняването на моделните предсказания с наблюденията може да се съди за това кои от физическите процеси, отчетени в модела, са определящи и кои второстепенни.

Самото естество на работата предполага както сериозни теоретични познания от различни области и отлични математически умения, така и навлизане в една огромна и сложна, предимно експериментална област, каквато е изследването на молекулярните облаци. Фактът, че трите основни статии, на които се гради дисертацията, са публикувани в такова реномирано списание, като *Monthly Notes of the Royal Astronomical Society*, говори сам по себе си за актуалността и качествата на работата

3. Други бележки

Дисертацията е добре структурирана и подредена и написана общо-взето в издържан научен стил. Единствените две малки забележки са, че се срещат правописни грешки и спорни стилистични похвати и някои от дефинициите и обясненията са малко трудни за разбиране от неспециалист в областта. Във всеки случай тези бележки, които най-добронамерено ще предоставя на автора, по никакъв начин не засенчват значимите научни резултати.

4. Заключение

Представената дисертация съдържа значими научни приноси в една сложна и обширна област на физиката. Авторът демонстрира отлично познаване на редица експериментални резултати и владение на сложна теоретична материя. Именно в намирането на мостовете между двете е основното постижение на работата. Ето защо без колебание препоръчвам на научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Сава Димитров Донков.

10 септември 2013 г.