



БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

ФИЗИКА • ВСЕЛЕННАЯ • БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

Глава 1: Как была создана Вселенная?

• Что такое Большой взрыв?

Существует теория, по которой Большой взрыв произошел 13,7 миллиардов лет назад, когда Вселенная расширилась из очень плотного и раскаленного состояния. Вселенная все еще расширяется, вследствие чего ее температура значительно снизилась.

Теория Большого взрыва объясняет происхождение и эволюцию Вселенной. В частности, она объясняет, почему расстояние между кластерами галактик увеличивается.

• Рекомендуемые фильмы

- Теория Большого взрыва
- Холодная война и гамма-излучение



Во Вселенной существуют миллионы галактик, например, Галактика Водоворот M51

Дополнительный вопрос

В1. Что такое инфляция?

Считается, что после Большого взрыва диаметр Вселенной резко и очень быстро увеличился: это явление известно как инфляция. Диаметр стал в триллионы триллионы раз больше за очень короткое время, возможно, примерно за 10^{-32} секунд (или миллиардную триллионной триллионной доли секунды).

Инфляция затрагивает некоторые проблемы теории Большого взрыва. Например, Вселенная равномерна и однородна повсюду, и поэтому трудно понять, как такое могло произойти, если противоположные стороны Вселенной не взаимодействовали достаточно долгое время, чтобы достичь состояния равновесия. Эта проблема известна как проблема горизонта. Инфляция объясняет это тем, что Вселенная когда-то была очень мала, и все ее части находились в достаточно тесном контакте, чтобы достичь одинаковой температуры перед расширением. Таким образом, для сохранения однородности, Вселенная продолжала расширяться гораздо медленнее.

Хотя и не известна точная причина, вызвавшая инфляцию, предположения по этой теории подтвердились наблюдениями за космическим микроволновым фоновым излучением. Сейчас проводятся исследования для проверки предположений теории инфляции.

ДИАГРАММА 01:



• Существуют ли другие теории, помимо Большого взрыва?

Теория стационарной Вселенной была разработана в конце 1940-х гг. Она должна была стать альтернативой теории Большого взрыва. По ней предполагалось, что Вселенная не образовалась несколько миллиардов лет назад в результате одного события, а наоборот, этот процесс был продолжительным, создавались новые материи, что поддерживало постоянную плотность Вселенной.

Открытие космического микроволнового фонового излучения в 1960-м году привело к признанию теории Большого взрыва, так как не было вероятного объяснения данного излучения в теории стационарной Вселенной.

В 1990-м году была предложена новая версия стационарной Вселенной. Эта новая теория, квазистационарная космология, предполагает мини-события, или “минивзрывы”, произошедшие за время существования Вселенной. Однако эта теория не является широко признанной.

• Рекомендуемые фильмы

- Доказательство Большого взрыва
- Факты: Большой взрыв и ученые

ДИАГРАММА 02:



• Что было до Большого взрыва?

Обычно ответ на этот вопрос такой: до Большого взрыва 13,7 миллиарда лет назад ничего не было. Точнее, так как в результате Большого Взрыва было создано само время, вопрос не имеет смысла, поскольку не было никакого “до”. Тем не менее, есть некоторые модели ранних этапов развития Вселенной, которые не требуют времени. Если эти модели правильны, то не исключено, что Вселенная существовала в той или иной форме до Большого Взрыва. Некоторые теории предполагают, что Вселенная может быть циклической, каждый новый Большой Взрыв приводит к “концу” Вселенной. И если это правда, то Вселенная может быть намного старше 13,7 миллиардов лет.

• Рекомендуемый фильм

- Теория Большого взрыва

Дополнительный вопрос

В2. Как наступит конец Вселенной?

Раз мы полагаем, что Вселенная когда-то образовалась, т.е. у нее есть начало, то напрашивается вопрос, когда наступит ее конец, и как это произойдет. Есть несколько версий конца Вселенной, но считается, что дальнейшая ее судьба зависит от геометрии космоса или “формы” Вселенной.

Говоря простым языком, если гравитационное притяжение может замедлять и со временем остановить расширение Вселенной, то, возможно, Вселенная начнет сжиматься, и в итоге это закончится “Большим сжатием”. Возможно даже, что это приведет к очередному Большому взрыву, созданию Вселенной, которая будет расширяться, а потом снова сжиматься.

Или наоборот, Вселенная будет расширяться вечно. В конце концов, перестанут формироваться звезды, так как будут исчерпаны все источники энергии. После затухания последней звезды остатки будут медленно распадаться, и через некоторое время температура по всей Вселенной станет одинаковой, т.е. наступит “тепловая смерть”.

Глава 2: Расширение

• Что такое красное смещение?

Красное смещение света далеких галактик свидетельствует о том, что они отдаляются друг от друга, и доказывает теорию Большого взрыва.

Когда волны излучаются движущимся объектом, длина и частота волны изменяются. Например, если поезд движется в сторону неподвижного наблюдателя, звук от поезда будет звучать так, как будто он имеет более высокую частоту, чем если бы поезд стоял на месте. Как только поезд отходит от наблюдателя, частота звука уменьшается. Это происходит потому, что когда движущийся поезд издает звук, он либо перехватывает уже созданные волны, либо отдаляется от них, что ведет к уменьшению или увеличению расстояния между волнами. Это означает, что временная разница между волнами либо уменьшается, либо увеличивается. Скорость объекта может быть вычислена измерением изменений частоты.

Такой эффект свойственен и свету. Если объект движется к наблюдателю, длина волны уменьшается, смещая свет на короткую длину волны, голубой свет, т.е. к концу спектра. Если объект удаляется от наблюдателя, то смещение будет к красному.

При наблюдении далеких галактик, они кажутся смещенными в красную сторону. Существуют две причины этого: первая - галактики отдаляются друг от друга, а вторая - при прохождении света через расширенное пространство космоса его длина волны увеличивается, что также приводит к красному смещению.

• Рекомендуемые фильмы

- Доказательство Большого взрыва
- Факты: Красное смещение

Дополнительный вопрос

В3. Где произошел Большой взрыв?

Поскольку Вселенная расширяется во все стороны, то можно предположить, что расширение начинается от одной центральной точки, и что мы можем определить, где эта точка находится. Если отметить точки на поверхности воздушного шара, то при его расширении они будут удаляться друг от друга. Тогда вероятнее предположить, что центр шара там, где началось его расширение, но пространство в космосе аналогично поверхности шара. Так как все точки на поверхности отдаляются друг от друга, нет такой точки, от которой, мы могли бы утверждать, началось расширение. Также мы не можем определить точку, где произошел Большой Взрыв, вместо этого мы считаем, что взрыв произошел повсюду.

ДИАГРАММА 03:



• Почему некоторые галактики движутся по направлению к друг к другу?

При расширении пространства ожидается, что все галактики будут отдаляться друг от друга. Как правило, это верно, но в меньших масштабах (несколько миллионов световых лет). Гравитационное притяжение между соседними галактиками может притягивать их к друг другу, и поэтому галактики часто встречаются кластерами.

- **Рекомендуемый фильм**
- **Доказательство Большого взрыва**

Дополнительный вопрос

В4. Почему кажется, что некоторые галактики движутся быстрее, чем другие?

Размер красного смещения связан со скоростью объекта. Некоторые далекие галактики имеют красное смещение такое большое, что скорость перемещения этих галактик предположительно больше скорости света.

Хотя это и невозможно, чтобы объекты перемещались быстрее света, такое явление происходит из-за расширения пространства между галактиками. Это может означать, что расстояние между галактиками увеличивается быстрее скорости света, хотя сами галактики не движутся с такой скоростью.

• Что такое постоянная Хаббла?

Поскольку Вселенная расширяется, галактики отдаляются друг от друга. Видимая скорость далеких галактик связана с их расстоянием от нас. По мере увеличения расстояния скорость галактик также увеличивается. Эта скорость может быть рассчитана по закону Хаббла: скорость удаленного объекта равна расстоянию, умноженному на постоянную Хаббла, которая измеряется в километрах в секунду на мегапарсек. Измерения постоянной Хаббла на данный момент показывают, что ее значение составляет около 70 км/с на мегапарсек, хотя различные методы измерения дают разные значения в диапазоне от 50 до 100 км/с на мегапарсек.

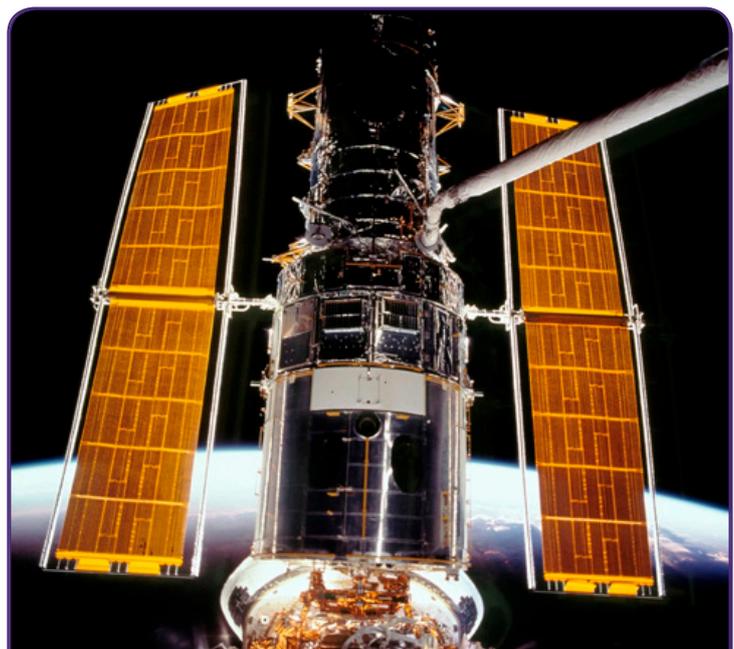
Это означает, что на каждый миллион парсеков (около трех миллионов световых лет) от нас до объекта его видимая скорость увеличивается примерно на 70 км/с. Для сравнения, наша галактика составляет около 30 тысяч парсеков в ширину, а расстояние до ближайшей галактики составляет около 0,8 миллионов парсеков.

- **Рекомендуемый фильм**
- **Доказательство Большого взрыва**

Дополнительный вопрос

В5. Кто такой Эдвин Хаббл?

Эдвин Хаббл - американский астроном. В начале 1920-х гг. Хаббл доказал, что некоторые звезды расположены далеко за пределами нашей галактики на Млечном Пути. Это открытие разрешило спор о том, что вся Вселенная состоит только из Млечного Пути, как это было принято считать в то время. Он также проанализировал красное смещение галактик, что привело к Закону Хаббла. В 1983 году предлагаемый Большой космический телескоп был переименован в Космический телескоп Хаббла, в знак признания вклада Эдвина Хаббла в астрономию. Телескоп был запущен в 1990 году и будет функционировать до 2014 года.



Космический телескоп Хаббл

Глава 3: Исследование Большого взрыва

• Что такое космическое микроволновое фоновое излучение?

Пространство в небе между звездами слабо “светится”. Это происходит на длине волны, которая не видна нам, и эти участки неба кажутся черными. Это “свечение” осталось со времен, когда Вселенная была гораздо жарче, около 400 000 лет после Большого Взрыва. В это время впервые образовались атомы. Это означает, что свет не поглощался полностью, и поэтому излучение с того времени может быть обнаружено и сейчас. Однако расширение Вселенной увеличило длину волны излучения, и оно теперь видно только в форме микроволн.

Вид этого излучения согласуется с теорией Большого взрыва, и это считается убедительным доказательством того, что теория верна.

• Рекомендуемые фильмы

- Доказательство Большого взрыва
- Случайная Нобелевская премия



Микроволны, обнаруженные в космическом пространстве, аналогичны волнам в микроволновых печах

Дополнительный вопрос

В6. О чем свидетельствует микроволновое фоновое излучение?

Хотя космический микроволновый фон кажется равномерным и однородным, есть небольшие колебания, которые говорят нам о состояниях после Большого Взрыва и эволюции Вселенной. По этой причине измерения постоянно совершенствуются. Космическая обсерватория Планка была запущена в 2009 году для изучения микроволнового фонового излучения и проверки положений теории Большого взрыва, чтобы помочь нам понять, как именно образовалась Вселенная.

• Как распространение легких элементов подтверждает теорию Большого взрыва?

Считается, что после Большого взрыва образовались легкие элементы, такие как водород, гелий и литий, а более тяжелые элементы еще не были сформированы. Согласно теории Большого взрыва период образования элементов длился 20 минут после взрыва, и это слишком короткое время для образования тяжелых элементов.

Измерение распространенности этих элементов подтвердило предположения теории Большого взрыва, и это считается еще одним доказательством того, что теория верна.

• Рекомендуемые фильмы

- Теория Большого взрыва
- Доказательство Большого взрыва

• Что может Большой адронный коллайдер рассказать о Большом взрыве?

В большинстве экспериментов на большом адронном коллайдере (БАК) сталкивают протоны на высокой скорости. Тем не менее, БАК также проводит эксперименты с ионами свинца. Эти столкновения создаются для распространения большого количества энергии на относительно большой объем. Это попытка произвести совершенно новую форму материи, кварк-глюонную плазму.

Протоны и нейтроны находятся в ядрах атомов. Они состоят из кварков, которые очень плотно связаны друг с другом частицами, называемыми глюонами. Необходимо огромное количество энергии, чтобы извлечь кварки из протонов или нейтронов, и даже если это получится, то при столкновении протонов, при высокой энергии, кварк мгновенно распадется и образует «поток» других частиц. Однако, если произойдет столкновение ядер на очень высокой скорости, то есть вероятность образования «огненного шара». Внутри сформировавшейся горячей материи кварки могут свободно двигаться. Это известно как кварк-глюонная плазма. Считается, что примерно через триллионную долю секунды после Большого взрыва Вселенная состояла из кварк-глюонной плазмы. Вскоре после этого, через миллионную долю секунды после Большого взрыва, Вселенная остыла достаточно для формирования протонов и нейтронов. Изучение кварк-глюонной плазмы путем столкновения ядер свинца поможет нам лучше понять ранние этапы Большого Взрыва.

• Рекомендуемый фильм

– Большой адронный коллайдер

Дополнительный вопрос

В7. Что такое антивещество?

При образовании вещества образуется и антивещество. Например, когда создается электрон, образуется его антивещество – позитрон. У него противоположный заряд, но такая же масса. Если эти две частицы соединить, они разрушаются, выделяя при этом энергию.

Кажется, что Вселенная состоит полностью из «нормального» вещества. Не совсем понятно, как это возможно, т.к. предполагается образование одинакового количества вещества и антивещества во время Большого взрыва. Возможно, эксперименты на БАКе смогут дать некоторое представление о том, как это могло произойти.

• Тест

Теория Большого взрыва

Основной

• Когда произошел Большой взрыв?

- А – 65 миллионов лет назад
- В – 13,7 миллиардов лет назад
- С – 46 миллиардов лет назад

• За какое время сформировались первые частицы?

- А – 1 секунда
- В – 1 год
- С – 1 миллион лет

• Как называются первые газовые облака?

- А – кластеры
- В – туманность
- С – галактики

• Атомы каких элементов образовались первыми?

- А – лития и бора
- В – углерода и азота
- С – водорода и гелия

Углубленный

• За какое время Вселенная достаточно охладилась, чтобы образовались атомы?

- А – 15 000 лет
- В – 380 000 лет
- С – 2 миллиона лет

• Через какое время после Большого взрыва сформировались первые газовые облака?

- А – 380 000 лет
- В – сотни миллионов лет
- С – миллиарды лет

• Через какое примерное время после Большого взрыва сформировался Млечный путь?

- А – сотни миллионов лет
- В – 1 миллиард лет
- С – 5 миллиардов лет

• Через какое время после Большого взрыва сформировалась Земля?

- А – 1 миллиард лет
- В – 5 миллиардов лет
- С – 9 миллиардов лет

Доказательство Большого взрыва

Основной

• Когда впервые было обнаружено расширение Вселенной?

- А – 1750 г
- В – 1810 г
- С – 1929 г

• Кто открыл расширение Вселенной?

- А – Эдмунд Галлей
- В – Эдвин Хаббл
- С – Фред Хойл

• Какое излучение является доказательством теории Большого взрыва?

- А – микроволновое
- В – инфракрасное
- С – ультрафиолетовое

• Когда было обнаружено фоновое излучение?

- А – 1817 г
- В – 1965 г
- С – 1993 г

Углубленный

• Что происходит почти со всеми галактиками на данный момент?

- А – приближаются к друг другу
- В – отдаляются друг от друга
- С – растут

• Почему происходит красное излучение света далекими звездами и галактиками?

- А – часть света поглощается пылевыми облаками
- В – расширение пространства вызвало изменение длины волны света
- С – галактики и звезды обычно излучают красный свет

• Что такое космическое микроволновое фоновое излучение?

- А – послесвечение Большого взрыва
- В – свет, излучаемый звездами и галактиками
- С – излучение радиоволн с Земли

• Когда было обнаружено космическое микроволновое фоновое излучение?

- А – 1920 г
- В – 1952 г
- С – 1965 г

Доказательство Большого взрыва

Основной

• Наличие каких элементов является доказательством теории Большого взрыва?

- А – водорода и гелия
- В – углерода и кислорода
- С – азота и фтора

Углубленный

• Когда образовались тяжелые элементы?

- А – во время Большого взрыва
- В – когда легкие элементы столкнулись с газовыми облаками
- С – после образования звезд

• Как по теории Большого взрыва образовалась Вселенная?

- А – Вселенная всегда существовала в своем первоначальном виде
- В – материя постоянно создается
- С – Вселенная расширилась из одной точки несколько миллиардов лет назад

• Ответы

Теория Большого взрыва

Основной

• Когда произошел Большой взрыв?

А – 65 миллионов лет назад

С – 46 миллиардов лет назад

• За какое время сформировались первые частицы?

В – 1 год

С – 1 миллион лет

• Как называются первые газовые облака?

А – кластеры

С – галактики

• Атомы каких элементов образовались первыми?

А – лития и бора

В – углерода и азота

Углубленный

• За какое время Вселенная достаточно охладилась, чтобы образовались атомы?

А – 15 000 лет

В – 380 000 лет

• Через какое время после Большого взрыва сформировались первые газовые облака?

А – 380 000 лет

С – миллиарды лет

• Через какое примерное время после Большого взрыва сформировался Млечный путь?

А – сотни миллионов лет

С – 5 миллиардов лет

• Через какое время после Большого взрыва сформировалась Земля?

А – 1 миллиард лет

В – 5 миллиардов лет

Доказательство Большого взрыва

Основной

• Когда впервые было обнаружено расширение Вселенной?

А – 1750 г

В – 1810 г

• Кто открыл расширение Вселенной?

А – Эдмунд Галлей

С – Фред Хойл

• Какое излучение является доказательством теории Большого взрыва?

В – инфракрасное

С – ультрафиолетовое

• Когда было обнаружено фоновое излучение?

А – 1817 г

С – 1993 г

Углубленный

• Что происходит почти со всеми галактиками на данный момент?

А – приближаются к друг другу

В – отдаляются друг от друга

• Почему происходит красное излучение света далекими звездами и галактиками?

А – часть света поглощается пылевыми облаками

С – галактики и звезды обычно излучают красный свет

• Что такое космическое микроволновое фоновое излучение?

В – свет, излучаемый звездами и галактиками

С – излучение радиоволн с Земли

• Когда было обнаружено космическое микроволновое фоновое излучение?

А – 1920 г

В – 1952 г

Доказательство Большого взрыва

Основной

• Наличие каких элементов является доказательством теории Большого взрыва?

A – водорода и гелия

B – углерода и кислорода

C – азота и фтора

Углубленный

• Когда образовались тяжелые элементы?

A – во время Большого взрыва

B – когда легкие элементы столкнулись с газовыми облаками

C – после образования звезд

• Как по теории Большого взрыва образовалась Вселенная?

A – Вселенная всегда существовала в своем первоначальном виде

B – материя постоянно создается

C – Вселенная расширилась из одной точки несколько миллиардов лет назад