

Астрофизика

Современные исследования
планет Солнечной системы.
Новые открытия в астрономии.

Подготовили: Лазарева Л.

Данилина К.

Преподаватель: Заворотько О.И.

Слайд 1

Астрофизика-Наука, изучающие движение и природу Солнца, Луны, планет, звезд, галактик и других небесных тел. Астрофизика, в значении, которое придавали этому термину при его появлении в начале 20 в., исследует природу и эволюцию космических тел на основе современной атомной физики.

Современные исследования планет Солнечной системы. Новые открытия в астрономии.

Слайд 2

Солнечная система

Солнечная система состоит собственно из Солнца, а также планет, с их спутниками, комет, астероидов, пыли, газа и мелких частиц. В Солнце сосредоточена практически вся масса Солнечной системы – 99,8%, и своей гравитацией Солнце удерживает вокруг себя все остальные объекты Солнечной системы. Хотя известные нам планеты находятся на сравнительно небольшом расстоянии от Солнца, существует большое число объектов, которые вращаются вокруг него, находясь на очень большом удалении. По современным оценкам, размер Солнечной системы составляет не менее шестидесяти миллиардов километров, при этом споры между астрономами о том, до каких пределов на самом деле простираются границы Солнечной системы, продолжаются. Согласно данным современной астрономии, своим гравитационным полем Солнце способно удерживать тела на гигантском расстоянии, которое более чем в 200 тысяч раз превышает расстояние от Солнца до Земли.

В настоящее время считается, что в Солнечную систему входит 9 планет. Эти планеты, по степени удаления от Солнца - Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон. Самой большой из планет является Юпитер, но даже он намного меньше Солнца по размерам и массе.

Кроме них, вокруг Солнца вращается большое число более мелких тел - астероидов, комет, и просто мелких камней, пыли и газа.

Большие планеты можно разделить поровну на две группы. Первая половина планет, находящихся наиболее близко к Солнцу - это планеты земной группы - Меркурий, Венера, Земля и Марс. Все эти планеты состоят из тяжёлых химических элементов, имеют высокую плотность и твёрдую поверхность (хотя под ней и находится жидкое ядро). С массой $6 \cdot 10^{24}$ кг и диаметром почти 13 тыс. км. Земля является самой большой и массивной из этих четырёх планет. Однако дальние от Солнца планеты - Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун значительно превосходят по этим параметрам Землю. По этой причине они получили название планеты-гиганты. Так, масса Юпитера более, чем в 300 раз превышает массу Земли, а диаметр этой планеты - 143 тыс. км. Однако, от планет земной группы они значительно отличаются по своему строению - эти планеты состоят не из тяжёлых элементов, а из газа, в основном из водорода и гелия, подобно Солнцу и другим звёздам, вследствие этого и плотность их сравнительно невелика. Для планет-гигантов характерно наличие большого числа спутников,

причём среди них встречаются довольно большие, сравнимые по размерам с Луной и даже с Меркурием.

Слайд 3

Зарождение Солнечной системы

По современным представлениям Солнечная система зародилась из газопылевого облака приблизительно 4,6 млрд. лет назад. Это облако было холодным и бесформенным.

Под действием гравитационных сил облако мало-помалу должно было закручиваться и сплющиваться. В его центральной части конденсировался сгусток материи - будущее Солнце. Уплотняющийся сгусток рос, приобретал форму шара и, в конце концов "вспыхнул" - его стали разогревать термоядерные реакции с выделением огромного количества света и тепла. Летучие вещества вблизи от Солнца испарялись и отбрасывались в самую плотную и толстую - среднюю часть облака. Частицы облака, кружась вокруг пылающей звезды-Солнца, сталкивались и сцеплялись. Так появились "зародыши" планет. Вблизи от Солнца росли планеты небольшие и плотные, а в средней части огромные и менее плотные.

Слайд 4

Размеры и расстояния

Планеты отделены от нас огромными расстояниями в десятки и сотни миллионов километров. Для того чтобы принять на Земле радиосигнал с космического аппарата, находящегося вблизи Венеры или Марса, приходится даже при самых благоприятных условиях ожидать несколько минут, а ведь радиоволны, как и всякое электромагнитное излучение, распространяются со скоростью света! В пределах Солнечной системы за единицу расстояний принимают астрономическую единицу (а. е.), т. е. среднее расстояние от Земли до Солнца, составляющее 149,6 млн. км. свет проходит за 8 мин 19 с.

Как ни кажутся громадными такие расстояния по привычным земным представлениям, в масштабах Вселенной они ничтожны. Действительно, в звездной и галактической астрономии единицами измерений расстояния служат световой год и парсек. Ближайшие к нам галактики, Большое и Малое Магеллановы Облака, удалены от нас на 55 килопарсек, а знаменитая туманность Андромеды - на 0,7 Мегалпарсек. Галактика имеет форму гигантской выпуклой линзы толщиной около 4 килопарсек, а наша Солнечная система находится на расстоянии около 33 тыс. световых лет от центра. Галактика вращается, причем скорость вращения сначала возрастает с увеличением расстояния от центра, а затем уменьшается. Обращение Солнца вокруг центра Галактики происходит со скоростью около 250 км/с, так что один полный оборот оно совершает приблизительно за 200 млн. лет.

Слайд 5

Вращение Солнечной системы

Все планеты, астероиды, кометы вращаются вокруг Солнца в одном направлении (против хода часовой стрелки, если смотреть с северного полюса мира). Орбиты планет практически круговые. Орбиты же комет вытянутые. Большинство объектов

Солнечной системы вращаются вокруг своей оси в одном направлении, которое называется прямым. Однако Венера вращается в обратном направлении, а Уран вращается, как говорят, «лежа на боку».

Почти все спутники обращаются вокруг планеты в том же направлении, что и планеты вокруг Солнца. Исключение составляют спутники Юпитера. По-видимому, все они образовывались не вместе со своими планетами, а были захвачены ими позже.

Дни и годы на каждой из планет различны по своей продолжительности. Все планеты вращаются вокруг Солнца с разными скоростями. Самая большая скорость у Меркурия, медленнее всего вокруг Солнца вращается планета Плутон со своим спутником Хароном.

Самые длинные сутки на Венере, они продолжаются 243 земных суток. Планеты-гиганты вращаются вокруг своей оси очень быстро. Продолжительность суток на Юпитере всего 9,92 часа.

Одним из важнейших факторов, влияющих на климат планет, является солнечное излучение, падающее на планету. Исключительно важным фактором, влияющим на климат планет, является наличие или отсутствие атмосферы. Атмосфера планеты влияет на тепловой режим планеты.

Слайд 6

Звёздные миры

К началу нашего века границы Вселенной раздвинулись настолько, что включили в себя Галактику. Многие, если не все, думали тогда, что эта огромная звездная система и есть вся Вселенная.

Но в двадцатые годы были построены первые крупные телескопы, и перед астрономами открылись новые неожиданные горизонты. Оказалось, что за пределами Галактики мир не кончается. Миллиарды звездных систем, галактик, и похожих на нашу, и отличающихся от нее, рассеяны тут и там по просторам Вселенной.

Фотографии галактик, сделанные с помощью самых больших телескопов, поражают красотой и разнообразием форм. Это и могучие вихри звездных облаков, и правильные шары или эллипсоиды; иные же звездные системы не обнаруживают правильного строения, они клочковаты и бесформенны. Все эти типы галактик - спиральные, эллиптические, неправильные, получившие название по своему виду на фотографиях, были обнаружены и описаны американским астрономом Эдвином Хабблом в 20-30-е годы нашего века.

Если бы мы могли увидеть нашу Галактику со стороны и издалека, то она предстала бы перед нами совсем не такой, как на схематическом рисунке, по которому мы знакомимся с ее строением. Мы не увидели бы ни диска, ни гало, ни, естественно, короны, которая вообще невидима. С больших расстояний были бы видны лишь самые яркие звезды. А все они, как выяснилось, собраны в широкие полосы, которые дугами выходят из центральной области Галактики. Ярчайшие звезды образуют ее спиральный узор. Только этот узор и был бы различим издалека. Наша Галактика на снимке, сделанном астрономом из какой-то другой галактики, выглядела бы очень похожей на Туманность Андромеды, какой она представляется нам по фотографиям.

Исследования последних лет показали, что многие крупные галактики (не только наша) обладают протяженными и массивными невидимыми коронами. И это очень

важно: ведь если так, то, значит, и вообще чуть ли не вся масса Вселенной или, во всяком случае, ее подавляющая часть - это загадочная, невидимая, но тяготеющая "скрытая" масса.

Слайд 7

Кометы

Слово «комета» в переводе с греческого означает «длинноволосая». Кометы, пролетающие по небу, люди время от времени наблюдали ещё с глубокой древности. Считалось, что появление комет сулит разные дурные предзнаменования.

Орбиты большинства комет - это очень сильно вытянутые эллипсы. Предположительно, кометы прилетают из облака Оорта, в котором содержится огромное число мелких объектов, вращающихся на огромном удалении от Солнца. Под действием разных причин некоторые из этих объектов время от времени изменяют траекторию и приближаются к Солнцу, становясь кометами.

При приближении кометы к Солнцу замёрзшие газы на её поверхности начинают испаряться и образуют огромный хвост, который тянется за кометой на миллионы километров. Под давлением солнечного излучения и солнечного ветра хвост комет всегда направлен от Солнца. Из-за постоянного испарения ядро кометы постепенно уменьшается в массе и, в конце концов разрушается, оставляя вместо себя лишь массу мелких обломков. Иногда, когда Земля пересекает орбиты бывших комет, массы мелких частиц влетают в атмосферу, образуя метеорный дождь.

Слайд 8

Метеорные тела

Согласно принятым соглашениям, астероидами должны считаться тела, размеры которых больше 1 км. Меньшие по размеру объекты считаются метеоридами или метеорными телами. Число подобных объектов, находящихся в Солнечной системе, огромно.

Иногда летающие в космосе объекты попадают на пути Земли. Давно, на ранних этапах существования Солнечной системы столкновения планет с разными телами, в том числе весьма крупными, случались часто - об этом говорят, в частности, многочисленные кратеры на поверхности Луны и других небесных тел. Сейчас вероятность столкновения Земли с крупным объектом мала, но она всё же существует, поэтому важно изучать космическое пространство и выявлять объекты, орбиты которых могут пересечься с орбитой Земли.

Мелкие космические объекты на пути Земли попадают постоянно. Влетая в атмосферу, большинство из них сгорает на большой высоте, не успев долететь до поверхности. Такие объекты, выглядящие как падающие звёзды, называются метеорами. Очень редко попадают достаточно крупные объекты, которые не успевают полностью сгореть в атмосфере и падают на поверхность Земли. Такие объекты называются метеоритами. Метеориты бывают в основном каменные, а также железные и железо-каменные. Интересно, что наиболее древние железные изделия были изготовлены людьми именно из метеоритного железа. Крайне редко на Землю могут упасть большие объекты, способные причинить сильные разрушения.

Предполагается, что падение на Землю 65 млн. лет назад крупного астероида, кратер от которого обнаружен на дне Мексиканского залива, могло послужить одной из причин вымирания динозавров.

Слайд 9

Полное солнечное затмение

Солнце и Луна - единственные небесные тела на земном небосводе, которые имеют видимые невооруженным глазом размеры. Природа подарила нам замечательное соответствие видимого солнечного и лунного дисков. Солнце дальше от Земли, чем Луна, примерно в 390 раз, но его линейный диаметр (1392000 км) почти в 400 раз превышает диаметр Луны (3476 км), поэтому видимые их диски примерно одинаковы! Благодаря такому сочетанию размеров на Земле происходят полные солнечные затмения. Будь диаметр Луны несколько меньше или расстояние до Луны было больше, и земляне никогда не смогли бы видеть удивительного зрелища, когда среди бела дня наступает почти полная темнота.

Если бы диаметр Луны был бы в два или более раза больше, то полные затмения происходили бы чаще, но тогда от взоров землян скрылась бы величественная корона Солнца, вспыхивающая во время полного солнечного затмения. Удивительное совпадение видимых диаметров Солнца и Луны, хотя и приводит к тому, что полное затмение видно только в узкой полосе на поверхности Земли, но зато ни на одной из планет Солнечной системы больше нельзя увидеть неповторимого зрелища - полного солнечного затмения с полностью видимой короной Солнца. Геометрически солнечные затмения происходят просто. Освещаемая Солнцем Луна отбрасывает в пространство сходящийся конус тени и конус полутени.

Слайд 10

Фото планет Солнечной системы

Космические тела начали фотографировать еще с 40-х годов XIX века, почти сразу после изобретения метода фотографирования. Так с 1845 года в Гарвардской обсерватории Бонд начал систематически фотографировать Солнце, Луну и звезды. В 1874 году был впервые опубликован подробный фотоатлас Луны. С 1891 года фотография стала цветной. Постоянно совершенствуясь в технологии и материалах, фотографирование стало незаменимым помощником астронома. С выходом человечества за пределы Земли фотосъемка небесных тел стала неотъемлемой частью процесса изучения космических тел с близкого расстояния.

ЗЕМЛЯ

Фото Земли из космоса впервые было сделано в 1959 году аппаратом Эксплорер – 6. С тех пор фотографирование нашей планеты проводится регулярно со спутников, орбитальных станций, космических кораблей с метеорологическими или разведывательными целями. В XXI веке фото Земли из космоса в целом или какого-то ее участка можно получить с помощью Интернета в режиме OnLine.

ЛУНА

В рамках подготовки к высадке человека на Луну США выполнило ряд комических программ — фотографирование поверхности, мягкая посадка и получение различных фото Луны, детальные изображения ландшафтов Луны. СССР ответило отправкой двух

луноходов, которые сделали и передали на Землю многочисленные захватывающие фотографии.

МЕРКУРИЙ

Фото Меркурия впервые с близкого расстояния были получены в 1974-75 годах космическим аппаратом «Маринер – 10». Этот аппарат трижды пролетел мимо ближайшей к Солнцу планете, в результате чего было получено несколько тысяч фото Меркурия, суммарно охватывающих около 45% поверхности планеты.

ВЕНЕРА

Венера еще с 1961 года начала исследоваться с помощью космических аппаратов. Условия на Венере таковы, что пока не один из проработавших на ней аппаратов не смог функционировать больше двух часов.

МАРС

Фото Марса с бортов космических аппаратов впервые стали получать с 1964 года— лавина интереснейших фото Марса просто «завалила» любопытных землян. Сейчас на поверхности работает новый аппарат, и земные ученые получают новые захватывающие фотографии.

ЮПИТЕР

Фото Юпитера с близкого расстояния впервые были получены в 1973-74 годах. В 1979 году мимо наибольшей планеты Солнечной системы пролетели «Вояджеры», которыми были сделаны фото Юпитера и его спутников с высоким разрешением. Тогда же ими были обнаружена система колец Юпитера.

САТУРН

Фото Сатурна с борта космического аппарата было передано впервые в 1979 году аппаратом «Пионер – 11».

УРАН

Фото Урана с близкого расстояния впервые были получены в 1986 году космическим аппаратом «Вояджер – 2». Этот аппарат пересек орбиту Урана по пролетной траектории и прошел в 82 тысячах километров от поверхности планеты. «Вояджер – 2» передал на землю многие уникальные фото Урана. Им было обнаружено десять новых спутников седьмой планеты Солнечной системы. «Вояджер – 2» также обнаружил два новых кольца и передал на землю фото крупных спутников Урана.

НЕПТУН

Фото Нептуна впервые с близкого расстояния были получены в 1989 году аппаратом «Вояджер - 2», который прошел всего лишь в 5 тысячах километров над облачным покровом планеты. «Вояджер - 2» передал на землю серию фото Нептуна. Им было обнаружено много интересных деталей атмосферы планеты, в том числе Большое темное пятно в южном полушарии. Сделанные «Вояджером» фото Нептуна выявили наличие пяти колец вокруг восьмой планеты Солнечной системы.

11 слайд

Вселенная

Наша Вселенная - это вещество, энергия и пространство. Она включает в себя всё: от крошек на полу в нашей кухне, до Солнца, планет, звёзд и галактик, а также пыли и газов в межзвёздном пространстве и света, струящегося сквозь сумрак космоса. Вселенная состоит из всех этих частей, вместе взятых. Само же слово «вселенная» происходит от латинского выражения, которое означает «единственный в своём роде». Хотя это и нелегко объяснить с нашей, земной точки зрения, но безграничная Вселенная обладает определённой структурой. Так, планеты вращаются по орбитам вокруг звёзд. Миллиарды звёзд группируются в галактики. Большая часть галактик образует группы, которые называются скоплениями.

Скопления, в свою очередь, обычно формируются в ещё более крупные структуры – сверхскопления. Наконец, из сверхскоплений складываются звёздные структуры невообразимо чудовищных размеров – галактические стены и пласты. Это и есть самые крупные галактические образования.

12 слайд

Структура Вселенной

В самом крупном масштабе Вселенная представляет собой расширяющееся пространство, заполненное губкообразной клочковатой структурой. Стенки этой губчатой структуры представляют собой скопления миллиардов галактик. Расстояния между ближайшими друг к другу галактиками составляют около миллиона световых лет. Каждая галактика составлена из сотен миллиардов звёзд, которые обращаются вокруг центрального ядра. Размеры галактик составляют до сотен тысяч световых лет.

Действительное расстояние до границы наблюдаемой Вселенной больше благодаря всё увеличивающейся скорости расширения Вселенной и оценивается в 78 миллиардов световых лет.

13 слайд

Используя греческие и старые вавилонские наблюдения, Евдокс Книдский (ок. 406 – ок. 347 до н.э.) попытался создать геометрическую модель небесных явлений. Он представлял Землю покоящейся в центре, вокруг которого вращается несколько концентрических прозрачных сфер. На каждой из них зафиксирована планета (в число которых тогда включали Солнце и Луну). Некоторые из сфер несли на себе другие сферы с осью, смещённой на некоторый угол. На самой внешней сфере располагались все звезды, поскольку их взаимное расположение никогда не менялось. Каждая из сфер вращалась с постоянной скоростью (важное философское требование): например, каждая звезда совершала оборот за сутки. Подбирая скорости вращения, расположение сфер и углы взаимного наклона их осей, Евдокс мог воспроизводить основные небесные явления. Ему удалось объяснить даже такие сложные и загадочные движения, как обратные петли Марса, Юпитера и Сатурна на фоне звезд и колебания Меркурия и Венеры около Солнца. Позже Аристотель (ок. 384–322 до н.э.) включил эту теорию в свое учение, количество сфер возросло и превысило 50, но попытки Каллиппа (род.ок. 370

до н.э.) и других сделать теорию более точно соответствующей наблюдениям не дали результата. Вскоре от этой теории как от расчетной схемы отказались, но она сохранила важное значение как космологическая модель.

Обобщенная космологическая система Аристотеля, доминировавшая на Западе около 2000 лет, утверждала одни физические принципы для подлунной сферы, а другие – для небесной. Четыре элемента подлунной сферы – земля, вода, воздух и огонь – характеризовались естественным прямолинейным движением либо к занятому Землей центру Вселенной (тяжелые), либо от него (легкие). В отличие от этого эфир, единственный элемент небесной сферы, обладал естественным круговым движением. Все научные теории о поведении вещества – то, что сейчас мы называем физикой, химией и даже геологией, – произошли из аристотелевой системы естественных движений и естественных мест. Согласно Аристотелю, планеты прикреплены к эфирным сферам Евдокса, круговое движение которых следует из их небесной природы.

14 слайд

Физика Солнца.

Физические процессы, происходящие в Солнце, практически независимы от воздействия окружающей среды. Развитие Солнца, по крайней мере в нынешнюю эпоху, обусловлено его внутренними закономерностями. Выяснено, что внутри Солнца, так же, как и внутри всех звезд, имеются источники тепловой энергии (ядерной природы), благодаря которым вещество Солнца (звезд) нагревается до высокой температуры. Вследствие этого происходит испускание лучистой энергии наружу. Устанавливается равновесие между мощностью излучения Солнца (звезд) и суммарной мощностью находящихся в нём источников тепловой энергии. В то же время проявления солнечной активности — излучения Солнца, испускание им потоков частиц с "вмороженными" в них магнитными полями — оказывает существенное влияние на развитие всех тел Солнечной системы. Объектами детального изучения являются различные образования в атмосфере Солнца: солнечные пятна, факелы, протуберанцы. Особый интерес представляют кратковременные хромосферные вспышки, длящиеся обычно несколько десятков минут и сопровождающиеся выделением значительного количества энергии. Корпускулярные потоки, связанные с активными областями Солнца, были изучены на Крымской астрофизической обсерватории АН СССР (Э. Р. Мустель). Во внешних слоях Солнца происходят постоянные изменения магнитных полей. Исследования, проведенные на этой же обсерватории (А. Б. Северный), позволили установить связь между вспышками и быстрыми изменениями в строении магнитного поля в данной части солнечной поверхности. Теоретические исследования показали, что перенос энергии в Солнце (так же, как и в звездах) происходит главным образом путём испускания и поглощения излучения. На этом выводе построена теория лучистого равновесия Солнца, относящаяся как к внешним, так и к внутренним

15 слайд

Важнейший вопрос физики Солнца.

Важнейший вопрос физики Солнца (так же, как и звёзд) — природа источников энергии. Энергия гравитационного сжатия оказалась недостаточной. Гипотеза, по которой источником солнечной энергии являются термоядерные реакции, с количеств, стороны может удовлетворительно объяснить излучение в течение миллиардов лет; тем не менее она нуждается в окончательной проверке. Полное выяснение природы источников солнечной и звёздной энергии будет иметь огромное значение для решения вопросов эволюции Солнца и звёзд.

Ввиду научного значения изучения физических процессов, происходящих в поверхностных слоях Солнца, и их влияния на верхние слои земной атмосферы, обсерватории многих стран объединились для систематического наблюдения этих процессов всеми доступными методами, организовав круглосуточную службу Солнца.

16 слайд

Физика звезд.

При изучении звёзд важную роль играют представления о строении Солнца, которые модифицируются таким образом, чтобы они удовлетворяли фотометрическим и особенно спектральным данным о звёздах. Вследствие разнообразного характера спектральной информации в конечном счёте удаётся найти однозначное решение этой проблемы. К настоящему времени классифицированы спектры более чем миллиона звёзд. Спектральная классификация звёзд была впервые разработана в начале 20 в. на Гарвардской обсерватории (США), а затем совершенствовалась и уточнялась. Главным признаком при этой классификации является наличие тех или иных спектральных линий и их относительные интенсивности.

Интересными объектами являются т. н. белые карлики, имеющие относительно высокую поверхностную температуру (от 7000° до $30\,000^{\circ}$) и низкую светимость, во много раз меньшую светимости Солнца (см. Светимость звезды). Средние плотности некоторых белых карликов более чем в миллион раз превосходят плотность воды. В дальнейшем теоретически была установлена возможность конфигураций звёздных масс, состоящих из вырожденного газа нейтронов и даже пшеронов. Плотности таких конфигураций должны достигать 10^{14} — 10^{15} плотности воды. Однако в течение многих лет такие конфигурации не смогли быть обнаружены. Лишь в 1967 были обнаружены пульсары — объекты, испускающие с периодом

переменности, измеряемым в одних случаях секундами, а в других — долями секунды.

17 слайд

Время и вселенная.

Среди известных физических явлений и процессов, непрерывностью и однонаправленностью, при неизменных внешних условиях, характеризуются физические поля, которые вызывают четыре вида фундаментальных взаимодействий в нашей Вселенной. Если провести аналогию, то можно предложить следующую гипотезу:

Время-

это величина, характеризующая воздействие физического поля навсю нашу Вселенную.

Такое поле можно назвать хронопolem, а темп хода часов является величиной, характеризующей напряжённость хронопoля – $H_t \sim 1/t$, т.е. чем быстрее темп хода часов, тем больше напряжённость хронопoля.

Экспериментальные данные показывают, что по мере удаления от гравитационной массы темп хода часов возрастает. Следовательно, можно с уверенностью предположить, что на достаточно большом удалении от гравитационных масс и при отсутствии энергетических процессов, напряжённость хронопoля будет наибольшей. Т.е. в вакууме, при отсутствии всех физических полей и вещества, плотность энергии хронопoля будет максимальной. (Т.к. хронопoле охватывает всю Вселенную, то имеет смысл говорить только о плотности его энергии в конкретной точке пространства).

Для определения максимальной плотности энергии хронопoля, примем за основу следующий постулат:

Энергия любого вида материи во Вселенной образуется за счёт энергии хронопoля.

Таким образом, любой вид материи, обладающий внутренней энергией или энергией движения, а также любой процесс, сопровождающийся выделением или поглощением энергии, уменьшают энергию хронопoля на соответствующую величину, что выражается в замедлении темпа хода часов. Если плотность энергии материи в какой-либо области пространства будет равна плотности энергии хронопoля, то темп хода часов будет равен бесконечности, т.е. часы остановятся, а напряжённость хронопoля будет равна нулю. Согласно существующим теориям строения Вселенной, такое явление должно происходить при образовании чёрной дыры. Из условия образования чёрной дыры, её гравитационный радиус равен:

$$r_g = 2GM / c^2,$$

где G – гравитационная постоянная; M – масса чёрной дыры; c – скорость света в вакууме.

Плотность энергии хронопoля ϵ_t будет равна плотности энергии чёрной дыры:

$$\varepsilon_t = \frac{E}{V_g} = \frac{Mc^2}{\frac{4}{3}\pi r_g^3} = \frac{3c^2}{32\pi G^3 M^2}$$

18 слайд

Планеты видимые невооружённым глазом.

Венера - видна с конца месяца, по вечерам, над юго-восточной стороной горизонта в созвездии Весов. Блеск -3,9 зв.вел.
Марс - виден со второй половины ночи на востоке в созвездиях Рака(до 20-го числа) и Льва. Блеск планеты 1,2 зв.вел.
Юпитер - великолепно виден всю ночь в созвездии Овна, как светило -2,8 зв.вел. 28-го числа наступит противостояние планеты.

Уран и Нептун

Уран - виден всю ночь в созвездии Рыб. Координаты планеты на середину месяца альфа=00ч.07мин дельта=-00:05*. Блеск планеты 5,7 зв.вел. (карту видимости планеты см в АК за июль 2011г.)
Нептун - с вечера и до первой половины ночи в созвездии Водолея. Координаты планеты на середину месяца альфа=22:02, дельта=--12:40. Блеск планеты 7,8 зв.вел. (карту видимости планеты см в АК за июнь 2011г.)

19 слайд

В дальнейшем звезда типа Солнца сбросит оболочку и будет наблюдаться планетарная туманность, а на месте звезды останется белый карлик.

Массивные звезды эволюционируют быстрее, взрываясь в конце жизни в виде сверхновой звезды. После взрыва может образоваться либо нейтронная звезда, либо черная дыра.