



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор” по научна специалност 02.04.02, Астрофизика и звездна астрономия

Автор на дисертационния труд: Марияна Панайотова Манушева от Института по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория при БАН

Тема на дисертационния труд: Физични процеси, влияещи върху веществото във Вселената

Рецензент: дфн Екатерина Христова Христова, проф. в ИЯИЯЕ – БАН

1. Представената дисертация е посветена на изучаването на два въпроса от съвременната Космология – 1) процеси, които влияят на формиране на леките елементи в ранната Вселена и, по-точно, ограниченията върху стерилното неутрино и неговите осцилации и 2) процеси, които генерират барионна компонента и наблюдаваната барион-антибарионна асиметрия във Вселената, използвайки един конкретен модел на бариогенезис. Актуалността на проблема е очевидна. Ще отбележа само, че на 17.03.2014 г. колаборацията WMAP2 докладва за съществуването на гравитационни вълни, което би било потвърждение на инфлационния модел на Космологията и доведе до истински порой от статии по темата.
2. Въпросът за вида на неутриното и неговата природа е от изключително значение за теорията. По настоящем се счита установено, че неутриното има отлична от нула, но изключително малка маса. Тези указания идват и от трите вида измервания по неутринни осцилации – слънчеви, атмосферни и наземни. Основният въпрос е -- каква е природата на неутриното, защо неговата маса е толкова малка.

Има съществена разлика между неутриното и останалите елементарни частици.

Описани са получените в няколко съвместни статии и една самостоятелна статия строги космологични ограничения върху параметрите на електронно-стерилните неутринни осцилации на базата на съвременни космологични и астрофизични наблюдателни данни относно първичното обилие на He-4 и барионната плътност на Вселената. Тези ограничения са сред най-строгите налични космологични ограничения получавани до момента. Те са с няколко порядъка по-строги от експерименталните ограничения върху масовите разлики на неутрино. Резултатите представляват несъмнен интерес както за по-нататъшните космологични изследвания така и за изследванията в областта на неутринната физика, за което говорят и наличните вече цитати.

Втората част от дисертацията основно е посветена на проблема на генериране на барионния излишък. Локална барион-антибарионна асиметрия на Вселената съществува според убедителните данни от космични лъчи, гама лъчи, както и от космологичните данни следващи от космичния нуклеосинтез, спектъра на анизотропията на космичния микровълнов фон и данните от крупномасштабната структура на Вселената. Нейната величина е измерена с голяма точност от независими наблюдателни данни: съответстващи на епохата на нуклеосинтез във ранната Вселена, първите минути, както и съответстващи на епохата на формиране на космичния микровълнов фон, първите 300-400 000 години в еволюцията на Вселената.

Съществуват няколко основни типа бариогенезисни модели, обясняващи наличието на барионна асиметрия, в случай, че наблюдаваната локално барионна асиметрия има глобален характер. Сред тях е и модела изследван от дисертантката, базиран на бариогенезисния механизъм предложен от Афлек и Дайн през 1985 и усъвършенствуван през 90 години от Долгов и Кирилова, Долгов и Чижов и Кирилова и Чижов с цел правилно отчитане на температурата на плазмата в присъствие на кондензата носещ барионния излишък и с отчитане на процесите на раждане на частици от променливото скаларно поле, носител на барионния заряд в процеса на неговата еволюция от инфлационния стадий до днес.

В няколко публикации е проведен прецизен числен анализ на усъвършенствуван бариогенезисен модел, базиран на разработените в предишни публикации подобни модели. Изследвана е зависимостта на скаларното поле, носител на барионния заряд и на генерирания барионен излишък от параметрите на модела. Показано е, че в рамките на този модел е възможно за естествени стойности на параметрите да бъде произведена барионна асиметрия в съответствие с наблюдавана и стойност днес. Моделът е привлекателен не само поради успешното и естествено обяснение на тази основна за нас характеристика на Вселената (тъй като и ние и Земята и планетите около нас, както и Слънцето, най-важната за нас звезда, сме съставени от бариони), но и поради доброто си съгласие с инфлацията, стадий предшествуващ Фридмановия стадий на еволюция на Вселената, за чието наличие имаме все повече индиректни указания, т.е. инфлационната теория постепенно от хипотеза се превръща в утвърден етап от ранната еволюция на Вселената. Друга привлекателна черта на модела е възможността за използването му в бъдещи изследвания като основа за построяване на нехомогенни бариогенезисни модели, в случай че наблюдаваната барионна асиметрия има само локален характер.

Резултатите по тази част са публикувани в: J. of Cosm. Astropart. Phys, ИФ = 6,04 -1, Bulg. J. of Phys. -1, самостоятелна; докладвани са на международна конференция, Белград. Забелязани са общо 9 независими цитирания – 5 от чуждестранни и 4 от български автори.

3. По съществуващите данни Вселената се състои приблизително от 5% бариони, 27 % тъмна материя и 68 % тъмна енергия. Освен това барионната компонента се състои само от вещество, това е т.н. барионна асиметрия (БА), въпреки че инфлационният модел предполага симетрия между бариони и анти-бариони. Защо това е така, както и още ред други въпроси чакат своя отговор от Космологията.

В дисертацията се изследват процесите на генерация на бариони и на БА в един конкретен модел, конструиран на базата на механизма на Афлек-Дайн за бариогенезис. В него барионната асиметрия възниква при еволюцията на комплексно скаларно поле, компонентите на което удовлетворяват система от диференциални уравнения, отчитащи разширението на Вселената, раждането на частиците и потенциала на полето.

Създадена е компютерна програма за решаване на система от диференциални уравнения, с която се изследва ролята на раждане на частици върху БА. Проведено е числено моделиране на еволюцията на полето и на барионния заряд в широкия диапазон от енергии след инфлацията $10^{12} - 100$ ГеВ. Показано е, че резултатите за БА са много чувствителни към механизма на раждане на частици, като са сравнени два подхода – в единия скоростта на раждането на частиците се постулира в аналитичен вид в уравнението, а в другия се генерира числено. Изследвана е зависимостта от параметрите – константата на Хъбъл, масата на полето и други параметри на модела.

Резултатите по тази част са публикувани в: Bulg. J. of Phys. -1, Bulg. Astr. Jour. – 1, докладвани са на 3 международни конференции – Chatteau de Blois (France)-1 и Белград (Сърбия) -2. Забелязани са 2 независими цитирания от чуждестранни автори.


4. Авторефератът правилно отразява съдържанието на дисертацията, както и изложените научни приноси на дисертационния труд.

5. Забележка: Въпреки че програмите за числено пресмятане са представени, в дисертацията липсват нужните по-детайлни обяснения за начина, по който се изчислява скоростта на раждане на частиците – ключова величина в проведения анализ.

• ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направената забележка не умаловажава приносите в дисертацията и убедено мога да кажа, че Марияна П. Манушева удовлетворява с излишък всички изисквания и критерии за получаване на образователната и научна степен „доктор” по специалността 02.04.02, Астрофизика и звездна астрономия. Убедено препоръчвам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват за присъждане на исканата научна степен.

София, 29.05.2014г.

Рецензент: 

/проф. дфн Екатерина Христова/