

Космическое пространство

• Как астрономы изучают Вселенную?

На протяжении сотен лет телескопы использовались для изучения ночного неба. Простой телескоп можно сделать из двух линз для получения увеличенного изображения. Однако, использование линз имеет существенные недостатки. Большие стеклянные линзы трудно производить без дефектов, и, чем линзы больше, тем больше они могут деформироваться под действием собственного веса. Кроме того, различные длины волн света могут изменяться по-разному при прохождении через линзу, а некоторые длины волн, такие как ультрафиолет, полностью блокируются. Это должно учитываться и исправляться.

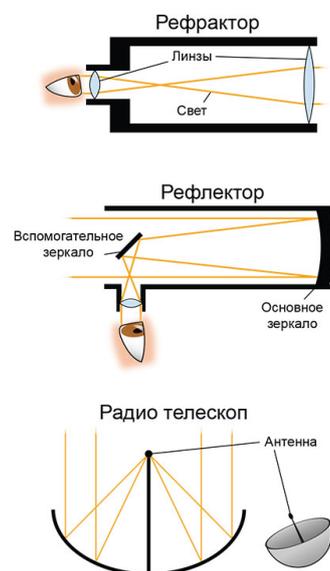
По этим причинам вместо линз обычно используются изогнутые зеркала. Они собирают свет на большой площади и фокусируют его для получения изображения. Преимуществом является то, что гораздо легче сделать большое изогнутое зеркало, чем большую полированную линзу без каких-либо дефектов. Размер самой большой линзы составляет около 1 м, крупнейшие зеркала превышают 8 м.

ДИАГРАММА 01:



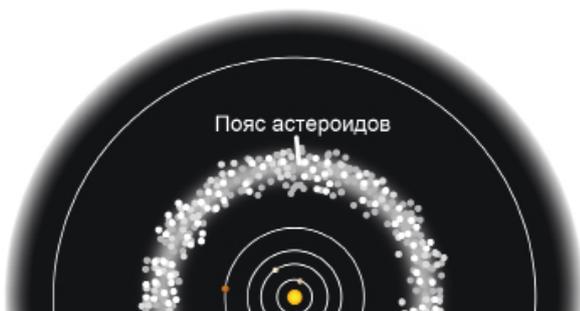
Телескопы

ФИЗИКА • ВСЕЛЕННАЯ • КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО



Пояс астероидов

ФИЗИКА • ВСЕЛЕННАЯ • КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО



Телескоп-рефлектор, собранный
Сэром Исааком Ньютоном в XVII веке

• Рекомендуемые фильмы

- Телескопы
- Как создаются зеркала?

Дополнительные вопросы

В1. Телескопы распознают только видимый свет?

Нет. Как и оптические телескопы, которые обнаруживают видимый свет, есть и другие виды оборудования, которое может обнаружить ультрафиолетовые, инфракрасные, рентгеновские лучи, гамма-лучи и радиоволны, испускаемые от удаленных объектов. Атмосфера Земли блокирует некоторые длины волн, поэтому это оборудование должно быть выведено на орбиту, чтобы обнаруживать сигналы.

В2. Как часто астрономы смотрят в телескоп?

Астрономы редко смотрят прямо через окуляр телескопов. Фотопленка обеспечивает постоянную запись того, что в настоящее время наблюдается, а также может в течение длительного времени просматриваться для выделения слабых объектов, которые невидимы для человеческого глаза.

Современные телескопы записывают изображения в цифровом формате вместо использования фотопленки. Это делается с помощью светочувствительных устройств, называемых ПЗС (приборы с зарядовой связью) для обнаружения света. Та же технология используется в цифровых камерах.

• Какое влияние на астрономию оказывает атмосфера Земли?

Эффект атмосферного мерцания создает проблемы для астрономов. Из-за влияния атмосферной турбулентности изображения звезд и других объектов получаются искаженными. Это как если бы вы смотрели на свет через воду, находясь на дне бассейна – движение воды изменяет перемещение света и искажает изображение. Это причина, по которой нам кажется, что звезды мерцают.

Дополнительные вопросы

В3. Зачем телескопы были отправлены в космос?

Телескопы можно разместить над атмосферой во избежание воздействия атмосферного мерцания и обнаружения длин волн света, которые не могут проходить через атмосферу Земли. Атмосферное мерцание стало причиной запуска космического телескопа “Хаббл” в 1990 году. “Хаббл” был первым из четырех “великих обсерваторий” НАСА, каждая из которых наблюдает определенный тип света. “Хаббл” наблюдает видимый свет и ближнюю УФ-область. Обсерватория Гамма-лучей “Комптон” была запущена в 1991 году и действовала до 2000 года, когда один из ее гироскопов упал, и она была намеренно утоплена в Тихом океане. Рентгеновская обсерватория “Чандра” была запущена в 1999, за ней последовал космический телескоп Спитцер, предназначенный для инфракрасного диапазона, запущен в 2003 году. В 2009 году, как и планировалось, охлаждающая жидкость Спитцера закончилась, хотя телескоп по-прежнему в состоянии делать некоторые измерения.

НАСА в сотрудничестве с Европейским космическим агентством (ЕКА) и Канадским космическим агентством (ККА) планируют запустить в 2014 году космический телескоп имени Джеймса Уэбба. Он будет работать в инфракрасном диапазоне, который блокируется земной атмосферой, для обнаружения света от первых звезд и галактик. Он будет иметь 6,5-метровое зеркало, сделанное из 18 сегментов.

В4. Как телескопы могут скорректировать неточности под действием атмосферы?

Даже если телескопы не могут быть запущены в космос, есть способы уменьшения воздействия атмосферного мерцания. Обсерватории обычно строятся на больших высотах, где атмосфера тоньше и эффект турбулентности меньше. Искажения все же останутся, но есть способы, чтобы удалить их.

Например, можно удалить искажение изображения путем быстрого изменения формы зеркала для компенсации. Чтобы точно знать, как зеркало должно меняться, должна быть известна форма турбулентности. Это можно сделать с помощью соседней звезды или “искусственной звезды”, проецируемой в верхние слои атмосферы лазером, и отслеживая ее искажение. И затем это используется для вычисления требуемой регулировки зеркала.

Визуализация “Лаки” используется и профессиональными астрономами, и любителями. Она заключается в том, что очень быстро делается много снимков и выбираются изображения с наименьшим искажением, а затем комбинируются. Это может быть очень эффективным.

Спекл-визуализация использует обработку изображений. Как и в “Лаки”, делается много снимков в течение очень короткого срока, но вместо того, чтобы выбрать только лучшие изображения, корректируются искажения в каждом до их рекомбинации.

• Рекомендуемый фильм

- Космический телескоп “Хаббл”

Дополнительные вопросы

В5. Каков размер самых мощных телескопов?

Радиотелескопы, по форме напоминающие гигантские спутниковые антенны, могут быть огромными. Телескоп Аресибо в Пуэрто-Рико имеет диаметр около 300 м, Китай в настоящее время строит телескоп FAST (радиотелескоп с пятисотметровой апертурой), который будет иметь диаметр в 500 м, что примерно соответствует длине пяти футбольных полей. Он должен быть завершен в 2016 году.

Также два отдельных телескопа, далеких друг от друга, можно соединить, чтобы создать эквивалент очень большого телескопа. Это может быть использовано для измерения диаметра удаленных объектов.

Оптические телескопы, которые наблюдают видимый свет, сделаны настолько большими, насколько возможно, чтобы собрать как можно больше света для изображения тусклых нечетких объектов. Однако производственные отражатели больше 5 м создают проблемы. Трудно изготовить большие зеркала необходимой точности. Вес тоже становится проблемой, так как зеркало начинает оседать под действием собственного веса. По этой причине более крупные зеркала производятся из сегментов, и они должны быть изготовлены очень точно.

Крупнейшие телескопы имеют зеркала диаметром около 10 м (космический телескоп Хаббл имеет зеркало диаметром 2,4 м). Планируется создание еще нескольких зеркал, которые будут намного больше. Европейская Южная обсерватория (ESO) рассмотрела проект под названием OWL (подавляюще большой телескоп), который имел бы сегментированное зеркало диаметром 100 м. Но было решено, что стоимость около 1 млрд. фунтов стерлингов слишком высока. Вместо этого конструируется Европейский чрезвычайно большой телескоп (E-ELT) с зеркалом в 42 м из 984 сегментов и планируется, что он будет завершен к 2018 году.

В6. Что такое жидкие зеркала?

Одной из альтернатив использования сегментированных зеркал является использование жидкости. Если вращать жидкость, её поверхность становится изогнутой. Чтобы достигнуть этого эффекта, нужно использовать жидкий металл. Ртуть является наиболее очевидным выбором, поскольку она превращается в жидкость при комнатной температуре, но она токсична для человека и животных. Галлий становится жидким при температуре выше 30 °C, и есть сплавы галлия и индия, которые становятся жидкими при комнатной температуре, но они дороже. Жидкие зеркала намного дешевле по сравнению с полированными металлическими зеркалами, но имеют ограничения: телескоп не может быть отклонен от вертикали, иначе жидкость потеряет форму.

Глава 2: Масштабы Вселенной

• В чем выражается астрономическое расстояние?

При рассмотрении расстояния между звездами или галактиками неудобно использовать такие единицы измерения, как километры, так как расстояния слишком велики. Километры могут быть использованы для расстояний в пределах Солнечной системы. Луна находится на расстоянии около 384 000 км от Земли, а Солнце на расстоянии около 150 млн км от Земли. Тем не менее, ближайшая к нам звезда находится примерно в 40 000 000 000 000 км от Солнца. Расстояние до ближайшей спиральной галактики, Андромеды, равно 20 000 000 000 000 000 км. Безусловно, мы должны использовать другие единицы измерения. Есть три единицы измерения, которые обычно используются для выражения расстояний в астрономии: световой год, парсек и астрономическая единица (а.е.).

• Рекомендуемые фильмы

- Размеры Вселенной
- Что такое световой год?

Дополнительные вопросы

В7. Что такое световой год?

Свет перемещается чрезвычайно быстро. За одну секунду свет проходит 300 000 км – это примерно расстояние от Земли до Луны. Мы могли бы определить это как одну световую секунду. Аналогично, расстояние, которое свет проходит за один год, составляет около 9 500 000 000 000 км и называется световым годом. Если использовать эти единицы измерения, то расстояние от Земли до Солнца составляет около 8,3 световых минут, а расстояние до ближайшей звезды, Проксима Центавра, составляет 4,2 световых года. Андромеда находится на расстоянии приблизительно 2,5 миллионов световых лет, и край наблюдаемой Вселенной – на расстоянии около 46 миллиардов световых лет от Земли. Наш самый далекий космический корабль “Вояджер 1” находится примерно в 25 световых часах от нас.

В8. Что такое парсек?

Парсек также используется для измерения больших расстояний. Так как Земля вращается вокруг Солнца, если положение звезды отмечалось шесть месяцев назад, она появится на небе смещенной. Этот эффект называется параллакс. Такой же эффект можно наблюдать, поставив палец перед лицом, и просмотрев на него через один глаз, затем через другой. Так как звезды очень далеко, эффект незначительный. Астрономы фиксируют угол, на который смещается звезда, и если звезда сдвинулась на 1/60 градуса, мы говорим, что это расстояние в 1 парсек. Это примерно равно 3,26 световых лет.

Ближайшая к нам звезда, Проксима Центавра, находится на расстоянии более 4 световых лет от Земли. Это означает, что все известные звезды находятся на расстоянии более 1 парсек, и чем дальше звезда, тем меньше очевиден сдвиг ее позиции. Этот метод сложно использовать для больших расстояний, тем более, что атмосфера Земли ограничивает возможность получения четких изображений звезд.

Миссия Hipparcos (спутник для сбора высокоточных параллаксов) ЕКА, запущенная в 1989 году, измерила звезды до 1000 парсек.

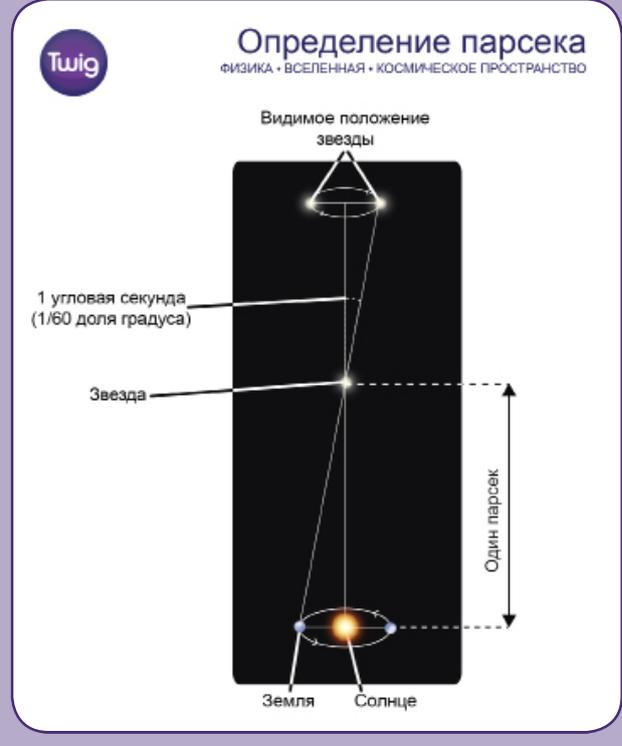
НАСА планировало подобную миссию FAME (исследователь астрометрического отображения полного неба), но она была отменена в 2002 году, за два года до запланированного запуска.

ЕКА запустит преемника Hipparcos Gaia в 2013 году. Он будет в 10 раз более точным. Его точность до 0,00001 угловых секунд позволит зарегистрировать около 1 миллиарда звезд на расстоянии около 8000 парсек.

В9. Что такое астрономическая единица?

Астрономическая единица (а.е.) равна радиусу орбиты Земли вокруг Солнца. Она часто используется, поскольку помогает найти парсек, который связан с диаметром орбиты Земли вокруг Солнца. А.е. удобно использовать для измерения расстояния в пределах Солнечной системы. Марс примерно находится в 1,5 а.е. от Солнца, а самая далекая планета от Солнца, Нептун, находится на расстоянии около 30 а.е. от Солнца или около 4 световых часов. Предел солнечного ветра от Солнца равен 100 а.е. Самая дальняя граница Солнечной системы, край Облака Оорта, регион замороженных тел, который, как считается, существует далеко за внешними планетами, находится на расстоянии 100000 а.е. или 1,6 световых лет.

ДИАГРАММА 02:



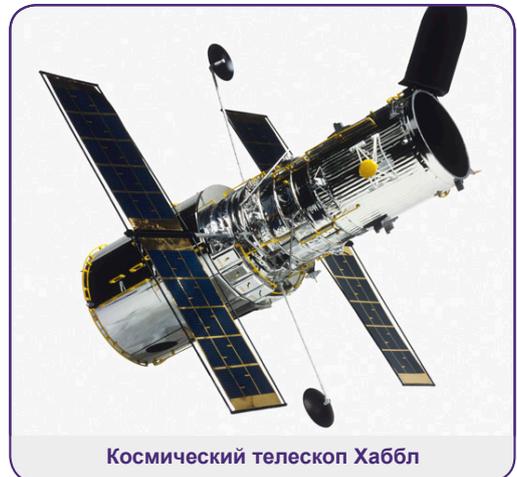
• Как измеряется расстояние в астрономии?

В астрономии важно знать масштабы Вселенной и расстояния до звезд, галактик и других объектов. Чтобы измерить расстояние между ними и Землей, невозможно отправиться к этим объектам, поэтому астрономы должны использовать другие, гениальные способы расчета расстояния.

Использование параллакса, видимого изменения положения звезды, когда Земля находится в двух различных точках, работает только на относительно коротких расстояниях. Остается надеяться, что этот метод в скором времени будет расширен для измерения расстояний до звезд в тысячи парсеков от нас, но это все равно будет меньше на треть диаметра нашей Галактики.

Стандартные свечи часто используются в этих целях, это объекты определенного класса, свойства которых мы знаем и можем предсказать их яркость. Затем сравниваем с яркостью, которую мы наблюдаем, и, чем дальше объект, тем тусклее его свет. Так мы можем посчитать насколько далеко расположен объект. Однако есть некоторые трудности, например, свет может быть поглощен пылью или газом. Если это не учитывается, может показаться, что объект находится дальше, чем на самом деле.

Поскольку Вселенная расширяется, мы можем определить, что чем дальше объект, тем быстрее он отдаляется от нас. Если мы знаем форму этих отношений (задается постоянной Хаббла, примерно 70 километров в секунду на каждый миллион парсек), мы могли бы определить расстояние объекта, если бы знали скорость объекта. Скорость может быть определена через красное смещение. Чем быстрее объект удаляется от нас, тем больше частота его излучения кажется смещенной к красному концу спектра. Частоты света, как правило, испускаются различными типами звезд, мы можем рассчитать размер красного сдвига, вычислить кажущуюся скорость и использовать постоянную Хаббла для нахождения примерного расстояния.



Космический телескоп Хаббл

• Рекомендуемые фильмы

- Размеры Вселенной
- Что такое световой год?
- Факты: Красное смещение

Дополнительные вопросы

В10. Что такое Цефеиды?

Цефеиды – это звезды, которые расширяются и сжимаются предсказуемым образом. Считается, что звезды содержат гелий, и по мере их нагревания гелий становится вдвойне ионизированным (теряет два электрона), а затем поглощает тепло. Это расширяет звезду, и наружные слои остывают. Затем они переключаются на однократную ионизацию, и в таком виде тепло проходит через них и уходит. Из-за этого звезда остывает, внешние слои падают обратно в центр, они нагреваются и становятся вдвойне ионизированными снова, и процесс повторяется.

Яркость звезды связана с периодом её расширения и сжатия. Это означает, что измерение времени цикла звезды позволяет нам вычислить ее яркость. Из чего следует, что звезда может быть использована в качестве стандартной свечи и для вычисления расстояния.

В11. Что еще можно использовать в качестве стандартной свечи?

Определенный тип сверхновой звезды, сверхновая типа 1а, образуется при взрыве белого карлика определенного размера. Это происходит, когда белый карлик постепенно собирает материал с пространства, достигает необходимого размера и взрывается. Поскольку такое происходит только для конкретного размера, яркость взрыва, как полагают, всегда одинаковая. По этой причине сверхновая звезда типа 1а может быть использована в качестве стандартных свечей для вычисления расстояния.

• Насколько велика Вселенная?

Чтобы свет от звезды дошел до нас, требуется время, поэтому существуют области Вселенной, которые мы не можем исследовать, так как свет от них еще не успел добраться до нас с тех пор, как была создана Вселенная. Мы считаем, что Большой взрыв произошел 13,7 млрд лет назад, так что можем ожидать, что расстояние до края видимой области Вселенной составляет 13,7 миллиардов световых лет в любом направлении. На самом же деле, Вселенная расширяется с момента Большого взрыва, и хотя свет от края видимой Вселенной движется 13,7 миллиардов лет, граница сейчас находится в 46,5 миллиардах световых лет (14 млрд. парсек).

Дополнительные вопросы

В12. Какой самый удаленный объект, который можно наблюдать?

Гамма-всплески являются наиболее ярким явлением во Вселенной. Считается, что они возникают, когда очень большая звезда коллапсирует, превращаясь в черную дыру и взрываясь, что иногда называют гиперновой. Гамма-всплеск возникает, когда материя на внешних областях звезды падает в черную дыру. Если черная дыра вращается с высокой скоростью, это приводит к выбросу потока материи на скорости, близкой к скорости света, вдоль оси вращения черной дыры. Если эти струи направлены в сторону Земли, наблюдается гамма-всплеск.

В 2004 году космический аппарат SWIFT НАСА был запущен для обнаружения и наблюдения гамма-всплесков. Так как гамма-всплески длятся очень мало, SWIFT сканирует небо, пока не обнаружится всплеск, а затем вращается для указания на явление. После того как явление установлено, оповещаются и направляются для наблюдения другие телескопы. SWIFT на настоящий момент исследовал более 500 гамма-всплесков.

В 2009 году SWIFT исследовал источник гамма-всплеска GRB 090423; это самый удаленный объект, который можно наблюдать. Свет от GRB 090423 был выпущен более 13 миллиардов лет назад, лишь 630 миллионов лет спустя после Большого Взрыва. Это может означать, что это звезда из первого поколения звезд, которые образовались после возникновения Вселенной.

• Рекомендуемый фильм

- Размеры Вселенной

Глава 3: Вселенная

• Из чего состоит Вселенная?

Вселенная состоит из миллиардов галактик, каждая из которых содержит миллиарды звезд. Галактики в десятки тысяч световых в ширину и разделены расстояниями в несколько миллионов световых лет. Вселенной около 13,7 миллиардов лет и, в связи с расширением, видимая Вселенная простирается примерно на 45 миллиардов световых лет во всех направлениях от нас.

Вселенная расширяется с момента Большого взрыва, и галактики отдаляются друг от друга по этой причине. Со временем мы могли бы ожидать, что гравитационное притяжение галактик замедлит расширение и, возможно, даже остановит, и галактики снова будут притягиваться назад вместе, наконец, закончив "Большим хрустом", и, возможно, последует еще один Большой Взрыв. С другой стороны, мы могли бы себе представить, что гравитационное притяжение всей материи во Вселенной недостаточно сильное, чтобы остановить расширение, и Вселенная будет расширяться вечно. Галактики будут отдаляться все дальше и дальше друг от друга, пока после невообразимого отрезка времени материал, доступный для звезд, не будет окончательно исчерпан. После того, как последние звезды перестанут светить, остатки будут медленно распадаться, пока, в конце концов, вся Вселенная не станет одной температуры. Это известно как тепловая смерть. Однако, есть некоторые сложности. В 1934 году астроном Фриц Цвикки обнаружил проблему со скоростью некоторых галактик. Он отметил, что видимой массы было недостаточно, чтобы обосновать скорость ее перемещения.

Сорок лет спустя Вера Рубин измерила путь перемещения звезд в галактиках. Ожидалось, что чем больше расстояние до звезды от центра галактики, тем медленнее она будет перемещаться. Вместо этого результаты показали очень небольшое различие в скоростях звезд. Казалось, что есть что-то еще, что мы пока не можем определить, что оказывает гравитационное притяжение на эти звезды. Это что-то было названо темной материей. И до сих пор не совсем ясно, что именно такое темная материя.

Еще одна проблема возникла после измерения в конце 1990-х. Измерения сверхновой звезды показали, что вместо замедления расширения Вселенной с момента Большого взрыва, как это всегда считалось, расширение на самом деле ускоряется. Что-то толкает галактики дальше друг от друга. Это известно как темная энергия, и для этого явления нет согласованного объяснения в целом.

Похоже, что большинство Вселенной состоит из темной материи и темной энергии, что бы это ни было. Все видимые нами массы во Вселенной, например, звезды, планеты, межзвездный газ и галактики, составляют лишь около 4% всей Вселенной. Около 23% занимает темная материя, и около 73% – темная энергия.

Дополнительные вопросы

В13. Что такое темная материя?

Никто не знает точно, чем именно является темная материя. Есть несколько предположений по этому поводу.

Вполне возможно, что Вселенная содержит большое количество темных объектов, таких как черные дыры или “звезды”, которые не накопили достаточно массы, чтобы сиять (коричневые карлики). Эти MACHO (массивные астрофизические компактные объекты гало) могут составить лишь небольшое количество темной материи. А если считать, что значительная часть темной материи состоит из этих объектов, это будет противоречить измерениям, рассчитывающим количество вещества, созданного в результате Большого Взрыва.

Другое предположение, что возможно существует большое количество медленно движущихся частиц, имеющих относительно большие массы, но не сильно взаимодействующие с обычной материей. В настоящее время предпринимаются попытки для обнаружения этих вимпов (слабо взаимодействующих массивных частиц). Они используют различные методы, но все связаны с обнаружением редких столкновений между вимпами и атомами в устройстве детектора.

Другие теории предполагают существование быстро движущихся частиц, например, неизвестный тип нейтрино. Тем не менее, это является недостаточным для объяснения свойств темной материи.

Некоторые ученые даже предполагают, что наша потребность в темной материи, чтобы объяснить некоторые наблюдения, может означать, что некоторые из наших физических законов являются ошибочными или неполными. Если изменить законы гравитации, то необъяснимое влияние и необходимость темной материи исчезнет. Каким бы не был состав темной материи в действительности, на данный момент это остается загадкой.

В14. Что такое темная энергия?

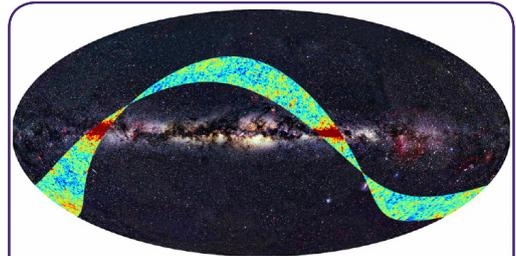
Хотя ученые знают, что темная энергия существует, из-за ускоряющегося расширения Вселенной ее природа остается полной загадкой. У нас нет реального объяснения тому, из чего состоит 70% Вселенной. Как и в случае темной материи, существует несколько теорий.

Вполне возможно, что само пространство содержит энергию, и, так как при расширении Вселенной образуется больше пространства, именно эта энергия ускоряет расширение Вселенной.

Или, возможно, есть некое поле, которое находится везде по всей Вселенной, с разной силой в разных точках, что и приводит к ускорению. Эта теория известна как квинтэссенция.

Как и в случае с темной материей, некоторые ученые считают, что темная энергия является признаком того, что имеются ошибки в теории гравитации. Они попытались изменить рассчитанное поведение гравитации в больших масштабах, чтобы устранить необходимость в темной энергии. Тем не менее, никаких убедительных альтернативных теорий до сих пор не найдено.

В настоящее время НАСА планирует проект под названием WFIRST (широкоугольный инфракрасный обзорный телескоп), который будет запущен примерно в 2020 году. Целью проекта является поиск доказательств темной энергии и определение того, чем же именно является темная энергия.



Изображение неба, отображенное спутником Планка, полученное Европейским космическим агентством

• Рекомендуемый фильм

- Поиск темной материи

• Что такое галактики?

ДИАГРАММА 03:



Галактика – это большая структура, содержащая миллиарды звезд. Солнце и Земля находятся на расстоянии около 25000 световых лет от центра галактики Млечного Пути. В ясную ночь Млечный Путь формирует полосу света на небе. Однако это сложно увидеть из городских районов, где Галактика скрыта световым загрязнением, вызванным искусственным светом, рассеянным в небе.

Млечный Путь является спиральной галактикой с перемычкой, где находится Солнечная система. Он содержит сотни миллиардов звезд. Это примерно в 100 000 световых лет в ширину и около 1000 световых лет в толщину, с выпуклостью в центре. До 1920-х годов, когда Эдвин Хаббл смог показать, что некоторые звезды находятся за пределами Млечного Пути, считалось, что Млечный Путь и есть вся Вселенная.

Млечный Путь является частью Местной группы галактик. Местная группа имеет диаметр около 10 миллионов световых лет и включает в себя около 30 галактик, в том числе Андромеду и нескольких галактик, которые вращаются вокруг Млечного Пути. И она является частью сверхскопления Дева, которое содержит около 100 скоплений галактик, как Местная группа.

Вся видимая Вселенная, как полагают, содержит 80 миллиардов галактик и, по оценкам, 50 секстиллионов звезд (это 22 нуля после 5).

• Что находится в центре галактик?

Считается, что почти каждая галактика имеет сверхмассивную черную дыру в центре. Центр нашей Галактики трудно исследовать из-за межзвездной пыли, которая закрывает обзор. Однако инфракрасные, рентгеновские, гамма-лучи и радиоволны могут пройти сквозь эту пыль, и поэтому галактический центр можно наблюдать с помощью этих длин волн.

Астрономы считают, что центр Млечного Пути содержит черную дыру более 4 миллионов раз больше массы Солнца. В 2008 году граница этой черной дыры, горизонт событий, был измерен и установлен равным 44 миллионам километров, что примерно около одной трети расстояния Земли от Солнца.

• Рекомендуемые фильмы

- Черные дыры
- Черная дыра Млечного Пути



Изображение художником черной дыры

Дополнительные вопросы

В15. Какова форма галактик?

Галактики имеют разнообразные формы. Диапазон форм эллиптических галактик: от сферической до почти дискообразной. Спиральные галактики имеют форму диска с центральной выпуклостью и, как правило, два спиральных рукава (хотя Млечный Путь состоит из четырех). Они также имеют относительно редкое сферическое гало звезд. В дополнение к этим формам некоторые галактики имеют неправильную форму, такую как кольца, в результате столкновений.

Дополнительные вопросы

В16. Что такое квазар?

В 1950-х гг был обнаружен ряд очень ярких и очень далеких объектов. Не было очевидного объяснения этих квазаров, так как они были слишком яркими, чтобы быть вызванными любым известным механизмом.

В настоящее время известно, что квазары являются галактиками с большими сверхмассивными черными дырами в центре. Так как материя закручивается в черную дыру, выделяется огромное количество энергии. Когда черная дыра поглощает пыль и газ рядом с ней, яркость уменьшается. По этой причине квазары появляются только у молодых галактик.

В17. Что такое черная дыра?

Если звезда становится сверхновой, и масса звезды очень большая, то считается, что ядро звезды может коллапсировать и превратиться в черную дыру. Гравитационное притяжение черной дыры настолько велико, что даже свет не может вырваться из нее. Центр черной дыры называется сингулярностью, точкой без объема и, следовательно, с бесконечной плотностью. Граница черной дыры называется горизонтом событий, ничто в пределах горизонта событий не может вырваться из черной дыры.

Большинство ученых согласны с тем, что черные дыры существуют. Они не наблюдались непосредственно, но воздействие, которое согласуется с поведением черных дыр, было обнаружено.

В18. Что в конечном счете происходит с черными дырами?

Черные дыры, как предполагают, испускают излучение Хокинга, названное в честь физика Стивена Хокинга. Это кажется невозможным, поскольку ничего, в том числе и свет, не может выйти за горизонт событий черной дыры.

Существует один механизм, который может привести к испусканию излучения черной дырой. Виртуальные частицы могут образовываться на короткое время, прежде чем исчезнуть снова. Обычно, если пара виртуальных частиц создается, они быстро рекомбинируют и исчезают, но если они образуются вблизи горизонта событий черной дыры, то, возможно, одна частица упадет к центру, а другая вырвется из черной дыры. Это приведет к испусканию излучения черной дырой.

Чем массивнее черная дыра, тем меньше излучения будет выделяться. Это означает, что черные дыры, которые имеют большую массу, излучают меньше и “испаряются” дольше. Это займет огромное количество времени для того, чтобы черная дыра исчезла в этом процессе. Считается, что черная дыра с такой же массой, что у Солнца, испарится за время во много много раз больше текущего возраста Вселенной.

Маленькие черные дыры должны испаряться быстрее, возможно, в течение нескольких миллиардов лет. При большем излучении черные дыры становятся меньше и испускают еще больше излучения. Это может в конечном итоге привести к сильному взрыву. Некоторые астрономы в настоящее время ищут доказательства взрывов черных дыр. Одна из миссий НАСА, космический гамма-телескоп “Ферми”, был запущен в 2008 году и в настоящее время находится на орбите Земли в поисках доказательств взрывов.

Некоторые ученые предположили, что черные микродыры можно создать в Большом адронном коллайдере. Однако это маловероятно. Если создать черную микродыру, она испарится почти мгновенно.

В19. Кто первым сделал предположение о существовании черных дыр?

Идея темной звезды с массой и гравитацией настолько большой, что свет не сможет покинуть ее поверхность, была впервые высказана Джоном Мичеллом в 1783 году и Пьер-Саймоном Лапласом в 1796 году, хотя эти идеи не были совместимы с идеей, что свет является волной без массы, на которую не действует сила тяжести.

В 1915 году общая теория относительности Эйнштейна показала, что гравитация влияет на свет, и было показано, что черные дыры теоретически возможны. Тем не менее, многие ученые, в том числе и Эйнштейн, не верили в существование черных дыр. И только в 1960-х годах стало общепринятым, что черные дыры являются реальными объектами.

• Тест

Черные дыры

Основной

• Что такое аккреционный диск черной дыры?

- А – границы области, из которой не может вырваться свет
- В – область в центре черной дыры
- С – область горячего газа, попадающего в черную дыру

• Что такое горизонт событий черной дыры?

- А – границы области, за пределы которой не может вырваться свет
- В – область в центре черной дыры
- С – область горячего газа, попадающего в черную дыру

• Что такое сингулярность черной дыры?

- А – границы области, за пределы которой не может вырваться свет
- В – область в центре черной дыры
- С – область горячего газа, попадающего в черную дыру

• Каков размер области в центре черной дыры?

- А – с точку
- В – в 4 раза больше Солнца
- С – несколько километров в ширину

Углубленный

• Насколько большой должна быть звезда, чтобы коллапсировать в черную дыру?

- А – хотя бы в 4 раза больше Солнца
- В – хотя бы в 20 раз больше Солнца
- С – хотя бы в 100 раз больше Солнца

• Что происходит при взрыве сверхновой звезды?

- А – звезда затягивает материю из окружающей среды
- В – звезда сжигает все свое топливо за раз
- С – внешние слои звезды выдуваются наружу

• Какой из примеров описывает центр черной дыры?

- А – сила притяжения огромна
- В – происходят ядерные реакции
- С – материя выбрасывается на высокой скорости

• Когда материя выбрасывается из области черной дыры?

- А – если материя очень горячая
- В – если черная дыра вращается быстро
- С – если у черной дыры заканчивается топливо

Масштабы Вселенной

Основной

- Какова примерно ширина Земли?

А – 6300 км
 В – 12 800 км
 С – 34 000 км

- Насколько широка Солнечная система?

А – 1 000 000 км
 В – 1,6 световых лет
 С – 100 000 световых лет

- Насколько велика Вселенная?

А – 120 миллионов световых лет в ширину
 В – миллиарды световых лет в ширину
 С – миллиарды световых лет в ширину и продолжает растягиваться

Углубленный

- Чему равна ширина Млечного пути?

А – 100 000 световых лет
 В – 5 миллионов световых лет
 С – 120 миллионов световых лет

- Чему равна ширина местной группы галактик?

А – 100 000 световых лет
 В – 5 миллионов световых лет
 С – 120 миллионов световых лет

- Чему равна ширина Сверхскопления галактик?

А – 5 миллионов световых лет
 В – 120 миллионов световых лет
 С – миллиарды световых лет

• Ответы

Черные дыры

Основной

• Что такое аккреционный диск черной дыры?

А – границы области, из которой не может вырваться свет

В – область в центре черной дыры

С – область горячего газа, попадающего в черную дыру

• Что такое горизонт событий черной дыры?

А – границы области, за пределы которой не может вырваться свет

В – область в центре черной дыры

С – область горячего газа, попадающего в черную дыру

• Что такое сингулярность черной дыры?

А – границы области, за пределы которой не может вырваться свет

В – область в центре черной дыры

С – область горячего газа, попадающего в черную дыру

• Каков размер области в центре черной дыры?

А – с точку

В – в 4 раза больше Солнца

С – несколько километров в ширину

Углубленный

• Насколько большей должна быть звезда, чтобы коллапсировать в черную дыру?

А – хотя бы в 4 раза больше Солнца

В – хотя бы в 20 раз больше Солнца

С – хотя бы в 100 раз больше Солнца

• Что происходит при взрыве сверхновой звезды?

А – звезда затягивает материю из окружающей среды

В – звезда сжигает все свое топливо за раз

С – внешние слои звезды выдуваются наружу

• Какой из примеров описывает центр черной дыры?

А – сила притяжения огромна

В – происходят ядерные реакции

С – материя выбрасывается на высокой скорости

• Когда материя выбрасывается из области черной дыры?

А – если материя очень горячая

В – если черная дыра вертится быстро

С – если у черной дыры заканчивается топливо

Масштабы Вселенной

Основной

- Какова примерно ширина Земли?

А – 6300 км

С – 34 000 км

- Насколько широка Солнечная система?

А – 1 000 000 км

С – 100 000 световых лет

- Насколько велика Вселенная?

А – 120 миллионов световых лет в ширину

В – миллиарды световых лет в ширину

Углубленный

- Чему равна ширина Млечного пути?

В – 5 миллионов световых лет

С – 120 миллионов световых лет

- Чему равна ширина местной группы галактик?

А – 100 000 световых лет

С – 120 миллионов световых лет

- Чему равна ширина Сверхскопления галактик?

А – 5 миллионов световых лет

С – миллиарды световых лет