

Загадъчната асиметрия във Вселената

Ако планетата ни се „сблъска“ с антивещество, ще се превърне в лъчение, категорични са учените

Проф. д.ф.н. Даниела Кирилова от Института по астрономия на БАН е първият български космолог. Има над 100 научни публикации в международни научни списания и в доклади от конференции, всяка от които представя неин принос в науката. А те са в областта на фундаменталната наука – физика, астрофизика, неутринна физика и космология. Публикациите ѝ имат над 1000 цитирания. Главен редактор е на Българския астрономичен журнал – най-реномираното издание в областта на астрономията и астрофизиката в България.

Зина СОКОЛОВА

Една от най-големите загадки в природата е наличието на вещество, от което сме създадени всички ние и всичко около нас, което значително преобладава над антивеществото. При среща между двете те взаимно се унищожават (анихилират), отделяйки огромно количество енергия. Така че, ако планетата ни се „сблъска“ с антивещество, тя изцяло ще се превърне в лъчение. За повече подробности по темата се обърнахме към проф. д.ф.н. Даниела Кирилова от Института по астрономия на БАН, която от години работи по тази и по подобни космологични теми, свързани с ранната Вселена.

„В последните години тази тема става все по-експериментална – казва тя. – Но когато започнах да се занимавам с нея, беше изцяло теоретична. Това е първата ми тема, върху която съм работила. През 1982 г. се насочих към космологията, работейки по магистърската си теза под ръководството на доц. Матей Матеев.

По време на докторантурата ми в Москва под ръководството на проф. Александър Долгов продължих да работя по теми, свързани с бариогенезиса, както и с други две теми – нуклеосинтез в ранната Вселена и повторно загряване след инфлационния стадий. * Защо тази проблематика е интересна? Защото това, че ни има нас, хората, Земята, Слънчевата система, е резултат от факта, че до разстояния около 60 милиона светлинни години от нас няма симетрия между вещество и антивещество. Във Вселената наблюдаваме излишък на вещество, ама огромен излишък. Антивещество почти няма. Защо е странно, че има такъв излишък от вещество? Ами защото в стандартния космологичен модел, който от експериментална и от наблюдателна гледна точка, е утвърден с повече от 1% точност, параметрите са известни,

**В космологията бариогенезата е термин, означаващ физични процеси, които довеждат до генериране на асиметрия между барионите и антибарионите веднага след Големия взрив, което довежда до значително количество реликтовото вещество, от което е изградена съвременната Вселена – б.р.*



Проф. д.ф.н. Даниела Кирилова

теоретично предсказаният излишък е милиарди пъти по-малък.

Учените са наясно, че в началото Вселената е била много гореща. Взаимодействията при тези високи температури са протичали с високи скорости, което е поддържало частиците в термодинамично равновесие. Тези процеси са били и в двете посоки – т.е. частица с античастица анихилират и образуват фотони. И обратното – от фотони се ражда двойка частица и античастица. С други думи, в ранната Вселена веществото и антивеществото са били в равни количества. Но от начална симетрична спрямо вещество и антивещество Вселена, днес учените наблюдават локално абсолютна липса на симетрия.

„Как е възникнала тази асиметрия и защо въобще я има – обяснява проф. Кирилова. – Ако тя не е възникнала по някакъв начин, не е генерирана, в момента нас нямаше да ни има. Нямаше да има такъв достатъчно голям излишък, за да има хора, планети. Всичко, което наблюдаваме в Космоса, е вещество. Антивеществото е в оскъдни количества. Това го знаем от експериментални данни – директни и косвени. Косвените са от гамалъчи, които наблюдаваме, когато анихилират частица и античастица. Ако има области вещество и антивещество, те ще взаимодействат в допирните точки – ще протичат анихилационни процеси. За всеки вид частица знаем какъв спектър се наблюдава, когато частица с античастица анихилират – електрон с позитрон, протон с антипротон и т.н. От гамалъчението, което се наблюдава – в момента имаме много свършени апарати и космически мисии ERGET, Fermi (Fermi Gamma Ray Space Telescope), които наблюдават гамма-фона около нас, получаваме т.нар. косвени ограничения върху наличието на евентуални области от антивещество.“

Директни доказателства за от-

съствието на значими количества антивещество са резултатите от изследванията на космически лъчи. Има мисии, които се правят в горните слоеве на атмосферата, или космически мисии, чиято цел е да засичат частици. Тези мисии в последните 20 години провеждат изключително прецизно следене дали има античастици в космическите лъчи. Директните търсения на античастици показват, че тяхното количество към съответните частици протони и антипротони е 10 000 пъти по-малко, отколкото съответните частици. И това количество може да се обясни с техния вторичен произход.

„Въобще няма първични античастици или те са в много ограничени количества – подчертава проф. Кирилова. – С други думи, имаме и преки доказателства, че локално няма значителни количества антивещество около нас. И тук вече от космически лъчи ограниченията са до 3 млн. светлинни години от нас – в този периметър няма значително количество антивещество. Ако допуснем, че това се отнася за цялата Вселена, тази барионна асиметрия, както се нарича, не е локална, а е глобална. Това, с което се занимаваме от много години, е да създаваме бариогенезисни модели. Да разберем как, от теоретична гледна точка, може от такова начално симетрично състояние да се стигне до днешния огромен излишък на вещество.

Ако асиметрията се отнася само за достатъчно големи области – от порядъка на големината, определена от наблюдателните данни, т.е. допускаме, че може да има и антивещество в някакви по-отдалечени купове от галактики, тогава се говори за други бариогенезисни модели, нехомогенни, които предсказват наличие на области от вещество и на антивещество. Там основният проблем е как тези области са били разделени, за да не анихилират на ранния стадий, когато са били много по-близко. Проблемът е да се измисли механизъм, който да предотврати анихилацията на ранния етап в еволюцията на Вселената. Накратко, в това се състоят двата основни теоретични проблема.

От гледна точка на наблюдение в последните 20 години сме увеличили точността на измерване стойността на барионната асимет-



14 антизвезди в нашата галактика

Освен антихелиевите ядра има и косвени наблюдателни индикации за наличието на 14 антизвезди в нашата галактика, обяснява проф. Кирилова. Още от 1976 г. са известни ограниченията, които се слагат от наблюдателна гледна точка. От гамма-фон, от космически лъчи върху наличието на различни антиобекти – било то галактика, куп от антизвезди, звезди или облаци от прах и газ с антиводород и антихелий. Поради това, че контактната площ на газовите мъглявини е много по-голяма от тази на звездите, ограниченията за наличие на газ и прах, състоящ се от антимолекули, са много по-строги, отколкото при антизвезди. Защото звездата има много по-малка контактна площ. Поради това ограниченията за наличие на антизвезди са много по-слаби. В момента има индикации за 14 антизвезди, които могат да се впишат в тези ограничения. Учените разглеждат възможни модели, обясняващи възникването и наличието на тези антизвезди в нашата Галактика.

рия с един порядък. Измерили сме отношението на бариони към фотони. Ако в ранната гореща Вселена те са били в равни количества, сега на 1 млрд. фотона има 1 барион – толкова малко е този излишък на вещество, от който сме създадени, по отношение на фотоните. От друга страна, е милиарди пъти по-голям от това, което бихме очаквали от първоначално симетрично състояние без бариогенезис.“

През последните години работата на проф. Кирилова е свързана с теоретични модели за инфлационно начало на Вселената. Тя подчертава, че ако от Фридмановата релативистка гравитация следва степенно разширяване на Вселената, това, което предричат инфлационните модели, е наличие на много кратък стадий в началото, когато разширението е било с експоненциални темпове, много бързо. Това обяснява много проблеми, които възникват при класическия космологичен модел.

„Решихме да проверим с кой от инфлационните модели работи най-добре разглежданият от нас бариогенезисен модел (модел на Долгов – Кирилова), защото инфлационни модели има хиляди – казва тя. – Подбрахме няколко от най-добрите. Така поставихме ограничение – ако това е бариогенезисният модел, създаден веществената част от Вселената, какво би означавало това за ранния етап от нейната еволюция – кои са предпочитаните типове инфлационни модели.“

Въпросът с барионната асимет-

рия остава отворен. Учените не знаят кой е конкретният бариогенезисен модел, по който е генерирана тази асиметрия. Макар че основните принципи на бариогенезис са известни от 40-те години на XX в., дефинирани от Андрей Сахаров, и всички бариогенезисни модели са базирани на тези принципи.

„Имаме отговор как би могло да се постигне такава асиметрия, каквато се наблюдава в големи мащаби – казва проф. Кирилова. – Но не знаем кои са процесите, при които се случва това. При различните модели процесите, при които се генерира тази асиметрия, са различни.

Най-любопитното експериментално достижението в тази област за мен е, че след многогодишно търсене на античастици в космическите лъчи – антипротони, антидеутерии и антихелий, от експеримента AMS-2 (алфа магнитен спектрометър) бяха установени няколко хелиеви антиядра. Твърдението е, че ако се засекат такива тежки ядра, това би означавало, че има области с антивещество. Както, ако се хване антивъглерод, това ще означава присъствие на антизвезда.“

Въпреки успеха да засекат няколко антиядра, повечето научни публикации не тълкуват това като знак за наличие на антивещество, а като резултат от взаимодействия на тъмното вещество. Защото е трудно да се обясни присъствие на области с антивещество сред останалите области от вещество, които наблюдаваме.