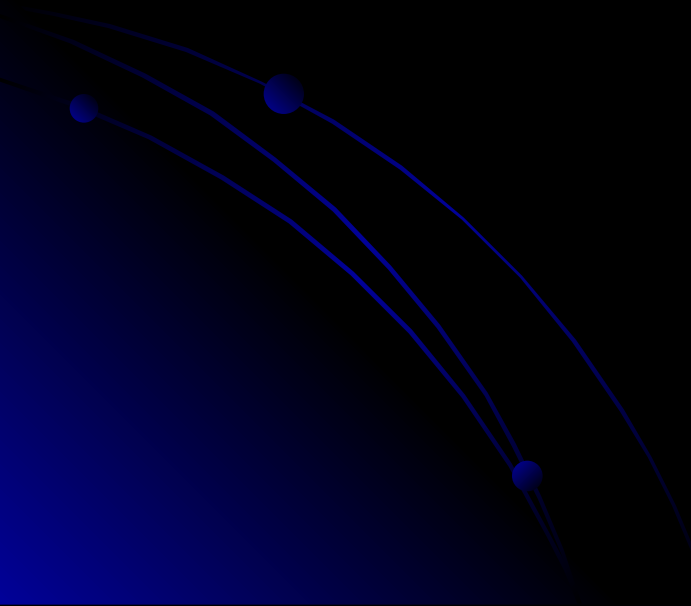


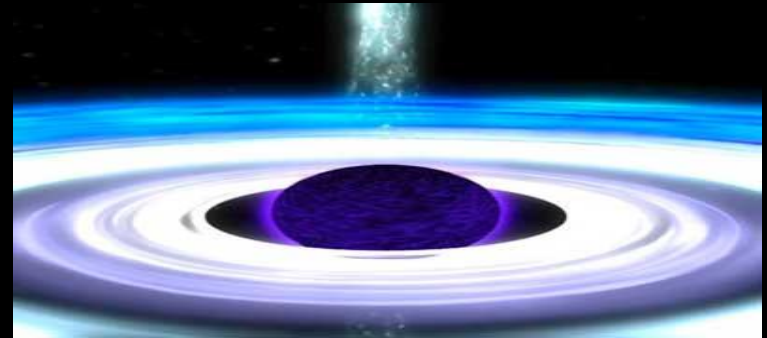
# Происхождение Вселенной Теория Большого взрыва

Выполнил:  
ученик 11 «А» класса  
средней школы №4 Пугачёв С.В.

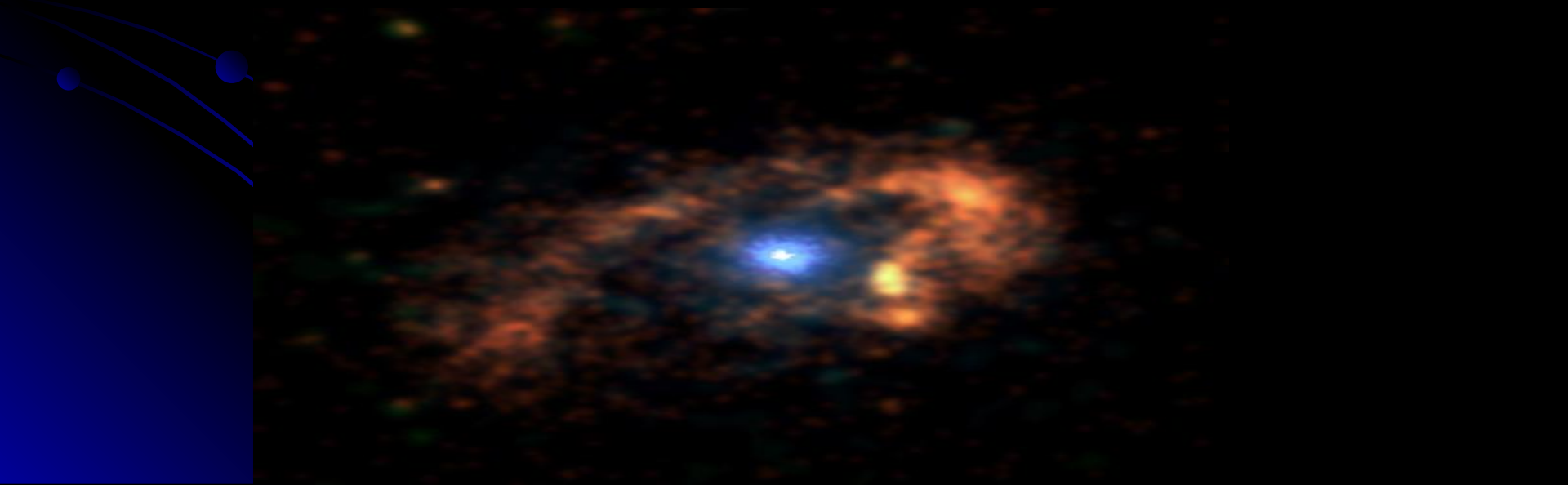


# История Вселенной согласно теории Большого взрыва

- В нулевой момент времени Вселенная возникла из сингулярности. В течение первой миллионной доли секунды, когда температура значительно превышала  $10^{12}\text{K}$ , а плотность была немыслимо велика, должны были неимоверно быстро сменять друг друга экзотические взаимодействия, недоступные пониманию в рамках современной физики. Однако есть основания полагать, что к концу первой миллионной доли секунды уже существовал первичный «бульон» богатых энергией («горячих») частиц излучения (фотонов) и частиц вещества.



В те первые мгновения все имевшиеся частицы должны были непрерывно возникать и аннигилировать. Любая материальная частица имеет некоторую массу, и поэтому для ее образования требуется наличие определенной «пороговой энергии»; пока плотность энергии фотонов оставалась достаточно высокой, могли возникать любые частицы. Мы знаем также, что, когда частицы рождаются из гамма-излучения (фотонов высокой энергии), они рождаются парами, состоящими из частицы и античастицы, например электрона и позитрона. В условии сверхплотного состояния материи, характерного для раннего этапа жизни Вселенной, частицы и античастицы должны были тотчас же после своего рождения снова сталкиваться, превращаясь в гамма-излучение. Это взаимное превращение частиц в излучение и обратно продолжалось до тех пор, пока плотность энергии фотонов превышала значение пороговой энергии образования частиц.



Судя по всему, должна была существовать некоторая диспропорция между частицами (протонами, нейтронами, электронами и т. д.) и античастицами (антипротонами, антинейтронами, позитронами и т. д.), так как все частицы (а не только все античастицы) исчезли бы в процессе аннигиляции. В окружающей нас части Вселенной вещества несравнимо больше, чем антивещества, которое лишь изредка встречается в виде отдельных античастиц. Не исключено, конечно, что на ранней стадии эволюции Вселенной в ней были области, где доминировало вещество, и области с преобладанием антивещества - в этом случае возможно существование звезд и целых галактик, состоящих из антивещества; на больших расстояниях они были бы неотличимы от привычных нам звезд и галактик из вещества. Однако у нас нет никаких свидетельств в пользу этого предположения, поэтому более разумным кажется считать, что с самого начала возник небольшой, но заметный дисбаланс частиц и античастиц. В настоящее время разрабатывается ряд теорий, в которых такой дисбаланс находит вполне естественное объяснение.



После того как вещество стало прозрачным для электромагнитного излучения, в действие вступило тяготение: оно начало преобладать над всеми другими взаимодействиями между массами практически нейтрального вещества, составлявшего основную часть материи Вселенной. Тяготение создало галактики, скопления, звезды и планеты - все эти объекты образовались из первичного вещества, которое, в свою очередь, выделилось из быстро остывавшего и терявшего плотность первичного огненного шара; тяготению же предстоит определить путь эволюции и исход жизни всей Вселенной в целом. Тем не менее, многие вопросы, касающиеся эпохи, следовавшей за эпохой отделения излучения от вещества, остаются пока без ответа; в частности, остается нерешенным вопрос формирования галактик и звезд. Образовались ли галактики раньше первого поколения звезд или *наоборот*? Почему вещество сосредоточилось в дискретных образованиях - звездах, галактиках, скоплениях и сверхскоплениях, - когда Вселенная как целое разлеталась в разные стороны?

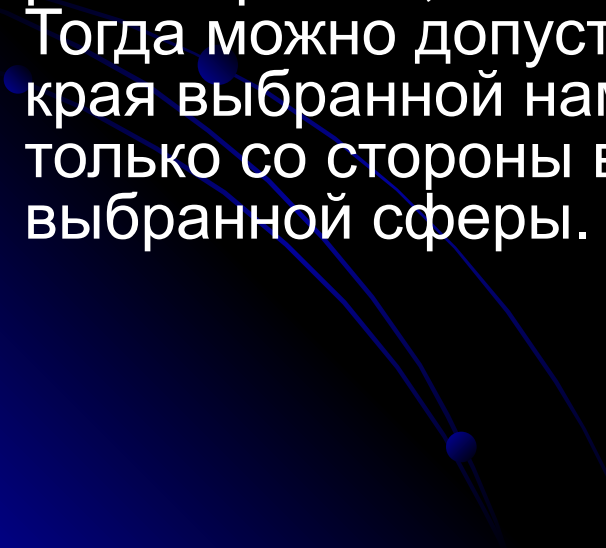
Успешное объяснение ряда явлений с помощью модели Большого взрыва привело к тому, что, как правило, не вызывает сомнения реальность происхождения микроволнового фонового излучения из расширяющегося первичного огненного шара в тот момент, когда вещество Вселенной стало прозрачным. Возможно, однако, что это слишком простое объяснение. В 1978 г., пытаясь найти обоснование для наблюдаемого соотношения фотонов и барионов (барионы - «тяжелые» элементарные частицы, к которым, в частности, относятся протоны и нейтроны) - 108:1, - М.Рис высказал предположение, что фоновое излучение может быть результатом «эпидемии» образования массивных звезд, начавшейся сразу после отделения излучения от вещества и до того, как возраст Вселенной достиг 1 млрд. лет. Продолжительность жизни этих звезд не могла превышать 10 млн. лет; многим из них было суждено пройти стадию сверхновых и выбросить в пространство тяжелые химические элементы, которые частично собрались в крупинцы твердого вещества, образовав облака межзвездной пыли. Эта пыль, нагретая излучением догалактических звезд, могла, в свою очередь, испускать инфракрасное излучение, которое в силу его красного смещения, вызванного расширением Вселенной, наблюдается сейчас как микроволновое фоновое излучение.

# Будущее Вселенной

Оставляя в стороне спорный вопрос, касающийся образования галактик, посмотрим, что говорят современная теория и данные наблюдений относительно будущего развития Вселенной и ее вероятного конца.

Вне всякого сомнения, именно гравитационное взаимодействие определит дальнейший ход событий. Достаточно ли во Вселенной вещества для того, чтобы силы тяготения в конечном счете остановили процесс расширения и заставили галактики вновь начать падать друг на друга, в результате чего Вселенная закончила бы свое существование в некоем «Большом сжатии». Или же наоборот. Вселенная будет расширяться бесконечно?

Процесс расширения Вселенной можно рассматривать, используя понятие скорости убегания. Согласно закону всемирного тяготения Ньютона, эффективная гравитационная сила, действующая на частицу, находящуюся внутри пустой сферической оболочки, равна нулю— притяжение, вызываемое разными частями оболочки, взаимно компенсируется. То же имеет место и в общей теории относительности. Следовательно, если выбрать для исследования типичную сферическую область Вселенной, то все остальное можно считать полой толстостенной оболочкой, расположенной вне интересующей нас области, поскольку в силу космологического принципа все направления во Вселенной равноправны, а вещество в ней распределено равномерно. Тогда можно допустить, что на галактику, расположенную у края выбранной нами области, действуют силы притяжения только со стороны вещества, находящегося *внутри* выбранной сферы.





Если это вещество распределено равномерно, то галактика будет притягиваться к центру сферы так, как если бы там была сосредоточена вся заключенная внутри сферы масса. В своем движении относительно центра сферы эта «пробная» галактика должна вести себя, как снаряд, выпущенный «наружу» из этой точки. Если скорость галактики достаточно велика, т. е. если она превышает скорость убегания, характерную для этой сферической области, то галактика будет продолжать свое движение вечно (открытая вселенная), но если скорость галактики недостаточна, то она в конце концов уменьшится до нуля, после чего галактика начнет двигаться к центру сферы (замкнутая вселенная).

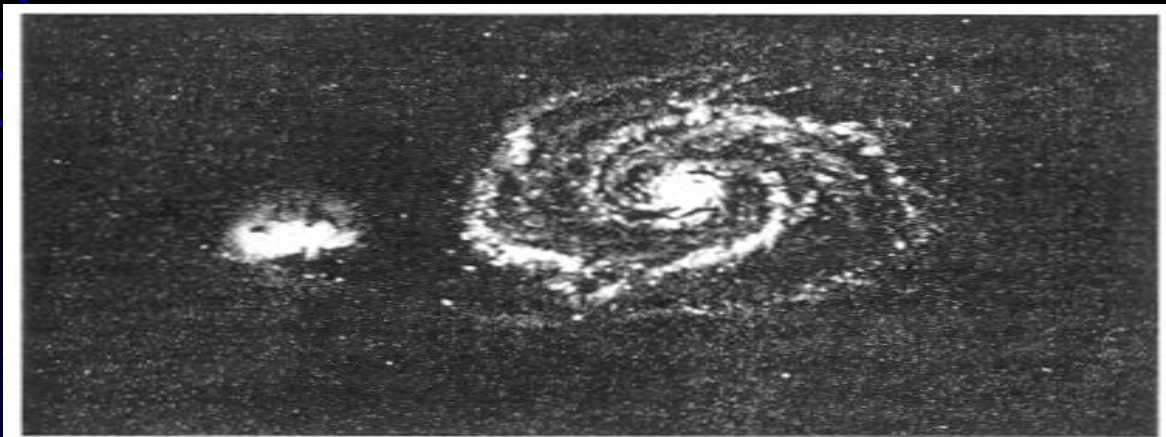


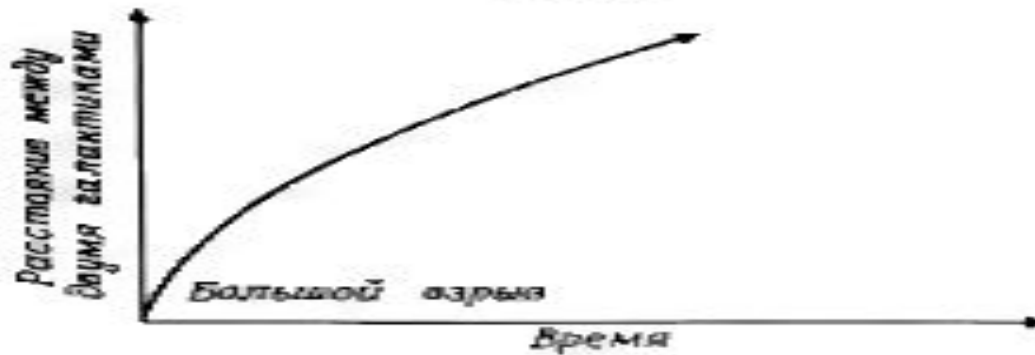
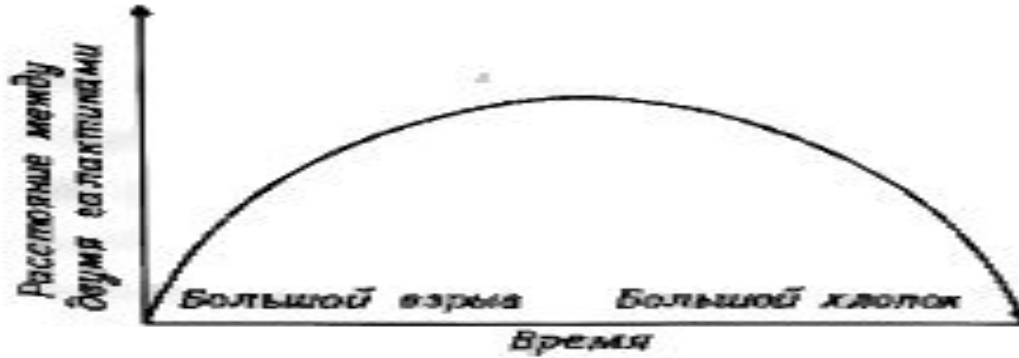
Рис. 3.1

Зная скорость разбегания галактик - она определяется значением постоянной Хаббла, - можно оценить необходимую величину массы, которая должна содержаться в данном объеме пространства, чтобы расширение когда-то прекратилось; иначе говоря, требуется рассчитать среднее значение плотности вещества, которая обеспечила бы существование замкнутой вселенной. Если окажется, что средняя плотность вещества превышает некоторое значение, называемое *критической плотностью*, то Вселенная через какое-то время должна перестать расширяться - тогда поле битвы останется за силами тяготения и коллапс вещества Вселенной будет неизбежным.



Принимая  $H_0 = 55 \text{ км/с} \cdot \text{Мпс}$ , находим, что значение критической плотности примерно равно  $5 \cdot 10^{-27} \text{ кг/м}^3$ , или в среднем примерно 3 атома водорода в  $1 \text{ м}^3$  - это очень немного! При такой плотности Вселенная должна быть очень большой, а вещество в ней - очень разреженным. Определение средней плотности вещества во Вселенной - одна из важнейших задач современной астрономии.

# Модели расширяющейся вселенной



# Какая судьба ожидает вечно расширяющуюся Вселенную?

Если наша Вселенная будет неограниченно расширяться - а об этом свидетельствуют почти все данные наблюдений, - то что ее ожидает в будущем? По мере расширения пространства материя становится все более разреженной, галактики и скопления все более удаляются друг от друга, а температура фонового излучения неуклонно приближается к абсолютному нулю. Со временем все звезды завершат свой жизненный цикл и превратятся либо в белых карликов, остывающих до состояния холодных черных карликов, либо в нейтронные звезды или черные дыры. Эра светящегося вещества закончится, и темные массы вещества, элементарных частиц и холодного излучения будут бессмысленно разлетаться в непрерывно разрежающейся пустоте.

Дж.Б.Берроу из Оксфордского университета и Ф. Типлер из Калифорнийского университета нарисовали такую картину отдаленного будущего неограниченно расширяющейся вселенной. Даже внутри старой нейтронной звезды сохраняется еще достаточно энергии, чтобы время от времени сообщать частицам, находящимся вблизи ее поверхности, скорость, превышающую скорость убегания; предполагается, что в результате этого через достаточно продолжительное время все вещество нейтронной звезды должно испариться. Распадутся и черные дыры, вызвав рождение (в равных пропорциях) частиц и античастиц.



По мнению Берроу и Типлера, если запас энергии во Вселенной достаточен только для того, чтобы обеспечить ее неограниченное расширение, то эффект электрического притяжения в электронно-позитронных парах перевесит и гравитационное притяжение, и общее расширение Вселенной как целого; поэтому за конечное время все электроны проаннигилируют со всеми позитронами. В конечном итоге последней стадией существования материи окажутся не разлетающиеся холодные темные тела или черные дыры, а безбрежное море разреженного излучения, остывающего до конечной, повсюду одинаковой, температуры.

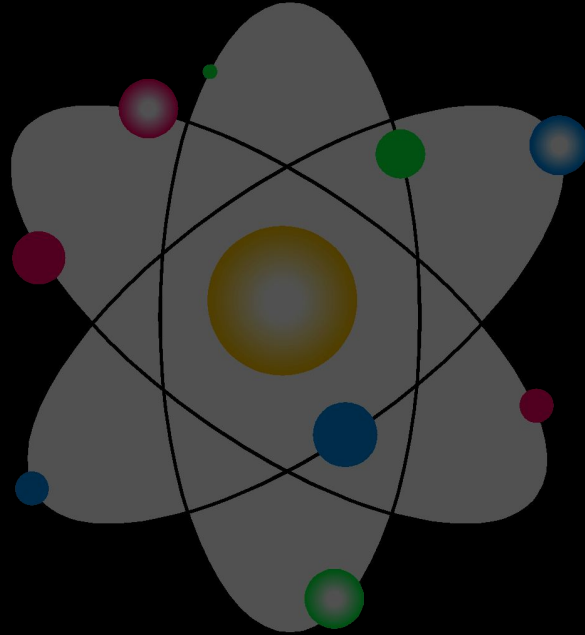


Второе начало термодинамики предсказывает, что конец Эволюции Вселенной наступит, когда выравняется температура ее вещества - так как тепло передается от более теплых тел к более холодным, различие их температур со временем сглаживается и совершение работы становится невозможным. Эта мысль о «тепловой смерти» Вселенной была высказана еще в 1854г. Германом Гельмгольцем (1821-1894). Небезынтересно отметить, что наше современное представление о неограниченно расширяющейся Вселенной вместе с концепцией квантового излучения черных дыр, которая основана на аналогии между гравитацией и термодинамикой, по существу, привело, только более кружным путем, к выводам, сделанным Гельмгольцем.



Мы не знаем с определенностью, каков должен быть исход противоборства расширения Вселенной и гравитационного притяжения ее вещества. Если победит тяготение, Вселенная когда-нибудь сколлапсирует в процессе Большого сжатия, которое может оказаться либо концом ее существования, либо прелюдией к новому циклу расширения. Если же силы тяготения проиграют сражение, то расширение будет продолжаться неограниченно долго, но тем не менее гравитация будет играть существенную роль в определении окончательного состояния вещества Вселенной: станет ли оно безбрежным морем однородного излучения или же будет рассеиваться множеством темных холодных масс. В неясном далеком будущем прошедшая эпоха звездной активности может показаться лишь кратчайшим мгновением в бесконечной жизни Вселенной.

Так неужели, же Вселенная обречена на вечное расширение? Пока все данные говорят именно об этом, хотя нельзя без боли думать о превращении нашего удивительного и сложного мира в бесформенную темную пустоту. По-видимому, многим была бы больше по душе пульсирующая модель, дающая надежду на возрождение пусть не живых существ, но по крайней мере таких привычных нам вещей, как вещество и излучение. Однако, что бы мы ни предпринимали, это не изменит ни плотности космического вещества, ни судьбы космоса - нам остается принимать его таким, каков он есть: Вселенную не выбирают.



Конец

