

ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ

A visualization of the cosmic web, showing a dense network of blue filaments and nodes connected by thin lines, with numerous bright yellow and orange stars scattered throughout the structure.

Состав Вселенной



Тёмная материя — форма материи, которая не испускает электромагнитного излучения и не взаимодействует с ним. Это свойство данной формы вещества делает невозможным её прямое наблюдение.

Наиболее естественным кажется предположение, что тёмная материя состоит из обычного, барионного вещества, по каким-либо причинам слабо взаимодействующего электромагнитным образом и потому необнаружимого при исследовании, к примеру, линий излучения и поглощения. В состав тёмного вещества могут входить многие уже обнаруженные космические объекты, как то: тёмные галактические гало, коричневые карлики и массивные планеты, компактные объекты на конечных стадиях эволюции: белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры. Кроме того, такие гипотетические объекты, как кварковые звёзды, Q-звёзды и преонные звёзды также могут являться частью барионной тёмной материи.

Классификация тёмной материи

- Ключевое предположение приводимой ниже классификации состоит в том, что частицы ТМ находились в термодинамическом равновесии с частицами космической плазмы на ранних стадиях эволюции Вселенной. В определенный момент времени температура упала настолько, что среднее время пролета частиц ТМ в плазме превысило хаббловское (реакция "заморозилась"), и взаимодействия с барионным веществом прекратились. В зависимости от температуры, при которой это произошло, ТМ делят на "горячую"

Горячая тёмная материя

- Если в момент выхода из равновесия энергия частиц много превышала их массу, ТМ называют горячей. Такими могли бы быть легкие частицы типа нейтрино, но космологические данные исключают возможность того, что последние составляют значительную долю ТМ.

Холодная тёмная материя

- Если частицы ТМ отщепились от космической плазмы уже будучи нерелятивистскими, такую ТМ называют «холодной». Она наиболее предпочтительна с точки зрения космологии, так как частицы горячей ТМ при движении с релятивистскими скоростями разглаживали бы неоднородности плотности материи на масштабах порядка хаббловского в ту эпоху и, таким образом, препятствовали бы образованию крупномасштабных структур, что противоречит наблюдательным данным.

Теплая тёмная материя

- Теплой называют ТМ, составленную из частиц массой больше или порядка 1 эВ. Естественно, они были релятивистскими в момент выхода из равновесия. В отдельный вид ТМ эти частицы выделяют потому, что горячая ТМ является релятивистской на момент перехода от радиационно-доминированной к пылевидной стадии расширения Вселенной (который случился при температурах порядка 1 эВ), а теплая уже не является. Это важно, поскольку рост возмущений плотности происходит существенно по-разному на этих стадиях, и этот рост существенно зависит от того, является ли ТМ релятивистской или нет на пылевидной стадии.

- Основная трудность при поиске частиц тёмной материи заключается в том, что все они электрически нейтральны. Имеются два варианта поиска: прямое и косвенное. При прямом поиске изучаются следствия взаимодействия этих частиц с электронами или атомными ядрами с помощью наземной аппаратуры. Косвенные методы основаны на попытках обнаружения потоков вторичных частиц, которые возникают, например, благодаря аннигиляции солнечной или галактической тёмной материи.