

ТЕМНАТА СТРАНА НА ВСЕЛЕНАТА

Наце Стојанов

nacestoj@yahoo.com

ВОВЕД

Се до крајот на дваесеттиот век не постоеја астрономски набљудувања кои можеле да потврдат каква ќе биде судбината на Вселената, поточно дали таа ќе се шири неограничено или пак во даден момент ќе започни да се собира и да се движи кон сингуларноста од која се започнало пред нешто повеќе од 13 милијарди години. Причина за оваа несигурност била неможноста точно да се определи густината на материјата во Вселената, а делумно релевантните резултати покажувале дека Вселената ќе се шири неограничено. Овие нагаѓања биле донесени врз основа на претпоставката дека покрај „обичната“ материја можеби постои и друга „темна“ материја која драстично може да ја промени судбината на Вселената како и нејзината динамика.

Во астрофизиката поимот темна материја се поврзува со материјата што не може да се детектира а е поврзана со необичните гравитациони ефекти што се набљудуваат кај галаксиите и ѕвездите. Како можени кандидати за темна материја се споменуваат молекуларните облаци, мртвите ѕвезди, ѕвездените џуџиња, црните јами итн., но сè уште не постојат директни мерења со кои е потврдено нејзиното постоење. Она што со сигурност се знае е дека околу 30% од материјата во Вселената е темна материја.

Првите „набљудувања“ на нешто што наликува на темна материја се направени во далечната 1933 година од страна на швајцарскиот астроном Фриц Звицки. Тој набљудувал мала локална група на галаксии во кластерот Кома со цел да ја определи нивната маса и релативна меѓусебна брзина. Звицки бил многу изненаден кога открил дека

релативната брзина на галаксиите во овој кластер е многу висока, односно, „динамичката маса“ на галаксиите во кластерот добиена со решавање на Њутновите равенки била за 400 пати поголема од „луминозната маса“ што се добива како резултат на вкупната светлина што ја емитира овој кластер. Објаснување за овој феномен тој не дал, а астрономската заедница случајот го „затворила“ со тоа што се заклучило дека станува збор за грешки во мерењето заради голема несигурност во применетите методи.

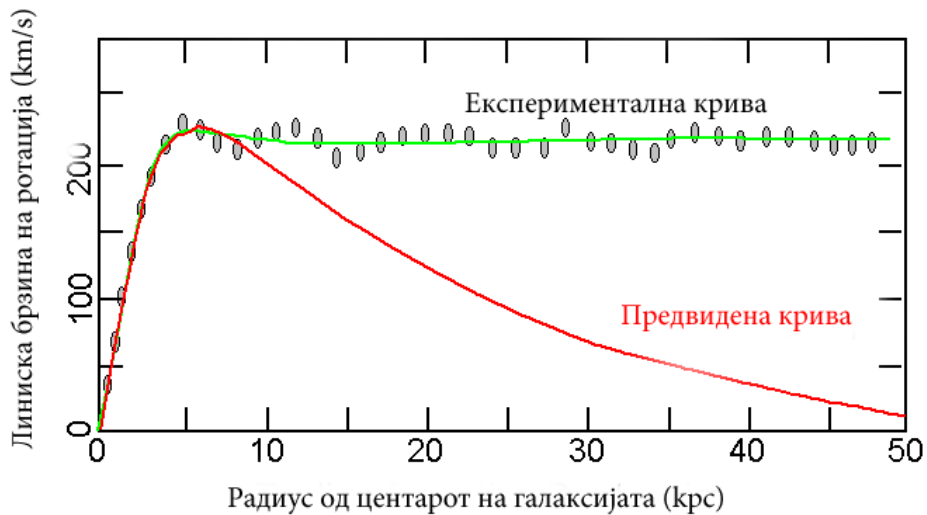
Слична ситуација се повторила во 1936 година кога Смит Синклер ја определувал динамичката маса на кластерот Вирго, при што утврдил дури 200 пати поголема маса од онаа што требало да се очекува според тогашните теоретски модели. За разлика од Звицки, Синклер дал свое објаснување според кое причина за оваа аномалија е постоењето на „некаква меѓу галактичката материја“ што според тогашните сфаќана за структурата на галактичките кластери било доволно добро.

ТЕМНАТА МАТЕРИЈА ВО ГАЛАКСИИТЕ

Проблемот со невидливата материја повторно доаѓа на дневен ред дури 40-на години подоцна кога Вера Рубин ја истражувала Кеплеровата ротациона крива на галаксијата Андромеда, слика 1, или зависноста на брзината на ротација од распределбата на масата во галаксијата. Како што може да се види на сликата, максималната брзина на ротација според предвидувањата требало да се достигне на неколку кило парсеци (кpc) од центарот на галаксијата а потоа да опаѓа. Ова било во согласност со моделот за распределба на масата во галаксиите, односно, густината на масата околу центарот на галаксијата постојано се зголемува а потоа опаѓа што значи дека и брзината на ѕвездите што се поблиску до центарот треба да е поголема а потоа брзината на ротација на ѕвездите а со тоа и на галаксијата треба да се намалува.

Вера Рубин забележала сосема поинакво поведење на Кеплеровата крива, односно, периферните ѕвезди во Андромеда ротирале со многу поголема брзина од предвидуваната со што кривата на ротационата брзина останувала речиси постојана. По ова

сензационално откритие и други астрономи утврдиле слични поведенија во ротациите на повеќе галаксии со што на тест биле ставени процените за количината на динамичката маса во Вселената.



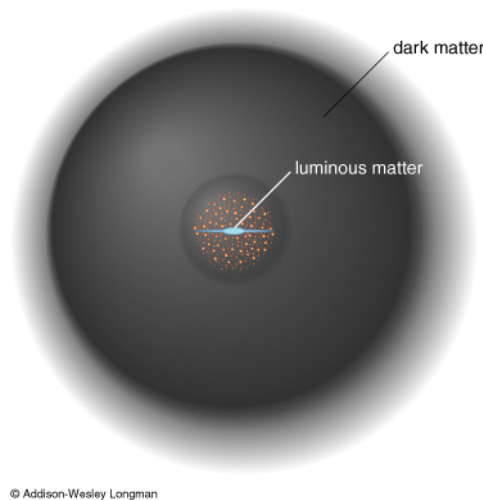
Сл. 1. Кеплерова крива за зависноста на брзината на ротација од радиусот.

Како можно објаснување за набљудувањата е посочено постепено на невидлива материја во вид на хало на големи растојанија околу видливата периферија на галаксиите. Во тоа хало требало да се содржи дури 90% од вкупната материја на галаксиите што укажува дека ѕвездите од видливата периферија на галаксиите всушност се околу средината на „темната“ материја во галаксиите па затоа ротираат според поведението на кривата на слика 1.

Кога станува збор за формата на халото, заради обезбедување стабилност во динамиката на галактичкиот диск, најверојатна е претпоставката дека халото има сферна форма, како што е покажано на слика 2, а кога станува збор за нашата галаксија Млечен пат дијаметарот се проценува на 200-300 кpc.

Сепак, постоело и објаснување дека поведението на Кеплеровата крива може да биде резултат на постоење огромен број „темни“ ѕвезди во вид на цуџиња, неутронски ѕвезди и црни јами. Заради ова, со цел

потврдување на исправноста на овие претпоставки од огромна важност било започнувањето на нови набљудувања во невидливиот дел од спектарот, односно инфрацрвеното и ултравиолетовото подрачје.



Сл. 2. Темната материја во вид на хало околу галаксијата.

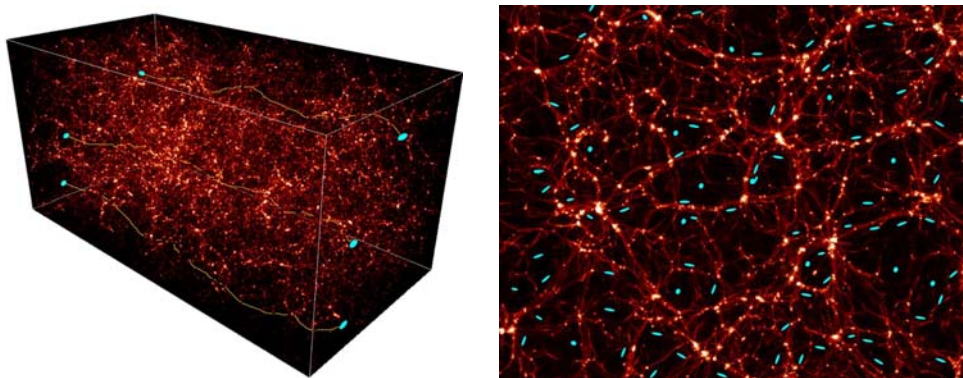
ТЕМНАТА МАТЕРИЈА ПОМЕЃУ ГАЛАКСИИТЕ

Нашата најблиска сродна галаксија Андромеда е на оддалеченост од 725 крс, што значи дека халото од темна материја е речиси заедничко. Процените на количеството на темна материја во галактичките кластери укажуваат дека тоа треба да биде и до 30 пати поголемо од количеството на видливата материја. За проверка на овие претпоставки Јаник Мелиер во 1996 година формирал тим кој имал задача да ја определи распределбата на темната материја во Вселената во „длабочина“ до 5 милијарди светлосни години и да нацрта мапа на таа распределба. За таа цел било предвидено да се користи метод со кој ќе се определува деформацијата на оптичката форма на галаксиите заради гравитационото заемодејство со темната материја познато како ефект на гравитациони леќи, слика 3.



Сл. 2. Темната материја во вид на хало околу галаксијата.

По неколку годишно истражување добиена е мапата што е изгледа како онаа на слика 3.



Сл. 3. Мапа на темната материја на меѓу галактички размери добиена од тимот на Јаник Мелиер.

СОСТАВ НА ТЕМНАТА МАТЕРИЈА

На почетокот на 90-те години од минатиот век заради недостаток на релевантни податоци од набљудувања, имало најразлични идеи за тоа од што се состои темната материја. Така се мислело дека таа е во форма на гасни облаци или темни ѕвезди па дури и црни јами, но имало и такви што предвидувале дека темната материја можеби е нешто „поегзотично“ на пример неутрино! Да видиме која од овие претпоставки била точна.

Барионско потекло на темната материја

Можеби најголемиот дел од астрономите во почетокот верувале дека темната материја во Вселената има барионско¹ потекло, што имплицира дека таа е во вид на ѕвезди што се во фаза на умирање, можеби гасни и прашинасти облаци и сл.

Набљудувањата на Вселената во областа на X- зраците оделе во прилог на оваа теза и првично покажале дека во самите галактички кластери постојат огромни облаци од јонизирани гасови кои што имаат и до десетина пати поголема маса од луминозната маса на самите кластери. Но, иако ова количество на „невидлива“ материја било навистина добар кандидат за темна материја, деталните анализи покажале дека, напротив, постоењето на овие гасни облаци само потврдува дека темната материја постои но во друг облик. Температурата на овие гасни облаци била и до неколку милиони степени што укажувало на извонредно „жежок“ гас што можел да се добие само ако нешто со помош на гравитационо поле ги забрза гасните молекули до брзина од околу 300 km/s. Значи, обичната материја на галаксиите била недоволна за да гравитационо ги зароби гасните облаци во просторот на галактичките кластери, така што единствен кандидат што можел да го направи тоа нешто била темната меѓугалактичка материја.

¹ Поимот барион означува честица што е составена од три кварка како што се протоните и неутроните.

Во потрагата по темна материја, како кандидат неизбежно биле посочени и црните јами. За оваа нешто посебно предвид биле земени галактичките супер масивни црни јами чија маса може да биде и до 10^4 пати поголема од онаа на нашето Сонце. Сепак, процените покажале дека би требало да постојат околу милион такви црни јами за да се „пополни“ недостатокот од видлива материја, што како услов е малку веројатно дека се исполнува во рамките на нашата галаксија или која било друга. Доказ за тоа е фактот што „треперењата“ во движењето на ѕвездите што ги предизвикуваат црните јами би требало да бидат повеќекратно поголеми од она што се набљудува, што значи дека бројот на супермасивни црни јами е значително помал од претпоставениот.

Небарионско потекло на темната материја

Бидејќи „барионскиот“ пристап не ги дал очекуваните резултати се преминало на „радикални мерки“ а тоа е темната материја да се бара во други небарионски честиици како на пример неутрино. Оваа честиица е вистински фантом затоа што е електронеутрална и „не реагира“ на електромагнетната и јаката нуклеарна сила. Затоа, многу слабо заемодејствува со материјата, или поточно речено речиси и да не заемодејствува. Покрај ова, после фотоните, неутриното е бројно најзастапена честиица во Вселената. Овие факти правеле неутриното да биде навистина добар кандидат за темна материја, но набргу следеле разочарувања. Масата на најтешкото неутрино сè уште се проценува на околу 0,05 eV, што е навистина малку, па иако бројно било многу застапено, нивната маса изнесувала не повеќе од 18% од вкупната маса на Вселената, што е значително помалку од посакуваните 25%.

ЕГЗОТИЧНИ СУПЕРЧЕСТИЦИ

Иако неутриното не го дал посакуваниот одговор за тоа што е темната материја, неговата застапеност во Вселената не можела да се игнорира, па недостатокот од 7% темна материја продолжил да се бара со истражувањата во нова област со воведување на нови сè уште не детектирани честиици со заедничко име WIMP (Weakly Interactive Massive

Particles) или масивни честици што со материја заемодејствуваат само со слабата нуклеарна сила. Овие егзотични честици се резултат на воведување суперсиметријата во светот на елементарните честици со што на секој бозон² му се асоцира како супер партнер по еден фермион³ и обратно. Масата и електричниот полнеж на суперпартнерите им се исти, но спинот им се разликува за $\frac{1}{2}$. Со ова бројот на честици во Вселената се удвостручува и недостатокот на темна материја може да се надополни. Но да нагласам, дека ова е само теорија на која допрва треба да и се провери валидноста.

Интересно е да спомнеме дека во рамките на теоријата за супер симетрија, се воведува и поимот LSP (Lightest Supersymmetric Particle) или најлесна суперсиметрична честица што може да биде еден од следниве кандидати: неутралино, гравитино или снеутрино. Овие хипотетички честици се суперпартнери на т.н. gauge boson⁴, гравитонот и неутриното. Како и да е LSP честицата ќе биде навистина најлесната честица во Вселената и ќе биде електронеутрална и стабилна односно нема да се распаѓа на друг составен дел.

За крај, како ова да не е доволно комплицирано, да кажам и дека не е мал бројот на астрономите кои веруваат дека темната материја можеби не постои, туку сегашните физички закони треба да се модифицираат и да се бараат нови решенија во космологијата. Така на пример, едно од решенијата што се нуди е теоријата за струни и егзотичната честица аксион што е стабилна како и претпоставените LSP но е уште полесна околу 1 μeV . Но, за ова во некоја друга пригода.

ЛИТЕРАТУРА

[1] <http://www.darkmatterphysics.com/index.htm>

[2] E. Battaner & E. Florido, The rotation curve of spiral galaxies and its cosmological implications, Fund.Cosmic Phys. 21 (2000).

² Бозони се честици што имаат спин нула или било кој друг цел број.

³ Фермиони се честици што имаат спин $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$ итн.

⁴ Gauge boson се групата на честици што се носители на фундаменталните сили во природата.