



ИСТОРИЯ НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ

ПОДГОТОВИЛА СМЕТАНИНА Е.В. 10Л
МАНЕВИЧ В.К.

Хронология событий в теории Большого Взрыва

Основываясь на знаниях о нынешнем состоянии Вселенной, ученые предполагают, что все должно было начаться с единственной точки с бесконечной плотностью и конечным временем, которые начали расширяться. После первоначального расширения, как гласит теория, Вселенная прошла фазу охлаждения, которая позволила появиться субатомным частицам и позже простым атомам. Гигантские облака этих древних элементов позже, благодаря гравитации, начали образовывать звезды и галактики.

- Все это, по догадкам ученых, началось около 13,8 миллиарда лет назад, и поэтому эта отправная точка считается возрастом Вселенной. Путем исследования различных теоретических принципов, проведения экспериментов с привлечением ускорителей частиц и высокоэнергетических состояний, а также путем проведения астрономических исследований дальних уголков Вселенной ученые вывели и предложили хронологию событий, которые начались с Большого взрыва и привели Вселенную в конечном итоге к тому состоянию космической эволюции, которое имеет место быть сейчас.

Эпоха сингулярности

- Также известная как планковская эпоха (или планковская эра) принимается за самый ранний из известных периодов эволюции Вселенной. В это время вся материя содержалась в единственной точке бесконечной плотности и температуры. Во время этого периода, как считают ученые, квантовые эффекты гравитационного взаимодействия доминировали над физическим, и ни одна из физических сил не была равна по силе гравитации.
- Планковская эра предположительно длилась от 0 до 10^{-43} секунды и названа она так потому, что измерить ее продолжительность можно только планковским временем. Ввиду экстремальных температур и бесконечной плотности материи состояние Вселенной в этот период времени было крайне нестабильным. После этого произошли периоды расширения и охлаждения, которые привели к возникновению фундаментальных сил физики.
- Приблизительно в период с 10^{-43} до 10^{-36} секунды во Вселенной происходил процесс столкновения состояний переходных температур. Считается, что именно в этот момент фундаментальные силы, которые управляют нынешней Вселенной, начали отделяться друг от друга. Первым шагом этого отделения явилось появление гравитационных сил, сильных и слабых ядерных взаимодействий и электромагнетизма.
- В период примерно с 10^{-36} до 10^{-32} секунды после Большого взрыва температура Вселенной стала достаточно низкой (1028 К), что привело к разделению электромагнитных сил (сильное взаимодействие) и слабого ядерного взаимодействия (слабого взаимодействия).

Эпоха инфляции

С появлением первых фундаментальных сил во Вселенной началась эпоха инфляции, которая продлилась с 10^{-32} секунды по планковскому времени до неизвестной точки во времени. Большинство космологических моделей предполагают, что Вселенная в этот период была равномерно заполнена энергией высокой плотности, а невероятно высокие температура и давление привели к ее быстрому расширению и охлаждению.

Это началось на 10^{-37} секунде, когда за фазой перехода, вызвавшей отделение сил, последовало расширение Вселенной в геометрической прогрессии. В этот же период времени Вселенная находилась в состоянии бариогенезиса, когда температура была настолько высокой, что беспорядочное движение частиц в пространстве происходило с околосветовой скоростью.

В это время образуются и сразу же сталкиваясь разрушаются пары из частиц — античастиц, что, как считается, привело к доминированию материи над антиматерией в современной Вселенной. После прекращения инфляции Вселенная состояла из кварк-глюоновой плазмы и других элементарных частиц. С этого момента Вселенная стала остывать, начала образовываться и соединяться материя.

Эпоха охлаждения

- Со снижением плотности и температуры внутри Вселенной начало происходить и снижение энергии в каждой частице. Это переходное состояние длилось до тех пор, пока фундаментальные силы и элементарные частицы не пришли к своей нынешней форме. Так как энергия частиц опустилась до значений, которые можно сегодня достичь в рамках экспериментов, действительное возможное наличие этого временного периода вызывает у ученых куда меньше споров.
- Например, ученые считают, что на 10^{-11} секунде после Большого взрыва энергия частиц значительно уменьшилась. Примерно на 10^{-6} секунде кварки и глюоны начали образовывать барионы — протоны и нейтроны. Кварки стали преобладать над антикварками, что в свою очередь привело к преобладанию барионов над антибарионами.
- Так как температура была уже недостаточно высокой для создания новых протонно-антипротонных пар (или нейтронно-антинейтронных пар), последовало массовое разрушение этих частиц, что привело к остатку только $1/10^{10}$ количества изначальных протонов и нейтронов и полному исчезновению их античастиц. Аналогичный процесс произошел спустя около 1 секунды после Большого взрыва. Только «жертвами» на этот раз стали электроны и позитроны. После массового уничтожения оставшиеся протоны, нейтроны и электроны прекратили свое беспорядочное движение, а энергетическая плотность Вселенной была заполнена фотонами и в меньшей степени нейтрино.

Эпоха структуры (иерархическая эпоха)

- В последующие несколько миллиардов лет более плотные регионы почти равномерно распределенной во Вселенной материи начали притягиваться друг к другу. В результате этого они стали еще плотнее, начали образовывать облака газа, звезды, галактики и другие астрономические структуры, за которыми мы можем наблюдать в настоящее время. Этот период носит название иерархической эпохи. В это время та Вселенная, которую мы видим сейчас, начала приобретать свою форму. Материя начала объединяться в структуры различных размеров — звезды, планеты, галактики, галактические скопления, а также галактические сверхскопления, разделенные межгалактическими перемычками, содержащими всего лишь несколько галактик.
- Детали этого процесса могут быть описаны согласно представлению о количестве и типе материи, распределенной во Вселенной, которая представлена в виде холодной, теплой, горячей темной материи и барионного вещества. Однако современной стандартной космологической моделью Большого взрыва является модель Лямбда-CDM, согласно которой частицы темной материи движутся медленнее скорости света. Выбрана она была потому, что решает все противоречия, которые появлялись в других космологических моделях.
- Согласно этой модели на холодную темную материю приходится около 23 процентов всей материи/энергии во Вселенной. Доля барионного вещества составляет около 4,6 процента. Лямбда-CDM ссылается на так называемую космологическую постоянную: теорию, предложенную Альбертом Эйнштейном, которая характеризует свойства вакуума и показывает соотношение баланса между массой и энергией как постоянную статичную величину. В этом случае она связана с темной энергией, которая служит в качестве акселератора расширения Вселенной и поддерживает гигантские космологические структуры в значительной степени однородными.

- В течение первых минут расширения Вселенной начался период нуклеосинтеза (синтез химических элементов). Благодаря падению температуры до 1 миллиарда кельвинов и снижения плотности энергии примерно до значений, эквивалентных плотности воздуха, нейтроны и протоны начали смешиваться и образовывать первый стабильный изотоп водорода (дейтерий), а также атомы гелия. Тем не менее большинство протонов во Вселенной остались в качестве несвязных ядер атомов водорода.
- Спустя около 379 000 лет электроны объединились с этими ядрами водорода и образовали атомы (опять же преимущественно водорода), в то время как радиация отделилась от материи и продолжила практически беспрепятственно расширяться через пространство. Эту радиацию принято называть реликтовым излучением, и она является самым древнейшим источником света во Вселенной.
- С расширением реликтовое излучение постепенно теряло свою плотность и энергию. Реликтовое излучение простирается во всех направлениях и на расстояние около 13,8 миллиарда световых лет, однако оценка его фактического распространения говорит примерно о 46 миллиардах световых годах от центра Вселенной.