М. А. Кунаш

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебнику

АСТРОНОМИЯ

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

11 класс



ДРОФА

ВЕРТИКАЛЬ

ФГОС

М. А. Кунаш

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебнику

АСТРОНОМИЯ

11 класс

ВЕРТИКАЛЬ

МОСКВА

ДРОФА

2018

УДК 373.5.016:52
ББК 74.262.26
К91

Кунаш, М. А.

К91 Астрономия. 11 класс. Методическое пособие к учебнику Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута «Астрономия. Базовый уровень. 11 класс» / М. А. Кунаш. — М. : Дрофа, 2018. — 217, [7] с.

ISBN 978-5-358-20043-2

Методическое пособие к переработанному под ФГОС учебнику «Астрономия. Базовый уровень. 11 класс» авторов Б. А. Воронцова-Вельяминова, Е. К. Страута призвано помочь учителю при подготовке к урокам, в организации деятельности учащихся на уроке и дома, в подготовке к ЕГЭ по физике, а также оказать поддержку в процессе вовлечения школьников в олимпиадную деятельность.

К каждому уроку даны подробные методические указания, представлены задачи и практические задания. Также в пособии приведены варианты контрольных и самостоятельных работ и темы проектов.

УДК 373.5.016:52
ББК 74.262.26

ISBN 978-5-358-20043-2

© ООО «ДРОФА», 2018

Предисловие

Представленное учебно-методическое пособие призвано помочь учителю при подготовке к уроку, а также оказать поддержку в процессе вовлечения школьников в олимпиадную деятельность. При этом в рамках урочной и внеурочной деятельности определяются ориентиры, способствующие организации целенаправленной подготовки учащихся к олимпиаде по астрономии.

Следует отметить, что средства Интернета содержат избыточное количество наглядной информации. Поэтому при составлении методических рекомендаций акцент был сделан на использование в ходе урока астрономии не только современных аудиовизуальных источников астрономической информации для иллюстрации содержания, но и реальных механических аналогий и моделей для изучаемых процессов и явлений.

К каждому уроку указаны *личностные*, *метапредметные* и *предметные* цели — планируемые результаты с позиции деятельности ученика, формулировка которых позволит учителю гармонично выстроить в образовательном процессе линию достижения планируемых результатов. Формы деятельности, рекомендуемые для использования в ходе урока, направлены на развитие универсальных учебных действий учащихся, включают в значительном объеме различные варианты работы с учебником. В нем представлен разнообразный учебный материал, что позволяет предложить учащимся возможность грамотно использовать учебник как источник учебной и научной информации.

Общей характеристикой предлагаемого планирования процесса реализации курса «Астрономия» выступает его поступательное в содержательном и

деятельностном отношении развитие. При этом каждый урок обладает собственным методологическим, знаниевым или личностным потенциалом. Поэтому наряду с представлением целей в каждом из занятий анализируется и значимость конкретного урока в достижении метапредметного, личностного или предметного результата. Особое внимание следует уделить тем занятиям, которые несут значительную методологическую и личностную нагрузку, так как позволяют сформировать целостное представление о современной научной картине мира, выстроить учащимся непротиворечивую картину личностных взглядов относительно методологии современной науки.

Ряд задач и заданий, предложенных в данных рекомендациях к проведению каждого урока, широко представлены в различных методических источниках, но большинство являются авторскими и ранее нигде не публиковались.

Учитывая высокую интенсивность курса астрономии, осуществление промежуточного контроля желательно представлять в виде домашних письменных контрольных работ. Данная форма контроля позволит учащимся самостоятельно организовать собственную познавательную деятельность, обращаясь к изученным явлениям, и активизирует их познавательный интерес.

К большинству уроков представлены материалы, позволяющие не только выстроить линию межпредметных связей с физикой, как наиболее родственной для астрономии наукой, но и акцентировать внимание на вопросах подготовки к ЕГЭ по физике. Среди заданий, предлагаемых к ряду уроков, даны непосредственно задачи, содержание и форма представления которых входят в КИМ ЕГЭ по физике, при этом содержание данных заданий построено на астрономическом материале.

Учитывая, что в соответствии с ФГОС СОО каждый учащийся в процессе освоения основной образовательной программы СОО должен выполнить индивидуальный(е) проект(ы), к каждому уроку предлагается перечень тем проектов. В зависимости от

степени заинтересованности, специфики построения образовательного процесса данные темы могут предлагаться учащимся заранее, что позволит анализировать результаты их выполнения при изучении соответствующей темы и расширить значение астрономии как учебного предмета для достижения личностных результатов обучения. Выбор определенных тем проектов возможен и после изучения каждой из тем как результат проявления интереса к ее изучению, вызванного профессионализмом учителя. Принципиальным является лишь тот факт, что результаты выполнения любого проекта должны быть обязательно представлены всей группе учащихся, позволяя в ходе изучения предмета периодически возвращаться к уже изученному материалу, стимулируя процесс формирования устойчивого интереса к астрономии.

К каждому уроку представлено содержание домашнего задания, включающего теоретическую и практическую составляющие. Количество заданий практической части дано с учетом принципа индивидуализации: учащиеся вправе выбирать содержание и количество выполняемых заданий. Этим определяется избыточный характер числа предлагаемых практических заданий.

Поурочное планирование изучения учебного материала (35 ч, 1 ч в неделю)

Астрономия, ее значение и связь с другими науками (2 ч)

Урок 1. Что изучает астрономия

Цели урока

Личностные: обсудить потребности человека в познании, как наиболее значимой ненасыщаемой потребности, понимание различия между мифологическим и научным сознанием.

Метапредметные: формулировать понятие «предмет астрономии»; доказывать самостоятельность и значимость астрономии как науки.

Предметные: объяснять причины возникновения и развития астрономии, приводить примеры, подтверждающие данные причины; иллюстрировать примерами практическую направленность астрономии; воспроизводить сведения по истории развития астрономии, ее связях с другими науками.

Основной материал

Астрономия как наука. История становления астрономии в связи с практическими потребностями. Этапы развития астрономии. Взаимосвязь и взаимовлияние астрономии и других наук.

Методические акценты урока. Первое занятие по астрономии имеет наибольшее значение в дальнейшем становлении учебной мотивации. По этой причине важно выбрать активные формы взаимодействия с учащимися. Наиболее эффективно вначале организовать беседу по выявлению представлений учащихся о том, что изучает астрономия, сформулировав, таким образом, определение предмета астрономии. Далее, продолжая беседу, важно подвести

учащихся к мысли о первоначальной значимости развития астрономических знаний в связи с практическими потребностями. Их можно разделить на несколько групп:

— сельскохозяйственные потребности (потребность в отсчете времени — сутки, месяцы, годы. Например, в Древнем Египте определяли время посева и уборки урожая по появлению перед восходом солнца из-за края горизонта яркой звезды Сотис — предвестника разлива Нила);

— потребности в расширении торговли, в том числе морской (мореплавание, поиск торговых путей, навигация. Так, финикийские мореплаватели ориентировались по Полярной звезде, которую греки так и называли — Финикийская звезда);

— эстетические и познавательные потребности, потребности в целостном мировоззрении (человек стремился объяснить периодичность природных явлений и процессов, возникновение окружающего мира. Зарождение астрономии в астрологических идеях свойственно мифологическому мировоззрению древних цивилизаций. Мифологическое мировоззрение — система взглядов на объективный мир и место в нем человека, которая основана не на теоретических доводах и рассуждениях, а на художественно-эмоциональном переживании мира, общественных иллюзиях, рожденных восприятием людьми социальных и природных процессов и своей роли в них).

Выявление последней из указанных потребностей логично переводит к рассмотрению ряда этапов в развитии астрономии — от первых «следов» доисторической астрономии через наблюдательную астрономию Древнего мира и средневекового Востока к телескопической астрономии Галилея, небесной механике Кеплера и Ньютона. Важно в ходе беседы подвести учащихся к пониманию роли космической астрономии современности и ответственности человека в сохранении уникальности окружающего мира. Итогом обсуждения этапов в развитии астроно-

мии является составление схемы, отображающей современные представления о структуре Вселенной. Данное задание можно дать учащимся в качестве самостоятельной работы. Обсуждение результатов самостоятельной работы завершается обсуждением масштабов Вселенной. Задание 1 учебника может быть выполнено в микрогруппах.

При раскрытии связи астрономии с другими науками важно проанализировать взаимопроникновение и взаимовлияние научных областей:

— математика (использование приемов приближенных вычислений, замена тригонометрических функций малых углов значениями самих углов, выраженными в радианной мере, логарифмирование и т. д.);

— физика (движение в гравитационном и магнитном полях, описание состояния вещества; процессы излучения; индукционные токи в плазме, образующей космические объекты);

— химия (открытие новых химических элементов в атмосфере звезд, становление спектральных методов; химические свойства газов, составляющих небесные тела; открытие в межзвездном веществе молекул, содержащих до девяти атомов, существование сложных органических соединений метилацетилена и формамида и т. д.);

— биология (гипотезы происхождения жизни, приспособляемость и эволюция живых организмов; загрязнение окружающего космического пространства веществом и излучением);

— география (природа облаков на Земле и других планетах; приливы в океане, атмосфере и твердой коре Земли; испарение воды с поверхности океанов под действием излучения Солнца; неравномерное нагревание Солнцем различных частей земной поверхности, создающее циркуляцию атмосферных потоков);

— литература (древние мифы и легенды как литературные произведения; научно-фантастическая литература).

Домашнее задание. § 1. Представить графически (в виде схемы) взаимосвязь астрономии с другими науками, подчеркивая самостоятельность астрономии как науки и уникальность ее предмета.

Темы проектов

1. Древнейшие культовые обсерватории доисторической астрономии.

2. Прогресс наблюдательной и измерительной астрономии на основе геометрии и сферической тригонометрии в эпоху эллинизма.

3. Зарождение наблюдательной астрономии в Египте, Китае, Индии, Древнем Вавилоне, Древней Греции, Риме.

4. Связь астрономии и химии (физики, биологии).

Интернет-ресурсы

http://galaxy-science.ru/flash/SHkala_masshtabov_Vselennoy_v.2.swf — Оценка соотношения размеров различных объектов.

Урок 2. Наблюдения — основа астрономии

Цели урока

Личностные: взаимодействовать в группе сверстников при выполнении самостоятельной работы; организовывать свою познавательную деятельность.

Метапредметные: формулировать выводы об особенностях астрономии как науки; приближенно оценивать угловые расстояния на небе; классифицировать телескопы, используя различные основания (конструктивные особенности, вид исследуемого спектра и т. д.); работать с информацией научного содержания.

Предметные: изображать основные круги, линии и точки небесной сферы (истинный (математический) горизонт, зенит, надир, отвесная линия, азимут, высота); формулировать понятие «небесная сфера»; использовать полученные ранее знания из раздела «Оптические явления» для объяснения устройства и принципа работы телескопа.

Основной материал

Понятие «небесная сфера», основные линии и точки, горизонтальная система координат. Мнемонические приемы определения угловых размеров расстояний между точками небесной сферы. Телескопы как инструмент наглядной астрономии. Виды телескопов и их характеристики.

Методические акценты урока. В качестве интеллектуальной разминки на этапе актуализации знаний можно предложить следующие вопросы:

1. Почему в книге «Занимательно об астрономии» А. Н. Томилин, описывая способ навигации финикийских мореплавателей, называет его «ход конем»?

2. Прокомментируйте высказывание Дж. Бернала из книги «Наука в истории общества», используя знания по истории астрономии: *«...Греки не создали цивилизации и даже не унаследовали ее. Они ее открыли... Встретившись с могучим влиянием древних цивилизаций Месопотамии и Египта, они отобрали из культур других стран... любое полезное техническое достижение, а в области идей... объяснение деятельности Вселенной»*.

3. Поясните мысль немецкого философа И. Канта: *«Две вещи наполняют душу всегда новым и все более сильным удивлением и благоговением, чем чаще мы размышляем о них, — это звездное небо надо мной и моральный закон во мне»*.

4. Пифагорейцы первыми высказали идею, согласно которой Земля — шар, основываясь на следующем доказательстве: сфера — идеальная геометрическая фигура, боги могли сотворить только идеальное. В чем отличие этих представлений пифагорейцев о форме Земли от современных представлений?

Логическим переходом к новой теме выступает обсуждение выполненных учащимися схем, отражающих взаимосвязи и взаимопроникновения астрономии и других наук. Итогом анализа выступает формулировка особенностей астрономии по объектам и методам исследования (наблюдение как основной метод исследования, в отличие, например, от

физики, в которой преобладает постановка эксперимента; продолжительность во времени протекания многих астрономических процессов и явлений, значительная удаленность большинства наблюдаемых астрономических объектов). В этом контексте делается вывод о необходимости «упорядочения» положения светил — о введении системы координат. Наиболее важным является понятие «небесная сфера». Так как сведения о наблюдаемых явлениях у учащихся несистемны, необходимо указать на иллюзорность вращения небесной сферы, последовательно с учащимися изобразить основные точки и линии на ней — зенит, надир, отвесную линию, плоскость истинного (небесного) горизонта, точки юга и севера. Далее вводится координата относительно сторон горизонта (азимут) и координата относительно линии истинного горизонта (высота). Важно подчеркнуть, что данная горизонтальная система координат жестко связана с наблюдателем.

Логичным переходом будет организация беседы о наименьших угловых размерах тел, которые можно наблюдать невооруженным глазом. Используя рисунок 1.2 в учебнике, анализируются кинестетические приемы определения этого расстояния.

При рассмотрении темы «Телескопы» важно опираться на уже известные учащимся элементы геометрической оптики, знание характеристик тонких линз и хода лучей в них. Можно продемонстрировать, разместив линзу перед экраном, перевернутое изображение находящихся перед ней объектов. Так вводится понятие объектива. Система линз, в которой это изображение рассматривается, — окуляр. Далее целесообразно выбрать групповой метод работы: каждая группа учащихся выполняет свой блок заданий, в конце урока представляются итоги работы каждой из групп. Также целесообразно использовать в качестве источников как учебник, так и средства Интернета. В процессе защиты результатов работы остальным участникам предлагается заполнить соответствующую заданию таблицу.

Характеристики телескопов

Параметр	Определение	Формула
Назначение		
Разрешающая способность		
Угловой диаметр дифракционного диска		
Увеличение телескопа		

Классификация оптических телескопов

Вид	Ход лучей	Примеры телескопа и его характеристики
Рефракторы		
Рефлекторы		
Зеркально-линзовые		

Классификация телескопов по волновому диапазону наблюдения

Вид	Особенности конструкции, принцип действия	Примеры, характеристики
Радиотелескопы		
Инфракрасные телескопы		
Рентгеновские телескопы		
Гамма-телескопы		

Эволюция телескопов

Год изготовления	Пример телескопа	Диаметр, угловое разрешение	Приемник излучения
1610			
1800			
1920			
1960			
1980			
2000			
2016			

Часть выступлений групп учащихся можно продолжить на следующем уроке.

Домашнее задание. § 2.1; практические задания.

1. При соответствии погодных условий для наблюдения звезд на небе оцените в утреннее или вечернее время расстояние от серпа Луны до ближайшего наиболее яркого объекта на небе. Наблюдения повторите по возможности несколько дней подряд. Для одного из наблюдений зарисуйте картину наблюдаемого расположения всех видимых вашему глазу светил на небе.

2. Охарактеризуйте с точки зрения физики особенности современных астрономических систем активной оптики.

Темы проектов

1. Первые звездные каталоги Древнего мира.
2. Крупнейшие обсерватории Востока.
3. Дотелескопическая наблюдательная астрономия Тихо Браге.
4. Создание первых государственных обсерваторий в Европе.
5. Устройство, принцип действия и применение теодолитов.
6. Угломерные инструменты древних вавилонян — секстанты и октанты.
7. Современные космические обсерватории.
8. Современные наземные обсерватории.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. На двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 10 дптр расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 5 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном на расстоянии 30 см от линзы? Сделайте рисунок с указанием хода лучей (ответ: 5 см).

2. Равнобедренный треугольник ABC площадью 50 см^2 расположен перед тонкой собирающей линзой так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы. Фокусное расстояние линзы 50 см. Вершина прямого угла C лежит на оптической оси ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A, также принадлежащая главной оптической оси. Расстояние от центра линзы до точки C равно удвоенному фокусному расстоянию линзы. Сделайте рисунок расположения треугольника и постройте изображение треугольника, даваемое линзой. Найдите площадь получившейся фигуры (ответ: 41,7 см^2).

Интернет-ресурсы

http://astronom-us.ru

http://www.astrotime.ru

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8b74c9c3-9aad-4ae4-abf9-e8229c87b786/110377/ — Таблица «Масштабы расстояний во Вселенной». Интерактивная задача «Координаты светила на небесной сфере».

Практические основы астрономии (5 ч)

Урок 3. Звезды и созвездия. Небесные координаты. Звездные карты

Цели урока

Личностные: организовывать целенаправленную познавательную деятельность в ходе самостоятельной работы.

Метапредметные: формулировать проблему микроисследования, извлекать информацию, представленную в явном виде.

Предметные: формулировать понятие «созвездие», определять понятие «видимая звездная величина»; определять разницу освещенностей, создаваемых светилами, по известным значениям звездных величин; использовать звездную карту для поиска созвездий и звезд на небе.

Основной материал

1. Определение понятия «звездная величина».
2. Введение понятия «созвездие».
3. Экваториальная система координат, точки и линии на небесной сфере.

Методические акценты урока. После завершения выступлений групп (по итогам предыдущего урока) целесообразно обсудить результаты выполнения практических заданий, предложенных к самостоятельному выполнению. В качестве интеллектуальной разминки на этапе актуализации знаний можно предложить следующие вопросы:

1. Можно ли использовать горизонтальную систему координат для создания карты звездного неба? Обоснуйте ответ.

2. Увеличивает ли телескоп видимые размеры звезд? Ответ поясните.

3. Обоснуйте, почему для работы в наземных условиях используются только оптические и рентгеновские телескопы.

Для перехода к теме урока необходимо опираться на опыт учащихся по наблюдению звездного неба и в ходе беседы сформулировать вопросы урока, позволяющие отличать звезды на небесной сфере при наблюдении невооруженным глазом: как сравнить индивидуальные различия звезд по потоку света? Как объединить в группы звезды, учитывая постоянство места расположения относительно друг друга? При ответе на данные вопросы можно разбить класс на две группы, в каждой из которых учащиеся работают самостоятельно с учебником. *Группе 1* предлагается найти ответ на первый проблемный вопрос урока, следуя представленной последовательности шагов.

1. Запишите определение понятия «освещенность». Сколько примерно звезд можно видеть на небе?

2. Каким термином в астрономии обозначают освещенность? В чем она измеряется?

3. Кто и когда впервые разделил звезды по рассматриваемой характеристике на шесть звездных величин?

4. Как зависит от яркости обозначение звезд в созвездиях?

5. Во сколько раз отличается поток света звезды первой звездной величины от потока света звезды второй звездной величины? Какова разность в значениях потока света при отличии в пять звездных величин?

6. Что означает отрицательная звездная величина? Почему во времена Гиппарха невозможно было введение нулевой или отрицательной звездной величины; десятой звездной величины? Какова звездная величина объектов с предельно различимым современными телескопами потоком света?

Группа 2, отвечая на второй проблемный вопрос урока, самостоятельно знакомится с общим содержанием подвижной карты звездного неба, которая может быть распечатана на листе формата А4, и находит ответы на следующие вопросы:

1. Определите понятие «созвездие» в современной трактовке.

2. С какой целью и по какому принципу в древности звезды объединялись в созвездия? В чем специфика современной карты звездного неба и звездных атласов древности?

3. Чем обусловлено и каковы особенности изменения вида звездного неба в течение суток?

4. Каков принцип построения карты звездного неба?

5. Рассмотрите карту звездного неба. Как на ней изображены границы созвездий, отдельные звезды? Почему некоторые звезды соединены сплошными линиями?

6. Изучив названия созвездий, представленных на звездных картах, а также познакомившись с собственными названиями некоторых звезд (см. приложение III учебника), сделайте вывод о причинах, обусловивших их появление.

После выполнения самостоятельной работы учащиеся представляют результаты, при этом остальная часть класса либо сопоставляет данные результатов с собственной работой, либо, опираясь на выступление сверстников, составляет конспект выступления.

После защиты своей работы *группой 1* необходимо выполнить фронтально следующие задания: вопросы № 4, 5 к § 3, упражнение 2 (3).

В ходе представления результатов работы *группой 2* следует обратить внимание, что русское слово «созвездие», вероятно, родилось как перевод латинского слова constellatio — «группа звезд». До начала XVII в. широко использовалось слово «астеризм» в значении «созвездие», но позже его потеснил термин constellatio, и астеризмами стали называть, как правило, более мелкие группы звезд — части созвездий, фигуры из ярких звезд. Примеры самых известных астеризмов — ковш Большой Медведицы, Пояс Ориона, «буква М» в Кассиопее, Летний треугольник — Вега, Денеб, Альтаир. Некоторые астеризмы состоят из тусклых звезд, например Плеяды в созвездии Тельца.

Названия созвездий и их границы были установлены решениями Международного астрономического союза в 1922—1935 гг. Впредь решено было эти границы и названия 88 выделенных созвездий считать неизменными. При определении границ созвездий астрономы стремились сохранить историческую преемственность и по возможности не допустить попадания в «чужие» созвездия звезд с собственными именами. Всего таких звезд с собственными именами около трехсот. Большинство имен очень древние. Многие из них имеют арабское происхождение или латинские корни: *«хвост льва»* — Денебола; *«подмышка гиганта»* — Бетельгейзе; *«глаз дьявола»* — Алголь; *«удивительная»* — Мира; *«конь»* — Мицар; *«всадник»* — Алькор; *«звезда Севера»* — Кохаб; *«колос»* — Спика; *«блестящий»* — Сириус; *«множество»* — Плеяды; *«соперник Марса»* — Антарес.

Далее ставится проблема: можно ли для определения положения звезды нанести на звездную карту горизонтальную систему координат? Когда учащиеся сделают вывод о зависимости горизонтальной системы координат от местоположения наблюдателя, их внимание обращается на то, что в ходе своего движения светила непрерывно вращаются вокруг воображаемого полюса мира, положение которого на небесной сфере почти совпадает с положением Полярной звезды. Далее вводятся понятия «ось мира», «небесный экватор», «небесный меридиан», указывается на совпадение оси мира с осью вращения Земли, вводится экваториальная система координат. Следует подчеркнуть, что экваториальная система координат обладает рядом особенностей.

1. Одна из координат измеряется в часах (прямое восхождение) и может быть только положительной, вторая (склонение) — в градусах и может принимать как отрицательное, так и положительное значение.

2. Система жестко связывается с положением звезд на небесной сфере, поэтому позволяет составлять звездные карты.

3. Данная система аналогична географическим координатам (географическая широта и долгота — соответственно склонение и прямое восхождение, земная параллель — небесная параллель, Гринвичский меридиан — нулевой круг склонения). Но если географические координаты рассматриваются на реальной земной сферической поверхности, то экваториальные координаты — на воображаемой поверхности небесной сферы.

Несмотря на возможность интерактивной поддержки процесса введения экваториальной системы координат, целесообразнее сначала изобразить их на доске совместно с учащимися, показав, как на плоскости прорисовываются центральные углы, определяющие дуги окружностей — склонения и прямого восхождения.

Важным является определение по заданным координатам светила на звездной карте и обратная операция — определение координат выбранных объек-

тов. Чтобы поддержать учебную мотивацию, важно предоставить учащимся возможность самим выбрать объекты для определения их координат на небе, а также самостоятельно определить светило по предложенным координатам. Данная работа эффективно выполняется в режиме «мозгового штурма». Можно предложить определение координат следующих светил:

— Сириуса (α Большого Пса) — самой яркой звезды неба и самой близкой к Земле из всех нанесенных на школьную карту (9 св. лет);

— ε Возничего — одной из наибольших среди изученных звезд (2 тыс. диаметров Солнца);

— τ Кита — наиболее сходной с Солнцем из окрестных звезд;

— β Ориона (Ригель) — самой далекой из нанесенных на карту звезд (1100 св. лет).

На завершающем этапе урока целесообразно совместно обсудить вопросы учебника и частично выполнить задания упражнения 3 учебника.

Домашнее задание. § 2.2; 3; 4; практические задания.

1. Хотя ни один большой телескоп не повторяет предыдущие, неся в себе новые инженерные элементы, эволюцию крупнейших телескопов можно представить в виде смены нескольких поколений. Заполните пропуски в таблице (с. 20), отражающей эволюцию телескопов в зависимости от их характеристик.

2. Подготовьте презентацию об истории возникновения названий созвездий и звезд.

3. Найдите на небе группы звезд. Используя карту звездного неба, определите созвездия, к которым они относятся (инструкция к работе с картой приведена в приложении X учебника). Сравните наблюдаемую картину расположения и видимости отдельных звезд и их расположение на звездной карте. Определите предельное значение звездной величины звезды, которую вы еще можете различать невооруженным глазом.

Поколение телескопов	Главное зеркало		Монтировка	Башня	Место установки	Прототип
	Материал	Форма				
1	Металлический сплав спекулум	Парабола	Деревянная, альтазимутальная	Отсутствует	Домашние условия	20-футовый В. Гершеля, 0,5 м, 1783 г.
2	Зеркальное стекло		Жесткий экваториал	Полусферический купол		2,5 м, Маунт -Вилсон, 1917 г.
3		Парабола ячеистая			Горы на континенте	5 м, Маунт-Паламар, 1948 г.
4	Ситалл		Альтазимутальная	Купол на высокой башне		3,5—4 м, Чили, Аризона, 1975 г.
5	Кварц, сервит	Тонкое, гибкое				4—11 м, Гавайи, Канары, Чили, США, 1980—2000 гг.
6						2,4 м, космический телескоп «Хаббл», 1990 г.

4. В процессе визуального наблюдения легко спутать планету и звезду. Укажите, по каким внешним признакам такой ошибки можно избежать. Некоторые планеты кажутся ярче самых ярких звезд, что также может привести к ошибочным наблюдениям. Приведите примеры таких планет и поясните, почему наблюдается данная разница в яркости.

Темы проектов

1. История происхождения названий ярчайших объектов неба.

2. Звездные каталоги: от древности до наших дней.

Интернет-ресурсы

http://www.astronet.ru/db/msg/1175352/node4.html — Астронет (системы небесных координат).

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8b74c9c3-9aad-4ae4-abf9-e8229c87b786/110377/ — Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Анимация «Движение светила по небесной сфере».

Урок 4. Видимое движение звезд на различных географических широтах

Цели урока

Личностные: самостоятельно управлять собственной познавательной деятельностью.

Метапредметные: характеризовать особенности суточного движения звезд на различных географических широтах Земли, аналитически доказывать возможность визуального наблюдения светила на определенной географической широте Земли.

Предметные: формулировать определения терминов и понятий «высота звезды», «кульминация», объяснять наблюдаемые невооруженным глазом движения звезд и Солнца на различных географических широтах.

Основной материал

Исследование высоты полюса мира на различных географических широтах. Введение понятий «восходящее светило», «невосходящее светило», «незаходящее светило», «верхняя кульминация», «нижняя

кульминация». Вывод зависимости между высотой светила, его склонением и географической широтой местности.

Методические акценты урока. В качестве интеллектуальной разминки в начале урока можно выполнить задания.

1. Недостаточно глубокое понимание научного смысла понятия «созвездие» приводит к тому, что нередко в средствах массовой информации и художественной литературе встречаются фразы, являющиеся ошибочными. Поясните, почему фраза *«Космический корабль полетел в созвездие Пегас»* бессмысленна. Переформулируйте данную фразу грамотно с научной точки зрения.

Комментарии для учителя к решению задания 1: приведенная фраза бессмысленна, потому что созвездие — не ограниченная область космического пространства, а некоторый диапазон направлений с точки зрения земного наблюдателя, конус, простирающийся от Земли до бесконечности; звезды, образующие узор созвездия, расположены от нас на разных расстояниях, и лишь в проекции эта картина представляется нам как нечто цельное; более грамотно с научной точки зрения данная фраза может быть построена следующим образом: *«Космический корабль полетел в направлении созвездия Пегас»*.

2. Если рассматривать наиболее яркие звезды, то их на небосводе всего 88. Если учесть, что в некоторых созвездиях их оказывается несколько (в Большой Медведице — 6, в Орионе — 7), то большинству созвездий вообще не досталось легкозаметных светил. На звездных картах можно найти месторасположение как самых ярких, так и звезд, наблюдение которых невооруженным глазом затруднено или невозможно. Используя карту звездного неба, определите экваториальные координаты самых ярких звезд в созвездиях Большая Медведица, Весы и второй по яркости звезды в созвездии Кита (наибольшую по яркости звезду в созвездии обозначают греческой буквой α, далее следует название созвездия, при этом некоторые звезды имеют собственные имена (Вега, Мицар и т. д.), следовательно, самая яркая

звезда в созвездии Большой Медведицы — α Большой Медведицы.

Экваториальные координаты α Большой Медведицы: $\alpha = 11$ ч, $\delta = +62°$; экваториальные координаты α Весов: $\alpha = 14$ ч 45 мин, $\delta = -15°30'$; экваториальные координаты β Кита: $\alpha = 0$ ч 40 мин, $\delta = -19°30'$).

Далее можно предложить выполнение части заданий упражнения 3 учебника с последующей взаимопроверкой.

Для перехода к теме урока можно использовать прием проблематизации и предложить учащимся фотоматериалы с изображением различных фотографий суточного движения звезд на небе. После анализа различных изображений, демонстрирующих разную высоту полюса мира, графически анализируется положение на небесной сфере отвесной линии, оси мира. В беседе учащихся необходимо подвести к выводу о равенстве высоты полюса мира над горизонтом и географической широты места наблюдения.

Важно после данного вывода вернуться к изображениям и совместно с учащимися охарактеризовать возможные районы Земли, где данные фотографии могли быть выполнены. Можно предложить самим учащимся графически представить суточное движение одного и того же светила для различных географических широт. Для этого выбираются предельные случаи (географические полюсы, экватор, средние широты).

Далее необходимо обратить внимание на «прочерченные» звездами в ходе их суточного движения окружности (суточные параллели), часть некоторых окружностей (что заметно на фотографиях) ненаблюдаемы. Рассматриваются восходящие, незаходящие и невосходящие светила. Вводятся понятия верхней и нижней кульминации.

Чтобы перейти к рассмотрению связи между высотой светила в кульминации с его склонением и географической широтой, можно предложить определить высоту наблюдения светила (на выбор учащих-

ся) на широте населенного пункта, в котором они проживают. Далее геометрически анализируется связь между центральными углами, выводится теоретическое соотношение для определения высоты светила в верхней кульминации. С его помощью выполняются задания 1—3 из упражнения 4 учебника.

Полученное соотношение для определения высоты светила в верхней кульминации важно теоретически проанализировать, подведя учащихся к выводу о том, что в своей основе соотношение связывает три системы координат — географическую, горизонтальную и экваториальную.

В качестве самостоятельной работы можно предложить задания 5 и 6 (упр. 4 учебника) для выполнения по группам в конце урока с последующим обсуждением полученных результатов.

Домашнее задание. § 5; практические задания.

1. Используя соотношения для высоты светила в нижней и верхней кульминациях, получите математическую зависимость, определяющую склонение незаходящего светила и невосходящего светила для широты местности, на которой вы проживаете.

2. Незаходящая звезда наблюдается в верхней кульминации на высоте 50°46′, в нижней кульминации — на высоте 35°54′. Определите географическую широту местности, на которой находится наблюдатель.

3. Используя приложение V учебника, определите, на какой высоте кульминирует светило, имеющее наибольшее значение блеска на широте местности вашего проживания. Имеет ли данное светило собственное название?

4. По положению околополярных созвездий Малой и Большой Медведицы можно наблюдать видимое суточное вращение звездного неба. Для этого необходимо выполнить следующие действия.

• Проведите наблюдение в течение одного вечера (каждые 2 ч) и отметьте, как изменяется положение созвездий Малой и Большой Медведицы.

• Результаты наблюдений запишите в таблицу, ориентируя созвездия относительно отвесной линии.

Положение созвездий	Дата, время наблюдения

• Исходя из наблюдений, сделайте вывод: в каком направлении происходит вращение? На сколько градусов примерно поворачивается созвездие за 2 ч?

• Проведите наблюдение ровно через месяц в тот же час и отметьте, как изменяется положение созвездий Малой и Большой Медведицы.

• Результаты наблюдений занесите в таблицу, ориентируя созвездия относительно отвесной линии.

Положение созвездий	Дата, время наблюдения

• Сделайте вывод: на сколько градусов примерно поворачивается созвездие за месяц? Остается ли неизменным положение созвездий в тот же час суток через месяц?

Темы проектов

1. Прецессия земной оси и изменение координат светил с течением времени.

2. Системы координат в астрономии и границы их применимости.

Интернет-ресурсы

https://www.youtube.com/watch?v=8upIbQk_q-0 — Вращение небесной сферы.

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8b74c9c3-9aad-4ae4-abf9-e8229c87b786/110377/ — Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Анимация «Движение светила по небесной сфере». Интерактивная задача «Кульминация и географические координаты точки наблюдения». Подборка заданий «Небесные координаты светила и географические координаты наблюдателя».

Урок 5. Годичное движение Солнца. Эклиптика

Цели урока

Личностные: проявлять готовность к принятию истории, культуры и традиций различных народов.

Метапредметные: формулировать выводы о причинах различной продолжительности дня и ночи в зависимости от широты местности; проводить анализ вида звездного неба с использованием подвижной карты, исходя из времени года.

Предметные: воспроизводить определения терминов и понятия «эклиптика», объяснять наблюдаемое движение Солнца в течение года; характеризовать особенности суточного движения Солнца на полюсах, экваторе и в средних широтах Земли, называть причины изменения продолжительности дня и ночи на различных широтах в течение года.

Основной материал

Введение понятий «дни равноденствия» и «дни солнцестояния», анализ астрономического смысла дней равноденствия и солнцестояния. Введение понятия «эклиптика». Исследование движения Солнца в течение года на фоне созвездий с использованием подвижной карты. Обсуждение продолжительности дня и ночи в зависимости от широты местности в течение года.

Методические акценты урока. В начале урока целесообразно предложить учащимся задачу на определение высоты светила в верхней кульминации для определенной широты местности. Например, можно определить, на какой высоте кульминирует сегодня α Большого Пса (Сириус — значимая для древних египтян звезда) в современном Египте, если Каир (столица Египта) находится на широте 30°. Для определения склонения Сириуса необходимо использовать подвижную карту звездного неба. Для перехода к теме урока можно организовать беседу о том, какие светила являлись наиболее значимыми в культах древних славян. Здесь возможны варианты ответов, связанные с Плеядами, α Большой Медведицы, наиболее яркими звездами Пояса Ориона. Но истин-

ное признание было отдано Солнцу. Ярило, Световид, Яровит, Хорс — восточнославянские олицетворения нашего ближайшего светила. Месяц, Луна выступали как антипод Солнца. Народные праздники, дошедшие до наших дней, соответствуют главным датам годового солнечного цикла — равноденствия, солнцестояния. Далее возникает вопрос: почему Солнце не отмечено на звездных картах? Учащихся подводят к выводу о том, что движение Солнца характеризуется суточным движением и годичным движением. Анализируется графическое представление различных суточных параллелей для различных широт наблюдения и различных периодов года. Вследствие суточного вращения Земли наблюдается изменение положения светила относительно горизонта в течение суток. Вследствие годичного движения Земли вокруг Солнца для наблюдателя на Земле наше ближайшее светило перемещается в течение года на фоне звезд. Вводится понятие эклиптики, ее положение относительно других линий и точек на небесной сфере, анализируется положение эклиптики относительно ее проекции на поверхность небесной сферы. Для осознания астрономического смысла дней равноденствия и солнцестояния целесообразно предложить учащимся в группах следующие задания.

1. Используя подвижную карту звездного неба, определите координаты Солнца 23 октября и 21 марта. Поясните, почему данные дни названы днями весеннего и осеннего равноденствия.

2. Используя подвижную карту звездного неба, определите координаты Солнца 22 июня и 22 декабря. Поясните, почему данные дни названы днями летнего и зимнего солнцестояния.

3. Поясните, как меняется продолжительность дня и ночи от 21 марта к 22 июня, от 22 июня к 23 сентября, от 23 сентября к 22 декабря и от 22 декабря к 21 марта.

4. В Мурманске 23 сентября Солнце взошло в 6 ч утра. В какое время взошло Солнце в вашем населенном пункте в этот же день? В какое время в этот день зайдет Солнце в Тирасполе?



5. Город Кито (столица Эквадора) имеет уникальное положение. На фотографии указаны географические координаты этого города. Укажите, в котором часу по местному времени 1 ноября и 30 апреля в этом населенном пункте взойдет Солнце. В котором часу оно зайдет? Ответ поясните.

6. Если в некоторых странах, например в России, принято провожать зиму, то в Молдове 1 марта встречают весну — в этот день отмечают национальный праздник Мэрцишор. Его название произошло от первого месяца весны. Мэрцишорами называют еще и красно-белые броши, которые люди дарят друг другу. Их принято носить весь март, а в последний день повесить на уже цветущее дерево и загадать желание. Согласно поверью, оно обязательно сбудется. С наступлением какой весны — астрономической или календарной — связан данный праздник? В какие еще дни наступает весна и какая именно?

После обсуждения результатов работы группы эффектным окончанием урока будет решение задачи, позволяющей связать предшествующую тему о высоте светила в верхней и нижней кульминациях с текущей, а также активизировать познавательный интерес к самостоятельной работе.

Задача. Солнце, опускаясь за горизонт, некоторое время продолжает освещать верхние слои атмосферы. Этот период называется вечерними сумерками. Гражданские сумерки продолжаются, пока высота Солнца превышает $-7°$, затем наступают астрономические сумерки, которые продолжаются, пока высота не достигнет $-17°$ (сходный процесс характеризует утренние сумерки). Определите высоту Солнца в верхней кульминации 22 декабря в Мурманске, который находится на широте 69°. Прокомментируйте полученный результат. Найдите высоту Солнца в нижней кульминации 22 июня в Комсомольске-на-

Амуре, находящемся на широте 50°. Поясните полученный результат.

Домашнее задание. § 6; практические задания.

1. Исходя из собственных наблюдений в течение двух недель восхода и захода Солнца в вашем населенном пункте, заполните таблицу.

Дата													
Время восхода													
Время захода													

По данным таблицы начертите график восхода Солнца и график захода Солнца, по оси *OX* откладывая дату, по оси *OY* — время соответствующего явления.

2. По территории Россия — одна из самых больших стран мира. А чтобы представить, насколько она велика и удивительна, выполните следующие задания и ответьте на вопрос.

1. В некоторых городах России жители могут услышать утренние московские новости по радио вечером того же дня. Укажите не менее двух городов, в которых это возможно, и регион, в котором они расположены.

2. В некоторых регионах России Солнце восходит и заходит в течение года лишь 90 раз. Укажите один из них.

3. Мурманск — один из уникальных с астрономической точки зрения городов России. В нем наблюдается самый продолжительный летний день в стране. Как долго он длится и как это можно определить?

Комментарии для учителя к решению задания 2: в городах Дальнего Востока — Владивостоке, Хабаровске, Благовещенске — разница поясного времени по сравнению с Москвой составляет 7 ч, на Чукот-

ском полуострове — 10 ч. Поэтому по радио утренние новости в Москве жители вышеперечисленных регионов слышат уже вечером. На острове Рудольфа (архипелаг Земля Франца-Иосифа) 4,5 месяца продолжается непрерывный день (с 11 апреля по 2 сентября) и столько же непрерывная ночь (с 15 октября по 28 февраля). И только в остальное время наблюдается заход и восход Солнца. В Мурманске день продолжается в течение двух месяцев, так как с 25 мая по 20 июля Солнце не заходит за горизонт. Определить продолжительность дня в году можно, используя таблицы поправок моментов восхода и захода Солнца для разных географических широт. В календарях указываются моменты восхода и захода Солнца для разных географических широт по сравнению с широтой Москвы.

Темы проектов

1. Понятие «сумерки» в астрономии.
2. Четыре «пояса» света и тьмы на Земле.
3. Астрономические и календарные времена года.
4. «Белые ночи» — астрономическая эстетика в литературе.
5. Рефракция света в земной атмосфере.

Интернет-ресурсы

http://www.nebulacast.com/2012/04/blog-post_05.html — Живая Вселенная. Что такое эклиптика?

Урок 6. Движение и фазы Луны. Затмения Солнца и Луны

Цели урока

Личностные: организовывать самостоятельную познавательную деятельность.

Метапредметные: графически пояснять условия возникновения лунных и солнечных затмений.

Предметные: формулировать понятия и определения «синодический период», «сидерический период»; объяснять наблюдаемое движение и фазы Луны, причины затмений Луны и Солнца; описывать порядок смены лунных фаз.

Основной материал

Анализ модели взаимодействия Земли и Луны. Сравнительная характеристика физических свойств Земли и Луны. Анализ явлений солнечного и лунного затмений, условия их наступления и наблюдения на различных широтах Земли.

Методические акценты урока. Для введения в урок представленные вопросы, упражнение 5 и задания 7—10 позволят организовать деятельность учащихся по актуализации знаний о характере суточного и годичного движения Солнца.

Несмотря на кажущуюся простоту введения данной темы, важно учитывать, что навыки проведения мысленного эксперимента у учащихся недостаточны, а рассмотрение разных процессов в различных системах отсчета традиционно является сложным учебным действием для школьников. Истинное понимание астрофизических основ данной темы в представлении учащихся может подменяться поверхностным знанием отдельных фактов. Поэтому при анализе движения Луны необходимо наряду с виртуальным наблюдением использовать возможности реальной модели: укрепленный на стержне непрозрачный шар, размещенный на определенном отдалении от глобуса, освещают широким пучком света. При этом обращают внимание, что из разных точек класса наблюдается различная освещенность шара.

Взаимовлияние Земли и Луны вызвано сходными физическими свойствами небесных тел (сравнимый радиус, масса). Следствием данного взаимовлияния Земли и Луны выступает равенство периодов собственного обращения Луны вокруг собственной оси и вокруг Земли. Данное положение следует проиллюстрировать с использованием модели: сделав на шаре отметку, можно наглядно показать вращение Луны относительно Земли. Вводится понятие «сидерический месяц». Далее анализируется динамика наступления различных фаз Луны и анализируются причины возникновения наблюдаемых лунных фаз: видимая часть Луны освещается Солнцем, и Луна имеет форму шара. Вводится понятие «синодиче-

ский месяц». Важно остановиться на относительности всех систем отсчета и показать, что для наблюдателя на Луне (такими «наблюдателями» выступали космонавты, высаживавшиеся на поверхность спутника, а также исследовательские космические аппараты, в том числе и советские) Земля также будет иметь фазы, сходные с лунными.

Так как учащиеся из курса физики и географии имеют общее представление о солнечных и лунных затмениях, изучение данных вопросов можно представить для самостоятельной индивидуальной работы с последующим обсуждением. При этом желательно сравнить по одним и тем же характеристикам солнечные и лунные затмения и представить результаты в виде таблицы.

Характеристика солнечных и лунных затмений

Параметры характеристики	**Солнечное затмение**	**Лунное затмение**
Графическое изображение процесса затмения		
Астрономические условия наступления		
Вид затмения		
Максимальная продолжительность		
Средняя частота наступления в течение года		
Частота наблюдения на определенной территории		

Окончание табл.

Параметры характеристики	Солнечное затмение	Лунное затмение
Сарос (период повторения последовательности затмений) и его причины		
Использование явления в научных целях		

После выполнения данной работы целесообразно обсудить результаты, обратив внимание на кольцеобразное солнечное затмение, свидетельствующее об изменении расстояний видимого углового диаметра Луны в зависимости от взаимных расстояний Солнца, Земли и Луны. Возвратившись к демонстрации модели движения Луны вокруг Земли относительно Солнца, необходимо проиллюстрировать теоретические рассуждения учащихся: удаляя и приближая шар к источнику света, можно наблюдать изменение характера видимости самого источника. Далее иллюстрируется тот факт, что плоскость орбиты Луны относительно Земли имеет наклон к плоскости эклиптики, составляющий 5°, что и препятствует возникновению в каждое новолуние и полнолуние солнечного и лунного затмений.

Важно подобрать такой визуальный материал, иллюстрирующий явления солнечных и лунных затмений, чтобы учащиеся заинтересовались самостоятельным проведением данных наблюдений. Для этого можно использовать материал о затмениях, наблюдавшихся в данном населенном пункте (если такие материалы есть), продемонстрировать фото- и видеоматериалы, размещенные в сети Интернет с иллюстрацией наблюдавшихся на территории России солнечных и лунных затмений. Активизирует интерес учащихся и обсуждение темно-красного оттенка лунного диска, который остается видимым во время лунных затмений: преломляясь в земной ат-

мосфере, длинноволновое солнечное излучение попадает в конус земной тени и освещает Луну.

Итогом занятия являются ответы на вопросы к § 7 и § 8 учебника и упражнений 6, 7 учебника, что позволит еще раз проанализировать изученные явления.

Домашнее задание. § 7, 8; практические задания.

1. В течение недели наблюдайте положение Луны в одно и то же время. Выберите удаленные объекты, относительно которых можно сравнивать положение лунного диска. По результатам наблюдений заполните таблицу.

Дата наблюдения						
Графическое изображение наблюдаемой фазы Луны						
Название фазы						
Цвет Луны						
Характер смещения Луны относительно выбранных ориентиров						

2. Заполните таблицу и сделайте поясняющие рисунки.

Название фазы	**Вид Луны**	**Угол фазы**	**Время видимости**	**Рисунок**
	Не видна			
		270°		
			Вечером	
	Полный круг		Всю ночь	

Темы проектов

1. О чем может рассказать цвет лунного диска.

2. Описания солнечных и лунных затмений в литературных и музыкальных произведениях.

Интернет-ресурсы

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/c6703457-4971-944b-5e84-05dc4d96d915/45363/?interface=catalog&class=47&subject=39 — Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Статическая графика «Лунные затмения», «Полные солнечные затмения», «Солнечные затмения».

Урок 7. Время и календарь

Цели урока

Личностные: проявлять толерантное и уважительное отношение к истории, культуре и традициям других народов.

Метапредметные: анализировать понятие «время», пояснять смысл понятия «время» для определенного контекста.

Предметные: формулировать определения терминов и понятий «местное время», «поясное время», «зимнее время» и «летнее время»; пояснять причины введения часовых поясов; анализировать взаимосвязь точного времени и географической долготы; объяснять необходимость введения високосных лет и нового календарного стиля.

Основной материал

Периодические или повторяющиеся процессы как основа для измерения времени. Древние часы. Введение понятий «местное время», «поясное время», «зимнее время» и «летнее время». Бытовое и научное понятие «местное время». Летоисчисление в древности. Использование продолжительных периодических процессов для создания календарей. Солнечные и лунные календари и их сравнение. Старый и новый стили. Современный календарь.

Методические акценты урока. В начале занятия целесообразно обсудить вопросы и задания упражнений 6—7 учебника, которые не были рассмотрены

на предыдущем занятии, и предложить следующие задания.

1. Найдите на звездной карте созвездие, в котором сегодня находится Солнце.

2. Лунное затмение наблюдалось 23 марта 2016 г. Когда можно ожидать ближайшее солнечное затмение?

3. Почему полная фаза лунного затмения продолжается гораздо дольше, чем полная фаза солнечного затмения?

4. Опишите, как изменилось положение Солнца на небесной сфере с начала учебного года до дня проведения занятия.

5. Определите географическую широту места наблюдения, если 22 июня Солнце наблюдалось в полдень на высоте 61°.

Последняя задача позволяет перейти к теме занятия. Ситуация проблемы определяется тем, какой смысл вкладывается в слово «полдень». В ходе беседы акцентируется внимание на том, что люди используют показания часов, не задумываясь об истинном смысле этого понятия. Для актуализации интереса к теме следует в беседе выявить цели измерения времени (хозяйственные, экономические, научные и т. д.). Далее в беседе рассматривают, какие промежутки времени требуются для измерения. Важно подвести учащихся к выводу, что эти промежутки времени ограничиваются как малыми значениями, так и значениями, превышающими по продолжительности жизнь нескольких поколений людей, а иногда и вообще существование жизни на Земле. Далее акцентируют внимание на способах измерения времени. Подводят учащихся к выводу о необходимости использовать для измерения временны́х промежутков какие-либо периодические процессы или процессы, которые можно повторить. В качестве примеров первых часов можно привести огненные часы, водяные, песочные, солнечные, подчеркнуть их значительную неточность и неравномерность хода. В ходе самостоятельной работы учащихся с учебником предлагается выполнить следующие задания.

1. Заполните таблицу.

Время	Определение	Обозначение и/или формула
Местное		
Всемирное		
Поясное		
Зимнее/летнее		

2. Укажите формулу для определения разницы местного времени в населенных пунктах с известными значениями географических долгот.

3. Укажите формулу для расчета времени T в населенном пункте России для известного часового пояса.

4. Время в Женеве, на окраине которой расположен большой исследовательский центр CERN, отличается от всемирного на 1 ч. Какому часовому поясу принадлежит данный город? Определите, какую разницу составляет местное время данного населенного пункта с Москвой. Женева имеет долготу 6,14°, Москва — 37,6°.

После самостоятельного выполнения заданий следует обратить внимание на бытовое и научное различие понятия «местное время». Далее упоминается эталон точного времени, который позволяет определить секунду как продолжительность 9 192 631 770 переходов между двумя уровнями основного состояния атома цезия-133. При этом можно обнаружить незначительные отклонения от равномерного вращения Земли и вековое замедление этого вращения на 0,0014 с за столетие. Следует упомянуть и линию перемены дат, проходящую по меридиану вблизи северо-восточной границы России.

Далее следует перейти к рассмотрению счета более длительных промежутков времени, акцентируя внимание учащихся, что периодическая смена лунных фаз, а также смена времен года послужили ос-

новой для создания первых календарей. Учащимся можно предложить самостоятельную работу.

1. Заполните таблицу основных понятий.

Понятие	**Определение**	
Календарь		
Тропический год		
Високосный год	Юлианский календарь	Григорианский календарь

2. Сравните солнечный и лунный календари, заполнив таблицу.

Календарь	Лунный	Солнечный
Основа для деления на завершенные промежутки		
Соотношение числа дней/часов с тропическим годом		
Способ корректировки длительности года с длительностью тропического года		

3. Почему день весеннего равноденствия не всегда приходится на 21 марта?

4. Заполните таблицу, используя приложение VII, и объясните, почему в датах рождения ученых по старому и новому стилю наблюдается разное количество дней.

Ученый	**Дата рождения**		**Основные научные достижения**
	Старый стиль	**Новый стиль**	
Э. Галлей	29.10.1656	08.11.1656	Предложил метод определения расстояния

Окончание табл.

Ученый	Дата рождения		Основные научные достижения
	Старый стиль	Новый стиль	
			до Солнца — астрономическую единицу. Установил периодичность...
В. Гершель	15.11.1738	26.11.1738	
Ф. Бредихин	26.11.1831	08.12.1831	

Домашнее задание. § 9, домашняя контрольная работа № 1.

Контрольная работа № 1
по теме «Практические основы астрономии»

1. Козерог, Дракон, Рыбы, Лев, Змееносец, Рак. Найдите лишнее в этом списке. Обоснуйте свой ответ.

2. В одной из телепередач, посвященных жизни и творчеству А. С. Пушкина, ведущая заявила, что существует «до сих пор не разгаданная загадка, связанная с жизнью поэта». Загадка состояла в следующем. А. С. Пушкин родился 26 мая (по старому стилю). Всем известно, что разница между старым и новым стилем составляет 13 дней. Однако мы празднуем день рождения Пушкина по новому стилю 6 июня, хотя разница между 26 мая и 6 июня — 11 дней. Внесите свой вклад в литературоведение — разгадайте загадку.

3. Запишите данные предложения, заполнив пропуски в тексте. После каждого записанного предложения в скобках обоснуйте свой ответ.

1. На земном шаре день равен ночи круглый год только _____ .

2. Солнце взошло 21 марта 2011 г. (*по местному времени*) *в Токио в* ____ *ч, а зашло в* ____ *ч. В этот же день в Новосибирске восход зафиксирован в* ____ *ч, а заход — в* ____ *ч.*

3. Восход Солнца в населенных пунктах, расположенных на экваторе, 2 августа наблюдается в _____ ч, 27 февраля — в _____ ч.

4. Июльские морозы и январские знойные дни являются обычными явлениями в средних широтах _____.

4. Заполните пропуски в приведенном отрывке из книги Б. Ф. Билимовича «Световые явления вокруг нас»: *«При наблюдении _____, _____ _____ и _____ в телескоп их изображение на сетчатке глаза увеличивается, и можно детально рассмотреть строение этих тел. _____ находятся значительно дальше, поэтому, когда мы наблюдаем их в телескоп, угол зрения тоже увеличивается, но не настолько, чтобы они стали видны в виде дисков. Они по-прежнему кажутся глазу светящимися _____. Однако... когда мы смотрим в телескоп на _____, в глаз попадает во столько раз больше света, во сколько раз площадь объектива _____ площади _____. Поэтому телескоп увеличивает _____ _____ и позволяет тем самым увидеть очень _____, не видимые невооруженным глазом».*

5. На рисунках 1 и 2 приведены части карт звездного неба. Первая издана Московским обществом любителей астрономии в 1920 г., вторая — сотрудниками ГАИШ МГУ в 1998 г. Укажите не менее двух значимых различий данных карт и обоснуйте причину их возникновения, ведь на каждой из них отражена часть неба с областью созвездия Орион.

На рисунке 2 можно отследить участки, для которых границы созвездий оказываются незначительно смещенными по отношению к линиям координатной сетки вверх влево, при этом значимых причин в виде определенных небесных объектов для столь малого смещения нет. Поясните, с чем связано данное смещение границ, которые было бы рациональнее проводить по сетке постоянных небесных координат — склонений и прямых восхождений. Когда можно ожидать «совпадения» данных линий?

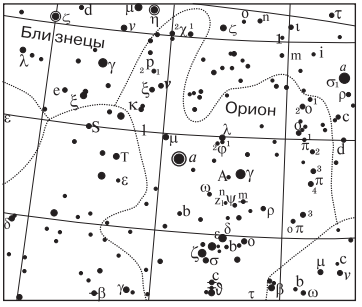


Рис. 1. Часть звездной карты из «Звездного атласа» А. А. Михайлова, 1920 г.

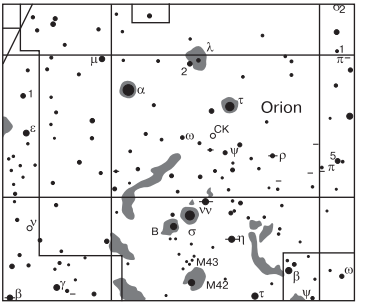


Рис. 2. Часть звездной карты из «Атласа звездного неба» под ред. А. П. Гуляева, 2000 г.

6. Незаходящая звезда наблюдается в верхней кульминации на высоте 50°46′, в нижней кульминации — на высоте 35°54′. Определите географическую широту местности, на которой находится наблюдатель.

7. Самые слабые звезды, которые можно получить на фотографии крупнейшим в мире телескопом, относятся к 25-й звездной величине. Во сколько раз они слабее, чем звезды 1-й звездной величины?

8. В бытовой речи можно услышать: Солнце восходит на востоке, а заходит на западе. Верно ли это утверждение? Используйте для ответа следующие данные из отрывного календаря на 2015 г.: 18 марта — долгота дня 12:01; 21 марта — день весеннего равноденствия; долгота дня 12:12; 23 сентября — день осеннего равноденствия; долгота дня 12:11; 26 сентября — долгота дня 11:59. Поясните, почему для дат весеннего и осеннего равноденствия продолжительность дня не подтверждает их астрономическое название.

9. 20 марта произошло солнечное затмение. В Мурманской области можно было наблюдать лишь частичное солнечное затмение. Поэтому группа астрономов, среди которых были и астрономы-любители, в этот день прибыли на Северный полюс Земли, чтобы наблюдать полное солнечное затмение. На какой высоте над горизонтом оно наблюдалось?

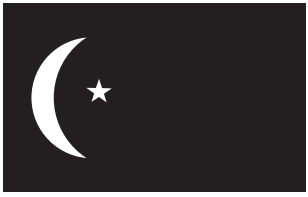


Рис. 3

10. На рисунке 3 представлен старый флаг Турецкой Республики. На нем имеется изображение лунного серпа и звезды. Серп какого месяца изображен на флаге — молодого или старого? Ответ поясните. Могут ли лунный серп и звезда наблюдаться на небе в том виде, в каком они показаны на флаге?

Следует отметить особенности подходов к оцениванию контрольных работ. Наиболее эффективно критериальное оценивание. Примерное распределение критериев оценивания приведено в таблице.

Баллы	Характеристика решения
5	Верное решение. Допустимы недочеты, в целом не влияющие на решение
4	Решение в целом верное, однако содержит существенные ошибки, не относящиеся к астрономии (например, математические)
3	Есть понимание природы явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений (не использован закон), в результате полученная часть решения не позволяет прийти к результату
2	Есть отдельные уравнения (законы), относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
1	Решение полностью неверно или отсутствует

Общее количество задач — 10, следовательно, учащиеся могут набрать за всю работу 50 баллов. Целесообразно использовать следующую таблицу перевода «сырых» баллов в отметку: «5» — от 38 до 50 баллов; «4» — от 28 до 37 баллов; «3» — от 20 до 27 баллов, «2» — менее 20 баллов. Принцип выставления баллов основывается на том, что отметка «3»

свидетельствует о понимании направления приложения законов и закономерностей, а также изученных понятий. Более широкие границы отметки «5» позволяют стимулировать интерес к дальнейшему изучению предмета.

Комментарии для учителя к решению задач

К задаче 1. Лишнее в этом списке — созвездие Дракона, это единственное созвездие, не лежащее на эклиптике — видимом пути Солнца на небесной сфере в течение года. Распространенное заблуждение, что Змееносец — незодиакальное созвездие, основано на традиции, в соответствии с которой в качестве знаков зодиака выбраны только 12 созвездий из 13, находящихся на эклиптике.

К задаче 2. Юлианский и григорианский календари (старый и новый стиль соответственно) отличаются тем, что годы, номера которых делятся на 100 и не делятся на 400, в юлианском календаре являются високосными, а в григорианском — нет. Поэтому пересчет дат различных событий из юлианского календаря в григорианский не всегда производится прибавлением 13 суток — так следует делать только для событий, произошедших после 1 марта 1900 г. и до 28 февраля 2099 г. (по григорианскому календарю). При пересчете дат, относящихся к XVIII в., из юлианского календаря в григорианский следует прибавлять не 13, а 11 дней — с тех пор разница между юлианским и григорианским календарями увеличилась на 2 дня (один день появился в 1800 г., второй — в 1900 г.). Именно поэтому день рождения А. С. Пушкина, родившегося в 1799 г., празднуется 6 июня, а не 8 июня.

К задаче 3. День всегда равен ночи на экваторе, потому что граница освещения делит экватор на две равные половины во всяком положении земного шара. В дни равноденствий Солнце всюду на Земле восходит в 6 ч по местному времени и заходит в 18 ч по местному времени. На экваторе Солнце в течение всего года восходит ежедневно в 6 ч по местному времени. В средних широтах июльский мороз и январский летний зной — обычные явления для Южного полушария.

К задаче 5. Первое отличие касается названий созвездий. После проведения первой Генеральной ассамблеи МАС в 1922 г. в Риме в названиях созвездий было решено придерживаться современной европейской традиции. Каноническими считаются латинские названия созвездий, ими пользуются астрономы всех стран в научной практике, что удобно, так как перевод названий на языки разных стран в каждой из стран не бесспорен. Второе отличие касается границ созвездий. Данное отличие характеризуется двумя аспектами. Первый аспект связан с принятым современным пониманием созвездия как участка неба со всеми объектами, находящимися на этом участке. Фигуры созвездий, которые принято изображать, мысленно соединяя прямыми линиями яркие звезды, не учитываются современной наукой. Второй аспект определяется принятым после ассамблеи подходом проводить границы созвездий в виде ломаных линий.

Первоначально для удобства описания границ созвездий решено было проводить их в виде ломаных линий, проходящих точно по сетке постоянных небесных координат — склонений и прямых восхождений. Но небесный экватор отражает положение земного: меняется в результате прецессии ориентация земной оси — «гуляет» по небу экваториальная система координат. Астрономы начала XX в. провели границы созвездий в системе экваториальных координат того времени, точнее, 1875 г. Тогда это был стандарт. Уже сейчас границы созвездий не совпадают с линиями координатной сетки, слегка отходя от них. В будущем это различие будет возрастать, поскольку точка весеннего равноденствия, играющая на небе роль Гринвича, движется вдоль эклиптики, увлекая за собой сеть небесных координат. Через 26 тыс. лет (период прецессии) все вернется в исходное состояние.

К задаче 8. Высказывание о том, что Солнце восходит на востоке, а заходит на западе, не соответствует истине. Оно справедливо только дважды в году — в дни весеннего и осеннего равноденствия. В эти дни день и ночь составляют ровно половину су-

ток, т. е. 12 ч. В летнее полугодие точки восхода и захода Солнца приближаются к северу, а в зимнее полугодие — к югу. На широте Москвы азимуты точек восхода и захода изменяются в пределах от 47° до 137° к востоку и западу от точки юга.

То, что день равен ночи не в дни осеннего и весеннего солнцестояния обусловлено явлением рефракции — преломлением лучей в атмосфере, вследствие чего Солнце кажется выше, чем на самом деле, поэтому его восход происходит раньше, а заход позднее. В среднем величина рефракции составляет 35′, т. е. несколько превосходит угловой диаметр солнечного диска.

К задаче 9. Учитывая дату затмения, можно сделать вывод, что она очень близка к дню весеннего равноденствия. В это время Солнце располагается на небесном экваторе, его склонение равно нулю. В пункте наблюдения на Северном полюсе широта равна +90° — небесный экватор совпадает с горизонтом. Высота Солнца, как и его склонение, будет равна нулю. Следовательно, затмение будет наблюдаться на горизонте. Из-за атмосферной рефракции Солнце будет чуть выше горизонта.

К задаче 10. Серпы молодого и старого месяцев различаются тем, что обращены выпуклостью в противоположные стороны. В Северном полушарии, где расположена Турция, молодой месяц всегда направлен выпуклой стороной вправо, старый — влево. Следовательно, на флаге месяц старый. Звезда не может быть видна внутри диска Луны, дополненного до круга (рис. 4). Все небесные светила гораздо дальше Луны и, следовательно, должны ею заслоняться. Их можно видеть только за краем неосвещенной части Луны (за пунктирной линией). На современном флаге Турции, также содержащем изображение лунного серпа и звезды, звезда отодвинута от серпа за пределы пунктирной линии.

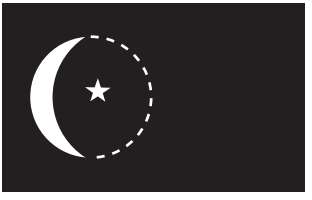


Рис. 4

Темы проектов

1. Хранение и передача точного времени.
2. Атомный эталон времени.
3. Истинное и среднее солнечное время.
4. Измерение коротких промежутков времени.
5. Лунные календари на Востоке.
6. Солнечные календари в Европе.
7. Лунно-солнечные календари.

Интернет-ресурсы

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8b74c9c3-9aad-4ae4-abf9-e8229c87b786/110377/ — Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Таблица «Различные календари Земли».

Строение Солнечной системы (7 ч)

Урок 8. Развитие представлений о строении мира

Цели урока

Личностные: высказывать убежденность в возможности познания системы мира.

Метапредметные: устанавливать причинно-следственные связи смены представлений о строении мира; характеризовать вклад ученых в становление астрономической картины мира.

Предметные: воспроизводить исторические сведения о становлении и развитии гелиоцентрической системы мира, объяснять петлеобразное движение планет с использованием эпициклов и дифферентов.

Основной материал

Становление системы мира Аристотеля. Геоцентрическая система мира Птолемея. Достоинства системы и ее ограничения. Гелиоцентрическая система мира Коперника. Проблемы принятия гелиоцентрической системы мира. Преимущества и недостатки системы мира Коперника. Границы применимости гелиоцентрической системы мира. Подтверждение гелиоцентрической системы мира при развитии наблюдательной астрономии.

Методические акценты урока. Представляемая на уроке тема отличается своей направленностью на поддержку становления у учащихся целостной астрономической картины мира. Тема обладает потенциалом в формировании мировоззренческих позиций учащихся. Учитывая достаточный запас элементарных знаний, полученных учащимися при изучении других курсов (физика, география, история), в ходе занятия приоритетными выступают вербальные методы ведения урока — проблемный диалог, лекция с элементами диалога и т. д. При этом в начале урока учащиеся получают следующее задание: в ходе беседы самостоятельно законспектировать основные характеристики каждой из систем мира. В процессе организации проблемного диалога акцентируют внимание на следующих аспектах.

1. Создание геоцентрической, а затем и гелиоцентрической систем мира сопровождалось значительной поддержкой результатов наблюдения звездного неба. Так, астрономы Древнего Китая аккуратно регистрировали вспышки новых звезд и появление ярких комет, еще в IV в. до н. э. был составлен первый звездный каталог, содержащий сведения о 800 звездах. Каталог Гиппарха включал 1022 звезды, распределенные по 48 созвездиям. При сравнении координаты некоторых звезд его каталога с координатами, полученными предшественниками, значительно расходились, что объяснялось прецессией оси земного шара. В обсерватории Улугбека с максимальной точностью был измерен наклон эклиптики к экватору, продолжительность года, составлены «Новые астрономические таблицы», содержащие каталог 1018 звезд. Тихо Браге составил новые солнечные и планетные таблицы, звездный каталог, уступавший по числу звезд, но превосходивший существовавшие по точности.

2. Геоцентрическая система, претерпев два важнейших этапа в своем развитии, выражена в системе мира Аристотеля, а затем Птолемея. Переход обусловлен практическими потребностями в более точных вычислениях положения планет. При этом построение самой системы отвечает последовательно-

сти «теория → факты» (здесь уместны слова Гегеля: *«Если факты не соответствуют теории, тем хуже для фактов»*).

3. Достоинством теории Аристотеля является логика научного доказательства и ряд правильных суждений, например о причине затмений.

4. В системе Птолемея центры эпициклов Меркурия и Венеры лежат на прямой, соединяющей Землю и Солнце, что позволяло согласовать реальное движение планет с геоцентрическим движением.

5. Причиной, способствовавшей разработке гелиоцентрической системы мира Коперником, являлась сложность и громоздкость системы мира Птолемея. При этом первоначально система Коперника хуже объясняла видимые движения планет: в гелиоцентрической системе мира Коперника были оставлены «идеальные» движения и для Земли, и для планет. Громоздкая же система Птолемея точнее описывала реальное движение. И секрет этой устойчивости — в «изобретении» Птолемеем гармонического анализа за полтора тысячелетия до Фурье: любое сложное движение в природе можно разложить на сумму круговых и равномерных движений, причем такое представление может быть как угодно точным — все определяется количеством членов в указанной сумме. Таким образом, ложная в физической основе система с математической точки зрения являлась идеальной теоретической схемой.

6. Наряду с громоздкостью системы Птолемея, как причины для разработки новой теории, нельзя обойти и другую причину, которая заключалась в изменении мышления человека эпохи Возрождения. Из истории учащиеся могут вспомнить, что если в центре внимания Античности — природно-космическая жизнь, то в эпоху Возрождения — развитие человека разностороннее, знания и навыки становятся самоцелью, человек — творец себя и всей природы.

7. Среди преимуществ системы Коперника — объяснение данной системой таких явлений, как смена

дня и ночи, видимого годичного движения Солнца, петлеобразного движения планет.

8. Построение системы мира Коперника отвечает последовательности «факты → теория». Именно опытные факты наблюдательной астрономии, которая началась с Г. Галилея и И. Кеплера, позволила победить гелиоцентрической системе мира.

После рассмотрения теоретических основ двух систем мира, важно обсудить те основные характеристики, которые смогли в ходе беседы законспектировать учащиеся. Далее можно рассмотреть ряд заданий.

1. В повести Г. Голубева «Улугбек» есть следующая фраза: «*...Марс и Венера движутся в одну сторону — с запада на восток, потом останавливаются и вдруг направляются обратно на запад, и так несколько раз за ночь...*» Укажите ошибку в приведенном отрывке.

2. Вычислите, во сколько раз скорость звезды ς Девы превышала бы скорость света, если согласно геоцентрическим воззрениям она в суточном обращении двигалась бы в плоскости земного экватора на расстоянии 10^{15} км от Земли.

Домашнее задание. § 10; практическое задание.

На первый взгляд кажется, что исправить атмосферное искажение изображений при наблюдениях с помощью телескопа невозможно — неизвестно, каково было исходное изображение и как именно его испортила неоднородная атмосфера. Но подобная оптическая система существует и называется адаптивной оптикой. Раскройте принципы, на которых базируется система адаптивной оптики.

Темы проектов

1. Обсерватория Улугбека.
2. Система мира Аристотеля.
3. Античные представления философов о строении мира.

Интернет-ресурсы

http://universetoday-rus.com/blog/2013-11-01-1538 — Гелиоцентрическая система мира.

http://nasha-vselennaia.ru/?p=1823 — Эллинистическая астрономия.

Урок 9. Конфигурации планет. Синодический период

Цели урока

Личностные: организовывать самостоятельную познавательную деятельность.

Метапредметные: представлять информацию о взаимном расположении планет в различных видах (в виде текста, рисунка, таблицы), делать выводы об условиях наблюдаемости планеты в зависимости от внешних условий расположения Солнца и Земли.

Предметные: воспроизводить определения терминов и понятий «конфигурация планет», «синодический и сидерический периоды обращения планет».

Основной материал

Конфигурации планет как различие положения Солнца и планеты относительно земного наблюдателя. Условия видимости планет при различных конфигурациях. Синодический и сидерический периоды обращения планет. Аналитическая связь между синодическим и сидерическим периодами для внешних и внутренних планет.

Методические акценты урока. В начале урока целесообразно начать с актуализации знаний учащихся, используя вопросы к § 10 учебника. Учащимся также можно предложить следующие задания.

1. Заполните пропуски в тексте: *«Создать полную картину мира выпало на долю* _____ _____. *В сочинении под названием «Альмагест» основное содержание сводится к изложению* _____ *системы мира, в которой шарообразная Земля занимает центральное неподвижное положение... Это была* _____ _____ *теория, позволяющая заранее предсказать местоположение всех планет».*

2. Впишите недостающие слова в текст: *«В своей системе мира* _____ *низвел Землю до роли рядовой планеты,* _____ *он поместил в центре системы, а все планеты вместе с* _____ *двигались вокруг* _____ _____ *по круговым орбитам».*

3. Какие телескопические открытия Г. Галилея и М. В. Ломоносова подтвердили истинность гелиоцентрической системы мира?

Рассмотрение конфигураций планет рекомендуется начинать с наблюдения реальной механической аналогии. Для этого можно использовать шарик, изображающий планету, лампу, моделирующую Солнце, и глобус Земли. В процессе механического перемещения шарика в роли внутренней планеты, затем шарика в роли внешней планеты графически представляют эти положения на плоскостном рисунке, который в результате будет содержать все возможные расположения планет (рис. 5).

В процессе рассмотрения различных конфигураций обращают внимание учащихся на то, что их названия определяются различным расположением Солнца и планеты относительно земного наблюдателя.

Важно акцентировать внимание учащихся на условиях видимости планет. Анализируя рисунок 5,



Рис. 5

необходимо подвести учащихся к выводу о том, что соединения неудобны для наблюдения планет, так как в этих конфигурациях планеты теряются в лучах Солнца. Верхние планеты лучше видны вблизи противостояний, а нижние — вблизи элонгации. Эффективно результаты рассуждений оформить в виде схемы или таблицы.

Результат ее заполнения может быть следующим.

Конфигурация	**Положение планеты относительно Солнца для земного наблюдателя**	**Условия наблюдения**
Внутренние планеты		
Восточная элонгация	Расположена на угловом удалении от Солнца (Меркурий — 28°, Венера — 48°)	Наилучшие (наблюдается фаза планеты на западе после захода Солнца)
Западная элонгация	Расположена на угловом удалении от Солнца (Меркурий — 28°, Венера — 48°)	Наилучшие (наблюдается фаза планеты на востоке перед восходом Солнца)
Нижнее соединение	Расположена вблизи Солнца перед светилом	Отсутствуют (специальные при прохождении по диску Солнца)
Верхнее соединение	Расположена вблизи Солнца за светилом	Отсутствуют
Внешние планеты		
Восточная квадратура	Расположена на угловом удалении от Солнца (90°)	Достаточные (наблюдается фаза планеты на западе после захода Солнца)
Западная квадратура	Расположена на угловом удалении от Солнца (90°)	Достаточные (наблюдается фаза планеты на востоке

Окончание табл.

Конфигурация	**Положение планеты относительно Солнца для земного наблюдателя**	**Условия наблюдения**
		перед восходом Солнца)
Противостояние	Расположена диаметрально противоположно Солнцу	Хорошие (наблюдается ночью обращенное к Земле полностью освещенное Солнцем полушарие)
Верхнее соединение	Расположена вблизи Солнца за светилом	Отсутствуют

После проверки содержания таблицы логично обсудить, какими параметрами определяется период повторения конфигурации планет для земного наблюдателя. Для вывода аналитической зависимости между синодическим и сидерическим периодами планет целесообразно использовать модель-аналогию — циферблат часов. В рамках данной модели движение секундной стрелки аналогично обращению вокруг Солнца внутренних планет, минутная стрелка покажет перемещение Земли, часовая — перемещение внешних планет. Обсуждая движения стрелок, акцентируется внимание на том факте, что «встречи» секундной и минутной стрелок происходят чаще, чем минутной и часовой. Кроме того, точки встречи располагаются в разных частях циферблата. Для реального движения планет это означает наблюдение одинаковых конфигураций в разных точках орбит в различное календарное время. С использованием аналогии можно продемонстрировать обычное, Великое противостояние — «парад планет». Вводятся понятия синодического и сидерического периодов.

С опорой на модель стрелок-планет записываются угловые скорости для движения секундной и минут-

ной стрелок, определяется дуга, описываемая за синодический период каждой из них, и вычитается из первого равенства второе. Аналогично рассматривается соотношение для внешних планет.

В учебнике представлены вопросы к § 11 учебника и упражнение 9, позволяющие организовать включение нового знания, полученного учащимися на уроке, в общую систему знаний. Можно предложить и ряд дополнительных заданий.

1. На рисунке 6 представлено несколько точек возможного расположения планет. Укажите, какие планеты Солнечной системы могут находиться в указанных конфигурациях. Как называются положения планет, указанные на рисунке точками *1*, *2*, *3*, *4*?

2. Может ли Юпитер наблюдаться в виде тонкого серпа на небе?

Домашнее задание. § 11; практические задания.

1. Используя информацию, представленную на рисунке 7, опишите конфигурации планет.

2. До 1965 г. в выводах астрономов относительно Меркурия существовала ошибка. Она была связана с тем, что для наблюдения благоприятны лишь элонгации, при которых Меркурий имеет более высокое склонение, чем Солнце. Поясните, в чем состояла ошибка, «расшифровав» следующие данные: *«<1965 : 88 = 88, т. е. 1 = 1, так как 1 в 348*; *но >1965 : 59,646.3 = 2.88, т. е. 3 = 2»*.

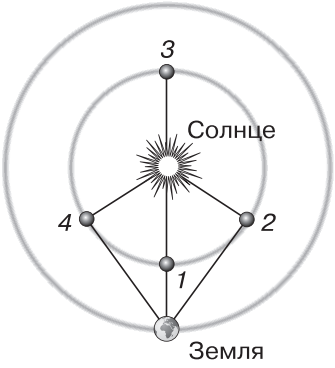


Рис. 6



Рис. 7

Комментарии для учителя к решению задания 2: ошибка состояла в том, что до 1965 г. считалось, что Меркурий обращен к Солнцу всегда одной стороной, подобно тому, как Луна по отношению к Земле. Расшифровка анаграммы: ранее 1965 г. период обращения Меркурия считался равным 88 земным суткам и совпадал с периодом обращения планеты вокруг Солнца, который также составляет 88 сут, т. е. один период оборота вокруг своей оси равен одному периоду обращения вокруг Солнца, так как наблюдения за обращением Меркурия возможны только около эпох элонгаций, при которых Меркурий имеет более высокое склонение, чем Солнце, которые повторяются один раз в 348 сут; после 1965 г. установили: период вращения Меркурия составляет 58,646 сут, три полных оборота вокруг оси совершается за 176 сут, что соответствует двум оборотам вокруг Солнца, каждый из которых составляет 88 земных суток, т. е. три периода оборота вокруг своей оси равны двум периодам обращения вокруг Солнца.

Учитывая, что данная тема способствует повышению интереса к проведению самостоятельных наблюдений, в конце урока важно обратить внимание учащихся на структуру и содержание школьного астрономического календаря, в котором ежегодно представлены в том числе и данные о конфигурации планет.

Темы проектов

1. Наблюдение прохождения планет по диску Солнца и их научное значение.

2. Объяснение петлеобразного движения планет на основе их конфигурации.

Интернет-ресурсы

http://in-space.info/dictionary/konfiguratsiya-planet — Космос и жизнь. Конфигурация планет.

http://shkolo.ru/vidimyie-dvizheniya-planet-i-konfiguratsii-planet/ — Справочник по астрономии. Видимые движения и конфигурации планет.

http://www.astronet.ru/db/msg/1191510/chapter3_8.html — Астронет. Видимое движение и конфигурации планет.

Урок 10. Законы движения планет Солнечной системы

Цели урока

Личностные: целенаправленно организовывать собственную познавательную деятельность.

Метапредметные: анализировать информацию, полученную из текста научного содержания; объяснять суть эмпирического способа определения формы траектории небесных тел (на примере Марса).

Предметные: воспроизводить определения терминов и понятий «эллипс», «афелий», «перигелий», «большая и малая полуось эллипса», «астрономическая единица»; формулировать законы Кеплера.

Основной материал

Эмпирический характер научного исследования Кеплера. Эллипс, его свойства. Эллиптические орбиты небесных тел. Формулировка законов Кеплера. Значение и границы применимости законов Кеплера.

Методические акценты урока. Урок обладает значительным личностным познавательным потенциалом, так как впервые показывает логику рассуждений ученого-астронома и вывод законов на основе эмпирических данных. Поэтому при введении в новую тему наиболее эффективным методом выступает мини-лекция с элементами проблемного диалога. В качестве интеллектуальной разминки в начале урока учащимся можно предложить следующие задания.

1. Измеренное секстантом угловое расстояние планеты от Солнца оказалось равным 60°. Определите, какая это планета — верхняя или нижняя.

2. Можно ли наблюдать Венеру утром на западе, а вечером на востоке? Почему? Возможно ли подобное наблюдение для Меркурия; Марса?

3. Сидерический период обращения Марса вокруг Солнца составляет 686,97 сут. Определите, через какой промежуток времени Земля видна с Марса как утреннее светило.

4. Ниже приведены выдержки из книг. Прокомментируйте их.

Ф. М. Дягилев «Из истории физики и жизни ее творцов»: «*...Коперник впервые создал научную картину мира, заложив тем самым, по словам академика Амбарцумяна, «первый камень в фундамент современного естествознания»...*»

М. В. Келдыш «Николай Коперник»: «*...Человек, несомненно, достигнет других планет и, может быть, других миров, когда физикой будут открыты новые, еще более эффективные источники энергии. Как бы ни были велики дальнейшие успехи науки, имя гениального сына польского народа Николая Коперника будет вечно сиять, как ярчайшая звезда*».

Выполнение представленного задания позволит логично перейти к теме урока. В качестве эпиграфа к нему можно взять слова В. И. Вернадского: «...явление, которое отличает научную мысль и результаты от просто утверждений, — общеобязательность и бесспорность». В связи с этим акцентируется внимание на том, что И. Кеплер пришел к формулировке законов эмпирическим путем, базируясь на гелиоцентрическом устройстве Солнечной системы и убежденности в том, что, согласно Пифагору, *«миром правят числа»*. Далее учащимся предлагается ознакомиться с описанием действий И. Кеплера, представленным в § 12 учебника. После самостоятельного ознакомления учащихся с последовательностью научных размышлений ученого в беседе акцентируется внимание на следующих фактах.

• **Исходные положения** — круговая орбита Земли, известное угловое расстояние Марса от точки весеннего равноденствия, сидерический период обращения планеты.

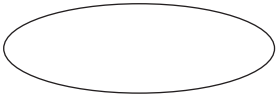
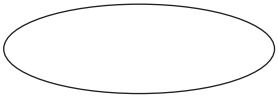
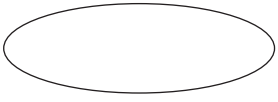
• **Использованный метод** — многократное определение точки в пространстве, в которой оказывается планета, спустя промежуток времени, равный звездному периоду; вычерчивание орбиты Марса в единицах радиуса земной орбиты.

• **Полученные выводы:** 1) орбита удовлетворяет кривой, соответствующей эллипсу, Солнце находится не в центре, а в одном из фокусов эллипса; 2) движение планеты по орбите неравномерно: в точке

наибольшего удаления — скорость минимальна, в точке наименьшего удаления — максимальна.

Для перехода к формулировке законов необходимо ввести понятия «эллипс», «большая и малая полуоси», «эксцентриситет». Используя рисунок 3.6 учебника, совместно с учащимися рассматривается способ практического построения эллипса, анализируется его частный случай — окружность. Важно использовать и динамическую виртуальную модель, иллюстрирующую второй закон Кеплера.

Учащиеся формулируют первые два закона Кеплера и заносят их в таблицу, дополняя графической интерпретацией.

Формулировка закона	**Графическая интерпретация**
Первый закон:	
Второй закон (закон площадей):	
Третий закон:	
Границы применимости:	
Значение законов:	

Далее вводят третий закон Кеплера, предваряя его рассказом о том, что первые два закона рассматривают движение планет в отдельности. Третий закон позволил впервые решить задачу движения двух тел. Для его анализа рассматривается типовая задача, решение которой изложено в конце § 12 учебника. Вводится понятие «астрономическая единица».

Обращают внимание, что в учебнике приведены формулировки законов в том порядке, в котором они исторически были открыты. Их нумерация соответ-

ствует последовательности осмысления в научных кругах и исторически принята. Рассматриваются границы применимости законов Кеплера:

— применимы для описания движения планет, но не объясняют причин движения;

— позволяют вычислить относительные расстояния планет от Солнца;

— применимы к движению планет, их естественных и искусственных спутников, движению других небесных тел — астероидов, комет, звезд в двойных системах.

Комментируя законы, важно сформулировать в беседе с учащимися значение данных законов:

— подтвердили гелиоцентрическую систему устройства мира Коперника;

— преодолели умозрительные заключения о круговых движениях небесных тел, с опорой на эмпирические данные;

— позволили ввести понятие астрономической единицы как основы для вычисления различных астрономических расстояний в Солнечной системе;

— явились основой для открытия других законов (закон Тициуса—Боде).

Можно обратить внимание учащихся на то, что И. Кеплер, увлеченный «гармонией сфер», нашел соответствие между идеальными геометрическими фигурами и орбитами планет: пять правильных многогранников — тетраэдр, куб, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр — можно разместить внутри совокупности концентрических сфер, радиусы которых соотносятся так же, как радиусы планетных орбит. При этом он отметил, что между орбитами Марса и Юпитера существует большой промежуток, в котором уместилась бы орбита еще одной планеты. Спустя годы именно там была обнаружена первая планета пояса астероидов — Церера.

Важно завершить рассмотрение законов применением их к решению задач упражнения 10 учебника.

Домашнее задание. § 12; практические задания.

1. Вычислите период обращения Нептуна вокруг Солнца, если среднее расстояние от Солнца составляет 30 а. е.

2. Определите величину большой полуоси орбиты Сатурна, если его синодический период обращения равен 378 сут.

3. Период обращения вокруг Солнца одного из крупнейших тел главного пояса астероидов — Весты — составляет 3,6 года. Во сколько раз среднее расстояние от Весты до Солнца больше, чем среднее расстояние от Солнца до Земли?

Темы проектов

1. Закон Тициуса—Боде.
2. Точки Лагранжа.
3. Научная деятельность Тихо Браге.

Задача для подготовки к ЕГЭ по физике

Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. Выберите верное утверждение о потенциальной энергии и полной механической энергии спутника:

А) потенциальная и полная механическая энергия спутника достигают максимальных значений в точке минимального удаления от Земли;

Б) потенциальная и полная механическая энергия спутника достигают максимальных значений в точке максимального удаления от Земли;

В) потенциальная энергия достигает минимального значения в точке минимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна;

Г) потенциальная энергия достигает максимального значения в точке минимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна.

Интернет-ресурсы

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8b74c9c3-9aad-4ae4-abf9-e8229c87b786/110377/ — Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Формула «Третий закон Кеплера». Анимация «Законы Кеплера».

Урок 11. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе

Цели урока

Личностные: организовывать самостоятельную познавательную деятельность; высказывать убежденность в единстве методов изучения параметров Земли и других планет.

Метапредметные: анализировать информацию, полученную из текста научного содержания; объяснять суть эмпирического способа определения размеров Земли.

Предметные: формулировать определения терминов и понятий «горизонтальный параллакс», «угловые размеры объекта»; пояснять сущность метода определения расстояний по параллаксам светил, радиолокационного метода и метода лазерной локации; вычислять расстояние до планет по горизонтальному параллаксу, а их размеры по угловым размерам и расстоянию.

Основной материал

Методы определения расстояний до небесных тел: горизонтальный параллакс, радиолокационный метод и лазерная локация. Методы определения размеров небесных тел: методологические основы определения размеров Земли Эратосфеном; метод триангуляции.

Методические акценты урока. В начале урока целесообразно предложить учащимся вопросы к § 12 учебника, а также решение ряда задач.

1. Заполните таблицу.

Планета	Эксцентриситет	Среднее расстояние до Солнца, а. е.	Сидерический период обращения, годы
	0,206		0,24
	0,057	9,6	
	0,093		1,88
	0,049	5,2	

Проверьте полученные результаты, используя данные приложения VI учебника.

Поясните, что означает величина эксцентриситета для каждой планеты.

2. Мимас и Титан — спутники Сатурна. Определите отношение средних расстояний этих спутников до Сатурна, если периоды их обращений равны соответственно 23 часам и 15 дням 23 часам.

3. Вычислите синодический период Нептуна, если среднее расстояние от планеты до Солнца составляет 30 а. е.

Для перехода к новой теме анализируются границы применимости законов Кеплера. Подчеркивается, что законы рассматривают взаимодействие двух тел, хотя на практике Солнечная система представляет собой взаимодействие значительно большего числа небесных объектов. Кроме того, третий закон Кеплера применим лишь в условиях, когда известен период обращения небесного тела в Солнечной системе. Учащихся необходимо подвести к выводу о необходимости рассмотрения других методов определения расстояний до небесных тел и определения их размеров. В представленной теме выделяются две составляющие: методы определения формы и размеров Земли, методы определения расстояний и размеров небесных тел. При этом можно выделить следующие методические элементы:

— несмотря на общее знакомство учащихся с характеристиками нашей планеты, впервые возникает возможность глубокого осознания методов определения ее основных параметров;

— единство методов определения размеров Земли и расстояний до небесных тел позволяет учащимся убедиться в достоверности данных методов.

По этим причинам отсутствует необходимость выделения отдельно блока определения расстояний и размеров Земли и расстояний и размеров небесных тел. Центр внимания — суть методов, а их конкретизация раскрывается на примере Земли и небесных тел Солнечной системы как способ иллюстрации применения метода.

Для активизации интереса важно определить ценность подобных знаний: только зная расстояния, можно говорить о природе небесных тел; определять размеры не только Солнечной системы, но и больших объектов (Галактики, видимой части Вселенной); в определенной мере обеспечивать безопасность окружающего Землю пространства, отслеживая приближение крупных астероидов; проводить расчеты для траекторий полетов космических аппаратов. Следует акцентировать внимание и на ограничениях, накладываемых условиями на применяемые методы определения расстояний и размеров небесных тел: невозможность использования прямых измерений размеров небесных тел. Важно начать с того, что самое близкое к нам небесное тело — не Луна, как ответит большинство учащихся, а Земля.

Предваряет переход к непосредственному предметному содержанию повторение некоторых угловых закономерностей, которые известны учащимся из курса геометрии:

длина дуги центрального угла в 1°: $l = \frac{2\pi R}{360^\circ}$;

для малого угла: $\sin \alpha \approx \alpha$;

радианная мера угла: 1 рад = 57,3° = 3438′ = = 206265″.

При видимой простоте понятия «горизонтальный параллакс» следует обратить внимание, что учащиеся могут затрудняться в понимании его сущности. Поэтому после заполнения в ходе беседы представленной таблицы следует проанализировать полученные формулы, обратив внимание, что параллакс есть величина, обратная расстоянию.

При переходе к рассмотрению методов определения размеров небесных тел целесообразно предложить учащимся следующее задание, выполнение которого основано на работе с учебником.

Первые сведения об определении размеров Земли относятся к работам Эратосфена. Используя материал § 13 учебника, заполните пропуски в приведенном ниже тексте.

«Метод Эратосфена:

1) измерение _____
_____;

2) определение отношения _____
_____;

3) вычисление _____
_____;

4) вычисление длины _____ *и величины* _____ *Земли.*

Проведенные Эратосфеном измерения:

1) _____
_____ *в г. Сиена;*

2) _____
_____ *в г. Александрия;*

3) _____ *между г. Сиена и г. Александрия.*

Полученные Эратосфеном данные и расчеты:

1) в г. Сиена — _____
_____;

2) в г. Александрия — _____
_____;

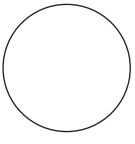
3) _____ *между г. Сиена и г. Александрия (1 стадия =* _____ *м);*

4) расчетная формула: _____;

5) длина окружности земного шара _____
_____ *тыс. стадий.*

Сравнение результатов Эратосфена и современных данных: _____
_____
_____

Современные характеристики формы Земли и графическое отображение некоторых параметров:



*полярный радиус*_____ *км;*
*средний радиус*_____ *км;*
*длина окружности экватора*_____ *км;*
экваториальный радиус _____ *км».*

Последующее предметное содержание можно представить в виде обобщенной таблицы.

Метод	Суть	Формула	Графическая интерпретация
Методы определения расстояний			
Горизонтального параллакса			
Радиолокационный			
Лазерной локации			
Методы определения размеров			
Углового радиуса			
Триангуляции			

Перед этапом самостоятельного решения задач важно прокомментировать учащимся решение типовых задач, представленных в § 13 учебника, ответить на вопросы к § 13, а также решить ряд качественных задач.

1. Как изменился угловой диаметр Юпитера при переходе планеты из противостояния в соединение?

2. Как изменился угловой диаметр Венеры при переходе планеты из верхнего в нижнее соединение?

Далее учащиеся выполняют задания упражнения 11 учебника.

Домашнее задание. § 13; практические задания.

1. Первое измерение расстояния до Луны с помощью лазерного импульса было осуществлено в 1963 г. учеными из СССР. При этом лазерные импульсы возвратились через 2,4354567 с. Определите расстояние между отражателем, находящимся на

Луне, и телескопом, расположенным на Земле (ответ: 360 Мм).

2. Заполните таблицу.

Цель	Требуемые параметры (что нужно знать для достижения поставленной цели)
Вычисление радиуса Земли	
Вычисление расстояния до тела Солнечной системы	

3. Рассчитайте наименьшее расстояние от Земли до Марса, если наибольший горизонтальный параллакс Марса составляет 23″, и сравните его с расстоянием, на котором Марс находился во время Великого противостояния 28 августа 2003 г. (55,8 млн км) и будет находиться в следующее Великое противостояние, которое произойдет 24 июня 2018 г. (57,5 млн км).

4. В один из дней Венера оказалась в наибольшей восточной элонгации при наблюдении с Земли и в наибольшей западной элонгации при наблюдении с Марса. Найдите видимый угловой диаметр Марса при наблюдении с Земли в этот день. Орбиты всех планет считать круговыми.

Темы проектов

1. Современные методы геодезических измерений.
2. Изучение формы Земли.

Интернет-ресурсы

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/8b74c9c3-9aad-4ae4-abf9-e8229c87b786/110377/ — Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Интерактивная задача «Параллакс и расстояние до объекта». Рисунок «Горизонтальный параллакс».

Урок 12. Практическая работа с планом Солнечной системы

Цели урока

Личностные: контролировать собственную познавательную деятельность.

Метапредметные: извлекать и анализировать информацию астрономического содержания с использованием «Школьного астрономического календаря».

Предметные: определять возможность наблюдения планет на заданную дату; располагать планеты на орбитах в принятом масштабе.

Основной материал

Определение расстояний до планет Солнечной системы с использованием справочных материалов. Определение положения планет Солнечной системы с использованием данных «Школьного астрономического календаря» на текущий учебный год. Графическое представление положения планет Солнечной системы с учетом масштаба и реального расположения небесных тел на момент проведения работы.

Методические акценты урока. В начале урока необходимо завершить выполнение заданий упражнения 11 учебника, а также предложить решение следующих задач для введения в тему урока.

1. Определите, во сколько раз линейный радиус Земли меньше радиуса Солнца, если угловой радиус Солнца 16′.

2. Ниже приведен текст о наблюдении планет Солнечной системы, содержащий ошибки. Найдите и исправьте их. Внесенные исправления поясните.

«Поиск планет на небе весьма затруднителен, так как их можно искать повсюду на небе. Облегчает поиски тот факт, что планеты могут наблюдаться только утром. В моменты соединений нижние планеты недоступны для наблюдения. Наиболее удобными периодами для наблюдения нижних планет являются периоды элонгаций. Для верхних планет, в частности для Марса, наиболее благоприятными для наблюдений моментами яв-

ляются противостояния, когда планета находится на одной прямой линии с Солнцем и Землей в направлении к Солнцу. При некотором навыке планеты нетрудно различать по их внешнему виду: необычайна яркость Венеры, Марс имеет огненно-оранжевый цвет, Юпитер с золотистым блеском неторопливо, спокойно движется».

Комментарии для учителя к решению задачи 2: решение к заданию: в тексте допущены следующие ошибки: 1) поиск планет возможен не «повсюду на небе», а лишь в области видимых в данный момент зодиакальных созвездий. Плоскости планетных орбит близки к плоскости эклиптики, поэтому в своих видимых перемещениях на небесной сфере они, хотя и отклоняются от линии эклиптики к северу или к югу, но эти отклонения невелики и не выводят планеты за пределы зодиакальных созвездий; 2) планеты можно наблюдать не только утром. Некоторые планеты можно наблюдать вечером, другие — ночью или под утро. Время видимости планеты определяется ее положением на орбите в момент наблюдения и положением относительно Солнца, а также тем, является данная планета верхней или нижней; 3) в моменты нижнего соединения иногда можно наблюдать нижние планеты, когда они оказываются точно между Землей и Солнцем. В эти моменты прохождение планет можно наблюдать на фоне солнечного диска; 4) в моменты противостояния для возможности наблюдения Марс должен находиться на одной прямой с Солнцем и Землей в противоположном направлении по отношению к Солнцу. Благодаря этому планета восходит одновременно с заходом Солнца и в течение всей ночи находится над горизонтом.

После выполнения задачи 2 необходимо организовать беседу, позволяющую охарактеризовать некоторые особенности нашей планетной системы в первом приближении, так как более подробно данные вопросы будут обсуждаться в следующем разделе.

В ходе беседы выясняется, что вокруг Солнца вращаются различные тела — планеты, кометы, астероиды и т. д. Проще было бы считать этой границей орби-

ту Нептуна — последней из планет Солнечной системы. Но в «семейство» Солнца входят и кометы. По расчетам самые дальние точки их орбит — афелии — лежат на расстояниях около 150 тыс. а. е. от Солнца. Особенности планетной системы состоят в том, что все планеты движутся вокруг Солнца в одном направлении и примерно в одной плоскости. Это позволяет создать плоскостной план Солнечной системы. Далее учащимся предлагается выполнить практическую работу.

Практическая работа
«План Солнечной системы»

Цель: изображение в масштабе плана Солнечной системы с отображением реального положения планет на дату проведения работы.

Используемые инструменты и материалы: циркуль, «Школьный астрономический календарь» на текущий учебный год.

Ход работы

1) Ознакомьтесь с содержанием задания 12 учебника.

2) Выполните п. 1 задания 12. Для этого используйте приложение IV учебника и предварительно заполните таблицу (на месте пропусков в первой строке таблицы укажите параметр, который вам необходим для построения).

Планета	_____	_____ **в масштабе 1 : 3 000 000 000 000**
Меркурий		
Венера		
Земля		
Марс		

На отдельном листе в центре расположите Солнце как точечный источник света. Приняв орбиты планет за окружности, обозначьте их пунктиром (центры окружностей будут совпадать и находиться в точке, которая обозначает положение Солнца).

Проведите из центра (точки положения Солнца) в произвольном направлении луч, принимая его за направление к точке весеннего равноденствия.

3) Ознакомьтесь с содержанием «Школьного астрономического календаря». Заполните пропуски.

Гелиоцентрическая долгота — центральный угол между направлением _____ .

Эфемерида — _____ .

4) Выполните п. 2 (а) задания 12. Результаты занесите в таблицу, расположив планеты по степени убывания эксцентриситета слева направо.

Планета				
Эксцентриситет				

5) Выполните п. 2 (б) задания 12. Результаты занесите в таблицу.

Планета	**Дата прохождения через перигелий**	**Дата прохождения через афелий**

6) Выполните п. 2 (в) задания 12. Результаты занесите в таблицу (при отсутствии указанной конфигурации у планеты в соответствующей ячейке поставьте прочерк).

Планета	Меркурий	Венера	Марс
Верхнее соединение, дата			
Нижнее соединение, дата			
Противостояние, дата			

7) Найдите в «Школьном астрономическом календаре» на текущий учебный год таблицу гелиоцентрических долгот планет. Внимательно ознакомьтесь с п. 3 задания 12. Нанесите на план Солнечной системы положение Меркурия, Венеры, Земли, Марса.

Контрольные вопросы

1. Поясните, какие из орбит указанных на плане Солнечной системы планет близки к реальным, а какие значительно отличаются от изображенной.

2. Марс имеет два спутника (Фобос и Деймос), которые обращаются вокруг него на расстояниях соответственно 9400 км и 23 600 км. Земля имеет один естественный спутник — Луну, которая обращается на среднем расстоянии 384 тыс. км. Можно ли данные небесные объекты изобразить на плане Солнечной системы с учетом принятого масштаба? Ответ поясните.

3. Какова должна быть наименьшая ширина листа, чтобы на нем можно было уместить орбиты всех восьми планет Солнечной системы?

Домашнее задание. Практические задания.

1. В одном из выпусков «Школьного астрономического календаря» опубликованы сведения об особенностях наблюдения планет. Заполните пропуски: *«...Вблизи нижнего соединения _____, в конце марта, наступит редкий период «двойной видимости» планеты, когда она, еще не исчезнув с вечернего неба, уже появится на рассвете»*; *«...Рядом с _____ в любительский телескоп или бинокль хорошо видны четыре его наиболее ярких спутника... Спутники периодически попадают в тень _____, скрываются за ним и проходят перед диском планеты»*.

2. Приведите несколько причин необходимости издания ежегодного выпуска «Школьного астрономического календаря». Какие разделы данного ежегодного справочника изменяются в наибольшей степени и в течение года «устаревают»?

Темы проектов

1. Юбилейные события истории астрономии текущего учебного года.

2. Значимые астрономические события текущего учебного года.

Интернет-ресурсы

http://www.afportal.ru/astro/model — Астрофизический портал. Интерактивный план Солнечной системы.

Урок 13. Открытие и применение закона всемирного тяготения

Цели урока

Личностные: выражать отношение к интеллектуально-эстетической красоте и гармоничности законов небесной механики.

Метапредметные: аналитически доказывать справедливость законов Кеплера на основе закона всемирного тяготения; делать вывод о взаимодополняемости результатов применения эмпирического и теоретического методов научного исследования.

Предметные: определять массы планет на основе третьего (уточненного) закона Кеплера; описывать движения тел Солнечной системы под действием сил тяготения по орбитам с различным эксцентриситетом; объяснять причины возникновения приливов на Земле и возмущений в движении тел Солнечной системы.

Основной материал

Аналитическое доказательство справедливости закона всемирного тяготения. Явление возмущенного движения как доказательство справедливости закона всемирного тяготения. Применение закона всемирного тяготения для определения масс небесных тел. Уточненный третий закон Кеплера. Явление приливов как следствие частного проявления закона всемирного тяготения при взаимодействии Луны и Земли.

Методические акценты урока. Рассматриваемое содержание урока изучалось учащимися в рамках курса физики основной и старшей школы. Но основной акцент при этом был сделан на физическом содержании закона, астрономические следствия рассматривались описательно.

Начало урока целесообразно построить в форме решения практической задачи. Вспомнив формулировку закона всемирного тяготения, учащимся предлагается назвать все возможные параметры, определение которых возможно для Земли. Учитывая, что из курса физики известно несколько способов определения ускорения свободного падения, а на преды-

дущем уроке учащиеся знакомились со способами определения радиуса Земли, в процессе совместного обсуждения с классом определяют величину массы Земли и ее плотность. Сделав вывод о том, что любой закон, включая закон всемирного тяготения, имеет границы применимости и позволяет подтвердить или опровергнуть определенную группу эмпирических фактов, далее урок строится в форме метапредметной проектной работы «Взаимосвязь эмпирических и теоретических методов в науке». Для этого класс разбивается на четыре группы, каждой формулируется своя задача.

Группа 1. Цель — аналитически доказать справедливость закона всемирного тяготения.

1. Докажите, что ускорение свободного падения на расстоянии радиуса орбиты Луны равно ускорению орбитального движения Луны по орбите, близкой к круговой. Сформулируйте вывод.

2. Докажите, что ускорение планеты, движущейся вокруг Солнца, и действующая на нее сила притяжения Солнца обратно пропорциональны квадрату расстояния от планеты до Солнца. Сформулируйте вывод.

Группа 2. Цель — теоретически изучить явление возмущенного движения.

1. Сформулируйте понятие возмущенного движения (возмущения).

2. На основе закона всемирного тяготения укажите условия, при которых в Солнечной системе могут быть заметны возмущения в движении небесных тел. Подтвердите на основе открытия планет «на кончике пера» значимость данных условий.

3. Приведите примеры задач практической астрономии, для решения которых необходимо учитывать возмущения.

Группа 3. Цель — аналитически доказать применимость закона всемирного тяготения для определения масс небесных тел.

1. Выведите аналитически уточненную формулировку третьего закона Кеплера, позволяющего определять массы небесных тел Солнечной системы, имеющих спутники. При выводе соотношения считайте

орбиты планет круговыми и учитывайте, что масса Солнца значительно больше массы любой планеты, а масса любой планеты значительно больше массы их спутников.

2. Получите аналитическое соотношение для определения массы планеты, имеющей спутник, если эту систему сравнить с другой планетой и ее спутником.

3. Укажите возможности применения полученной аналитической зависимости для определения масс небесных тел, не имеющих естественных спутников.

Группа 4. Цель — теоретически изучить явление приливов как частный случай проявления закона всемирного тяготения при взаимодействии Луны и Земли.

1. Поясните, в чем состоит явление приливов. Укажите причину, следствия их возникновения и оболочки Земли и других планет, подверженные воздействию приливных сил.

2. Сформулируйте понятие приливного ускорения.

3. Укажите период возникновения прилива на определенной части поверхности Земли и условия возникновения максимальных приливов.

4. Графически изобразите приливные горбы планет в системе «Земля — Луна».

После выполнения задания группами в процессе его обсуждения следует обратить внимание учащихся на следующие аспекты.

1. Доказательством справедливости закона выступает аналитическое сравнение величины ускорения Луны с учетом ее расстояния до Земли и ускорение орбитального движения.

2. Эмпирически открытый третий закон Кеплера позволяет подтвердить аналитически сформулированный закон всемирного тяготения: ускорение планет и действующая на них сила притяжения Солнца обратно пропорциональна квадрату расстояния.

3. Закон всемирного тяготения (ЗВТ) — этап развития научного знания и научная основа эмпирических открытий законов и закономерностей.

Домашнее задание. § 14.1—14.5; практические задания.

1. Поясните, как будет двигаться первоначально находящееся на орбите тело, скорость которого меньше первой космической.

(Тело будет двигаться по эллипсу, большая полуось которого меньше диаметра круговой скорости.)

2. Продолжите схему «Гравитационное взаимодействие».

Проявление закона всемирного тяготения

космические явления *космические процессы*

Темы проектов

1. История открытия Плутона.
2. История открытия Нептуна.
3. Клайд Томбо.
4. Явление прецессии и его объяснение на основе закона всемирного тяготения.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. Расстояние от спутника до центра Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз изменится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли увеличится в 2 раза?

2. Искусственный спутник обращается вокруг планеты по круговой орбите радиусом 4 тыс. км со скоростью 3,4 км/с. Ускорение свободного падения на поверхности планеты 4 м/с^2. Чему равен радиус планеты?

3. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменятся в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли, модуль его импульса на орбите и период обращения вокруг Земли? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: увеличивается, уменьшается, не изменяется.

4. По какой из приведенных формул можно рассчитать силу гравитационного притяжения между двумя кораблями, изображенными схематично на

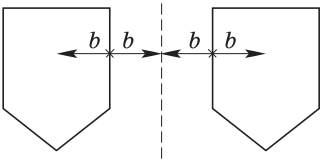


Рис. 8

рисунке 8, одинаковой массы m:

А) $F = \frac{Gm^2}{4b^2}$;

Б) $F = \frac{Gm^2}{b^2}$;

В) $F = \frac{Gm^2}{16b^2}$;

Г) ни по одной из приведенных формул?

Интернет-ресурсы

http://elementy.ru/trefil/23/Zakon_vsemirnogo_tyagoteniya_Nyutona — Элементы большой науки. Закон всемирного тяготения.

https://www.youtube.com/watch?v=q95BlNdPbR4 — Вечное противодействие. Приливы и отливы.

http://www.youtube.com/watch?v=azYacU6u3Io — Приливы и отливы.

Урок 14. Движение искусственных спутников и космических аппаратов (КА) в Солнечной системе

Цели урока

Личностные: выражать личностное отношение к достижениям СССР и России в области космических исследований, выражать собственную позицию относительно значимости дальнейших научных космических исследований, запуска искусственных спутников планет; доказывать собственное мнение, характеризующее экологические проблемы запуска искусственных аппаратов на околоземную орбиту и в межпланетное пространство.

Метапредметные: анализировать возможные траектории движения космических аппаратов, доказывать собственную позицию, характеризующую перспективы межпланетных перелетов.

Предметные: характеризовать особенности движения (время старта, траектории полета) и маневров

космических аппаратов для исследования тел Солнечной системы; описывать маневры, необходимые для посадки на поверхность планеты или выхода на орбиту вокруг нее.

Основной материал

Общая характеристика орбит и космических скоростей искусственных спутников Земли. История освоения космоса. Достижения СССР и России в космических исследованиях. История исследования Луны. Запуск космических аппаратов к Луне. Пилотируемые полеты и высадка на Луну. История исследования и современный этап освоения межпланетного пространства космическими аппаратами.

Методические акценты урока. Первоначально для актуализации знаний необходимо обратиться к вопросам к § 14 учебника, а также предложить задания.

1. Высота прилива у берегов Кольского полуострова достигает 8 м. У восточных берегов Канады эта величина достигает 16 м. Используя известные вам законы и закономерности, объясните данное различие.

2. Падающие на Землю метеориты увеличивают ее массу. Влияет ли это на расстояние между Землей и Луной?

3. Перечислите возможные методы определения масс планет, не имеющих спутников.

Последнее задание позволит перейти к теме урока. Учитывая высокий уровень трудности аналитического материала, касающегося запуска и движения космических аппаратов и искусственных спутников, предлагаемое содержание ограничивается описательным уровнем. Аналитические зависимости могут исследоваться в рамках выполнения проектных работ. В рамках рассматриваемого содержания органично сочетаются несколько групп вопросов, выступающих смысловыми частями предметной составляющей урока:

— общие характеристики орбит и скоростей искусственных спутников Земли;

— элементы истории освоения космоса, достижения СССР и России в области космических исследований;

— элементы космонавтики, запуск первых искусственных спутников и космических аппаратов к Луне;

— общие характеристики межпланетных перелетов.

Основная же ценность урока состоит в высоком уровне значимости для формирования личностных универсальных учебных действий учащихся, так как на каждом из этапов урока затрагиваются чувства патриотизма, гордости за страну не на уровне высоких и пафосных банальных фраз, а на основе фактов истории становления космической отрасли. Наиболее эффективно выстроить урок, основываясь на организации проблемного диалога. Началом может выступать следующее задание.

В. В. Порфирьев в книге «Астрономия» пишет: «*...Никогда не будут осуществлены и межзвездные путешествия. Они требуют таких невероятных затрат энергии, что человечество никогда не сможет пойти на них. Да и время, которое понадобится для полета к звезде, в котором можно поставить сколь-нибудь интересные научные задачи, исчисляется столетиями...*» Известно высказывание К. Э. Циолковского: «*...Человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство...*» Сформулируйте свое мнение относительно приведенных высказываний.

Активизировав внимание, необходимо систематизировать знания учащихся, полученные на уроках физики о понятии «первая космическая скорость».

Далее рассматривается специфика искусственных спутников Земли (ИСЗ). Например, можно предложить следующую задачу.

Идея создания спутников связи родилась вскоре после Второй мировой войны, когда в журнале «Мир радио» за октябрь 1945 г. была представлена кон-

цепция ретрансляционной станции связи, расположенной на высоте 35 880 км над Землей. Обоснуйте причины столь конкретного указания на размеры орбиты.

Комментарии для учителя к решению задачи: геостационарный спутник движется с первой космической скоростью. При рассмотрении вопроса о ИСЗ важно привлечь исторический материал: СССР произвел запуск первого в мире искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г., что позволило впервые измерить плотность верхних слоев атмосферы, получить данные о распространении радиосигналов в ионосфере. В 1960 г. с помощью метеорологических спутников «Тирос» были получены подробные карты очертания земного шара. С середины 70-х гг. XX в. в СССР и США проводились наблюдения за сельскохозяйственными культурами со спутников серий «Космос», «Метеор», «Муссон» и орбитальных станций «Салют», появилась возможность быстро оценивать границы лесных пожаров, наблюдать изменения погоды, океанские течения, нефтяные загрязнения, прокладывать курс морским судам. Так, при эксплуатации российского атомного ледокола «Сибирь» была использована информация с четырех типов спутников для составления наиболее безопасных и экономичных путей в северных морях.

Крупнейшая в мире государственная система спутниковой связи создана в СССР в апреле 1965 г. после запуска спутников серии «Молния». На этой базе была построена первая система дальней космической связи «Орбита».

ИСЗ постоянно перемещаются в пространстве, поэтому производится запуск на соответствующие орбиты такого количества спутников, чтобы, как только один из них выйдет из зоны совместной радиовидимости, другой тотчас входил в зону. Чем больше высота орбит, тем длительнее совместная видимость ИСЗ наземными пунктами. Выбор формы орбиты (круговая, эллиптическая, высокоэллиптическая), наклонения (полярная, наклонная с заданным углом

наклона, экваториальная), величины периода и характера обращения орбиты вокруг Земли (синхронная, геостационарная) является определяющим при проектировании спутника связи. В начале 70-х гг. XX в. в США и СССР начали создаваться спутниковые навигационные системы нового поколения (ГЛОНАСС — в 1993 г., GPS — в 1994 г.). В глобальной рабочей зоне в составе современной СРНС типа ГЛОНАСС и GPS функционируют три основные подсистемы: сеть навигационных спутников, подсистема контроля и управления, навигационная аппаратура потребителей.

Следующий этап урока направлен на анализ значимости вопросов запуска космических аппаратов к другим телам Солнечной системы. Для перехода к этому этапу можно предложить следующую задачу.

Какую скорость приобретет тело на поверхности планеты, если будет падать на нее из бесконечности?

Комментарии для учителя к решению задачи: используйте закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_2^2}{2} - G\frac{mM}{R} = 0,$$

где $R = h + r$ для момента падения (полученный результат — соотношение для второй космической скорости).

Приоритет запуска первого зонда принадлежит СССР: 2 января 1959 г. был запущен первый созданный руками человека объект, который был выведен на гелиоцентрическую траекторию, проходящую достаточно близко от Луны; «Луна-1» впервые достигла второй космической скорости. На расстоянии 119 тыс. км от Земли с ракетной ступени, пристыкованной к «Луне-1», было выпущено облако паров натрия, образовавшее искусственную комету. Солнечное излучение вызвало яркое свечение паров натрия и оптические системы на Земле сфотографировали облако (как слабую звезду) на фоне созвездия Водолея.

Графически анализируются виды орбит, при этом акценты делаются на характеристике траектории полета:

— **к Луне:** возможны два варианта совершения полета — с первой космической скоростью по очень вытянутой эллиптической орбите и со второй космической скоростью; при анализе обращают внимание на необходимость учета собственного движения Луны, изменяющиеся значения силы притяжения Земли и растущее притяжение Луны (в начале 60-х гг. XX в. в СССР и США были спроектированы, изготовлены и запущены к Луне АМС «Рейнджер», «Луна»; после успешной посадки с посадочной ступени был спущен аппарат «Луноход-1», который 10 месяцев работал, управляемый с Земли по радио, и прошел по лунной поверхности более 10,5 км. В соответствии с программой «Аполлон» в США в период с 1969 по 1972 г. к Луне было направлено девять экспедиций. Шесть из них закончились высадкой 12 астронавтов на поверхность Луны от Океана Бурь на западе до хребта Тавр на востоке);

— **к Марсу и Венере:** используя рисунки 3.15 и 3.16 учебника и сопровождающий его текст, рассматривается понятие «полуэллиптическая орбита». Возможность запуска АМС к Венере появилась в конце 1960 г. К этому времени в СССР была создана первая ракета-носитель и запущены АМС «Венера». «Венера-3» 1 марта 1965 г. достигла поверхности Венеры, осуществив первый полет АМС на другую планету. Первой космической станцией, запущенной к Марсу 1 ноября 1962 г., была советская АМС «Марс», далее США запустили в 1964 г. две АМС «Маринер». К Меркурию впервые отправилась АМС «Маринер-10», первоначально посланная к Венере в 1973 г., КА «Пионер-4» — «Пионер-9».

Логичным завершением беседы является переход к проблеме пилотируемых полетов, которым предшествовало несколько этапов экспериментальных запусков животных. Эксперименты были проведены на 42 животных (из них 15 летали два и более раза) и на огромном количестве других биологических объектов. Из шести пусков ракет два полета закончились гибелью животных. Лайка (первое животное, выведенное на орбиту Земли) была запущена в космос в ноябре 1957 г. на советском корабле «Спут-

ник-2». Как и многие другие животные в космосе, собака погибла во время полёта через 5—7 ч после старта от стресса и перегрева. На одном из кораблей благополучно слетали Белка и Стрелка. 12 апреля 1961 г. в 9 ч 07 мин по московскому времени в нескольких десятках километров севернее поселка Тюратам в Казахстане на советском космодроме Байконур состоялся запуск межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, в носовом отсеке которой размещался пилотируемый космический корабль «Восток» с майором ВВС СССР Юрием Алексеевичем Гагариным на борту.

Сегодняшний день пилотируемых полетов — работа космических станций (орбитальных комплексов). Первым в выводе на орбиту космических станций стал СССР (станции «Салют-1» и «Мир»). Россия выступила одним из ведущих создателей и участников ввода в работу МКС. В качестве завершения рассмотрения предметного материала учащимся можно предложить задания упражнения 12 учебника.

Домашнее задание. Домашняя контрольная работа № 2 «Строение Солнечной системы».

Контрольная работа № 2
по теме «Строение Солнечной системы»

1. В современной художественной литературе часто используют различные научные факты, которые приводятся с ошибками и неточностями. Так, в одном популярном рассказе приводятся рассуждения, согласно которым главный герой обнаружил планетную систему у звезды Проксимы Центавра. При этом он смог увидеть ее с помощью телескопа в виде тонкого серпа. Подтвердите или опровергните слова главного героя. Мог ли он наблюдать планету в виде серпа в другой планетной системе? Покажите геометрически, при каких условиях можно наблюдать планету в виде серпа, и назовите планеты, которые могут быть обнаружены визуально невооруженным глазом или с помощью телескопа.

2. Какова масса Юпитера, если расстояние первого спутника Ио от Юпитера составляет 422 тыс. км, время его обращения вокруг гиганта составляет

1,77 сут? При решении примите расстояние от Луны до Земли 384 тыс. км, а сидерический период Луны относительно Земли 27,32 сут.

3. День весеннего равноденствия — 21 марта, день осеннего равноденствия — 23 сентября. Чему равны временные промежутки при переходе «весна — лето — осень» и «осень — зима — весна» между этими днями? Объясните на основе известных вам законов выявленную особенность.

4. Как изменяется расстояние до Луны при ее движении по эллиптической орбите вокруг Земли, если считать, что горизонтальный параллакс Луны колеблется от 60,3′ (в перигее) до 54,1′ (в апогее)?

5. Вычислите угловой диаметр Солнца, видимый с Венеры, при расстоянии между ними 108 млн км и радиусе Солнца, равном 695,5 тыс. км.

6. В «Школьном астрономическом календаре» гелиоцентрические долготы представлены в трех таблицах: для Меркурия, Венеры, Земли — через 10 сут., для Марса, Юпитера и Сатурна — через 20 сут., для остальных планет — через нефиксированные интервалы времени. На основании каких законов и закономерностей можно объяснить необходимость разделения планет на данные группы?

7. Синодический период планеты Солнечной системы 500 сут. Определите большую полуось ее орбиты и звездный период обращения. Рассмотрите все возможные варианты.

8. Искусственный спутник Земли равномерно движется по круговой орбите в плоскости земного экватора в направлении вращения Земли со скоростью 6,9 км/с. Через какое время он будет проходить через зенит пункта, лежащего на земном экваторе?

9. Какие практические задачи можно решать, используя спутник, который вращается вокруг Земли на высоте 36 340 км? С какой скоростью он движется? (*Указание*: определите период его обращения вокруг Земли.)

10. В какой точке орбиты искусственного спутника Земли его потенциальная энергия будет наибольшей, а в какой точке наименьшей? Укажите, на что

расходуется энергия спутника при переходе его в перигей.

Комментарии для учителя к решению задания 1 контрольной работы № 2: в художественном произведении допущена ошибка: ни одно тело вне Солнечной системы не может наблюдаться в виде серпа, так как все тела выглядят точечными объектами и их фаза незаметна. В виде серпа могут наблюдаться лишь планеты и крупные спутники планет Солнечной системы, так как они имеют форму, близкую к сферической. Выглядеть как серп они могут в том случае, если бóльшая часть их полушария, обращенного к Земле, не освещена Солнцем. На рисунке 9 геометрически показано, что в виде серпа могут выглядеть лишь те небесные тела, которые располагаются ближе к Солнцу, чем Земля. Таких небесных тел всего три — спутник Земли Луна и планеты Меркурий и Венера.

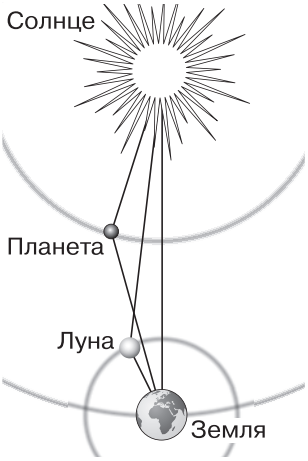


Рис. 9

Темы проектов

1. К. Э. Циолковский.
2. Первые пилотируемые полеты — животные в космосе.
3. С. П. Королев.
4. Достижения СССР в освоении космоса.
5. Первая женщина-космонавт В. В. Терешкова.
6. Загрязнение космического пространства.
7. Динамика космического полета.
8. Проекты будущих межпланетных перелетов.
9. Конструктивные особенности советских и американских космических аппаратов.
10. Современные космические спутники связи и спутниковые системы.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, его скорость движения по орбите и период обращения вокруг Земли? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: увеличилась, уменьшилась или не изменилась.

2. Космический корабль после выключения ракетных двигателей движется вертикально вверх, достигает верхней точки траектории и затем движется вниз. На каком участке траектории в корабле наблюдается состояние невесомости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

3. На космическом аппарате, находящемся вдали от Земли, начал работать реактивный двигатель. Из сопла ракеты ежесекундно выбрасывается 2 кг газа со скоростью 500 м/с. Исходная масса аппарата 500 кг. Какой будет скорость аппарата через 6 с после старта? Начальную скорость аппарата принять равной нулю. Измерением массы аппарата за время движения пренебречь.

Интернет-ресурсы

http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/c6703457-4971-944b-5e84-05dc4d96d915/45363/?interface=catalog&class=47&subject=39 — Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. Вращение Земли (смена дня и ночи).

http://aboutspacejornal.net/космические-аппараты/ — Журнал «Все о космосе». Космические аппараты.

http://ria.ru/science/20090720/177936175.html — РИА-Новости. История исследований Луны.

http://ria.ru/spravka/20140104/986305409.html — РИА_Новости. История исследования Марса.

http://volamar.ru/subject/04sirius/view_post.php?cat=1&id=18&page=1 — Каталог статей. Космический аппарат «Хаббл».

Природа тел Солнечной системы (8 ч)

Урок 15. Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение

Цели урока

Личностные: отстаивать собственную точку зрения о Солнечной системе как комплексе тел общего происхождения.

Метапредметные: сравнивать положения различных теорий происхождения Солнечной системы; доказывать научную обоснованность теории происхождения Солнечной системы, использовать методологические знания о структуре и способах подтверждения и опровержения научных теорий.

Предметные: формулировать основные положения гипотезы о формировании тел Солнечной системы, анализировать основные положения современных представлений о происхождении тел Солнечной системы, использовать положения современной теории происхождения тел Солнечной системы.

Основной материал

Современные методы изучения небесных тел Солнечной системы. Требования к научной гипотезе о происхождении Солнечной системы. Общие сведения о существующих гипотезах происхождения Солнечной системы. Гипотеза О. Ю. Шмидта о происхождении тел Солнечной системы. Научные подтверждения справедливости космогонической гипотезы происхождения Солнечной системы.

Методические акценты урока. Урок обладает значительным метапредметным потенциалом, так как направлен на формирование методологических навыков анализа научных теорий. В структуре урока взаимосвязанно представлены следующие содержательные этапы:

— обобщение знаний и научно обоснованных представлений учащихся о происхождении Солнечной системы (данный этап позволяет оценить справедливость или несостоятельность гипотез о происхождении тел Солнечной системы);

— современные методы изучения тел Солнечной системы, позволяющие получить достоверные научные факты (выступает основой для подтверждения научной обоснованности теории);

— общие сведения о существовавших гипотезах происхождения Солнечной системы (этап позволяет создать основу для сопоставления и анализа различных гипотез о происхождении Солнечной системы);

— современные представления о происхождении Солнечной системы (концентрированно представляет существующую модель образования Солнечной системы в рамках непротиворечивой теории).

После анализа и разбора заданий контрольной работы логичным переходом выступает активизация беседы с учащимися о тех знаниях, которые получены с момента изучения систематического курса астрономии об особенностях Солнечной системы. В ходе беседы должны быть сделаны акценты на следующей, уже имеющейся у учащихся системе научных представлений, позволяющей выдвинуть гипотезу о Солнечной системе как комплексе тел, имеющих общее происхождение.

1. Закономерности орбит планет Солнечной системы: эллиптический характер с малым эксцентриситетом, примерное совпадение с экваториальной плоскостью Солнца; одинаковое направление движения (учитель добавляет сведения о том, что направления вращения планет и Солнца совпадают).

2. Закономерности изменения расстояний планет от Солнца: подчинение закону Тициуса—Боде и математическое совпадение расчетов с законами Кеплера.

Учащимся предлагается ознакомиться с содержанием § 15 учебника и дополнить имеющиеся сведения следующими.

3. Планеты делятся на две группы со сходными характеристиками (плотность, что вызвано химическим составом и агрегатным состоянием вещества, скорость вращения, число спутников).

4. Учитель добавляет сведения о распределении момента импульса в Солнечной системе: 98% прихо-

дится на долю планет, 2% — на долю Солнца; масса Солнца составляет 99,87% массы всей Солнечной системы.

Подчеркнув, что выдвигаемая гипотеза о происхождении тел Солнечной системы должна не только логично объяснять приведенные выше особенности, учитывать физические законы и закономерности, характеризующие динамику движения тел нашей планетной системы, согласовываться и результатами новых астрономических исследований, но и «предсказывать» характеристики тел Солнечной системы, на сегодняшний день еще не открытых, следует остановиться на конкретизации астрономических методов изучения тел Солнечной системы. Основа представленных методов частично, на ознакомительном уровне, рассматривалась в курсе физики, частично — в ходе изучения астрономии на предыдущих уроках. С учащимися организуется беседа для обобщения значимости трех групп методов астрономических исследований (наблюдения, измерения, космический эксперимент):

— спектральный анализ (необходимо указать лишь основу метода — исследование излучения небесных тел, основанное на явлении дисперсии), включая учет эффекта Доплера; получаемые с помощью метода сведения: химический состав атмосфер планет, давление и температура атмосферы на определенной высоте, скорости удаления и приближения планеты к Земле, скорость осевого вращения;

— радиолокация планет; результат: исследование относительно малых областей поверхности планет;

— методы визуального наблюдения средствами наземных и космических обсерваторий (например, «Кек-1», «Кек-2», «Кеплер», «Хаббл», «Гершель», «Чандра» и др.; результаты: фотографирование поверхностей небесных тел);

— методы изучения химического состава, радиологического анализа грунта Земли, а также грунта, доставленного спускаемыми АМС (например, «Викинг», «Луна-16» и т. д.) с поверхностей различных

тел Солнечной системы — планет, их спутников, а также комет и астероидов.

Для ознакомления с одной из теорий происхождения Солнечной системы учащиеся самостоятельно заполняют таблицу, используя материал § 15.

№ п/п	Содержание этапа	Результат	Объясняемая характеристика Солнечной системы

Результаты самостоятельной работы обсуждаются. Важно, чтобы учащиеся обнаружили, что данная теория в наибольшей мере позволяет объяснить рассмотренные ранее особенности Солнечной системы. Завершить обсуждение данной теории необходимо указанием границ ее применимости и практическим значением. Проверка гипотезы затруднена тем, что сегодня отсутствует возможность сравнения нашей планетной системы с какими-либо другими планетными системами, несмотря на неоспоримые доказательства их существования и открытие протопланет. Возможность же практического применения вызвана «гравитационным разгоном»: при направлении АМС к более далеким планетам с недостаточной скоростью можно «разогнать» КА при прохождении «мимо» более близких планет за счет получения гравитационного импульса. Так, при направлении АМС к Юпитеру аппарат может «подтолкнуть» своим гравитационным импульсом Марс.

В качестве итога урока предлагаются вопросы к § 16 учебника.

Домашнее задание. § 15, 16; практические задания.

1. Традиционно в графические изображения Солнечной системы включают восемь планет и Солнце. Нередко к ним добавляют изображения нескольких комет, пояса астероидов и облако Оорта. Поясните, используя известные вам законы и закономерности, исходя из каких условий можно устанавливать границы Солнечной системы.

2. Закономерность относительных расстояний планет от Солнца выражается формулой $a = 0{,}4 + 0{,}3 \cdot 2^n$. Пользуясь данным соотношением, вычислите (в а. е.) расстояния от Солнца до Венеры ($n = 0$); до Земли; до Марса. Укажите, какое значение n необходимо использовать для вычисления расстояния до Юпитера; до Сатурна. Сравните полученные результаты с данными приложения VI учебника.

Комментарии для учителя к решению задания 1: максимальное расстояние, на котором может двигаться тело малой массы, оставаясь спутником Солнца, является радиусом Солнечной системы. Для того чтобы упростить пути решения, Георг Хилл рассмотрел модель систем (сферу Хилла), в которой одной тяготеющей точкой в центре Галактики взял все звезды, второй точкой было выбрано само Солнце и обращающееся вокруг него тело малой массы. Так, космический корабль, выброшенный за пределы всех планетных орбит, будет обращаться вокруг Солнца до тех пор, пока его расстояние от светила не превысит 230 тыс. а. е. Это и есть радиус сферы Хилла для Солнца. За ее пределами большая доля гравитационного влияния на нашу звезду будет принадлежать тяготеющей массе звезд Галактики, собранных в единую точку в центре нашей звездной системы. При сравнении радиуса сферы Хилла с расстоянием до ближайшей к Солнцу звезды (Проксима Центавра) оказывается, что сфера Хилла простирается на расстояние около 280 тыс. а. е., т. е. почти достигает звезды Проксима Центавра.

Темы проектов

1. Полеты АМС к планетам Солнечной системы.
2. Сфера Хилла.
3. Теория происхождения Солнечной системы Канта—Лапласа.
4. «Звездная история» АМС «Венера».
5. «Звездная история» АМС «Вояджер».

Интернет-ресурсы

http://ukhtoma.ru/universe8.htm — Строение и жизнь во Вселенной. Происхождение Солнечной системы.

http://www.youtube.com/watch?v=eS_MXWj_pbs — Образование Солнечной системы.

http://www.youtube.com/watch?v=GJNwPA63GZs — Зарождение Солнечной системы.

http://mks-onlain.ru/model-solnechnoj-sistemy/ — Строение Солнечной системы.

Урок 16. Земля и Луна — двойная планета

Цели урока

Личностные: организовывать самостоятельную познавательную деятельность, высказывать убежденность в возможности познания окружающего мира, единстве методов изучения характеристик Земли и других планет.

Метапредметные: приводить доказательства рассмотрения Земли и Луны как двойной планеты, обосновывать собственное мнение относительно перспектив освоения Луны.

Предметные: характеризовать природу Земли; перечислять основные физические условия на поверхности Луны; объяснять различия двух типов лунной поверхности (морей и материков); объяснять процессы формирования поверхности Луны и ее рельефа; перечислять результаты исследований, проведенных автоматическими аппаратами и астронавтами; характеризовать внутреннее строение Луны, химический состав лунных пород.

Основной материал

Определение основных критериев характеристики и сравнения планет. Характеристика Земли согласно выделенным критериям. Характеристика Луны согласно выделенным критериям. Сравнительная характеристика атмосферы Луны и Земли и астрофизических и геологических следствий различия. Сравнительная характеристика рельефа планет. Сравнительная характеристика химического состава планет. Обоснование системы «Земля — Луна» как уникальной двойной планеты Солнечной системы.

Методические акценты урока. В начале урока для актуализации знаний учащимся можно предложить следующие задания.

1. Почему в своей книге «Тайны рождения звезд и планет» А. Н. Томилин называет рассмотренную гипотезу О. Ю. Шмидта о происхождении тел Солнечной системы «теорией захвата»?

2. Охарактеризуйте этапы формирования Солнечной системы, согласно гипотезе О. Ю. Шмидта. Какие особенности строения нашей планетной системы эта гипотеза способна объяснить?

3. В книге «Тайны рождения звезд и планет» А. Н. Томилин пишет: *«Проблема гравитационного разгона космического аппарата — ближайшая теоретическая родственница задач, которые решает теория захвата»*. Поясните данное высказывание.

Для изучения предметного содержания урока наиболее эффективно организовать работу учащихся по двум направлениям: исследование природы Земли и исследование природы Луны. Предваряет эту работу общее обсуждение плана (перечня критериев), по которому следует анализировать любую планету Солнечной системы (в дальнейшем каждый пункт этого плана позволит производить сравнение отдельных планет и их групп согласно выделенным критериям). В результате можно выйти на следующие критерии.

1. Особенности строения оболочек (атмосферы, гидросферы, литосферы).
2. Физические характеристики планеты (температура на поверхности, масса, радиус, продолжительность суток, сидерический период).
3. Характеристика рельефа планеты.
4. Химический состав поверхности планеты.
5. Отличительные особенности.
6. Особенности исследования планеты космическими автоматическими аппаратами/астронавтами (для Луны).

Далее учащимся предлагаются задания, которые они выполняют по группам.

Группа 1. Охарактеризуйте Землю как одну из планет Солнечной системы, используя представленный план.

Группа 2. Охарактеризуйте Луну — ближайшее к Земле планетоидное тело Солнечной системы.

После окончания работы важнейшим шагом является обсуждение данных характеристик Земли и Луны, но не в отдельности, а в сравнении по каждому из первых четырех критериев. В процессе обсуждения учащиеся выполняют конспектирование характеристик того небесного тела, которое ими в самостоятельной работе не анализировалось, а также дополняют свою работу теми элементами, которые были упущены при самостоятельной работе. При сравнительной характеристике Земли и Луны учителем должны быть сделаны следующие акценты.

1. При сходстве внутреннего строения Луны и Земли отношение размера отдельных структурных составляющих к общему размеру планеты отличается, что приводит к различию в других характеристиках. Так, незначительная газовая оболочка Луны практически не влияет на свойства окололунного пространства — отсутствует защита от падения на поверхность мелких твердых частиц вещества.

2. Продолжительность синодического месяца необходимо обсудить в отношении того, какова продолжительность дня и ночи на Луне, и дополнить это сравнением с такими земными и привычными периодами суток, как рассвет и закат, которые отсутствуют на Луне вследствие отсутствия атмосферы.

3. Использование понятий, относящихся к рельефу поверхности («кратер», «море», «материк» и т. д.), для Луны имеет собственное значение и обусловлено больше историческими факторами. Так, в отличие от лунных кратеров, на Земле так называют и вулканические кратеры, несмотря на иную структуру и вызвавшую их появление причину. В процессе обсуждения характеристик рельефа целесообразно воспользоваться картой лунной и земной поверхности для обоих полушарий. Такой прием позволит активизировать желание учащихся к проведению самостоятельных наблюдений Луны с использованием простейших средств, например бинокля.

4. Сближающей Землю и Луну характеристикой выступает сходство их по химическому составу. Количественное же их соотношение и наличие со-

единений, образование которых возможно только при наличии воды, позволяет сравнивать два небесных тела.

5. При обсуждении отличительных особенностей рассматриваемых небесных тел важно в беседе подвести учащихся к выводу о том, что Земля и Луна составляют двойную планету, что выделяет каждую из них в системе планет Солнечной системы и их спутников. Для доказательства этого факта следует использовать справочные данные, приведенные в тексте § 17, приложении I учебника, а также в справочнике по физике, и в процессе обсуждения доказать расчетами характеристики соотношений:

— *масс планет*: с помощью справочных данных можно найти, что для Земли и Луны в Солнечной системе оно максимально и составляет $^{1}/_{81}$ (так, для Нептуна и Тритона это отношение меньше в 10 раз и составляет около $^{1}/_{800}$);

— *размеров небесных тел*: справочные данные позволяют учащимся определить, что радиус Земли в менее чем в 4 раза превышает радиус Луны (например, радиус Нептуна в 10 раз превышает радиус Тритона);

— *расстояния между планетой и ее спутником*: согласно справочным данным, учащиеся определяют, что это расстояние составляет лишь 384 400 км.

Для проведения анализа истории исследования околоземного и окололунного пространства космическими аппаратами, а также лунной поверхности, учащиеся выполняют задание.

Используя данные приложения VIII учебника, заполните таблицу, проанализировав значение запуска космических аппаратов.

Цель запуска КА	Год	Результат
Исследование околоземного пространства		
Исследование окололунного пространства		
Исследование поверхности Луны		

В конце урока учащимся можно предложить выполнить упражнение 13 учебника, а также ряд заданий.

1. Используя данные о расстояниях от Земли до Луны и этих небесных тел до Солнца, графически изобразите фрагмент траекторий движения Луны и Земли вокруг Солнца.

2. Рассчитайте силу притяжения Луны к Земле и сравните ее с силой притяжения Луны к Солнцу. Проанализируйте полученный результат.

Домашнее задание. § 17; практические задания.

1. Сколько звездных суток проходит между двумя последовательными геоцентрическими соединениями Луны с некоторой звездой вблизи эклиптики, если сидерический период Луны составляет 27,3217 солнечных суток?

2. В литературе часто можно встретить высказывание о том, что наблюдатель на Земле видит всегда одну и ту же половину Луны. Подтвердите или опровергните данный факт, используя понятие либрации и ее различных видов.

3. Луну рассматривают как важный энергетический источник. Так, на Луне существуют залежи гелия-3 — важнейшего сырья для осуществления термоядерного синтеза. Одна из идей, граничащая с фантастикой, — использовать мощнейший источник энергии сейсмических волн, возникающих в теле Луны при падении на нее метеорного вещества. Многочисленные проекты, многие из которых созданы более 30 лет назад, до сих пор не реализованы: создание лунных баз составляет значительную техническую проблему. Если же в дальнейшем их удастся решить, неизбежно возникнет проблема ориентирования на лунной местности.

а) Существенное значение для условий ориентирования на Луне имеет отсутствие у этого небесного тела магнитного поля. В то же время аппаратура на борту советской автоматической станции «Луна-10» зарегистрировала не только наличие магнитного поля, но и его изменения на протяжении нескольких дней. Причем максимальное значение магнитного

поля достигалось в полнолуние. Дайте астрофизическое объяснение данному факту.

б) Особое значение для ориентирования на Луне, как и на Земле, имеет звездное небо. Но на Земле для использования данного способа необходимо учитывать наличие газовой оболочки. На Луне же такой проблемы нет. Означает ли этот факт, что на Луне существуют идеальные условия для астрономических наблюдений невооруженным глазом как в условиях лунного дня, так и в условиях лунной ночи? Свой ответ поясните.

в) Луна вращается вокруг собственной оси, совершая полный оборот по отношению к Солнцу за 29,53 земных суток, а по отношению к неподвижным звездам за 27,32 земных суток. Луна удалена от Земли на 384 тыс. км. Как отличается картина взаимного расположения и форма созвездий, которые можно наблюдать, находясь на поверхности Луны, от картины их расположения, наблюдаемой с поверхности Земли? Свой ответ поясните.

4. В Мурманской области часто можно наблюдать удивительное оптическое явление — полярные сияния. Как известно, полярные сияния возникают в верхних слоях атмосферы Земли при воздействии частиц солнечного ветра. Почему же их можно наблюдать в Мурманской области в условиях полярной ночи, когда даже верхняя атмосфера не освещена Солнцем?

5. Выберите одну из ниже приведенных тем сообщения (с презентацией) к уроку-дискуссии «Парниковый эффект — польза или вред?». Примерные темы сообщений для групп.

Группа 1. Физические основы возникновения парникового эффекта.

Группа 2. Химические основы возникновения парникового эффекта.

Группа 3. Атмосфера Венеры — прошлое атмосферы Земли.

Группа 4. Атмосфера Марса — будущее атмосферы Земли.

Группа 5. Основные факторы загрязнения атмосферы Земли и их влияние на возникновение парникового эффекта.

Группа 6. Роль выбросов автомобильного транспорта в формировании парникового эффекта.

Группа 7. СМИ региона об экологическом состоянии атмосферы.

Группа 8. Современные способы снижения влияния выбросов в атмосферу Земли промышленными предприятиями.

Группа 9. Международные соглашения об ограничении промышленных выбросов.

Группа 10. Экспериментальное обнаружение явления парникового эффекта в лабораторных условиях.

Комментарии для учителя к решению задания 2: наблюдатель видит не одну половину Луны. В действительности наблюдаются колебательные движения Луны относительно точки зенита. Причиной таких колебаний служат либрации — покачивания Луны, в результате которых земной наблюдатель имеет возможность видеть не половину лунного шара, а несколько бóльшую часть поверхности Луны. Либрация бывает двух видов — *оптическая и физическая.*

Причина оптической либрации — неравномерное движение Луны по эллиптической орбите вокруг Земли. Согласно второму закону Кеплера в области перигея Луна движется быстрее. Собственное вращение Луны вокруг оси совершается с постоянной угловой скоростью. Поэтому в районе перигея угловая скорость орбитального движения Луны несколько больше, чем угловая скорость осевого вращения, а в районе апогея — несколько меньше ее. Таким образом, только в точках апогея и перигея центр видимой стороны Луны совпадает с центром лунного диска. Для земного наблюдателя на участке между перигеем и апогеем он сместится к востоку. Вследствие этого земному наблюдателю в первом случае приоткроется некоторая часть обратной стороны Луны, расположенная за западным краем лунного диска, а во втором — за восточным. Это оптическая либрация по долготе.

Оптическая либрация по широте связана с тем, что ось вращения Луны не перпендикулярна к пло-

скости ее орбиты, а та, в свою очередь, несколько наклонена к плоскости эклиптики. Благодаря этому наблюдателю открывается то область за северным краем лунного диска, то — за южным.

Физическая либрация — реальные покачивания Луны, связанные с характером гравитационного взаимодействия между Землей и Луной, которая не является идеальным шаром с равномерным распределением масс.

Комментарии для учителя к решению задания 3

1. Моменты полнолуния характеризуют ситуацию, при которой Луна находится около линии, проходящей через Землю и Солнце. Учитывая, что земное магнитное поле (магнитосфера) имеет своеобразный шлейф, направленный в сторону, противоположную Солнцу и достигающий орбиты Луны. Видимо, наличие шлейфа магнитного поля Земли фиксировали приборы на Луне.

2. В условиях лунного дня, несмотря на отсутствие атмосферы у Луны, звезды недоступны наблюдению невооруженным глазом. Эти условия схожи с ситуацией для человека, находящегося на ярко освещенном прожекторами поле стадиона в ясную ночь. Глаза на Луне настолько ослеплены ярким светом Солнца, что звезд почти не видно. Глаз не в состоянии адаптироваться к резкой смене световых контрастов. Поэтому необходимы телескопы и другие приборы, защищенные от постороннего света, для наблюдения звезд в условиях лунного дня. В условиях как лунного дня, так и лунной ночи визуальные наблюдения светил затрудняет пылевая оболочка вокруг Луны. Она образована в результате бомбардировки лунной поверхности метеоритами. Впервые наличие пылевой оболочки вокруг нашего спутника было обнаружено оптическими приборами, установленными на советской передвижной лунной лаборатории «Луноход-2».

3. Взаимное расположение и форма созвездий для наблюдателя на поверхности Луны ничем не отличается от их расположения для земного наблюдателя. Удаление от Земли на 384 тыс. км ничего не меняет в видимом расположении небесных светил, так как

данное расстояние составляет всего 1,5 св. с, что ничтожно мало в сравнении со световыми годами, отделяющими нас даже от ближайших звезд. Так как плоскость орбиты Луны составляет с плоскостью орбиты Земли небольшой угол, зодиакальные созвездия также будут сохраняться.

Комментарии для учителя к решению задания 4: если бы траектория частиц солнечного ветра была прямой линией, то, как и солнечный свет, они не попадали бы в зимнюю полярную атмосферу, находящуюся в глубокой тени Земли. Но эти частицы имеют электрический заряд, и их траектория искривляется в магнитном поле Земли. За счет этого они попадают в верхние слои атмосферы полярной ночью, особенно вблизи магнитных полюсов Земли, где и расположена Мурманская область. Следствием попадания частиц солнечного ветра в верхние слои атмосферы являются полярные сияния.

Темы проектов

1. Реголит: химическая и физическая характеристика.
2. Лунные пилотируемые экспедиции.
3. Исследования Луны советскими автоматическими станциями «Луна».
4. Проекты строительства долговременных научно-исследовательских станций на Луне.
5. Проекты по добыче полезных ископаемых на Луне.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. Луна движется вокруг Земли по орбите, близкой к круговой, со скоростью около 1 км/с. Среднее расстояние от Земли до Луны 384 тыс. км. Определите по этим данным массу Земли.

2. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны составляет около 60 земных радиусов, а масса Луны в 81 раз меньше массы Земли. Определите, в какой точке отрезка, соединяющего центры Земли и Луны, космический аппарат будет притягиваться Землей и Луной с одинаковой силой.

3. Средняя плотность Луны составляет примерно 3300 кг/м^3, а радиус планеты 1700 км. Определи-

те ускорение свободного падения на поверхности Луны.

Интернет-ресурсы

http://galspace.spb.ru/index27.html — Планета Земля и Луна.

http://lar.org.ua/id0391.htm — Жизнь и разум. Земля и Луна — двойная планета.

https://www.youtube.com/watch?v=ZPNnA7XeG2Y — Природа Северного края — движение Луны в облаках.

Урок 17. Две группы планет

Цели урока

Личностные: проявлять готовность к самообразованию, ответственное отношение к учению, организовывать самостоятельную познавательную деятельность.

Метапредметные: использовать информацию научного содержания, представленную в различных видах (таблицы, текст), для анализа и сравнения характеристик планет Солнечной системы, классификации объектов.

Предметные: перечислять основные характеристики планет, основания для их разделения на группы, характеризовать планеты земной группы и планеты-гиганты, объяснять причины их сходства и различия.

Основной материал

Внутригрупповая общность планет земной группы и планет-гигантов по физическим характеристикам. Сходства и различия планет Солнечной системы по химическому составу, вызванные единством происхождения тел Солнечной системы. Выделение критериев, по которым планеты максимально отличаются.

Методические акценты урока. Методологическая ценность урока состоит в формировании навыков сравнительного анализа у учащихся, умения видеть за частными фактами и характеристиками базовые критерии сходства и различия объектов. Поэтому наиболее целесообразно выстроить урок в форме са-

мостоятельной работы. Предварительно необходимо актуализировать знания, используя вопросы к § 17 учебника, и предложить следующую практическую работу:

Практическая работа
«Две группы планет Солнечной системы»

Цель: исследовать характеристики планет Солнечной системы.

Используемые материалы: «Школьный астрономический календарь» на текущий учебный год.

Ход работы

1) Ознакомьтесь с содержанием § 15 учебника.

2) Укажите основание, согласно которому происходит разделение планет на две группы.

3) Используя данные § 15 и приложения VI учебника, охарактеризуйте группы планет по их физическим характеристикам.

	Планеты земной группы	**Планеты-гиганты**
Названия планет		
Диапазон значений плотности планет группы (кг/м^3)	От ____ до ____	От ____ до ____
Диапазон значений радиусов (в радиусах Земли)	От _____ до _____	От _____ до _____
Диапазон значений масс (в массах Земли)	От _____ до _____	От _____ до _____

Проанализируйте указанные значения, ответив на следующие вопросы:

1. По каким критериям планеты двух групп имеют наиболее значимые отличия?

2. Плотности планет какой группы больше? Чем можно объяснить различия в плотности физических тел?

4) Используя данные § 15 учебника, охарактеризуйте физико-химические свойства каждой из групп планет Солнечной системы.

	Планеты земной группы	**Планеты-гиганты**
Преобладающие химические элементы и соединения вещества планет		
Агрегатное состояние преобладающего вещества планет		
Преобладающие химические элементы атмосфер планет		

Проанализируйте указанные значения, ответив на следующие вопросы:

1. В чем состоит сходство химического состава планет двух групп?

2. В чем состоит различие химического состава планет двух групп?

3. На каком этапе формирования тел Солнечной системы, согласно рассмотренной ранее гипотезе, возникло различие в химическом составе планет двух групп?

5) Используя данные приложения VI учебника и «Школьный астрономический календарь» на текущий учебный год, исследуйте особенности взаимодействия групп планет в гравитационно-взаимосвязанной системе тел.

	Планеты земной группы	**Планеты-гиганты**
Продолжительность суток	От ____ до ____	От ____ до ____
Общее количество спутников		
Продолжительность года		

Проанализируйте указанные значения, ответив на вопрос: «По каким критериям планеты двух групп имеют наиболее значимые отличия?»

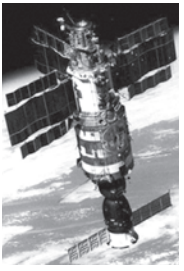
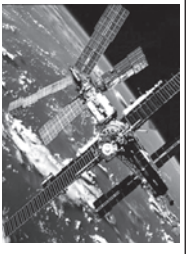
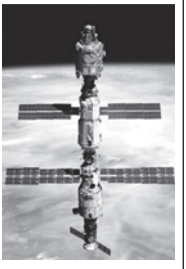
6) Сформулируйте вывод об особенностях групп планет Солнечной системы, физических основах их различий и сходств.

Домашнее задание. § 15; практические задания.

1. Используя данные приложения VIII учебника, заполните таблицу, проанализировав значение запуска космических аппаратов.

Цель запуска КА	Год	Результат
Исследование планет и их спутников		
Исследование комет, астероидов и межпланетного пространства		
Вывод на орбиту космических телескопов		

2. Заполните таблицу, используя различные источники информации.

Название станции	«Салют-1» — «Салют-7»	«Мир»	МКС
Изображение			
Период работы на орбите	1971—1985 гг.	1986—2001 гг.	2000 г.

Окончание табл.

Название станции	**«Салют-1» — «Салют-7»**	**«Мир»**	**МКС**
Назначение	Самостоятельная КС, оборудованная для проживания и организации работы	Центр управления орбитальным комплексом	Современный многофункциональный исследовательский центр
Основные характеристики			
Научные исследования, выполненные на борту			
Наиболее важные данные, полученные с ее борта			

3. Используя приложение IX «Указания к наблюдениям лунной поверхности» и шестикратный бинокль, осуществите наблюдение поверхности Луны. По результатам наблюдения заполните таблицу.

Графическое изображение наблюдаемой фазы Луны	
Наблюдаемые невооруженным глазом моря	
Наблюдаемые с помощью бинокля кратеры	
Другие наблюдаемые объекты	

Темы проектов

1. Самые высокие горы планет земной группы.
2. Фазы Венеры и Меркурия.

Задача для подготовки к ЕГЭ по физике

Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли?

Интернет-ресурсы

http://www.sai.msu.su/ng/solar/solar_sostav.html — Планеты Солнечной системы.

http://www.youtube.com/watch?v=QxzConPeC2k — Космос. Тела Солнечной системы.

Урок 18. Природа планет земной группы

Цели урока

Личностные: организовывать самостоятельную познавательную деятельность; выступать с презентацией результатов своей работы; принимать участие в общем обсуждении результатов выполнения работы.

Метапредметные: использовать основы теории формирования Солнечной системы для объяснения особенностей планет земной группы; сравнивать планеты земной группы на основе выделенных критериев, объяснять причины различий планет земной группы; работать с текстом научного содержания, выделять главную мысль, обобщать информацию, представленную в неявном виде, характеризующую планеты земной группы.

Предметные: указывать параметры сходства внутреннего строения и химического состава планет земной группы; характеризовать рельеф поверхностей планет земной группы; объяснять особенности вулканической деятельности и тектоники на планетах земной группы; описывать характеристики каждой из планет земной группы.

Основной материал

Основные характеристики планет земной группы (физические, химические), их строение, особенно-

сти рельефа и атмосферы. Спутники планет земной группы и их особенности. Происхождение спутников. Сравнительная характеристика Марса, Венеры и Меркурия относительно Земли.

Методические акценты урока. Введением в урок является обсуждение результатов выполнения практической работы. Акцент при этом должен быть сделан на параметрах сходства планет земной группы. Обсуждаются критерии объединения планет земной группы, сходство химического состава планет земной группы, этапы исследования планет земной группы.

Далее перед учащимися ставится задача определить специфические особенности каждой из планет земной группы, используя выделенные ранее (см. урок 16) критерии для анализа планет. Учащиеся делятся на три группы и выполняют следующие задания.

Группа 1. Охарактеризуйте Меркурий — наиболее близкую к Солнцу планету земной группы, используя представленный план.

Группа 2. Охарактеризуйте Венеру — «утреннюю» и «вечернюю» звезду земного неба.

Группа 3. Охарактеризуйте Марс — первую планету, на которую планируется пилотируемый полет.

После окончания учащимися самостоятельной работы организуется беседа, направленная на выявление отличительных особенностей каждой из планет земной группы. При этом учитель направляет презентации учащимися результатов работы в русло сравнения характеристик каждой из планет с Землей, позволяя раскрывать уникальность каждой планеты земной группы (необходимо учесть, что обсуждение особенностей атмосферы Марса и Венеры наиболее актуально для следующего урока). Следует обратить внимание на интересные особенности планет.

При обсуждении характеристик Меркурия.

1. Атмосфера Меркурия существует, но, в отличие от земной, пополняется за счет захвата атомов солнечного ветра и непрерывно рассеивается.

2. Выраженная эллиптическая орбита приводит к тому, что на долготах 0° и 180° можно наблюдать три восхода и три захода Солнца.

3. Значительная продолжительность солнечных суток — на экваторе планеты день и ночь сравнимы с меркурианским годом.

4. По международному соглашению крупным кратерам присваиваются названия в честь выдающихся деятелей гуманитарных наук и искусства. Среди них — М. Ю. Лермонтов, А. С. Пушкин, П. И. Чайковский и др.

При обсуждении характеристик Венеры.

1. Атмосфера Венеры, первоначально сходная по химическому составу с атмосферами Земли и Марса, формировалась в условиях незначительного количества воды и в большей близости к Солнцу. Следствием своеобразия атмосферы выступает явление «сумеречной дуги» — вблизи нижнего соединения Венеры в фазе узкого серпа «рога» удлиняются, а иногда и смыкаются друг с другом — и объясняется преломлением солнечного света в атмосфере планеты.

2. Направление вращения планеты противоположно вращениям всех планет земной группы и значительно медленнее, что обусловливает незначительное магнитное поле.

3. Сравнительно недавно решена загадка периода обращения Венеры — радиолокационные наблюдения показывали 243-суточный период, снимки космических аппаратов в ультрафиолетовых лучах — 4-суточный период. Наблюдения с аэростатов, запущенных с АМС «Вега-1», «Вега-2» показали наличие широтных ветров в верхних слоях атмосферы с 4-суточным периодом.

При обсуждении характеристик Марса.

1. Движение спутников отличается друг от друга скоростью. Так, Фобос за один марсианский день более 3 раз успевает «обежать» вокруг планеты в прямом направлении, Деймос имеет меньшую, чем Марс, угловую скорость вращения, следовательно, восходит и заходит не каждый день.

2. Вследствие выраженной эллиптической орбиты планеты каждые 15—17 лет происходит Великое противостояние, когда планета максимально приближена к Земле.

Эксперименты, проводившиеся на планете биологическими лабораториями по поиску следов органических соединений, с одной стороны, дали отрицательный результат. С другой стороны, полученные результаты были неожиданными, так как реакции, протекающие на Земле около полумесяца, в лабораторных условиях на Марсе завершались за двое суток, что, вероятно, связано с наличием в составе марсианского грунта сильно окисленных веществ.

При сравнении Земли и других планет земной группы важно акцентировать внимание учащихся на следующем:

— углы наклона осей к плоскостям орбит у Земли и Марса обеспечивают смену времен года;

— ни одна из планет земной группы не имеет спутников планетоидного типа (спутники Марса относятся к астероидным телам);

— несмотря на наличие слабых магнитных полей планет земной группы, только у Земли магнитное поле достаточно для возникновения радиационных поясов;

— азотно-кислородная атмосфера Земли резко отличается от углекислой атмосферы Венеры и Марса.

Последний аспект завершает урок и является предпосылкой для следующего занятия — урока-дискуссии «Парниковый эффект: польза или вред?».

Домашнее задание. § 18; подготовка сообщений к уроку-дискуссии по проблеме парникового эффекта; практическое задание.

Самой высокой горой на планете Земля считается Эверест. Ее высота достигает 8848 м. На других планетах Солнечной системы есть свои уникальные горные образования. Так, на Меркурии высота гор достигает 3 км, а на Венере 11 км. Но самые высокие во всей Солнечной системе горы на Марсе: Павонис (Павлин) — 14 км, Аскреус — 18 км, Арсия — 19 км и, наконец, Олимп — 21,2 км. Сила тяжести, плот-

ность и состав горных пород являются ведущими факторами в образовании гор и их высот на любой планете.

1. Оцените предельную высоту гор, учитывая, что форму горы можно принять конусообразной, плотность материала горы равной плотности планеты, а предельное давление, которое может выдержать горная порода, соответствует пределу прочности. (*Примечание*: при оценке высоты считать, что ускорение свободного падения остается для космического тела постоянным и равным ускорению свободного падения на поверхности планеты.)

2. Используя данные, приведенные в таблице, проведите теоретические расчеты предельной высоты гор на Земле и Марсе и сравните их с практическими значениями.

Планета	Предел прочности, Па	Плотность, кг/м^3	Масса, кг	Радиус, км
Земля	10^8	2700	$6 \cdot 10^{24}$	6400
Марс	10^8	2700	$0{,}65 \cdot 10^{24}$	3400

Комментарии для учителя к решению задания: пусть предельное давление, которое выдерживает горная порода, составляет p. Ему соответствует величина предела прочности. Если гора имеет форму конуса высотой H с основанием площадью S, а ее плотность ρ, можно записать: $p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S}$. Масса горы конусообразной формы может быть определена как $m = \rho V = \frac{1}{3}\rho HS$. Выразим высоту горы: $H \approx \frac{3p}{\rho g}$. Используем закон всемирного тяготения для определения ускорения свободного падения на поверхности планеты: $H \approx \frac{3pR^2}{\rho GM}$. При расчете предельной высоты гор на Земле $H \approx 11\ 372$ м, для Марса $H \approx 29\ 626$ м. Оба значения сопоставимы с практиче-

скими данными планет (соответственно 8848 м и 21 200 м).

Темы проектов

1. Сравнительная характеристика рельефа планет земной группы.

2. Научные поиски органической жизни на Марсе.

3. Органическая жизнь на планетах земной группы в произведениях писателей-фантастов.

4. Атмосферное давление на планетах земной группы.

5. Современные исследования планет земной группы АМС.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. Радиус Марса составляет 0,53 земных радиуса, а масса — около 0,11 массы Земли. Определите ускорение свободного падения на Марсе, зная ускорение свободного падения на поверхности Земли.

2. Средняя плотность Венеры 5200 кг/м^3. Каково ускорение свободного падения на поверхности Венеры, если ее радиус превышает радиус Земли на чуть более чем 100 км?

3. Определите массу Меркурия, если средний радиус планеты составляет 2420 км, а ускорение свободного падения на поверхности планеты 3,72 м/с^2.

Интернет-ресурсы

http://www.astrogalaxy.ru/index.html — Проект «Астрогалактика».

http://galaxy-science.ru/stati.html — Космический портал.

http://www.cosmos-journal.ru — Космос-журнал.

Урок 19. Урок-дискуссия «Парниковый эффект: польза или вред?»

Цели урока.

Личностные: доказывать собственную точку зрения относительно последствий парникового эффекта, основываясь на законах физики и астрономических данных; представлять результаты собственных исследований в виде доклада и презентации; вы-

сказывать собственную точку зрения относительно ценностей экологической направленности; проявлять уважительное отношение к мнению оппонентов.

Метапредметные: извлекать информацию о парниковом эффекте из различных источников и критически оценивать ее.

Предметные: объяснять механизм возникновения парникового эффекта на основе физических и астрономических законов и закономерностей; характеризовать явление парникового эффекта, различные аспекты проблем, связанных с существованием парникового эффекта; пояснять роль парникового эффекта в сохранении природы Земли.

Основной материал

Физические основы возникновения парникового эффекта. Естественный парниковый эффект и его проявления на Венере и Марсе. Искусственный (антропогенный) парниковый эффект и его последствия для Земли. Региональные особенности проявления факторов, способствующих возникновению антропогенного парникового эффекта. Основные направления снижения последствий антропогенного парникового эффекта.

Методические акценты урока. Введение в тему урока — актуализация знаний о физических основах парникового эффекта (сообщение *группы 1* по теме «Физические основы возникновения парникового эффекта»; при обобщении содержания сообщения акцентируется внимание на понятиях «виды теплопередачи», «конвекция», «излучение», «виды излучения», различная прозрачность атмосферы для различных длин волн инфракрасного излучения) и химических основах возникновения парникового эффекта (сообщение *группы 2* по теме «Химические основы возникновения парникового эффекта»; при обобщении содержания подчеркивается влияние водяного пара и углекислого газа в атмосфере на процесс задержки теплового излучения, поглощение углекислого газа океаном с последующим связыванием образовавшейся кислоты горными породами).

Следующий этап — анализ особенностей атмосфер Венеры и Марса (сообщения *групп 3* и *4*; подчеркивается естественный характер парникового эффекта на Венере, связанного с задерживанием инфракрасного излучения углекислым газом и водяным паром, а также облачным покровом планеты; рассматривается так называемый антипарниковый эффект, наблюдающийся в атмосфере Марса, — резкое понижение температуры поверхности Марса вследствие того, что мощные пылевые облака перекрывают во время пылевых бурь приток солнечной энергии, при этом атмосфера нагревается; акцентируется внимание на том, что наблюдаемые отличия Марса, Венеры и Земли, примерно равноудаленных от Солнца, вызваны различными эволюционными путями развития их атмосфер; пылевые бури в атмосфере Марса заставляют задуматься о возможных экологических последствиях ядерной войны и изменениях климата на Земле).

Следующий этап направляет внимание учащихся на выявление взаимосвязи процессов загрязнения атмосферы Земли и появление антропогенного парникового эффекта (сообщения *групп 5* и *6*). Важно проанализировать характеристики и данные о степени загрязненности атмосферы региона, в котором проживают учащиеся (сообщение *группы 7*). Основной материал должен основываться не только на данных Интернета, но и на других источниках информации — региональных газетах, телевизионных передачах регионального телевидения. Важно акцентировать внимание не столько на самой проблеме, сколько на тех мерах, которые предпринимаются или планируется предпринять в регионе для снижения вредоносного влияния загрязнений. Логичным выводом будет обсуждение вопросов о масштабном предотвращении загрязнения окружающей среды в направлении его снижения и международных соглашений по защите окружающей среды (сообщения *групп 8* и *9*).

При наличии поддержки со стороны учителя химии можно представить в завершение урока резуль-

таты двух-трехнедельного лабораторного наблюдения явления парникового эффекта. Для этой цели можно использовать стеклянную емкость (например, аквариум). Способ создания модели явления парникового эффекта определяется учащимися под руководством учителя физики и химии.

Итог обсуждения в ходе урока должен включать следующие выводы.

1. Естественный парниковый эффект позволяет поддерживать тепловой баланс Земли на уровне, пригодном для жизни. Без него средняя температура Земли оказалась бы ниже на 30 °С. Факторы, определяющие парниковый эффект, — вулканическая деятельность, жизнедеятельность живых организмов.

2. Искусственный (антропогенный) парниковый эффект, вызванный техногенными факторами, нарушает тепловой баланс Земли.

Домашнее задание. Упражнение 14 учебника, практическое задание.

В современной науке используется новый термин — астроклимат — совокупность атмосферных условий, влияющих на качество астрономических наблюдений. Перечислите наиболее значимые условия, определяющие астроклимат, и определите, какие области Земли обладают наиболее предпочтительным астроклиматом.

Темы проектов

1. Научное и практическое значение изучения планет земной группы.

2. Кратеры на планетах земной группы: особенности, причины.

3. Роль атмосферы в жизни Земли.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. Вычислите ускорение Венеры в системе отсчета, связанной с Солнцем. Орбиту Венеры считайте круговой.

2. Оцените, чему равна первая космическая скорость для Марса, если расстояние от Марса до Солнца примерно в 36 тыс. раз превышает радиус Земли, а масса Солнца превышает массу Земли в 333 тыс. раз.

3. Средняя плотность Меркурия примерно равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость в 2,7 раза меньше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Меркурия по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли?

Интернет-ресурсы

http://www.borshec.ru/pages-view-195.html — Парниковый эффект.

http://www.youtube.com/watch?v=iLNoXnXews — Венера.

http://www.youtube.com/watch?v=muHjb_wkmw4 — Судьба атмосферы Марса.

http://www.youtube.com/watch?v=lWMjE9OJlcA — Атмосфера Венеры.

Урок 20. Планеты-гиганты, их спутники и кольца

Цели урока

Личностные: организовывать самостоятельную познавательную деятельность; выступать с презентацией результатов своей работы; принимать участие в общем обсуждении результатов выполнения работы.

Метапредметные: использовать основы теории формирования Солнечной системы для объяснения особенностей планет-гигантов; работать с текстами научного содержания, выделять главную мысль, обобщать информацию, представленную в неявном виде, характеризующую планеты-гиганты, использовать законы физики для описания природы планет-гигантов; сравнивать природу спутников планет-гигантов и Луны.

Предметные: указывать параметры сходства внутреннего строения и химического состава планет-гигантов; описывать характеристики каждой из планет-гигантов; характеризовать источники энергии в недрах планет; описывать особенности облачного покрова и атмосферной циркуляции; анализировать

особенности природы спутников планет-гигантов; формулировать понятие «планета»; характеризовать строение и состав колец планет-гигантов.

Основной материал

Основные характеристики планет-гигантов (физические, химические), их строение. Спутники планет-гигантов и их особенности. Происхождение спутников. Кольца планет-гигантов и их особенности. Происхождение колец.

Методические акценты урока. Структура урока повторяет последовательность урока, раскрывающего характеристики планет земной группы, что облегчает выстраивание самостоятельной деятельности учащимися, но при этом обладает значительным объемом новых для учащихся предметных сведений. Анализ характеристик планет-гигантов следует начать с проблематизации. Для этого следует вернуться к выводам по практической работе «Две группы планет Солнечной системы» и теории происхождения Солнечной системы как комплекса тел. По итогам беседы акцентируется внимание на следующих проблемных вопросах:

1. Планеты-гиганты должны состоять из более легких элементов. Каково их агрегатное состояние? Каково внутреннее строение планет-гигантов? Применимо ли к ним понятие «рельеф планеты»?

2. Каковы причины того, что количество спутников планет-гигантов значительно превышает количество спутников у планет земной группы?

Далее перед учащимися ставится задача определить специфические особенности каждой из планет-гигантов, используя выделенные ранее и использованные критерии для анализа планет (см. уроки 16, 17). Учащиеся делятся на четыре группы и выполняют задания.

Группа 1. Охарактеризуйте Юпитер — самую крупную планету Солнечной системы — и систему его спутников.

Группа 2. Охарактеризуйте Сатурн — первую из открытых планет-гигантов, имеющих кольца, — и систему его спутников.

Группа 3. Охарактеризуйте Уран — планету — «триумф наблюдательной астрономии» — и систему его спутников.

Группа 4. Охарактеризуйте Нептун — первую планету, открытую «на кончике пера», — и систему его спутников.

После окончания самостоятельной работы организуется беседа, направленная на выявление отличительных особенностей каждой из планет-гигантов. При этом учитель направляет презентации учащимися результатов своей работы в русло сравнения характеристик каждой из планет с Землей, что позволяет раскрыть уникальность каждой из планет-гигантов. При обсуждении характеристик планет следует обратить внимание на следующие аспекты.

При обсуждении характеристик Юпитера.

1. Планета обладает значительным магнитным полем (с обратной земной полярностью). Как следствие, в атмосфере наблюдаются грозы, полярные сияния, проявляется мощное радиоизлучение. Результаты столкновения Юпитера с кометой Шумейкера — Леви показали наличие в атмосфере большого количества серы.

2. Система спутников Юпитера сходна с Солнечной системой в миниатюре. Четыре из них шарообразны, сравнимы по размерам и массе с Луной. Они были открыты еще Г. Галилеем, поэтому и получили название галилеевых спутников. При своем движении близкие спутники проходят перед планетой, отбрасывая тень, и скрываются за ней. Так, покрытие спутника Ио позволило еще в 1676 г. О. Ремеру измерить скорость света.

3. Наличие кольца у планеты теоретически предсказал советский ученый С. К. Всехсвятский, а спустя 19 лет оно было сфотографировано АМС «Вояджер-1» и «Вояджер-2».

При обсуждении характеристик Сатурна.

1. Угол наклона Сатурна таков, что при более близком расположении к Солнцу на планете наблюдалась бы смена времен года. Получая почти в 100 раз меньше энергии, чем Земля, почти половину

этой энергии он отражает, что определяет температуру на поверхности.

2. Спутники планеты имеют поперечник от 5150 км (Титан). Около половины спутников в Солнечной системе принадлежат Сатурну.

3. Система колец Сатурна — самая обширная и яркая — открыта еще Х. Гюйгенсом в 1656 г. Российский ученый А. А. Белопольский установил, что вращение колец вокруг планеты подчиняется третьему закону Кеплера. Из-за малой толщины каждые 14—15 лет кольца Сатурна перестают быть видимыми при прохождении Земли в плоскости колец.

При обсуждении характеристик Урана.

1. Планета вращается в обратном направлении (с востока на запад).

2. Уран — обладатель темных пылевых колец, невидимых в телескопы.

При обсуждении характеристик Нептуна.

1. Самая удаленная из планет.

2. Тритон покрыт кратерами, на нем обнаружены полярные шапки и газовые гейзеры.

3. Кольца характеризуются неравномерным распределением вещества, образуя отдельные сгущения.

Охарактеризовав каждую из планет, обобщают данные.

• Планеты-гиганты можно подразделить на две подгруппы — горячие гиганты и ледяные гиганты. Им свойственна высокая скорость вращения вокруг своих осей (от 10 до 18 ч), при этом экваториальные зоны вращаются быстрее полярных. Как следствие, планеты-гиганты имеют большое сжатие. В их атмосферах бушуют вихри, продолжительность которых превышает иногда 350 лет (Большое Красное Пятно на Юпитере, Большое Темное Пятно на Нептуне, Гексагон на Сатурне (шестиугольный шторм, обнаруженный космическим аппаратом «Кассини»)).

• К планетам-гигантам некорректно применять понятия «поверхность планеты», «рельеф планеты», так как твердые поверхности отсутствуют. Модель структуры планет-гигантов планируется проверить в ходе работы космического зонда «Юнона»,

приближение которого к Юпитеру произошло летом 2016 г. Существующая модель подтверждается:

— наличием значительных магнитных полей планет-гигантов;

— превышением температуры планет значения, которое должно быть при получении энергии только от Солнца;

— характером вращения планет-гигантов.

Происходящие процессы наблюдаются не на поверхности, а в атмосферах планет. Появление необычных агрегатных состояний водорода (от газообразного к газожидкому в атмосфере, жидкого и твердого (металлического)) связано с резким увеличением давления по мере погружения в глубь планеты. Ядро — металлосиликатное. Внутреннее строение имеет вид оболочек. Строение Урана и Нептуна несколько проще, включает атмосферу, ледяную мантию и металлосиликатное ядро.

• Спутники планет-гигантов весьма разнообразны. На многих зафиксированы кратеры от ударов метеоритов. Наиболее крупные имеют атмосферу: Титан (Сатурн), Ио (Юпитер), Тритон (Нептун). Ряд спутников «демонстрируют» красоту гейзеров (Тритон, Энцелад). Большинство спутников — силикатно-ледяные небесные тела. Некоторые спутники являются уникальными для Солнечной системы.

• *Титан* (Сатурн) имеет преимущественно азотную атмосферу, а обнаруженный на ней аппаратом «Кассини» смог вызван наличием тяжелых органических молекул (бензол, антрацен).

• *Ио* (Юпитер) обладает интенсивной вулканической деятельностью, вызванной разогревом недр приливным трением со стороны Юпитера и двух его спутников, Ганимеда и Европы. На последнем предполагается наличие под коркой льда жидкой воды.

• *Энцелад* (Сатурн) имеет идеальную сферическую форму, а его поверхность покрыта льдом. Наблюдения с борта «Кассини» зафиксировали водяные фонтаны. Предполагают, что кольцо Е Сатурн приобрел именно благодаря вулканической деятельности спутника, так как оно проходит именно по орбите Энцелада.

• *Миранда* (Уран) обладает самым разнообразным ландшафтом.

• *Тритон* (Нептун) вращается вокруг своей планеты в направлении, обратном ее движению вокруг Солнца. Имеет очень яркую поверхность, так как отражает бóльшую часть света.

• Кольца планет-гигантов. Если кольца Сатурна и Юпитера образованы частицами со светлой поверхностью, кольца Урана состоят из очень темных частиц. В кольцах Сатурна заметны тонкие «спицы» (поперечные полоски, вызванные, вероятно, действием электростатических сил) и переплетения колец (что свойственно и кольцам Урана). Теория развития Солнечной системы как комплекса тел, имеющих общее происхождение, согласуется с теорией образования колец планет-гигантов (образование из вещества разрушенных прежде спутников под действием приливных сил и при столкновениях между собой).

В завершение урока целесообразно выполнить упражнение 15 учебника, а также следующие задания.

1. Подтвердите или опровергните следующие утверждения, используя астрофизические законы и закономерности:

— спутники планет-гигантов могут иметь атмосферу;

— основными компонентами атмосферы планет-гигантов являются углекислый газ и азот.

2. Ниже приведено одно из описаний воображаемого путешествия на планету-гигант. Определите, о какой планете идет речь. Составьте собственное описание для любой планеты Солнечной системы.

«Если бы небо было ясным, Солнце сияло бы на нем диском, в 25 раз меньшим по площади, чем на земном небе. Короткий пятичасовой день быстро сменяется ночью. Мы ищем знакомые планеты, но Меркурий совершенно теряется в лучах Солнца, а Венеру и Землю можно наблюдать в телескоп только в сумерках. Зато Сатурн соперничает по яркости с Сириусом».

Домашнее задание. § 19; практические задания.

1. Используя «Школьный астрономический календарь» на текущий учебный год, определите, можно ли в период, совпадающий с изучением данной темы, наблюдать в телескоп кольца Сатурна.

2. Докажите справедливость высказывания В. Г. Сурдина в книге «Разведка далеких планет»: *«Титан — это замерзший вариант Земли»*.

Темы проектов

1. Современные исследования планет-гигантов АМС.

2. Исследования Титана зондом «Гюйгенс».

3. Современные исследования спутников планет-гигантов АМС.

Интернет-ресурсы

http://nasha-vselennaya.ru/?cat=140 — Наша Вселенная. Спутники планет.

http://spacegid.com/saturn.html — Гид в мире космоса. Сатурн.

http://school-collection.lyceum62.ru/ecor/storage/d21d18f9-1749-e26a-b7f1-8b0714bc06c6/00120829562474137.htm — Столкновение Юпитера с кометой Шумейкера—Леви.

http://www.liveinternet.ru/users/nevolyaika47/post313131186/ — Северное сияние на Сатурне.

http://popnano.ru/news/index.php?id=4094&task=view — Полярные сияния на Юпитере.

http://zele.ru/novosti/kosmos/polyarnoe-siyanie-na-urane-6652/ — Полярные сияния на Уране.

Урок 21. Малые тела Солнечной системы (астероиды, карликовые планеты и кометы)

Цели урока

Личностные: выдвигать предложения о способах защиты от космических объектов, сближающихся с Землей, и защищать свою точку зрения; проявлять уважительное отношение к мнению оппонента; высказывать личностное отношение к четкости и высокой научной грамотности деятельности К. Томбо.

Метапредметные: аргументированно пояснять причины астероидно-кометной опасности; описывать возможные последствия столкновения Земли и других малых тел Солнечной системы при пересечении орбит.

Предметные: определять понятие «планета», «малая планета», «астероид», «комета»; характеризовать малые тела Солнечной системы; описывать внешний вид и строение астероидов и комет; объяснять процессы, происходящие в комете, при изменении ее расстояния от Солнца; анализировать орбиты комет.

Основной материал

Астероиды и их характеристики. Особенности карликовых планет. Кометы и их свойства. Проблема астероидно-кометной опасности для Земли.

Методические акценты урока. Наиболее эффективно выстроить урок как диалог с обсуждением довольно известных фактов о малых телах Солнечной системы с опорой на теоретическое содержание учебника, так как учащиеся обладают большим количеством отрывочных сведений, которые необходимо систематизировать и подтвердить научными фактами. Результатом урока выступает таблица, обобщающая характеристики малых тел Солнечной системы.

В начале урока целесообразно использовать для актуализации знаний учащихся вопросы к § 19 учебника. Далее учащимся предлагается сформулировать свое мнение относительно следующего высказывания профессора МГУ Б. А. Арбузова, который писал: *«Развитие науки происходит за счет повседневной, кропотливой работы... Одни стараются с максимальной точностью вычислить какой-нибудь эффект, другие — поточнее его измерить. Чаще всего эти два метода дают согласующиеся между собой результаты. Однако тем больший интерес вызывают небольшие, но твердо установленные отклонения вычислений от опыта»*.

Совместно с учащимися актуализируются знания о закономерностях в расположениях орбит планет Солнечной системы. После обсуждения учащимся

предлагается ознакомиться с малыми телами Солнечной системы, история исследования природы и движения которых созвучна высказыванию Б. А. Арбузова. Акцентируется внимание на наличии «пробела» между орбитами Марса и Юпитера, который и содержит бóльшую часть первой группы малых тел — астероидов. Учащимся предлагаются задания.

1. Используя материал § 20.1 учебника, охарактеризуйте астероиды как группу малых тел Солнечной системы, заполнив соответствующий столбец таблицы.

Название группы	**Астероиды**	**Карликовые планеты**	**Кометы**
Определение			
Примеры названий объектов группы			
Характеристика орбит			
Геологические характеристики			
Особенности			

После выполнения задания совместно с учащимися обсуждаются результаты, корректируются и дополняются сведения в таблице. Необходимо сделать ряд акцентов.

— Поиски астероидов затруднены спецификой их наблюдения (малые размеры, особенности отражения света), поэтому некоторые астероиды были открыты несколько раз. Осевое вращение большинства астероидов происходит с большой скоростью (от 2,3 ч для Икара). Форма астероидов разнообразна — от почти сферической до неправильной обломочной. Масса варьируется, но своим притяжением астероиды не способны удержать атмосферу. Для определения размеров астероидов используется метод лунных покрытий, а также исследование с помощью

непосредственной отправки зондов. Например, зонд «Down» в 2011—2012 гг. побывал рядом с Вестой, а в 2015 г. — рядом с Церерой. На поверхности астероидов обнаружены кратеры.

— Некоторые астероиды имеют спутники (спутник Иды — Дактиль).

— По составу астероиды разнообразны: каменные, металлические, богатые углеродистым веществом.

— Большинство астероидов движутся между орбитами Марса и Юпитера. Но ряд астероидов (Гермес, Адонис, Икар) заходят за орбиты планет земной группы и могут сближаться с Землей на сравнительно малые расстояния. Предполагается значительное количество астероидов в поясе Койпера.

Последнее положение позволяет перейти к следующему классу тел — карликовым планетам. В качестве активизации внимания к рассмотрению особенностей карликовых планет можно представить учащимся следующие факты.

Попытки найти планету в транснептуновой области начались с момента открытия Нептуна в 1846 г. Но успех Клайда Томбо, который обнаружил планету в 1930 г., состоял в том, что, во-первых, астрономы просматривали внимательно лишь узкую полосу неба шириной около 2° от эклиптики, так как все внешние планеты от Марса до Нептуна всегда видны в этой полосе. Плутон же оказался на расстоянии 4° от эклиптики. Во-вторых, исследователю достался новый трехлинзовый астрограф с достаточно большим полем зрения. В-третьих, Клайд Томбо следовал четкой последовательности анализа полученных ночных экспозиций звездного неба. После года кропотливой работы Плутон был открыт. Отправленный к Плутону в 2006 г. КА «Новые Горизонты» сблизился с ним 14 июля 2015 г., сфотографировав с расстояния 18 тыс. км. Сегодня КА направляется к поясу Койпера: спустя 72 года после открытия Плутона в этой области был обнаружен Квавар — ледяная планета, составляющая половину Плутона, а по объему больше, чем все астероиды Главного пояса.

Далее учащиеся переходят к следующему этапу выполнения задания с таблицей.

2. Используя материал § 20.2 учебника, охарактеризуйте карликовые планеты как группу малых тел Солнечной системы, заполнив соответствующий столбец таблицы.

По итогам его выполнения в беседе делают акцент на следующем:

— физические характеристики на сегодня открытых планет-карликов сходны: массы отличаются не более чем в 20 раз, размеры — не более чем в 3 раза;

— некоторые карликовые планеты имеют спутники. Так, Плутон и Харон считают двойной планетой. Сам Харон имеет «двусмысленный» характер: в перигелии своей орбиты у него появляется газовая атмосфера и хвост. Его относят к кентаврам. Большинство кентавров «обитают» между орбитами Сатурна и Урана;

— орбиты карликовых планет вытянутые. Например, кандидат в карликовые планеты Седна, обнаруженная за пределами пояса Койпера в перигелии подходит к Солнцу на 76 а. е., а в афелии удаляется на 961 а. е. Предполагается, что Седна — первый представитель внутренней части облака Оорта;

— Плутон значительно отличается от всех представителей группы. Он единственный обладает временной атмосферой, когда пересекает орбиту Нептуна, и теряет ее, когда она замерзает и выпадает в виде снега на поверхность планеты.

Последнее свойство атмосферы Плутона внешне схоже с процессами, связанными с кометами.

После общей беседы относительно первичных знаний о кометах учащимся предлагается завершающее задание — работа с таблицей.

3. Используя материал § 20.3 учебника, охарактеризуйте кометы как группу малых тел Солнечной системы, заполнив соответствующий столбец таблицы.

По итогам выполнения задания в беседе выделяют следующее:

— кометы резко отличаются не только внешним видом, но и формой орбит (сильно вытянутые эллипсы), сравнительно большими размерами и бурным

развитием. Для определения массы объекта наблюдают за возмущениями орбит комет, вызванными приближением к массивным планетам;

— ядро кометы и пыль, входящая в состав головы и хвоста, светят отраженным и рассеянным солнечным светом. Флуоресценция возникает под действием солнечного излучения;

— кометы, принадлежащие Солнечной системе, называют периодическими. Короткопериодические кометы имеют небольшие эксцентриситеты (комета Энке — 3,3 года, комета Галлея — 76 лет). При этом направление движения вокруг Солнца может быть обратным (как у кометы Галлея). Более сотни короткопериодических комет образуют семейство Юпитера, так как афелии орбит этих комет расположены вблизи орбиты Юпитера. Аналогичные семейства существуют и у других планет-гигантов;

— ряд комет не принадлежат Солнечной системе — они проходят вблизи Солнца по параболической или гиперболической орбите и уходят в межзвездное пространство;

— при приближении к Солнцу испаряются легкоплавкие компоненты. Силикатные и железные пылинки остаются, и на поверхности появляется пылевая корка, защищающая внутренние области ядра от чрезмерного нагрева. Непосредственно распад произошел у кометы Биэлы (1846). Спустя несколько лет Земля, пересекая ее орбиту, попала в метеорный дождь;

— обнаружено, что в составе комет встречаются радикалы, не существующие в природных условиях на Земле из-за высокой химической активности (OH, CH, CH_2, NH_2).

После завершения рассмотрения особенностей малых тел Солнечной системы целесообразно совместно с учащимися сделать следующие выводы.

1. С уменьшением размеров небесных тел возрастает их число в Солнечной системе.

2. Большое количество астероидов и карликовых планет, согласно современной гипотезе, может быть сосредоточено в поясе Койпера, в облаке Оорта сосредоточена бóльшая часть кометных ядер.

3. Орбиты астероидов и комет имеют значительный эксцентриситет и могут пересекать орбиту Земли. Движение многих из них затруднительно наблюдать на удалении от Земли из-за слабой отражательной способности тел малых размеров.

Последнее положение активизирует обсуждение проблемы возможного столкновения Земли с астероидом или кометой. Обсуждение данного вопроса можно организовать как мозговой штурм, в ходе которого выделяется три этапа.

1. Выдвижение аргументов, опровергающих астероидно-кометную опасность.

2. Выдвижение аргументов, подтверждающих астероидно-кометную опасность.

3. Выдвижение идей по защите Земли от астероидно-кометной опасности.

В ходе обсуждения педагогу важно занять нейтральную позицию, позволив учащимся обосновать собственную позицию. Но при этом важно подчеркнуть, что на сегодня выполнены исследования некоторых комет и астероидов космическими аппаратами, например астероида Итокава в 2005 г. (аппарат «Hayabusa»), кометы Галлея в 1986 г., кометы Чурюмова—Герасименко в 2014 г. (зонд «Philae»), продемонстрировать кадры столкновения Юпитера с кометой Шумейкера—Леви. Выслушав мнения учащихся, важно подвести их к мысли о недостаточности информации о том, как часто происходит пересечение орбит малых тел Солнечной системы и Земли. Эти вопросы и будут рассматриваться на следующем уроке.

В конце урока целесообразно обсудить вопросы № 1—5 к § 20 учебника и решить задание 4 из упражнения 16 учебника.

Домашнее задание. § 20.1—20.3; практическое задание.

Астероид Икар в перигелии оказывается внутри орбиты Меркурия и каждые 19 лет сближается с Землей. Его большая полуось составляет 1,8 а. е. Определите звездный период его обращения.

Темы проектов

1. Современные способы космической защиты от метеоритов.

2. Космические способы обнаружения объектов и предотвращение их столкновений с Землей.

3. История открытия Цереры.

4. Открытие Плутона К. Томбо.

5. Характеристики карликовых планет (Церера, Плутон, Хаумея, Макемаке, Эрида).

6. Гипотеза Оорта об источнике образования комет.

Интернет-ресурсы

http://www.astrolab.ru/cgi-bin/galery.cgi?id=1&move.x=11&move.y=1&no=1697 — Астролаб. Астероид Гаспар.

http://v-kosmose.com/asteroidyi-i-kometyi/asteroidov/ — В космосе. Астероиды.

http://v-kosmose.com/karlikovyie-planetyi/ — В космосе. Карликовые планеты.

http://v-kosmose.com/kometyi-solnechnoy-sistemyi/ — В космосе. Кометы.

http://www.sai.msu.su/ng/solar/comets/main.htm — Кометы и метеорные тела.

http://www.astro.websib.ru/sun/Comet — Солнечная система. Кометы.

http://ency.info/earth/o-planetah/39-samiye-krasiviye-nebesniye-tela-kometi — Школьная энциклопедия. Кометы.

http://sinij-karlik.ru/novye-gorizonty-missiya-na-krayu-solne.html — Фото Плутона с борта автоматической космической станции «Новые Горизонты».

http://mks-onlain.ru/articles/solnechnaya-sistema-articles/karlikovye-planety-zhemchuzhiny-solnechnoj-sistemy/ — Карликовые планеты.

Урок 22. Метеоры, болиды, метеориты

Цели урока

Личностные: проявлять уважительное отношение к мнению оппонентов; проявлять устойчивый интерес к самостоятельной познавательной деятельности.

Метапредметные: анализировать и отличать наблюдаемые явления прохождения Земли сквозь метеорные потоки.

Предметные: определять понятия «метеор», «метеорит», «болид»; описывать последствия падения на Землю крупных метеоритов.

Основной материал

Определение явлений, наблюдаемых при движении малых тел Солнечной системы в атмосфере Земли. Характеристика природы и особенностей явления метеоров, метеорных потоков. Особенности явления болида и характеристики метеоритов. Геологические следы столкновения Земли с метеоритами.

Методические акценты урока. В начале урока целесообразно организовать обсуждение не каждой группы малых тел Солнечной системы отдельно, а относительно каждого критерия — относительно формы и выраженности эллиптической орбиты, массы и т. д. После обсуждения фронтально решаются задания 1—3 из упражнения 16 учебника. Выполнение задания 5 из упражнения 16 позволит перейти к теме урока: анализируя превращения молекулы воды, на определенном этапе учитель подводит учащихся к выводу о возможности пересечения орбиты молекулы воды с орбитой Земли. Далее важно использовать прием проблематизации, продемонстрировав фотографии движения в атмосфере метеоров, метеорных потоков, болидов и метеоритов, предложив учащимся самостоятельно определить различие между наблюдаемыми процессами.

Итогом введения в урок является схема классификации малых тел, движение которых наблюдается в атмосфере Земли, и формулировка данных понятий. Следует первоначально ввести понятие метеорного тела (тела, движущегося в космическом пространстве или в атмосфере Земли), а затем отметить, что метеор (метеорный поток) и болид — астрофизические явления вспышки в земной атмосфере метеорного тела (метеорных тел) или вторжения крупного тела. Метеорит — тело, выпавшее на поверхность Земли. На данном этапе можно перейти к характеристике астрофизических явлений метеора (метеорного потока).

Далее организуется фронтальная работа с использованием учебника и обсуждением следующих вопросов (сходный план характеристики астрофизиче-

ских явлений позволяет учащимся системно воспринять новое предметное содержание урока).

1. Явление метеоров (метеорных потоков).

1.1. Физические (масса метеорных тел, скорость движения при влете в атмосферу Земли при встречном и сонаправленном движении) и химические характеристики метеоров.

1.2. Источник метеорных тел. Доказательства причины их происхождения.

1.3. Методы наблюдения и исследования метеоров и метеорных потоков.

1.4. Наиболее известные метеоры и метеорные потоки в атмосфере Земли.

Далее учащимся предлагается обратиться к «Школьному астрономическому календарю» на текущий учебный год и исследовать, какие метеорные потоки и в какой период можно наблюдать. Для облегчения восприятия данного явления в различных системах отсчета следует обратиться к графической интерпретации процесса (рис. 10) и обсудить ее совместно с учащимися.

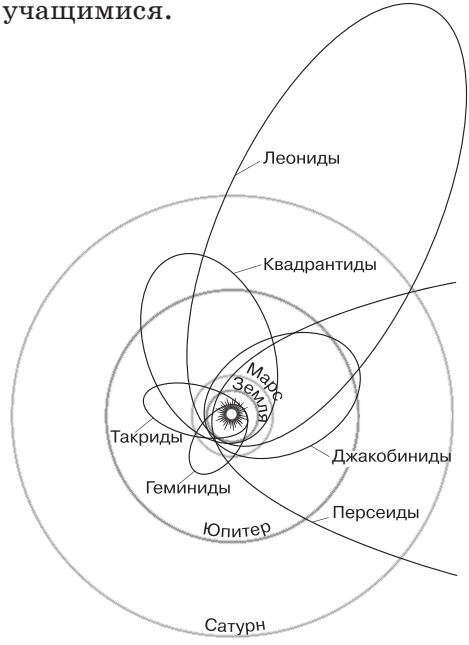


Рис. 10

В процессе анализа подчеркивается, что для исследования метеоров и метеорных потоков используются несколько методов, включая радиолокационный и фотографический. На борту космических аппаратов устанавливаются метеорные ловушки.

2. Явление болида и падение на поверхность метеорита.

2.1. Физические (масса тел, скорость движения при влете в атмосферу Земли при встречном и сонаправленном движении) и химические характеристики метеоритов.

2.2. Источники метеоритов. Доказательства причин происхождения метеоритов. Классификация метеоритов.

2.3. Методы наблюдения болидов, поиска и изучения метеоритов.

2.4. Наиболее известные метеориты, упавшие на поверхность Земли.

В процессе анализа подчеркивается, что скорость встречи определяется тремя составляющими: скоростью орбитального движения Земли; скоростью орбитального движения метеорного тела; скоростью, приобретенной вследствие притяжения Земли.

Процессы испарения и свечения, происходящие при полете болидов, аналогичны явлениям на поверхности космических капсул, возвращающихся на Землю. Для метеорита данные процессы происходят только в поверхностном слое, кристаллическая структура не повреждается, так как образуется кора плавления.

Доказательством того, что метеориты являются обломками астероидов, могут служить результаты спектрального анализа поверхности астероидов, показавших наличие в их составе силикатов, оливина, пироксена и других соединений, встречающихся в метеоритах.

Важнейшим аспектом обсуждения является характеристика геологических последствий выпадения на поверхность Земли метеоритов. Учителем подчеркивается, что форма и размеры кратеров различны и зависят от массы и скорости упавшего тела. Если при ударе тело взрывается, то размеры кратера

могут достичь нескольких сотен метров в поперечнике. Так, диаметр Аризонского кратера в США более километра.

Нередко в кратерах образуются озера. Таким по происхождению является озеро Каали в Эстонии и озеро Эльгыгытгын («Белое озеро») на Чукотке.

Уместно вспомнить с учащимися о выпадении метеоритов на другие планеты и их спутники. Метеоритные, или ударно-взрывные, кратеры — это наиболее распространенные формы рельефа на многих планетах и спутниках в Солнечной системе и даже на столь малых объектах, как астероиды. Например, кратер Циолковского на Луне, кратер Стикни на поверхности Фобоса — спутника Марса, кратер Гете на Меркурии.

В конце урока целесообразно предложить учащимся ответы на вопросы 6, 7 учебника и выполнить задание 6 из упражнения 16 учебника, а также выполнить следующие задания.

1. Изобразите схематически процесс возникновения метеорных потоков, начиная от целого ядра кометы.

2. Если нанести на географическую карту пункты падения известных метеоритов, упавших в азиатской части России, то окажется, что почти все они расположены вблизи линии Сибирской железной дороги. Дайте объяснение данного факта.

3. Глубина, на которую зарываются в грунт железные метеориты, определяется по приближенной формуле $H = 18{,}3\sqrt[3]{M}$ (см), где M — масса метеорита в килограммах. Вычислите глубину H зарывания метеоритов, массы которых 0,5 и 50 кг.

Домашнее задание. § 20.4, домашняя контрольная работа № 3 «Природа тел Солнечной системы».

Контрольная работа № 3
по теме «Природа тел Солнечной системы»

1. Уран вращается вокруг своей оси, «лежа на боку». Представьте, что так же начала вращаться Земля. К каким эффектам привело бы данное изменение (перечислите не менее двух)?

2. Заполните пропуски в тексте: *«Гипотеза Оорта объясняла многие особенности _____. Источником их образования он считал возможный взрыв планетоподобного тела, орбита которого пролегала между _____ и Юпитером. Одни осколки получили при этом примерно _____ орбиты и потеряли под действием солнечных лучей имевшийся первоначально газ. Они стали _____ и карликовыми планетами. Другие, получившие _____ орбиты, испытав возмущения многих планет, смогли удержать лед, аммиак, метан. Из них образованы _____».*

3. В таблице приведено описание одной из планет Солнечной системы. Заполните таблицу — характеристику планеты. Составьте аналогичную таблицу для планеты Солнечной системы — представителя другой группы.

Описание в литературе (Томилин А. Н. «Занимательно об астрономии»)	*«... Меньше Ганимеда (спутника Юпитера) и Титана (спутника Сатурна)... Но, несмотря на небольшие размеры... обладает вполне достойной силой притяжения, что говорит о высокой плотности. Космический зонд «Маринер-10» показал крайне слабое магнитное поле. Возможно... содержит много железа. На освещенной части поверхности температура достигает 400 градусов Цельсия. Так что лицам, собирающимся провести там отпуск, рекомендуется захватить асбестовые лодки и жаропрочные сапоги. Вас ждут озера из расплавленного олова. Не помешает и бронированный зонтик — в качестве противометеоритной защиты»*
Название планеты	
Группа, к которой относится планета	

Окончание табл.

Физические характеристики	
Спутники	
Среднее расстояние до Солнца	

4. Используя справочные данные, определите продолжительность суток на Марсе и его радиус. Используя эти данные, вычислите линейную скорость вращательного движения точки экватора Марса.

5. Какой вид имеют кольца Сатурна для наблюдателей, находящихся на экваторе и на полюсах Сатурна?

6. Среди планет Солнечной системы Юпитер и Сатурн обладают наибольшим сжатием. Объясните причину этого явления.

7. Можно ли на Луне наблюдать метеоры? Ответ поясните.

8. Французский ученый Ж. Бабинэ образно назвал кометы «видимое ничто». Поясните, какие физические характеристики имел в виду ученый.

9. Изобразите графически вид кометы при ее приближении к Солнцу. Сколько вариантов изображений можно представить?

10. Представьте, что геоцентрическая система мира верна. Допуская, что Плутон движется вокруг Земли в плоскости ее экватора на расстоянии $6 \cdot 10^9$ км с периодом в 1 сутки, рассчитайте орбитальную скорость Плутона и, сравнив ее со скоростью света, сделайте заключение о возможности движения Плутона вокруг Земли.

Комментарии для учителя к решению заданий 1, 2 контрольной работы № 3

К заданию 1. На полюсах наблюдалось бы полугодовое лето, в течение которого должны были бы растаять все льды. Перед тем как скрыться за горизонтом, Солнце несколько дней обходило бы все небо, скользя по горизонту. В средних широтах день быст-

ро нарастал бы в начале весны, а затем длился бы многосуточный день. Его наступление определяется тем, на сколько градусов данное место отстоит от полюса, и длится столько суток, сколько градусов содержит удвоенная широта местности.

К заданию 2. «Гипотеза Оорта объясняла многие особенности комет. Источником их образования он считал возможный взрыв планетоподобного тела, орбита которого пролегала между Марсом и Юпитером. Одни осколки получили при этом примерно круговые орбиты и потеряли под действием солнечных лучей имевшийся первоначально газ. Они стали астероидами и карликовыми планетами. Другие, получившие эллиптические орбиты, испытав возмущения многих планет, смогли удержать лед, аммиак, метан. Из них образованы кометы».

Темы проектов

1. Загадка Тунгусского метеорита.
2. Падение Челябинского метеорита.
3. Особенности образования метеоритных кратеров.
4. Следы метеоритной бомбардировки на поверхностях планет и их спутников в Солнечной системе.

Задача для подготовки к ЕГЭ по физике

Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой (рис. 11). Вектор $\vec{F}_A$ показывает силу притяжения астероида Землей. Вдоль какой стрелки (*1*, *2*, *3* или *4*) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?

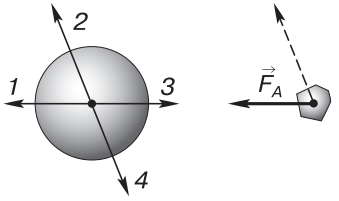


Рис. 11

Интернет-ресурсы

https://www.youtube.com/watch?v=fK7KoRs5-c — Пейзажи звездного неба.

http://www.astro.websib.ru/sun/Meteor — Солнечная система. Метеоры.

http://picslife.ru/kosmos/samyie-bolshie-meteorityi-upavshie-na-zemlyu.html — Самые большие метеориты, упавшие на Землю.

http://galspace.spb.ru/index388.html — Классификация метеоритов.

http://www.youtube.com/watch?v=iHLppKW4ZBQ — Метеориты, астероиды и кометы.

http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6648/ — Вокруг света. Шрамы на ликах планет.

Солнце и звезды (6 ч)

Урок 23. Солнце: его состав и внутреннее строение

Цели урока

Личностные: высказывать мнение относительно достоверности косвенных методов получения информации о строении и составе Солнца; участвовать в обсуждении полученных результатов аналитических выводов; проявлять заинтересованность в самостоятельном проведении наблюдения Солнца.

Метапредметные: использовать физические законы и закономерности для объяснения явлений и процессов, наблюдаемых на Солнце; формулировать логически обоснованные выводы относительно полученных аналитических закономерностей для светимости Солнца, температуры его недр и атмосферы.

Предметные: объяснять физическую сущность источников энергии Солнца и звезд; описывать процессы термоядерных реакций протон-протонного цикла; объяснять процесс переноса энергии внутри Солнца; описывать строение солнечной атмосферы; пояснять грануляцию на поверхности Солнца; характеризовать свойства солнечной короны; раскрывать способы обнаружения потока солнечных нейтрино; обосновывать значение открытия солнечных нейтрино для физики и астрофизики.

Основной материал

Современные методы изучения Солнца. Энергия и температура Солнца. Химический состав Солнца. Внутреннее строение Солнца. Атмосфера Солнца.

Методические акценты урока. Содержание данного урока обладает значительным методологиче-

ским и метапредметным ресурсом. С одной стороны, в рамках урока анализируются законы и закономерности квантовой и ядерной физики (закон Стефана—Больцмана, закономерность для светимости; спектроскопия, спектры поглощения и излучения; термоядерные реакции, закономерности слабого взаимодействия), элементы молекулярно-кинетической теории (виды теплопередачи, газовые законы); элементы электродинамики, элементы механики (гравитационное взаимодействие). С другой стороны, демонстрация учителем моделей построения логических доказательств и вывода аналитических зависимостей позволяет формировать научное мышление учащихся. По этой причине наиболее эффективной формой построения урока выступает проблемная беседа. В начале для активизации интереса необходимо организовать обсуждение значимости изучения темы. В результате выделяются следующие аспекты.

1. Солнце — ближайшая звезда. Изучение ее особенностей позволяет проанализировать особенности других звезд.

2. Солнце, являясь «центральным» телом Солнечной системы, определяет процессы, протекающие на планетах, их спутниках и других телах, все остальные системы испытывают его влияние.

3. Солнце — естественная астрономическая лаборатория, в которой возможно наблюдать процессы, недоступные для получения в условиях Земли.

4. Солнце, в отличие от планет и других тел Солнечной системы, является самосветящимся небесным телом, излучающим за счет процессов, происходящих в его недрах. Вся энергия на Земле связана с преобразованием солнечной энергии, включая важнейшие биологические процессы.

По итогам беседы учитель ограничивает те вопросы, которые будут рассматриваться на данном уроке: химический состав и строение Солнца, источник его энергии. На первом этапе раскрытия содержания важно акцентировать внимание на методах получения информации о Солнце и его изучении. Среди методов отмечают:

— визуальное наблюдение средствами наземных и космических обсерваторий. Телескопы для изучения Солнца (башенные солнечные телескопы) имеют особую конструкцию (рис. 5.1 учебника). Подчеркивается, что первым наблюдал Солнце с помощью телескопа Г. Галилей, обнаруживший не только сами пятна, но и изменения, которые с ними происходили;

— спектральный анализ. С его помощью И. Фраунгофером в 1814 г. впервые были обнаружены линии поглощения, впервые открыт гелий;

— физические методы теоретического исследования Солнца и его параметров с построением последующей физической модели звезды.

Далее, анализируя результаты применения каждого из методов с опорой на текст учебника, раскрываются особенности и характеристики Солнца. На первом этапе анализируется поток солнечного излучения. Следует учесть, что часть предметных вопросов рассматриваются в опережающем режиме по отношению к физике: учащимся еще может быть не известен закон Стефана—Больцмана, и в процессе раскрытия данный материал изучается впервые. Понятие «солнечная постоянная» также является новым для учащихся, поэтому предметное содержание разбирается подробно. Полученные результаты температуры должны быть проанализированы.

Перед учащимися формулируется проблемный вопрос: есть ли поверхность у Солнца, ведь наблюдателю звезда представляется в виде небольшого диска диаметром около 0,5°. Здесь следует напомнить об условности данного понятия для планет-гигантов. Данный вопрос приводит к результатам применения метода спектрального анализа. Используя диаграммы химического состава Солнца, подчеркивают, что в химическом составе светила преобладают легкие элементы, которые находятся в особом агрегатном состоянии — в состоянии плазмы. Всего на Солнце обнаружено более 70 химических элементов, но все они в иных пропорциях встречаются и на Земле. Химический состав Солнца различен на разных глубинах.

Далее в процессе решения задач совместно с учащимися используются законы физики и раскрывается ряд характеристик Солнца.

1. Определите плотность Солнца на расстоянии половины радиуса от центра, зная массу светила и его радиус (используйте данные приложения I).

2. Определите давление и температуру Солнца на расстоянии половины радиуса от центра, используя известные вам законы физики.

Полученные аналитически результаты обсуждаются. При этом делаются следующие выводы.

1. Равновесие Солнца обеспечивается тем, что силы тяготения, стремящиеся сжать его, уравновешиваются силами внутреннего газового давления.

2. На расстоянии половины радиуса Солнца плотность превышает в 1,5 раза плотность воды, а давление в миллиард раз больше атмосферного давления. В описываемых условиях одноименно заряженные ядра преодолевают электростатическое отталкивание, вступают в самоуправляемую термоядерную реакцию (подробно анализируется цепочка термоядерных реакций, представленная в учебнике (§ 21.2)).

3. Для проникновения во внешние слои Солнца излучение проделывает значительный путь, который можно объяснить на основе видов теплопередачи — конвекции и излучения. Согласно современной модели, термоядерные реакции происходят только в центральных областях не далее $0{,}3R$. Ближе к поверхности, где температура значительно меньше, энергия, выделившаяся в результате термоядерного синтеза, должна пройти сквозь толщу раскаленной плазмы. Преобладающий вид теплопередачи — излучение от слоя к слою. Слои не меняются местами, а энергия, излученная нижним слоем, поглощается верхним и переизлучается. Такое просачивание длительно, с «потерей» частоты, происходит на расстоянии от $0{,}3R$ до $0{,}7R$ Солнца. Далее следует конвективная зона, которая простирается до фотосферы (рассматривается модель внутреннего строения Солнца, представленная на рисунке 5.5 учебника).

Возвращаясь к визуальным методам исследования Солнца, рассматривается его поверхность и зарисовывается в тетрадь. Основные акценты касаются следующего:

— непосредственному наблюдению доступна только фотосфера, которую мы и воспринимаем как поверхность Солнца. В этом слое наблюдается грануляция. В этом слое образуются и темные пятна — магнитные острова фотосферы, и фотосферные факелы — детали более светлые, чем фотосфера (данные элементы стоит упомянуть на текущем уроке, но подробное рассмотрение их природы относится к теме следующего урока);

— хромосфера наблюдаема в моменты полных солнечных затмений. Именно в хромосфере возникают хромосферные факелы, которые расположены над фотосферными факелами и пятнами, а также мощные и быстрые процессы вспышек;

— солнечная корона также наблюдаема в моменты полных солнечных затмений, а также с помощью специального телескопа — коронографа. Размеры солнечной короны не остаются неизменными, распространяясь на расстояние нескольких солнечных радиусов от края Солнца.

Подводя итоги урока, важно совместно с учащимися сделать выводы.

1. Солнце по своим физическим характеристикам является, с одной стороны, обычной звездой — лишь одной из звезд во Вселенной, но, с другой стороны, она является исключительной и необыкновенной, так как ее достаточно близкое расположение позволяет использовать множество методов для получения информации об удаленных звездах.

2. Солнце и звезды — самоуправляемые термоядерные реакторы.

3. Существующая современная модель строения Солнца позволяет объяснить наблюдаемые свойства звезды, а также высказать убежденность в наличии влияния солнечной активности на Землю.

Учащимся целесообразно предложить ряд заданий.

1. Перечислите правила, которыми необходимо руководствоваться при проведении наблюдения Солнца.

2. Оцените, какая энергия выделилась, если бы Солнце целиком состояло из водорода, который превратился бы в результате термоядерной рекции в гелий.

Домашнее задание. § 21.1—3*;* практическое задание.

Используя приложение IX учебника «Указания к наблюдениям. Наблюдения Солнца», проведите собственные наблюдения Солнца. Обратите особое внимание на то, что все наблюдения звезды могут осуществляться только при наличии темного фильтра на объективе телескопа или бинокля. Наиболее безопасно наблюдать Солнце в отраженном свете на экране.

Темы проектов

1. Результаты первых наблюдений Солнца Галилеем.

2. Устройство и принцип действия коронографа.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. Плотность фотосферы Солнца не превышает порядка 10^{-4} кг/м^3, а число атомов преобладающего в фотосфере газа (водорода) — порядка 10^{17} в каждом кубическом сантиметре. Сравните параметры фотосферы с плотностью и числом частиц, содержащихся в том же объеме воздуха при комнатной температуре и нормальном давлении.

2. Сколько каменного угля сжигается для получения энергии, выделяющейся при превращении 1 г водорода в гелий?

Интернет-ресурсы

http://magru.net/pubs/5982#2 — Структура и внутреннее излучение Солнца.

http://galspace.spb.ru/index101.html — Строение Солнца. Видимая поверхность звезды.

Урок 24. Солнечная активность и ее влияние на Землю

Цели урока

Личностные: участвовать в диалоге, высказывать и отстаивать собственную точку зрения; проявлять уважительное отношение к мнению сверстников; самостоятельно организовывать собственную познавательную деятельность.

Метапредметные: описывать причинно-следственные связи проявлений солнечной активности и состояния магнитосферы Земли; использовать знание физических законов и закономерностей в плазме для описания образования пятен, протуберанцев и других проявлений солнечной активности.

Предметные: перечислять примеры проявления солнечной активности (солнечные пятна, протуберанцы, вспышки, корональные выбросы массы); характеризовать потоки солнечной плазмы; описывать особенности последствий влияния солнечной активности на магнитосферу Земли в виде магнитных бурь, полярных сияний; их влияние на радиосвязь, сбои в линиях электропередачи; называть период изменения солнечной активности.

Основной материал

Формы проявления солнечной активности. Распространение излучения и потока заряженных частиц в межзвездном пространстве. Физические основы взаимодействия потока заряженных частиц с магнитным полем Земли и частицами ее атмосферы. Физические основы воздействия потока солнечного излучения на технические средства и биологические объекты на Земле. Развитие гелиотехники и учет солнечного влияния в медицине, технике и других направлениях.

Методические акценты урока. В ходе работы на уроке учащиеся должны получить представление об активности Солнца с трех позиций: активность Солнца как совокупность процессов, происходящих в атмосфере светила; следствие активности звезды в межзвездном пространстве как распространение потока частиц и излучения; взаимодействие потока

частиц и излучения с магнитосферой Земли и его проявления.

В начале урока для введения в тему используются вопросы № 1—7 к § 21 учебника. Для активизации внимания учащимся и перехода к теме урока можно предложить следующее задание.

В книге М. М. Дагаева, В. М. Чаругина «Астрофизика. Книга для чтения по астрономии» авторы пишут: «*Мечтая открыть неизвестную планету внутри земной орбиты, он* [*Г. Швабе*] *надеялся увидеть ее проецирующейся черным кружком на диске Солнца и для этого на протяжении 25 лет отмечал появление и число солнечных пятен. Планеты он не открыл, но зато обнаружил 11-летний период изменения числа солнечных пятен*». Что понимается под солнечной активностью? Какие сведения о влиянии солнечной активности на Землю и ее обитателей вам известны?

После обсуждения мнений учащихся формулируются совместно с учителем основные положения, необходимые для дальнейшего раскрытия содержания:

— солнечная активность — комплекс нестационарных образований в атмосфере Солнца;

— солнечная активность в фотосфере, хромосфере и короне взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Далее учащимся предлагается задание по материалу § 21.4 учебника. Охарактеризуйте формы проявлений солнечной активности, используя следующий алгоритм:

1) форма проявления солнечной активности;

2) область возникновения в атмосфере Солнца;

3) механизм возникновения;

4) особенности процесса;

5) следствия проявления процесса для межпланетного пространства и Земли.

После анализа выполнения учащимися самостоятельного задания, актуализируя знания учащихся, полученные при изучении физики, охарактеризовать особенности магнитного поля Земли, формы магнитосферы, с учетом действия силы Ампера и силы Лоренца. Данные знания рассматриваются с но-

вой позиции — их причинно-следственной обусловленности активностью Солнца и наличием у Земли магнитосферы, атмосферы, биосферы и техносферы.

Такие геофизические явления, как магнитные бури, полярные сияния, происходят через сутки после вспышек на Солнце: протоны, электроны, которые достигают Земли через 1—2 дня, проникают в околоземное пространство, двигаясь со скоростями до 1000 км/с. Следует отметить, что источником солнечного ветра может быть и «спокойное» Солнце.

Важно вспомнить, что магнитосфера и атмосфера существуют и на других планетах Солнечной системы — Земля не является единственным объектом воздействия со стороны Солнца. Полезно продемонстрировать кадры полярных сияний на других планетах — Сатурне, Марсе, Юпитере. Но только на Земле существуют биосфера и техносфера, которые также подвержены влиянию активности Солнца. Изначально ни одно из действий не является положительным или отрицательным, будучи результатом естественных природных взаимосвязей.

При рассмотрении геофизического влияния через излучение существенно, что вспышки сопровождаются резким усилением излучения в видимом, рентгеновском, ультрафиолетовом и радиодиапазоне. В беседе с учащимися можно предложить рассчитать время распространения электромагнитной волны, учитывая ее скорость и среднее расстояние от Земли до Солнца. Полученные результаты поражают: уже через 8,5 мин наблюдается проявление электромагнитного излучения. Учащиеся уже имеют представление о некоторых особенностях различных диапазонов электромагнитного излучения, поэтому самостоятельно могут назвать такие следствия этих свойств, как ионизация (возникает под действием рентгеновского излучения на верхние слои земной атмосферы), которая способствует возникновению магнитных возмущений Земли, усиление поглощения и отражения радиоволн, с чем связано изменение слышимости на различных длинах волн. Геофизическое воздействие Солнца заключается и в том, что солнечное излучение играет решающую роль в

тепловом балансе поверхности Земли и ее атмосферы.

Цикл солнечной активности — одна из удивительных особенностей Солнца, остающаяся загадкой. Вместе с тем изучение активности Солнца, в частности возникновения пятен и процесса их распространения, позволили наблюдать вращение Солнца, угловая скорость которого различна и убывает от экватора к полюсам. Установленным фактом является и то, что с периодом в 11,5 года повторения интенсивности проявления всех активных образований наблюдается и закономерность в смене полярности пятен определенного полушария Солнца, при этом пятна каждого полушария имеют свою неизменную на протяжении всего цикла полярность.

Достаточно широко распространена информация о влиянии магнитных бурь на организм человека. Реакция характеризует и другие биологические объекты: замечено, что синхронно с солнечной активностью изменяется уровень воды в закрытых водоемах, ширина годичных колец деревьев. Выведенные на орбиту телескопы для наблюдения Солнца позволяют извещать население о выбросах, вспышках и давать трехдневные прогнозы.

В конце урока важно подвести итоги.

• Природа солнечно-земных связей — яркий пример причинно-следственных связей в системе «Земля — Солнце».

• В современном мире важнейшее значение приобретает применение солнечной энергии (гелиотехника), практическое значение связей астрономии с другими науками в интересах развития геофизики, космонавтики, радиофизики, биологии, медицины.

• Отслеживание особенностей солнечной активности способствует международному сотрудничеству в организации и проведении непрерывных наблюдений Солнца с наземных и космических обсерваторий мира (МГГ, МГСС, SOHO, STEREO).

• Проявление влияния солнечной активности в атмосфере Земли в виде полярных сияний позволяет организовать новый вид туризма — научный туризм

(Мурманская область в России, Норвегия), дающий возможность наблюдать различные виды полярных сияний на разных территориях Земли вблизи магнитных полюсов.

Итогом урока может стать выполнение задания 1 из упражнения 17 учебника.

Домашнее задание. § 21.4; практическое задание.

На полушарии Солнца, обращенном к Земле, 23 июня 2015 г. произошла мощная вспышка. Через какое время она была зафиксирована на Земле, если считать, что вспышка имела мгновенный характер? Расстояние от Земли до Солнца принять равным 150 млн км.

Комментарии для учителя к решению задания: так как вспышка произошла мгновенно, то для ее фиксации на Земле необходимо время, необходимое для прохождения расстояния между Солнцем и Землей. Излучение движется с максимальной скоростью, равной скорости света, — 300 тыс. км/с. Отсюда время распространения вспышки равно отношению расстояния между Землей и Солнцем к скорости света $t = s/v$ и составляет 500 с.

Темы проектов

1. Исследования А. Л. Чижевского.
2. История изучения солнечно-земных связей.
3. Виды полярных сияний.
4. История изучения полярных сияний.
5. Современные научные центры по изучению земного магнетизма.
6. Космический эксперимент «Генезис».

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. В недрах Солнца температура достигает десятков миллионов градусов. Это объясняют:

А) быстрым вращением Солнца вокруг своей оси;

Б) делением тяжелых ядер;

В) термоядерным синтезом легких ядер;

Г) реакцией горения водорода в кислороде.

2. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности определенного радиуса. В это же поле с той же скоростью влетает альфа-частица. Радиус окружности, центростремительное ускорение

и период обращения альфа-частицы по сравнению с протоном:

А) увеличивается;

Б) уменьшается;

В) не изменяется.

3. Масса альфа-частицы в 7360 раз превышает массу электрона, а ее заряд — в 2 раза. Радиусы окружностей, по которым движутся альфа-частица и электрон, влетевшие в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одной и той же скоростью, соотносятся как:

А) $^1/_{7360}$; Б) $^1/_{3680}$; В) $^1/_4$; Г) $^1/_2$.

Интернет-ресурсы

http://www.astronet.ru/db/msg/1188683 — Астронет. Солнечно-земные связи.

http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/fizika/SOLNECHNAYA_AKTIVNOST.html — Энциклопедия «Кругосвет». Солнечная активность.

http://www.kosmofizika.ru/spravka/atm_s.htm — Космофизика. Атмосфера Солнца.

http://galspace.spb.ru/index139.html.

http://spacegid.com/izobrazheniya-solntsa-so-sputnika-soho.html — Наблюдения за солнцем онлайн со спутника Сохо.

Урок 25. Физическая природа звезд

Цели урока

Личностные: организовывать собственную познавательную деятельность; взаимодействовать в группе сверстников при выполнении самостоятельной работы; формулировать высказывания относительно возможности познания окружающего мира косвенными методами.

Метапредметные: обоснованно доказывать многообразие мира звезд; анализировать основные группы диаграммы «спектр — светимость»; формулировать выводы об особенностях методов определения физических характеристик звезд, классифициро-

вать небесные тела; работать с информацией научного содержания.

Предметные: характеризовать звезды как природный термоядерный реактор; определять понятие «светимость звезды»; перечислять спектральные классы звезд; объяснять содержание диаграммы «спектр — светимость»; давать определения понятий «звезда», «двойные звезды», «кратные звезды».

Основной материал

Метод годичного параллакса и границы его применимости. Астрономические единицы измерения расстояний. Аналитическое соотношение между светимостью и звездной величиной. Абсолютная звездная величина. Ее связь с годичным параллаксом. Спектральные классы. Диаграмма «спектр — светимость». Размеры и плотность вещества звезд. Определение массы звезд методом изучения двойных систем. Модели звезд.

Методические акценты урока. Особенностью раскрываемого содержания является его значимость для формирования методологических умений учащихся. При значительном объеме предметного материала ряд метапредметных умений, развиваемых в рамках занятия, у учащихся уже сформированы. Так, в начале курса учащимися рассматривались методы определения физических характеристик тел Солнечной системы, а последние два урока были посвящены изучению одной из звезд — Солнца. На данном уроке продолжается развитие методологических умений учащихся. При этом параллельно разворачивается картина многообразия звездных объектов, выступающих инструментами для выявления определенных характеристик удаленных космических тел. Важнейшим выводом является грамотное применение характеристик и закономерностей данных систем для астрономических исследований. Особенностью урока является насыщенность предметного материала, детальная проработка которого будет осуществлена в ходе практической работы.

На этапе актуализации знаний и введения в урок учащимся предлагаются следующие задания.

1. Изобразите графически процесс передачи энергии из недр Солнца к его поверхности.

2. Раскройте основные элементы модели внутреннего строения Солнца. Выскажите собственную точку зрения относительно способности данной модели отразить сложную картину внутреннего строения других звезд.

Последнее задание переводит учащихся в плоскость занятия, в рамках которого раскрываются не столько сами физические характеристики звезд, сколько методы их определения, что является более значимым для развития методологических умений учащихся. Первоначально разграничиваются понятия «планета» и «звезда». Далее в ходе беседы подчеркивается:

— для наблюдателя звезды отличаются друг от друга по яркости, что обусловлено как расстоянием до них, так и различием их физических характеристик (например, температуры);

— Солнце — одна из звезд, схожих по своим характеристикам (например, по химическому составу, исходя из данных спектрального анализа).

Далее учащимся предлагаются задания для самостоятельного выполнения с последующим обсуждением.

1. Определение расстояний до звезд методом годичного параллакса (§ 22.1 учебника).

1) Изобразите схему определения годичного параллакса.

2) Запишите определение годичного параллакса звезды.

3) Запишите единицы измерения расстояний, которые наряду с астрономической единицей используются только в астрономии. Свяжите известные вам единицы измерения расстояний в астрономии.

4) Укажите границы применимости метода годичного параллакса.

2. Определение температуры через использование зависимости светимости от звездных величин (§ 22.2).

1) Запишите определение понятия светимости и аналитическую зависимость между светимостью и температурой звезды.

2) Укажите аналитическую зависимость между отношением блесков и их звездными величинами.

3) Сформулируйте понятие абсолютной звездной величины.

4) Проанализируйте связь между блеском звезды и расстоянием до нее. Запишите зависимость между абсолютной звездной величиной и годичным параллаксом звезды.

После обсуждения выполненного задания анализируется рисунок 5.14 учебника, поясняющий закон Вина, обсуждается понятие «спектральный класс», еще раз подчеркивается зависимость звездного спектра не от химического состава, а от температуры и физических условий в атмосферах звезд. Учитывая, что эффект Доплера рассматривается не в каждом учебнике физики, необходимо уделить внимание анализу того, что изменение положения спектральных линий позволяет определить скорость движения источника излучения. При его приближении или удалении с определенной скоростью регистрируется изменение длины волны принимаемого излучения. Важно то, что эффект Доплера наблюдается во всех областях спектра.

Также в ходе обсуждения анализируется диаграмма «спектр — светимость», которую лучше представить в цветном виде, чтобы в процессе обсуждения содержания учащиеся самостоятельно смогли сделать следующие выводы:

1) спектральный класс однозначно определяет абсолютную звездную величину;

2) выделяется несколько групп — последовательностей;

3) наиболее многочисленная — главная последовательность, наиболее горячие звезды которой имеют более высокую светимость;

4) гигантам и сверхгигантам свойственна высокая светимость, которая не меняется при изменении температуры;

5) горячие звезды малой светимости — белые карлики.

Почти каждая красная звезда, которую можно наблюдать на небе, — это красный гигант: Бетельгейзе (Орион), Антарес (Скорпион), Альдебаран (Телец). Другие звезды, видимые невооруженным глазом, — звезды главной последовательности.

На текущем этапе обсуждение носит в большей мере ознакомительный характер, так как смысл содержания диаграммы «спектр — светимость» будет раскрыт при анализе эволюционных процессов в звездах. Логическим продолжением введения диаграммы «спектр — светимость» является вопрос о размерах и плотности звезд.

3. Использование кратных систем звезд для определения их физических характеристик (§ 23 учебника).

1) Найдите отношение светимости звезды и Солнца, используя соотношение для зависимости светимости от температуры.

2) Запишите соотношение для определения радиуса звезды (в радиусах Солнца).

3) Изобразите графически виды кратных систем, используя данные § 23.1 учебника.

4) Запишите соотношения, позволяющие определить массу каждой звезды системы, используя третий закон Кеплера.

5) Сформулируйте цели применения эффекта Доплера к спектрально-двойным звездам.

6) Сформулируйте содержание метода покрытия звезды звездой в затменно-двойных звездах для определения их размеров.

7) Укажите среднее значение плотности некоторых звезд, представляющих разные последовательности.

В процессе обсуждения подчеркивают, что Солнце является одиночной звездой. Большинство звезд образуют системы большей или меньшей кратности. Физически кратные системы — 70% от существующих звезд — образуют единую систему и обращаются вокруг общего центра масс под действием взаимного тяготения. В системах могут быть как схожие

звезды, так и разные. Примерно половина всех звезд нашей Галактики принадлежит двойным системам. Кратных систем намного меньше. Следует учесть, что на данном уроке введение понятия «физические двойные звезды» требуется лишь для знакомства с методом определения массы звезд.

Домашнее задание. § 22, 23.1, 23.2; практическое задание.

Световые лучи распространяются в пространстве с конечной скоростью. Чем дальше от нас расположено небесное тело, тем в более далеком прошлом мы его наблюдаем. Определите расстояние до представленных небесных тел, используя следующие данные: Луну мы видим такой, какой она была секунду назад, Солнце — с опозданием на 8 минут 19 секунд, Проксима Центавра — 4 года 4 месяца. Представьте полученный результат для каждого светила в километрах и астрономических единицах. Поясните, почему наряду с двумя ближайшими «соседями» Земли приведена звезда Проксима Центавра, и подтвердите свои слова, указав перевод части ее названия.

Комментарии для учителя к решению практического задания: скорость света составляет $3 \cdot 10^8$ м/с. Определим расстояние до небесных тел, используя соотношение для равномерного прямолинейного движения. Для Луны $a = 3 \cdot 10^8$ м/с $\cdot 1$ с $= 3 \cdot 10^8$ м $=$ $= 300$ тыс. км $\approx 0{,}002$ а. е.; для Солнца $a = 3 \cdot 10^8$ м/с $\times$ $\times 499$ с $\cdot 1497 \cdot 10^8$ м $= 1497 \cdot 10^5$ км $= 1$ а. е.; для Проксима Центавра $a = 3 \cdot 10^8$ м/с $\cdot (4 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 +$ $+ 4 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60)$ с $= 3 \cdot 10^8 \cdot 136\ 512\ 000$ м $=$ $= 409\ 536 \cdot 10^{11}$ м $= 409\ 536 \cdot 10^8$ км $= 273\ 571$ а. е. Проксима Центавра — самая близкая к нам после Солнца звезда. В переводе с латинского языка «проксима» означает «ближайшая».

Темы проектов

1. Особенности затменно-переменных звезд.
2. Образование новых звезд.
3. Диаграмма «масса — светимость».
4. Изучение спектрально-двойных звезд.

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. Два протона удерживаются в ядре атома гелия за счет:

А) гравитационного взаимодействия;

Б) электромагнитного взаимодействия;

В) сильного взаимодействия;

Г) слабого взаимодействия.

2. Определите частицу, которая образуется в ходе реакции термоядерного синтеза ${}^{2}_{1}\mathrm{H} + {}^{3}_{1}\mathrm{H} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + ?$

Интернет-ресурсы

http://j-times.ru/kosmos/samaya-tyazhelaya-i-yarkaya-zvezda-vo-vselennoj.html — Самая тяжелая и яркая звезда во Вселенной.

Урок 26. Переменные и нестационарные звезды

Цели урока

Личностные: работать с различными источниками информации, проявлять готовность к самостоятельной познавательной деятельности.

Метапредметные: использовать знания по физике для объяснения природы пульсации цефеид; делать выводы о значении переменных и нестационарных звезд для развития научных знаний.

Предметные: характеризовать цефеиды как природные автоколебательные системы; объяснять зависимость «период — светимость»; давать определение понятия «затменно-двойная звезда»; характеризовать явления в тесных системах двойных звезд — вспышки новых.

Основной материал

Основы классификации переменных и нестационарных звезд. Затменно-двойные системы. Цефеиды — нестационарные звезды. Долгопериодические звезды. Новые и сверхновые звезды. Пульсары. Значение переменных и нестационарных звезд для науки.

Методические акценты урока. Для учащихся, ранее самостоятельно не интересовавшихся вопросами астрономии, все представляемое содержание встречается впервые. Это накладывает ограничения на возможность построения межпредметных связей,

но вместе с тем вносит значительный вклад в формирование научного мировоззрения учащихся. Наиболее эффективным средством для достижения поставленных целей служит материал учебника: представленная в нем графическая информация позволит в значительной мере повысить эффективность работы учащихся.

В начале урока важно систематизировать представления учащихся о физических особенностях звезд, полученные на предыдущем занятии. Для этого используются вопросы к § 22 и § 23 учебника. Далее важно проанализировать примеры решения задач, также представленные в § 22 и § 23 учебника. Затем учитель обращает внимание на то, что при сходстве химического состава внутреннее строение звезд должно отличаться, вызывая различия, анализу которых был посвящен прошлый урок. Внутреннее строение звезд рассматривается как эволюционное следствие, которое подробнее будет рассмотрено позднее. Совместно с учащимися анализируется рисунок 5.22 учебника. В сравнении с оболочками внутреннего строения Солнца рассматриваются элементы звезд главной последовательности, к которой принадлежит и само Солнце, сравнивается внутреннее строение красных гигантов и белых карликов.

В процессе актуализации знаний и перехода к содержанию урока анализируются особенности физических двойных звезд. Учащиеся подводятся к выводу о том, что бóльшую информацию о столь удаленных объектах, как звезды, можно получить, исследуя наблюдаемую динамическую характеристику — изменение их блеска, которое происходит с определенным периодом. Учащихся мотивируют к выдвижению гипотез о причинах изменения блеска. После записи возможных идей учитель разделяет их на две группы, характеризующие причины изменения блеска:

1) изменение блеска вследствие покрытия одной звезды физически связанной с нею другой звездой;

2) изменение блеска вследствие изменения физических характеристик самой звезды.

Следует предупредить возможную ошибку учащихся в восприятии изменения блеска звезды как визуального мерцания. Последнее происходит не в звездах, а в атмосфере Земли и связано с прохождением света через земную атмосферу. Далее в ходе урока, учитывая достаточный уровень трудности рассматриваемого материала, совместно с учащимися выстраивается графическая схема, поясняющая особенности затменно-двойных и переменных звезд.

В ходе обсуждения значения затменно-двойных систем, используя рисунок 5.17 учебника, анализируется положение звезд относительно земного наблюдателя и кривая блеска Алголя (β Персея). Делается вывод о том, что изменение видимой яркости звезды — кажущееся явление, вызванное пространственным расположением гравитационно связанных звезд относительно земного наблюдателя. Акцентируется внимание учащихся на элементах кривой блеска: главный минимум соответствует затмению звезды главной последовательности. Увеличение светимости перед вторичным минимумом, который соответствует затмению гиганта, связано с отражением света более яркой звезды главной последовательности от поверхности звезды гиганта. Для углубления анализа процессов в затменно-двойных системах анализируется кривая блеска для тесных двойных систем, например β Лиры. При анализе кривой блеска (рис. 5.18 учебника) подчеркивается, что звезды настолько близки друг к другу, что деформированы приливными силами. Из главной звезды вытекает газ, изменения блеска обусловлены не только затмением, но и тем, что при вращении системы мы видим сечения звезд разной площади — они являются не шарами, а эллипсоидами. Эти процессы могут приводить к вспышкам новых звезд.

Иная природа характеризует процессы в физических переменных звездах. Данную группу звезд подразделяют на неправильные и периодические. Примером периодических звезд являются цефеиды. Опираясь на рисунки 5.23 и 5.24 учебника, анализируется кривая блеска одного из представителей

цефеид (δ Цефея), а также графики изменения светимости, лучевой скорости и температуры:

— блеск непрерывно изменяется с определенными периодом и амплитудой, возрастая быстрее, чем ослабевая после максимума;

— вблизи максимума блеска цефеиды приближаются к нам с наибольшей скоростью, а вблизи минимума — с наибольшей скоростью удаляются от нас;

— в отличие от стационарного Солнца цефеиды — нестационарные звезды, пульсирующие — периодически раздуваются и сжимаются, меняя температуру от максимума в максимуме блеска до минимума в минимуме блеска.

Далее анализируется зависимость «период — светимость» цефеид (рис. 5.25 учебника). Учитель направляет учащихся к применению физических особенностей цефеид для определения расстояний: по известному из наблюдений периоду изменения блеска можно определить абсолютную звездную величину, а по известной из наблюдений видимой звездной величине можно вычислить расстояние до цефеиды. Таким образом, можно определять расстояние до систем, в которых находится звезда.

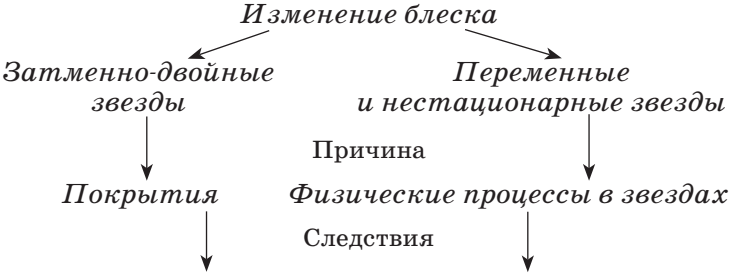
Учитель знакомит учащихся с другим типом физических переменных звезд — долгопериодической звездой Мира Кита, колебания блеска которой происходят с периодом порядка 350 дней, а пульсация определяется, вероятнее всего, пульсацией и периодическими извержениями горячих газов из недр звезды в более высокие слои атмосферы. Отмечается и типичный представитель неправильных физических переменных звезд — τ Тельца и UV Кита. Одно из предположений о причинах их нестационарности — явления, аналогичные солнечной активности.

Довольно условно к переменным звездам относят новые и сверхновые звезды. Кривая блеска для новых звезд приведена на рисунке 5.27 учебника. Подчеркивается, что блеск при вспышке новой резко возрастает за несколько суток. Через несколько лет звезда остывает и возвращается к первоначальному блеску. Для сверхновых характерен взрыв, при ко-

тором за несколько суток выделяется огромная энергия. Внешне явления сверхновой и новой сходны, но в последнем случае звезда не претерпевает существенных изменений, вспышка сверхновой полностью изменяет строение звезды. Сбрасываемая оболочка образует расширяющуюся туманность, подобную Крабовидной, а звезда становится черной дырой или пульсаром. Последние — также источники периодически возникающих импульсов малой длительности в радиодиапазоне, рентгеновской или видимой частях спектра. Обладая исключительно большим магнитным полем, пульсар генерирует излучение, исходящее в узком конусе у магнитного полюса. Вращением с угловой скоростью в несколько десятков оборотов в секунду обеспечивается строгая периодичность импульсов.

Важно подчеркнуть значимость переменных и нестационарных звезд для науки. Во-первых, с помощью переменных звезд можно получить информацию не только о массе, поверхностной температуре, плотности, светимости звезд, но и о невидимом спутнике-звезде по характеру собственного движения звезды. Во-вторых, с их помощью осуществляется поиск экзопланет. Первая экзопланета обнаружена в середине 90-х гг. XX в. Обнаружено около 1000 планетарных систем вокруг звезд, причем в 132 таких системах имеется более одной планеты. Кроме того, нейтронные звезды позволяют изучать поведение вещества в условиях, которые в земных условиях невозможны.

Далее учащимся предлагается завершить схему, обобщающую содержание урока.



Итогом урока служит обсуждение предложенных учащимися схем, в ходе которого подчеркивается, что причиной изменения блеска, излучаемого звездой, может быть как изменение излучения единицей ее поверхности, происходящее вследствие изменения температуры, так и изменение площади излучающей поверхности или и то и другое. Для колебательного процесса в звездах характерно то, что он поддерживается энергией непрерывно выделяющейся в недрах звезд при термоядерных реакциях. Проводя аналогию с механическими колебаниями, подчеркивается, что для звезд можно ввести, хоть и условно, частоту собственных колебаний.

Домашнее задание. § 23.1, 23.3, 24.1, 24.2 (новые звезды); практические задания.

1. Поясните принципиальное отличие физических переменных звезд от стационарных.

2. Радиус Бетельгейзе (α Ориона) примерно в 400 раз больше радиуса Солнца. Используя справочные данные, изобразите в масштабе две пары небесных тел: Бетельгейзе и Солнце, Солнце и Землю.

Темы проектов

1. Методы обнаружения экзопланет.
2. Характеристика обнаруженных экзопланет.
3. Изучение затменно-переменных звезд.
4. История открытия и изучения цефеид.
5. Механизм вспышки новой звезды.
6. Механизм взрыва сверхновой.

Интернет-ресурсы.

http://сезоны-года.рф/другие%20планеты.html — Сезоны года. Экзопланеты.

Урок 27. Эволюция звезд

Цели урока

Личностные: высказывать убежденность в возможности познания законов природы, в частности понимания эволюции звезд.

Метапредметные: оценивать время свечения звезды по известной массе запасов водорода.

Предметные: объяснять зависимость скорости и продолжительности эволюции звезд от их массы;

рассматривать вспышки сверхновой как этап эволюции звезды; объяснять варианты конечных стадий жизни звезд (белые карлики, нейтронные звезды, пульсары, черные дыры); описывать природу объектов на конечной стадии эволюции звезд.

Основной материал

Оценка времени свечения звезды с использованием физических законов и закономерностей. Начальные стадии эволюции звезд. Зависимость «сценария» эволюции от массы звезды. Особенности эволюции в тесных двойных системах. Графическая интерпретация эволюции звезд в зависимости от физических параметров.

Методические акценты урока. В начале урока для актуализации изучаемой темы учащимся предлагается ответить на вопросы к § 23 и § 24 учебника. В процессе работы над вопросами учитель, характеризуя каждый из видов переменных и нестационарных звезд, предлагает учащимся указать положение этих звезд на диаграмме «спектр — светимость». Учащиеся подводятся к мысли о том, что данная зависимость в определенной мере отражает процессы, связанные с эволюцией звезд. Совместно с учащимися формулируются проблемные вопросы, на которые будет осуществлен поиск ответов в ходе урока:

1. От каких параметров зависит продолжительность излучения звезды?

2. Чем отличаются стационарные звезды от нестационарных?

3. Какие параметры определяют варианты эволюции различных звезд?

В ходе фронтальной работы организуется обсуждение способа оценки времени свечения звезды на примере Солнца. Для этого необходимо вернуться к способу, используемому для оценки температуры в центре Солнца, и к выводу о том, что источником энергии выступает та энергия, которая выделяется в результате термоядерных реакций в недрах звезды. Подчеркивается, что наряду с выделением энергии при термоядерных реакциях для астрофизики существенны процессы выделения энергии при гравитационном сжатии. Учащиеся способны про-

анализировать часть данного процесса под руководством учителя.

Запас внутренней энергии позволяет светить звезде, подобной Солнцу, не более 10^8 лет: полную внутреннюю энергию можно определить как $U = \frac{3M}{2\mu}RT$. С учетом средней плотности можно получить значение порядка 10^{41} Дж. Так как ежесекундно звезда теряет количество энергии, равное ее светимости, время свечения за счет внутренней энергии для Солнца составило бы 10^8 лет, что меньше времени существования Земли.

Для оценки энергии, выделяющейся при гравитационном сжатии, допустим, что вследствие охлаждения звезды температура в ее центре понизилась, давление уменьшилось и не компенсирует вес верхних слоев. Силы гравитации начнут сжимать звезду. Потенциальная энергия системы уменьшится. При этом внутренняя энергия, а значит, и температура внутри звезды увеличатся. Потенциальная энергия по модулю в 2 раза больше кинетической энергии частиц, в которой действуют гравитационные силы. При сжатии звезды половина выделившейся за счет сжатия гравитационной энергии расходуется на поддержание светимости. Значит, за 10^8 лет радиус Солнца должен был уменьшиться в 2 раза, а температура поверхности увеличиться, что противоречит геологическим данным. Для других звезд (белых карликов с меньшими радиусом и светимостью в 100 раз по сравнению с Солнцем) время свечения достигает 10^{14} лет, что больше современного возраста Вселенной. Значит, в определенных ситуациях гравитационное сжатие может быть источником энергии.

Вернувшись к рассмотрению цепочки из трех реакций протон-протонного цикла, в результате которого образуется одно ядро гелия, определив совместно с учащимися дефект массы, можно определить, что при синтезе 1 г гелия дефект массы составит примерно 0,007 г. Используя закон взаимосвязи массы и энергии, подсчитывается энергия, выделяющаяся при сгорании 1 г водорода: $6{,}3 \cdot 10^{11}$Дж.

Учитывая массу Солнца, можно определить, что полная энергия составит $12{,}6 \cdot 10^{44}$ Дж. В год Солнце выделяет энергию $3{,}8 \cdot 10^{26}$ Дж/с $\cdot\, 3{,}16 \cdot 10^{7}$ с $\approx$ $\approx 1{,}2 \cdot 10^{34}$ Дж. Отношение полной энергии и энергии, выделяемой за год, дает время поддержания светимости Солнца за счет термоядерного синтеза 10^{11} лет.

Внимание учащихся акцентируется на том, что выделение энергии при термоядерных реакциях значительно повышает температуру в центральной части звезды и давление настолько возрастает, что сжатие под действием тяготения прекращается. Звезда переходит в стационарное состояние. Сила давления раскаленного газа, непрерывно подогреваемого термоядерными реакциями, в точности уравновешивает силу тяготения. Большинство звезд миллиарды лет остаются членами одного из трех основных семейств. В стационарном состоянии звезды проводят миллионы лет. Чем больше масса звезды, тем большее давление в ее центре и тем бóльшая температура необходима для уравновешивания тяготения. Находящиеся в стационарном состоянии звезды большей массы имеют одновременно и бóльшую температуру, и бóльшую светимость. Любая звезда в определенное время израсходует весь пригодный для сжигания в своей термоядерной «топке» водород. Дальнейшие процессы определяются массой звезды. Часть «схемы» эволюционных этапов учащимся уже знакома из материала предыдущего урока (взрывы новых и сверхновых, пульсары). С опорой на данные знания выстраиваются схемы эволюции звезд в зависимости от их массы.

Учащиеся вспоминают, что из газопылевого облака возникает протозвезда с еще пока низкой температурой. При прохождении протозвездой стадии сжатия, чем большую массу имеет протозвезда, тем при большей температуре достигается равновесие — у массивных звезд самые большие светимости. Стационарная стадия сопровождается «выгоранием» водорода, при этом звезда располагается на главной последовательности диаграммы «спектр — светимость». По мере выгорания водорода центральные

области сильно сжимаются. Получение гелиевого ядра сопровождается превращением водорода в гелий не в центре звезды, а в слое, прилегающем к горячему и разогревающемуся вследствие сжатия ядру. В результате гелий начнет превращаться в углерод с образованием более тяжелых элементов. Учащиеся делают вывод, что светимость и размеры звезды будут возрастать — обычная звезда превращается в гигант или сверхгигант, попадая в особую группу на диаграмме «спектр — светимость». Далее совместно с учащимися выстраивается несколько сценариев эволюции звезд в зависимости от массы. В результате учащиеся должны выделить группы звезд.

1. Эволюция звезды малой массы (масса сравнима с массой Солнца). В начале эволюции звезда имеет лучистое ядро и конвективную оболочку. Скорость конвективного потока достигает второй космической скорости, оболочка отрывается, и звезда превращается в белый карлик, окруженный планетарной туманностью.

2. Эволюция массивной звезды (от 1,5 до 2,5 масс Солнца). После сгорания гелия ее масса при сжатии оказывается достаточной для разогрева ядра и оболочки до температур, необходимых для запуска следующих реакций нуклеосинтеза. Периодически звезда становится цефеидой. Как только температура и давление внутри ядра достигают определенного уровня, электроны начинают вступать во взаимодействие с протонами ядер железа, в результате чего образуются нейтроны. Все вещество ядра звезды превращается в сгусток нейтронов и начинает стремительно сжиматься в гравитационном коллапсе. Внешняя оболочка звезды обрушивается к центру. Энергия столкновения столь высока, что она с огромной скоростью отскакивает и разлетается во все стороны от ядра — звезда взрывается в сверхновую. Следует подчеркнуть, что все химические элементы вплоть до железа, из которых состоит Вселенная, образовались в результате нуклеосинтеза в недрах умирающих звезд этого типа. Образуется нейтронная звезда.

3. Эволюция очень массивных звезд (от 2,5 масс Солнца). Из-за значительной массы ничто не в силах остановить дальнейший гравитационный коллапс, и в результате вспышки сверхновой образуется черная дыра. Радиус черной дыры определяется из условия, что вторая космическая скорость равна скорости света. Одним из первых установленных претендентов на роль черной дыры — рентгеновский источник Лебедь X-1 — двойная звезда, невидимый компонент которой является черной дырой. Эти же объекты, вероятнее всего, находятся в центрах галактик.

Рассмотрение особенности эволюции тесных двойных звезд будет способствовать углублению понимания эволюционных процессов в звездах. Поэтому эффективным продолжением урока станет обсуждение того, какие особенности вносит наличие звезды-спутника в эволюцию компонент. Из предыдущего урока учащимся известно явление аккреции. Графически можно представить компоненты и поверхность Роша как поверхность с сечением, имеющим вид восьмерки с одной общей для обеих звезд точкой. В совместном обсуждении учитель ведет логику рассуждений учащихся через следующие этапы: в процессе эволюции та компонента, которая имеет большую массу, эволюционирует быстрее. Переходя на стадию красного гиганта, заполняет свою полость Роша. Через общую точку газ из ее атмосферы перетекает в полость Роша второй звезды, а часть газа растекается по внешней поверхности, образуя общую оболочку звезд. Потерявшая бóльшую часть своей массы звезда, в зависимости от массы остатка, превращается в белый карлик, нейтронную звезду или черную дыру. Масса же второй звезды становится больше массы остатка первой. Следует подчеркнуть уменьшение расстояния между звездами. Начинается стадия вторичного обмена, когда уже на первую со второй происходит аккреция вещества. Если на первой стадии образовался белый карлик, можно наблюдать взрыв новой звезды, образуется система из двух белых карликов; если вначале первая

звезда стала нейтронной, то возникает пульсар, а если черная дыра — то рентгеновский источник.

На завершающем этапе урока целесообразно предложить учащимся следующие задания.

1. Изобразите графически эволюционные стадии звезд в зависимости от их массы.

2. Изобразите графически эволюционные стадии звезд, находящихся в тесных двойных системах.

3. В книге М. М. Дагаева, В. М. Чаругина «Астрофизика. Книга для чтения по астрономии» приводятся следующие сведения: *«Эволюция массивных звезд происходит более бурно. В конце своей жизни такая звезда может взорваться сверхновой, а ее ядро... превратиться в... нейтронную звезду. Сброшенная оболочка, обогащенная гелием и другими образовавшимися в недрах звезды химическими элементами, рассеивается в пространстве и может служить материалом для формирования звезд нового поколения... Есть основания полагать, что Солнце — звезда второго поколения...»* Проанализируйте приведенный отрывок. Что означает фраза: «звезда второго поколения»? Какие факторы могли бы стать доказательством того, что Солнце — звезда второго поколения?

Обсудив выполнение заданий и подводя итог урока, важно еще раз подчеркнуть:

— звезды непрерывно эволюционируют;

— в течение своей жизни звезда меняет свою светимость и поверхностную температуру, перемещаясь вдоль главной последовательности;

— одной и той же звезде суждено побывать и звездой главной последовательности, и красным гигантом, и белым карликом.

Домашнее задание. § 24.2; практические задания.

1. Сколько времени будут лететь до ближайших звезд АМС, которые в конце XX в. покинули нашу планетную систему, имея скорость около 20 км/с?

2. Оцените радиус черной дыры, используя выражение для второй космической скорости и постулаты А. Эйнштейна.

Темы проектов

1. Правда и вымысел: белые и серые дыры.
2. История открытия и изучения черных дыр.

Интернет-ресурсы

http://www.astrotime.ru/evo.html — Эволюция звезд, звезды, взрыв сверхновой.

http://space-my.ru/zvezdigalaktici/xarakteristika-zvezdy/evoluciyazvezd.html — Эволюция звезд.

http://o-planete.ru/zemlya-i-vselennaya/volyutsiya-zvezd.html — Эволюция звезд.

Урок 28. Проверочная работа «Солнце и Солнечная система»

Цели урока

Личностные: управлять собственной познавательной деятельностью; проявлять ответственное отношение к познавательной деятельности, навыки работы с информационными источниками.

Метапредметные: формулировать выводы относительно космических тел, опираясь на законы и закономерности астрономии.

Предметные: решать задачи, используя знания по темам «Строение Солнечной системы», «Природа тел Солнечной системы», «Солнце и звезды».

Основной материал

Применение закономерностей, характеризующих тела Солнечной системы. Применение закономерностей, характеризующих диаграмму «спектр — светимость». Применение закономерностей для определения масс звезд системы. Использование элементов схемы, отражающей эволюцию звезд в зависимости от массы.

Методические акценты урока. В начале урока важно обсудить графические модели эволюции звезд, выполненные учащимися в конце предшествующего урока, а также выполнить следующие задания.

1. Проследите на диаграмме «спектр — светимость» эволюционные этапы звезды, подобной нашему Солнцу.

2. Как изменилась бы «судьба» Солнечной системы, если бы место Солнца заняла звезда Альдебаран; Антарес? Для получения сведений о звездах используйте данные приложений III и V учебника.

После введения в тему урока важно вернуться к рассмотрению алгоритмов решения задач, представленных в § 22 и § 23 учебника, и выполнить фронтально решение задач упражнения 18, № 1, 3, 5 и упражнения 19, № 1. Для выполнения работы учащимся предлагается самостоятельно завершить упражнение 19, а также выполнить следующие задания.

1. Пользуясь диаграммой «спектр — светимость», определите, существуют ли звезды спектрального класса А с абсолютной звездной величиной, равной $+4^m$. Может ли светимость звезды спектрального класса В превышать светимость Солнца в 10 тыс. раз? Существуют ли звезды, светимость которых в 100 раз меньше светимости Солнца, а температура около 30 тыс. К?

2. Процион — двойная звезда, у которой период обращения спутника около 39 лет, а большая полуось орбиты 13 а. е. Какова сумма масс компонентов этой системы?

3. Заполните таблицу, используя данные из учебника.

Модели звезд

Основные модели звезд	**Источник энергии**	**Масса, кг/температура, К**	**Способ переноса энергии**	**Элементы структуры**
Модель полностью конвективной звезды				
Модель звезды нижней части главной последовательности				
Модель звезды верхней части главной последовательности				

Окончание табл.

Основные модели звезд	Источник энергии	Масса, кг/температура, К	Способ переноса энергии	Элементы структуры
Модели с неоднородным химическим составом				
Модель белого карлика				

4. Ниже приведен перечень названий астрономических объектов и описание одного из них. Укажите, как они иерархически связаны между собой, и приведите характеристики, позволяющие сравнить между собой объекты одного иерархического уровня.

Барстеры, нейтронные звезды, радиопульсары, рентгеновские пульсары.

Барстеры — вспыхивающие рентгеновские звезды. Вспышки следуют одна за другой без какой-либо регулярности или периодичности, длящиеся от нескольких секунд до нескольких минут. Обладают магнитным полем такой величины, что оно не влияет заметно на динамику аккреции, допуская равномерный прогрев всей поверхности нейтронной звезды. Барстеры — старые системы.

5. В книге Б. А. Максимачева, В. Н. Комарова «В звездных лабиринтах» приведено следующее описание одного из созвездий: «*...Кажется несколько странным, почему* _____ *запечатлели на небе*: *какие у него могут быть «исторические заслуги»? Больше того, у него есть по крайней мере две серьезные мифические вины*: *одна из них состоит в том, что он смертельно укусил небесного охотника* _____*... Поэтому, когда сияют звезды* _____ (*в зимнее время года*), *не ищите* _____: *он прячется под горизонтом. И только летом в северных широтах он едва осмеливается приподняться над южной стороной неба.*

Другое зло _____ причинил невольно: своим ужасным видом он так перепугал легкомысленного сына бога Солнца _____, пытавшегося управлять огненной колесницей своего отца, что тот отпустил вожжи, и кони сбросили юношу». Заполните пропуски в тексте. Определите, о каком созвездии рассказывают авторы. В какое время года его можно наблюдать визуально на небе? Определив, о каком созвездии идет речь в тексте, укажите, что вы знаете о нем еще. Назовите созвездие, которое в XVIII в. возникло в результате «отрезания части» у описываемого созвездия.

Комментарии для учителя к выполнению задания 5: *«...Кажется несколько странным, почему Скорпиона запечатлели на небе: какие у него могут быть «исторические заслуги»? Больше того, у него есть по крайней мере две серьезные мифические вины: одна из них состоит в том, что он смертельно укусил небесного охотника Ориона... Поэтому, когда сияют звезды Ориона (в зимнее время года), не ищите Скорпиона: он прячется под горизонтом. И только летом в северных широтах он едва осмеливается приподняться над южной стороной неба. Другое зло Скорпион причинил невольно: своим ужасным видом он так перепугал легкомысленного сына бога Солнца Фаэтона, пытавшегося управлять огненной колесницей своего отца, что тот отпустил вожжи, и кони сбросили юношу»*.

Речь идет о созвездии Скорпиона. Визуально созвездие Скорпиона может наблюдаться в апреле — мае (указание на октябрь — ноябрь ошибочно, в этот период созвездие находится на небе в дневное время и наблюдать его визуально невозможно). Среди фактов, которые могут быть приведены о созвездии, можно назвать следующие:

— в правой части созвездия Скорпиона расположены три яркие звезды, средняя из которых — красноватый Антарес, что означает «соперник Марса». Антарес — двойная звезда, что можно наблюдать только с помощью сильного телескопа. Расстояние

до Антареса таково, что свет пробегает его за 173 года. Мы видим звезду такой, какой она была в начале столетия;

— звездная пара «хвоста» Скорпиона арабами была названа словом «Шаула», что означает «Жало». Однако жители экваториальных стран предпочитают другое название — «Кошачьи глаза»;

— в созвездии часто вспыхивали новые звезды. Одна из них появилась в 134 г. н. э. в «голове» Скорпиона, что подтолкнуло Гиппарха к составлению каталога звезд;

— в созвездии Скорпиона расположен один из самых ярких источников рентгеновского космического излучения — Скорпион X-1.

В XVIII в. Скорпион «перенес операцию»: наши далекие предки «отрезали» от него правую клешню, превратив ее в нынешнее созвездие Весов.

Домашнее задание. Домашняя контрольная работа № 4.

Контрольная работа № 4
по теме «Солнце и звезды»

1. В книге Б. А. Максимачева, В. Н. Комарова «В звездных лабиринтах» приведено следующее описание одного из созвездий: «..._____ — *едва ли не самое знаменитое созвездие... О нем упоминают многие исторические хроники. Созвездие характеризуется группой звезд, которая напоминает латинскую букву V. Современная прописная буква А, ведущая происхождение от древнеегипетского иероглифа, обозначавшего священного быка Аписа, представляет собой перевернутую бычью морду с двумя рогами. Среди 125 звезд выделяется своей яркостью красноватая звезда* _____. *Ее называют также «Глазом* _____», *хотя буквально слово переводится с арабского как «следующая». Эта звезда следует в своем суточном движении за известной группой звезд* _____. *Слово* _____ *происходит от греческого слова «множество». Всего в* _____ *насчитывается несколько сотен звезд... Члены скопления связаны физически...»*

Заполните пропуски в тексте. Определите, о каком созвездии рассказывают авторы. В какое время года его можно наблюдать визуально на небе? Определив, о каком созвездии идет речь в тексте, укажите, что вы знаете о нем еще. Назовите уникальный астрономический объект в данном созвездии, впервые зафиксированный в 1054 г., и приведите факты, характеризующие этот уникальный объект.

2. Двойная система состоит из двух одинаковых звезд солнечной массы ($2 \cdot 10^{30}$кг). В ней линии Na (6563 Å) периодически раздваиваются, и их компоненты расходятся на 1,3 Å. Определите линейное расстояние между звездами, если луч зрения лежит в плоскости орбиты.

3. Параллакс Денеба равен 0,004″, а параллакс Альтаира — 0,201″. Какая из этих двух звезд ближе к Земле и во сколько раз?

4. Какие сведения может дать спектр звезды? Рассмотрите все возможные случаи (движение в пространстве, вращение вокруг оси, эволюционные процессы, существование в тесной двойной системе и т. д.).

5. Какие сведения можно получить, наблюдая на небе звезды разных цветов, например красную и голубую?

6. Юпитер иногда считают «несостоявшейся звездой». Какие характеристики свидетельствуют в пользу этого заявления? При изменении каких параметров теоретически можно было бы «превратить» Юпитер в парную с Солнцем звезду? Попробуйте описать жизнь такой двойной звезды и судьбу других планет Солнечной системы.

Комментарии для учителя к выполнению заданий контрольной работы

К заданию 1. Текст с заполненными пропусками: *«...Телец — едва ли не самое знаменитое созвездие... О нем упоминают многие исторические хроники. Созвездие характеризуется группой звезд, которая напоминает латинскую букву V. Современная прописная буква A, ведущая происхождение от древнеегипетского иероглифа, обозначавшего священного быка Аписа, представляет собой перевер-*

нутую бычью морду с двумя рогами. Среди 125 звезд выделяется своей яркостью красноватая звезда Альдебаран. Ее называют также «Глазом Тельца», хотя буквально слово переводится с арабского как «следующая». Эта звезда следует в своем суточном движении за известной группой звезд Плеяды. Слово «Плеяды» происходит от греческого слова «множество». Всего в Плеядах насчитывается несколько сотен звезд... Члены скопления связаны физически...»

Речь идет о созвездии Тельца. Визуально созвездие Тельца может наблюдаться в октябре — ноябре (указание на апрель — май ошибочно, в этот период созвездие находится на небе в дневное время и наблюдать его визуально невозможно). Среди фактов, которые могут быть приведены о созвездии, можно назвать следующие:

— самая яркая звезда — Альдебаран — может сравниться по интенсивности окраски разве только с Антаресом, Бетельгейзе и Арктуром. В Древнем Риме эту звезду считали покровительницей пастухов и стад. В ту эпоху весна начиналась с прохождения Солнца над Альдебараном — именно там была точка весеннего равноденствия;

— появление Плеяд перед восходом Солнца означало в древности начало года. А их вечерняя видимость определяла начало зимы;

— звезды, окружающие Альдебаран, составляют еще одно рассеянное скопление — Гиады. В древности появление этой звездной группы предшествовало периоду дождей.

В 1054 г. в созвездии вспыхнула новая звезда, которая вскоре поблекла, и память о ней исчезла. В 1758 г. Шарль Месье обнаружил на этом месте светящееся пятно — туманность, которую он отметил номером один. Позднее за ее причудливую форму, напоминающую огромного краба, эта туманность получила название Крабовидной. Это светящееся газовое облако продолжает расширяться со скоростью 1000 км/с. Крабовидная туманность является мощным источником радиоизлучения. В центре ее видна звездочка 16-й звездной величины — пульсар, ос-

таток сверхновой, первый из известных пульсаров, который удалось отождествить с оптическим объектом.

К заданию 2. Обозначим υ — орбитальную скорость звезд, а D — расстояние между ними. Согласно эффекту Доплера, $\upsilon/c = (\Delta\lambda/2)/\lambda$ и $\upsilon = c\Delta\lambda/(2\lambda)$.

Из равенства центростремительного и гравитационного ускорений: $\upsilon^2/(D/2) = GM/D^2$ выразим $D = GM/(2\upsilon^2) = 2GM/(c\Delta\lambda/\lambda)^2 \approx 7{,}5 \cdot 10^{10}$ м, что составляет около 0,5 а. е.

Темы проектов

1. Тайны нейтронных звезд.
2. Кратные звездные системы.

Интернет-ресурсы

http://www.astrogalaxy.ru/659.html — Эволюция звездных систем.

Строение и эволюция Вселенной (5 ч)

Урок 29. Наша Галактика

Цели урока

Личностные: управлять собственной познавательной деятельностью; проявлять готовность к самообразованию; высказывать убежденность в возможности познания окружающей действительности.

Метапредметные: выдвигать и сравнивать гипотезы относительно природы скрытой массы.

Предметные: описывать строение и структуру Галактики; перечислять объекты плоской и сферической подсистем; оценивать размеры Галактики; пояснять движение и расположение Солнца в Галактике; характеризовать ядро и спиральные рукава Галактик; характеризовать процесс вращения Галактики; пояснять сущность проблемы скрытой массы.

Основной материал

Наша Галактика на небосводе. Строение Галактики. Состав Галактики. Вращение Галактики. Проблема скрытой массы.

Методические акценты урока. Учитывая, что предметное содержание урока является для учащихся абсолютно новым, в процессе его раскрытия важно на каждом этапе учитывать три элемента: возможность иллюстрации рассматриваемого материала (при наличии — опыт учащихся по наблюдению определенного элемента на звездном небе), описание и визуальное представление с использованием медиасредств (изображений, анимаций и т. д.), графическое представление модели рассматриваемого элемента.

В начале урока с учащимися организуется беседа с целью систематизации их опыта наблюдения Млечного Пути на небе. При этом акцентируется внимание на следующих аспектах.

1. Млечный Путь тянется полосой по обоим небесным полушариям под наклоном около 63° к экватору, не имеет резких границ, обладает на разных участках различной шириной и яркостью.

2. Млечный Путь — проекция Галактики на небесную сферу; Галактика — система небесных тел (главным образом, звезд), в которую входят и Солнце, и Солнечная система.

3. Большой круг, проходящий посередине вдоль всего Млечного Пути, — галактический экватор, а образующая его плоскость — галактическая плоскость. Точки неба, равноудаленные на 90° от галактического экватора, — галактические полюсы.

4. Визуально по мере удаления в обе стороны от Млечного Пути число звезд значительно сокращается, и меньше всего их находится вблизи галактических полюсов. Наибольшую яркость и насыщенность звездами Млечный Путь имеет в направлении созвездия Стрельца.

Учащимся предлагается рассмотреть фотографию Млечного Пути (рис. 6.1 учебника) и выполнить следующие задания.

1. Заполните первую строку таблицы, изобразив графически наблюдаемую на небесной сфере проекцию Галактики.

Характеристика	Графическое изображение
Проекция Галактики на небесную сферу (вид Галактики с Земли)	
Модель структуры Галактики (вид сбоку) с указанием размеров и преобладающих небесных тел в каждой из структурных составляющих	
Модель структуры Галактики (вид на галактический диск сверху) с изображением пространственных структурных составляющих и указанием на положение Солнца	

Далее необходимо активизировать внимание учащихся, совместно сформулировав вопросы теоретического характера, исходя из наблюдаемых особенностей Млечного Пути относительно структуры и состава Галактики. Возможны следующие формулировки:

1. Только ли нашу Галактику мы наблюдаем на небе? Можно ли наблюдать другие галактики?

2. Из каких пространственных структурных частей состоит Галактика, учитывая, что количество наблюдаемых небесных объектов неравномерно распределено на небе?

3. Какие небесные тела, кроме звезд, входят в состав Галактики и как они распределены в структурных составляющих Галактики?

Отвечая на первый вопрос, рассматривают туманность Андромеды и наблюдение в ней цефеид, позволивших определить расстояние до другой галактической системы (см. рис. 2 на цветной вклейке учеб-

ника). Этот элемент урока подводит к рассмотрению методов исследования характеристик Галактики:

— сравнение со структурой других галактик (прежде всего, со структурой туманности Андромеды);

— использование телескопов, осуществляющих исследования в различных диапазонах электромагнитного излучения;

— теоретические расчеты косвенных величин на основе прямых измерений светимости звезд, характеристик их спектра и т. д.

Важно озвучить длительность времени изучения структуры Галактики, рассмотреть некоторые важные этапы (открытия Г. Галилея, исследования В. Гершеля, В. Я. Струве, Б. А. Воронцова-Вельяминова и Р. Трюмплера, В. А. Амбарцумяна, А. А. Белопольского). Учащимся предлагается продолжить работу с таблицей.

2. Заполните вторую строку таблицы, изобразив графически пространственную структуру Галактики. При выполнении задания используйте материал § 25.1 учебника.

Далее обращают внимание учащихся на то, что при взгляде на галактический диск «сверху», принятая на сегодняшний день схема предполагает наличие спиральных ветвей, в основном содержащих горячие и яркие звезды, массивные газовые облака. Диск со спиральными ветвями образует основу плоской подсистемы Галактики, а объекты, концентрирующиеся к ядру Галактики, лишь частично проникающие в диск, относятся к сферической подсистеме.

3. Заполните третью строку таблицы, изобразив графически предполагаемую модель в проекции наблюдения галактического диска «сверху». Поставьте в соответствие пространственные структурные составляющие для «боковой» проекции галактического диска и для проекции наблюдения галактического диска «сверху» (используйте стрелки от правой ячейки во второй строке таблицы к правой ячейке в третьей строке таблицы).

Обобщив графическую интерпретацию строения Галактики, предложенную учащимися, обращают

внимание на составляющие каждой из пространственных структурных составляющих, перечислив их и дав только общую характеристику:

— звездные скопления и ассоциации;

— туманности;

— разреженный межзвездный газ и пыль;

— космические лучи и магнитные поля.

Подчеркивая, что на текущем уроке будет рассматриваться подробно только одна из групп «населения» Галактики, учащимся предлагается задание.

4. Запишите определение понятия «звездное скопление» и заполните таблицу. При выполнении задания используйте материал § 25.2 учебника.

Название скопления	**Пример, расположение в Галактике**	**Звездное «население»**	**Возраст скопления**	**Количество звезд в скоплении**	**Особенности**
Шаровые скопления					
Рассеянные скопления					
Звездные ассоциации					

Сделайте вывод о причинах различия скоплений двух типов и следствиях существования в Галактике звездных скоплений и ассоциаций различного возраста.

Важнейшие акценты рассмотрения состава Галактики относительно звездных скоплений и ассоциаций состоят в следующем:

— звезды формируются не в одиночку, а группами;

— процесс звездообразования продолжается и в настоящее время;

— эволюция Галактики — история процесса звездообразования в ней.

Проанализировав характеристики звездных скоплений и ассоциаций, следует обратить внимание на то, что звезды долгое время считались неподвижными и лишь сравнение координат звезд, полученных в древности, с координатами звезд, полученными в начале XVIII в., показали, что звезды смещаются. Данное движение было названо собственным движением звезды. Так как у учащихся есть базовый запас сведений, позволяющий объяснить метод обнаружения собственного движения звезд, в беседе выявляют следующие методы, позволяющие обнаружить особенности движения звезд:

— сравнение вида созвездия в различные периоды времени, отстоящие друг от друга (для пояснения используется рисунок 6.10 учебника);

— фотографическое сравнение участков звездного неба на одном и том же телескопе через промежутки времени;

— изучение лучевой скорости, которая определяется по смещению линий в спектре звезды (по эффекту Доплера).

Далее учащимся предлагается, используя данные § 25.4 учебника, охарактеризовать вращение Галактики и движение звезд в ней, ответив на следующие вопросы:

1. Где расположено Солнце в Галактике и каковы особенности лучевых скоростей звезд относительно Солнца?

2. Дайте определение понятия «апекс звезды». В каком направлении расположен апекс Солнца?

3. Каков период обращения Солнца вокруг центра Галактики?

4. Сформулируйте определение понятия «коротационная окружность». В чем преимущество положения Солнечной системы в Галактике?

В процессе обсуждения необходимо сделать следующие акценты:

— галактический диск вращается;

— период вращения для разных расстояний от центра различен, Галактика вращается не как твердое тело;

— линейная скорость при удалении от центра сначала быстро возрастает, затем на очень большом расстоянии остается постоянной и даже увеличивается.

Данные аспекты являются основой для обсуждения понятия «скрытая масса». Обращается внимание на то, что выявленная зависимость скоростей вращения звезд от расстояния до центра Галактики (что обнаружено и в других галактиках) не согласуется с наблюдаемым распределением звезд, что свидетельствует о существовании у галактик ненаблюдаемой материи, в 10 раз превышающей массу видимых звезд. Ее природа неизвестна, поэтому она названа «темной материей».

Исследования короны Галактики с 1993 г. проводятся особым методом микролинзирования. Он основан на том, что звезда своим гравитационным полем отклоняет свет, проходящий от более далекого объекта. Так как звезда — сферически симметричное тело, она выступает в роли собирающей линзы. В результате яркость звезды для наблюдателя на Земле увеличивается как вспышка наблюдаемой звезды, если между ней и наблюдателем проходит тело с массой, сравнимой с массой Солнца. Одновременное наблюдение звезд в ближайшей галактике Большое Магелланово Облако позволило зафиксировать достаточно много вспышек, свидетельствующих о том, что их причина — микролинзирование звезд массами 0,2—0,3 солнечной массы. Кроме того, еще в середине 30-х гг. XX в. Ф. Цвикки, измерив скорости, с которыми галактики скопления Волосы Вероники движутся вокруг общего центра, позволил сделать вывод о том, что скорости галактик оказались гораздо больше, чем теоретически предполагаемые, с учетом суммарной массы скопления. Следовательно, истинная масса скопления Волосы Вероники гораздо больше видимой, но также проявляется гравитационно. Выполненное через 40 лет Ф. Цвикки изучение скоростей вращения вокруг га-

лактического центра вещества, расположенного на периферии галактик, не подчинялось законам Кеплера (теоретически скорость вращения галактических объектов должна была убывать обратно пропорционально квадратному корню из расстояния до центра; на практике оказалось, что для многих галактик эта скорость остается почти постоянной на весьма значительном удалении от центра). Еще одно важное свидетельство будет рассматриваться позднее, и связано оно с теорией Большого взрыва. Необходимо подчеркнуть, что о природе темной материи существует несколько предположений:

— часть темной материи — обычное вещество, не испускающее или почти не испускающее собственное излучение (звезды небольших масс и низкой светимости, коричневые карлики);

— часть темной материи — слабо взаимодействующие массивные частицы.

Подводя итог урока вместе с учащимися, следует отметить, что открытие короны Галактики не приводит к существенному изменению представлений о строении внутренней части Галактики и о процессах, которые там происходят. Оно имеет значение для оценки величин средней плотности вещества во Вселенной в целом и построения космогонической теории.

Домашнее задание. § 25.1, 25.2, 25.4; практические задания.

1. С каким угловым диаметром будет видна наша Галактика, диаметр которой составляет 0,03 Мпк, для наблюдателя, находящегося в галактике М31 (туманность Андромеды) на расстоянии 600 кпк?

2. Используя подвижную карту звездного неба, определите, через какие созвездия проходит Млечный Путь.

Темы проектов

1. История исследования Галактики.

2. Легенды народов мира, характеризующие видимый на небе Млечный Путь.

3. Открытие «островной» структуры Вселенной В. Я. Струве.

4. Модель Галактики В. Гершеля.

5. Загадка скрытой массы.

6 Опыты по обнаружению Weakly Interactive Massive Particles — слабо взаимодействующих массивных частиц.

7. Исследование Б. А. Воронцовым-Вельяминовым и Р. Трюмплером межзвездного поглощения света.

Задача для подготовки к ЕГЭ по физике

Один ученый проверяет закономерности электромагнитных колебаний в колебательном контуре на Земле, а другой — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если колебательные контуры одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут:

1) одинаковыми при любой скорости корабля;

2) разными, так как на корабле время течет медленнее;

3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала;

4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля.

Интернет-ресурсы

http://www.youtube.com/watch?v=_sQD0FbrFCw — Наша Галактика. Млечный Путь.

http://www.youtube.com/watch?v=99PR9HSDpBI — Наша Галактика. Взгляд со стороны.

Урок 30. Наша Галактика

Цели урока

Личностные: проявлять навыки самообразования, информационной культуры, включая самостоятельную работу с книгой; высказывать убежденность в возможности познания законов природы и их использования на благо развития человеческой цивилизации.

Метапредметные: объяснять различные механизмы радиоизлучения на основе знаний по физике; классифицировать объекты межзвездной среды; анализировать характеристики светлых туманностей.

Предметные: характеризовать радиоизлучение межзвездного вещества и его состав, области звездообразования; описывать методы обнаружения органических молекул; раскрывать взаимосвязь звезд и межзвездной среды; описывать процесс формирования звезд из холодных газопылевых облаков; определять источник возникновения планетарных туманностей как остатки вспышек сверхновых звезд.

Основной материал

Состав межзвездной среды и его характеристика. Характеристика видов туманностей. Взаимосвязь различных видов туманностей с процессом звездообразования. Характеристика излучения межзвездной среды. Научное значение исследования процессов в разреженной среде в гигантских масштабах. Обнаружение органических молекул в молекулярных облаках.

Методические акценты урока. В начале урока целесообразно предложить учащимся ответить на вопросы к § 25 учебника, а также выполнить задания.

1. Используя подвижную карту звездного неба, определите примерные координаты области небесной сферы, в которой расположен центр Галактики.

2. Обоснуйте некорректность высказывания «наша звездная система» относительно Галактики.

Последнее задание переводит в плоскость содержания урока. Учитывая, что тема представлена на заключительном этапе изучения астрономии, важно организовать ведущие формы деятельности учащихся: участие в проблемной беседе, направляемой учителем, и самостоятельная деятельность по ознакомлению с предметным содержанием. Используя задание 2, представленное выше, учащиеся вовлекаются в обсуждение следующей проблемы: какие объекты, за исключением уже изученных (звезды; планетные системы, их окружающие; малые тела), существуют в межзвездном пространстве. С учетом имеющегося у учащихся запаса знаний и умений в процессе обсуждения важно сделать следующие акценты.

1. Межзвездная среда, помимо звезд, включает межзвездный газ, пыль, космические лучи, магнитные поля, излучение различных диапазонов.

2. Составляющие Галактики, обладающие массой, участвуют в гравитационном взаимодействии.

3. Методы исследования состава межзвездной среды включают наблюдение данных объектов визуальными методами (с использованием телескопов, работающих в видимом диапазоне, а также телескопов, основанных на исследовании других диапазонов излучения), методом спектроскопического анализа, методом моделирования.

После выявления актуальных знаний учащихся важно сформулировать проблемные вопросы, на которые в ходе урока необходимо будет ответить:

1. Насколько равномерно распределено межзвездное вещество в пространстве?

2. Как межзвездное вещество связано с процессом звездообразования и как влияет на него?

3. Как взаимодействует межзвездное вещество со звездным «населением» и их излучением?

Далее учащимся предлагается самостоятельная работа по материалу учебника (§ 25.3, 28).

Самостоятельная работа

1. Прочитайте § 25.3, заполните таблицу.

Компоненты межзвездной среды	**Проекция на Млечный Путь для земного наблюдателя**	**Химический состав**	**Особенности**
Межзвездный газ			
Пыль			
Космические лучи			
Излучение			

2. Охарактеризуйте туманности, заполнив таблицу.

Туманность	Состав	Пример в Галактике	Причины наблюдаемых эффектов
Темные туманности			
Диффузные газовые туманности			
Светлые туманности (молекулярные облака)			
Планетарные туманности			

Сделайте вывод о причине разнообразия внешнего вида газопылевых облаков.

Сформулируйте вывод о взаимосвязи взрыва сверхновых и новых звезд и туманностей.

Сформулируйте вывод о взаимосвязи молекулярных облаков и процесса звездообразования.

3. Охарактеризуйте излучение межзвездной среды, заполнив таблицу.

Параметр	Характеристика
Источники радиоизлучения	
Источники инфракрасного излучения	
Источники рентгеновского излучения	

После выполнения учащимися работы организуется обсуждение результатов, в ходе которого важно обратить внимание учащихся на следующее:

— межзвездное пространство заполнено неоднородно;

— газ и пыль всегда сопутствуют друг другу, поэтому чисто пылевых или чисто газовых облаков нет;

— межзвездное поглощение света осложняет изучение структуры Галактики и расположения в ней звезд, при этом исследуются излучения в других спектрах (радиодиапазоне, инфракрасном, рентгеновском и других диапазонах);

— межзвездное вещество позволяет исследовать поведение газа в уникальных условиях низкой концентрации, недостижимой в земных условиях, и низкой температуры;

— волокнистая структура газовых туманностей свидетельствует о наличии в межзвездном пространстве магнитного поля, которое препятствует распространению ионизированного газа поперек линий индукции, но не мешает ему распространяться вдоль линий. Таким образом, Галактика обладает магнитным полем. Зафиксированы потоки заряженных частиц, которые приходят примерно в равной мере со всех направлений — космические лучи. Торможение частиц магнитным полем вызывает синхротронное излучение;

— межзвездный газ может находиться в трех состояниях: светлые газовые туманности (с температурой до 10 000 К), нейтральный газ вдали от звезд (до 1000 К) и очень холодный газ (до 50 К). Именно в последнем случае (в молекулярных облаках) наблюдаются и примеси органических соединений: альдегидов, спиртов, простых и сложных эфиров, карбоновых кислот, амидов кислот. Следует подчеркнуть, что многие из них являются основой предбиологических молекул.

После рассмотрения данного аспекта важно направить учащихся на выбор темы сообщения к заключительному уроку-конференции «Одиноки ли мы во Вселенной?».

Домашнее задание. § 25.3, 28; практическое задание.

Используя дополнительные источники информации, охарактеризуйте понятие гравитационных волн, об открытии которых в начале 2016 г. было сообщено учеными.

1) Дайте определение гравитационных волн.

2) Представьте краткое описание истории введения понятия.

3) Представьте основные направления исследования вопроса существования гравитационных волн.

Темы проектов к уроку-конференции «Одиноки ли мы во Вселенной?»

Группа 1. Идеи множественности миров в работах Дж. Бруно.

Группа 2. Идеи существования внеземного разума в работах философов-космистов.

Группа 3. Проблема внеземного разума в научно-фантастической литературе.

Группа 4. Методы поиска экзопланет.

Группа 5. История радиопосланий землян другим цивилизациям.

Группа 6. История поиска радиосигналов разумных цивилизаций.

Группа 7. Методы теоретической оценки возможности обнаружения внеземных цивилизаций на современном этапе развития землян.

Группа 8. Проекты переселения на другие планеты.



Рис. 12

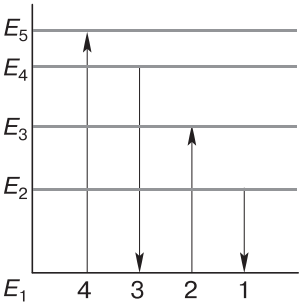


Рис. 13

Задачи для подготовки к ЕГЭ по физике

1. На рисунке 12 приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (сверху) и гелия (снизу). Какие атомы входят в химический состав газа?

1) только водорода;

2) только гелия;

3) водорода и гелия;

4) водорода, гелия и еще какого-то вещества.

2. На рисунке 13 изображена диаграмма энергетических уровней ато-

ма. Какой цифрой обозначен переход, который соответствует излучению фотона с наименьшей энергией?

Интернет-ресурсы

http://www.youtube.com/watch?v=9XI4QrqX-WQ — Наша Галактика не единственная во Вселенной.

http://www.astronet.ru/db/msg/1202020 — Межзвездный газ.

http://spacebot.ru/interesnoe/xolodnye-oblaka-tumannosti-kilya/ — Туманность Киля.

http://galspace.spb.ru/index61.html — Туманности. Межзвездная среда.

Урок 31. Другие звездные системы — галактики

Цели урока

Личностные: высказывать убежденность в возможности познания законов развития галактик; участвовать в обсуждении, проявлять уважение к мнению оппонентов.

Метапредметные: классифицировать галактики по основанию внешнего строения; анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения; извлекать информацию из различных источников и преобразовывать информацию из одного вида в другой (из графического в текстовый).

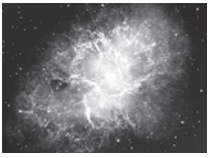
Предметные: характеризовать спиральные, эллиптические и неправильные галактики; называть их отличительные особенности, размеры, массу, количество звезд; пояснять наличие сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик; определять понятия «квазар», «радиогалактика»; характеризовать взаимодействующие галактики; сравнивать понятия «скопления» и «сверхскопления галактик».

Основной материал

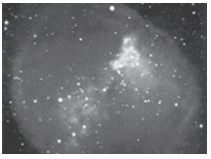
Типы галактик и их характеристики. Взаимодействие галактик. Характеристика активности ядер галактик. Уникальные объекты Вселенной — квазары. Скопления и сверхскопления галактик. Пространственная структура Вселенной.

Методические акценты урока. В начале урока целесообразно обсудить ответы на вопросы к § 25 учебника, выполнить упражнение 20 и следующие задания.

1. На рисунке 14 приведены изображения некоторых туманностей. Определите, к какому виду они относятся, и охарактеризуйте их.



Крабовидная туманность



M27 Лисички

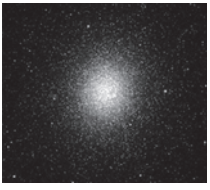


Туманность Конская голова

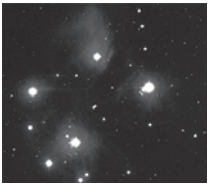
Рис. 14

2. На рисунке 15 приведены изображения различных космических объектов. Дайте название каждого из них и поясните, в какой иерархической зависимости они находятся.

а)



б)



в)

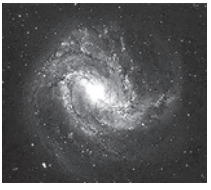


Рис. 15

3. На рисунке 16 представлено изображение Галактики. Почему изображения одного и того же объекта столь различны? Какую информацию вы можете получить из данных изображений?

Два последних задания подводят учащихся к восприятию содержания занятия. Важно акцентировать внимание учащихся на следующих аспектах:

— наша Галактика не является единственной звездной системой во Вселенной;

— удаленность других галактик от нас предполагает использование всех диапазонов излучения для их изучения;

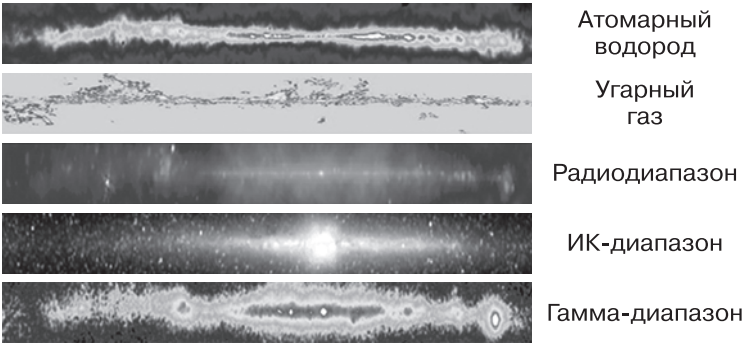


Рис. 16

— изучение других галактик способствует более глубокому пониманию процессов, протекающих в Галактике, а также проверке предположений относительно нашей звездной системы.

Совместно с учащимися формулируются проблемные вопросы, на которые учащиеся смогут получить ответ в ходе занятия.

1. Можно ли наблюдать другие галактики на небе?

2. Какие методы астрономии позволяют определить расстояния до других галактик и идентифицировать их как другие звездные системы?

3. Сходны ли другие галактики с пространственной структурой нашей Галактики?

4. Чем отличаются другие звездные системы?

5. Какие новые объекты звездного неба обнаружены в других галактиках?

Сохраняя подход всех предшествующих занятий, для которых характерен незначительный опыт наблюдения рассматриваемых объектов, важно начать с иллюстративного материала, представляющего другие звездные системы, наблюдение которых возможно на небе, — небольшая слабосветящаяся туманность в созвездии Андромеды ($2{,}1^m$; М31), которую можно наблюдать невооруженным глазом, слабосветящаяся туманность в созвездии Треугольника ($5{,}8^m$; М33). Стоит отметить Большое и Малое Магеллановы Облака, которые видны в Южном полушарии.

Далее важно предложить учащимся изображения различных галактик для выделения ими внешних отличительных черт, характеризующих каждый из видов галактик. Можно ожидать, что учащиеся укажут на существование спиральных и эллиптических галактик, а также отметят неправильность форм некоторых галактик (например, спиральные галактики с перемычкой и др.). Учащимся сообщается, что Э. Хаббл предложил еще в 1923 г. и усовершенствовал в 1936 г. простую и стройную классификацию галактик. Рассматривая предлагаемую классификацию (рис. 6.13 учебника), следует обратить внимание учащихся на то, что:

— галактики резко отличаются размерами, числом входящих в них звезд, светимостями, внешним видом;

— условно по внешнему виду галактики делятся на три группы (эллиптические, спиральные и неправильные). Спиральные галактики — самые многочисленные. В них выделено два подтипа — нормальные спиральные и пересеченные спиральные;

— эллиптические галактики встречаются гигантские и карликовые. Часто в графических интерпретациях классификации линзовидные галактики располагают в области перехода от эллиптических к спиральным галактикам;

— все остальные галактики относятся к неправильным.

Далее для характеристики каждого типа галактик учащимся предлагается, используя материал § 26 учебника, охарактеризовать существующее разнообразие видов галактик, заполнив таблицу.

Тип галактик	Процент от общего числа	Структура (графическое изображение)	Особенности состава
Эллиптические			
Спиральные			

Окончание табл.

Тип галактик	Процент от общего числа	Структура (графическое изображение)	Особенности состава
Спиральные пересеченные			
Линзовидные			
Неправильные			

В процессе анализа важно подчеркнуть:

— в сравнении с нашей Галактикой основная масса во всех галактиках приходится на звезды различного возраста и межзвездный газ;

— спиральные ветви — выделяющиеся по яркости области повышенной плотности звезд и газа, расположенные внутри диска и связанные с областями звездообразования. Наша Галактика, как и туманность Андромеды, относится к типу спиральных галактик типа Sb. У эллиптических галактик диска нет и почти отсутствуют заметные количества газа и молодые звезды — в них почти отсутствуют процессы звездообразования;

— скорость вращения определяется видом галактики. Наибольшая скорость у спиральных галактик, в то время как у эллиптических галактик заметное вращение наблюдается только при значительном сжатии галактики;

— линзообразные галактики считаются промежуточными между эллиптическими и спиральными и относятся к неправильным. Характерные представители — Большое и Малое Магеллановы Облака;

— вероятнее, различие в спиральных и эллиптических галактиках заложено с момента образования и объясняется вращением. Появление неправильных галактик пока не ясно.

Далее обращают внимание на строение галактик, подчеркивая, что излучение ядер галактик может проявлять активность в различных формах: непрерывное истечение потоков вещества; выбросы сгустков газа и облаков газа с массой в миллионы солнеч-

ных масс; нетепловое радиоизлучение из околоядерной области; взрывы, превращающие галактику в радиогалактику.

Среди уникальных видов активности можно назвать галактики Маркаряна, испускающие интенсивное ультрафиолетовое излучение, сейфертовские галактики, в которых быстрые движения газа сопровождаются его выбросами со скоростями, доходящими до нескольких тысяч километров в секунду, избытком ультрафиолетового излучения. Открытие сейфертовских галактик заставило пересмотреть строение ядер нашей Галактики и галактики М31. И у них были открыты маленькие сгущения в ядрах, обладающие аналогичной активностью (но в гораздо меньшей степени). Оценка массы центрального сгущения в ядре М31 показала, что в объеме занятого им пространства содержится 107 масс Солнца. Это означает, что средняя плотность вещества в этом сгущении в миллион раз больше средней плотности вещества типичной галактики.

Наконец, уникальны квазары — класс внегалактических объектов, отличающихся очень высокой светимостью и настолько малым угловым размером, что в течение нескольких лет после открытия их не удавалось отличить от «точечных источников» — звезд. Впервые квазары обнаружили в 1960 г. как радиоисточники, совпадающие в оптическом диапазоне со слабыми звездообразными объектами. Ближайший и наиболее яркий квазар (3С 273) имеет блеск около 13^m и «красное смещение», которое соответствует расстоянию около 2 млрд св. лет. Самые далекие квазары благодаря своей гигантской светимости, превосходящей в сотни раз светимость обычных галактик, регистрируются с помощью радиотелескопов на расстоянии более 10 млрд св. лет. Нерегулярная переменность блеска квазаров на временны́х масштабах менее суток указывает на то, что область генерации их излучения имеет малый размер, сравнимый с размером Солнечной системы.

Большинство квазаров находятся вблизи центров огромных эллиптических галактик. Квазары называют с маяками Вселенной. Они видны с огромных

расстояний, по ним исследуют структуру и эволюцию Вселенной, определяют распределение вещества на луче зрения: сильные спектральные линии поглощения водорода разворачиваются в лес линий по «красному смещению» поглощающих облаков. У квазаров особенно интенсивен ультрафиолетовый участок спектра. Когда это было обнаружено, то стали искать такие слабые звездообразные объекты, у которых ультрафиолетовый участок спектра также более интенсивен, и они были найдены. Часть из них оказалась голубыми звездами, а у других голубых объектов обнаружено очень большое красное смещение спектральных линий, чем доказывается внегалактическая природа «голубых» квазизвезд. Вместе с тем их радиоизлучение очень незначительно. Следовательно, были найдены еще новые разновидности внегалактических объектов, которые назвали квазизвездными галактиками или квазагами.

Охарактеризовав особенности галактик, важно отметить, что, подобно звездам, они редко бывают одиночными, группируясь в скопления правильного или неправильного типа. Данные внегалактической астрономии указывают на существование сверхскоплений галактик. Наша Галактика и туманность Андромеды входят в Местную группу галактик, размеры которой составляют сотни тысяч парсек. До ближайшего скопления, находящегося в созвездии Девы, порядка 20 Мпк, а сама система имеет диаметр около 6 Мпк. Гравитационное взаимодействие вызывает значительное изменение формы галактик. Интерес вызывают взаимодействующие галактики. Анализируя рисунок 6.21 учебника, подчеркивают, что галактики могут сливаться, поглощая друг друга. Так, от Магеллановых Облаков к нашей Галактике идет поток газа.

Существующая сегодня теория предполагает, что Вселенная на различных уровнях характеризуется структурностью — от ядер атомов до сверхскоплений галактик. Для Вселенной характерна ячеистая структура, которую можно видеть на специально обработанных фотографиях: при разнообразии ячеек в больших масштабах ее различные части выглядят сходным образом. В небольших масштабах вещество

распределено неравномерно, но в масштабах сверхскоплений галактик вещество распределено практически равномерно. Следовательно, Вселенную можно считать однородной и изотропной.

На заключительном этапе урока учащимся важно предложить обсуждение вопросов 2, 3, 5, 6 к § 26 учебника, а также следующие задания.

1. Классификацию галактик Хаббла часто называют камертонной. Поясните причину такого названия.

2. Определите, какой промежуток времени требуется свету, чтобы пересечь Большое и Малое Магеллановы Облака в поперечнике.

Домашнее задание. § 26 (без закона Хаббла); упражнение 21 (1, 5).

Темы проектов

1. Исследования квазаров.
2. Исследование радиогалактик.
3. Открытие сейфертовских галактик.

Интернет-ресурсы

http://vsya-vselennaya.ru/video.html — Квазар.

http://ligis.ru/astro_foto/The_Extragalactic_Universe/Elliptical_galaxies/ELLIPTICAL_GALAXIES.HTM — Галактики.

http://astrolabia.ru/publ/6-1-0-8 — Черные дыры.

http://www.wariantfree.ru/index.php — Галактики.

http://www.sai.msu.su/ng/galaxy_universe/local_group.html — Наша Галактика и ее ближайшее окружение.

http://www.sai.msu.su/ng/galaxy_universe/photo_galaxy.html — Фотографии галактик.

Урок 32. Космология начала XX в.

Цели урока

Личностные: высказывать собственную позицию относительно возможности характеристики стационарности Вселенной; участвовать в обсуждении, уважая позицию оппонентов.

Метапредметные: сравнивать различные позиции относительно процесса расширения Вселенной; оценивать границы применимости закона Хаббла и

степень точности получаемых с его помощью результатов; сопоставлять информацию из различных источников.

Предметные: формулировать основные постулаты общей теории относительности; определять характеристики стационарной Вселенной А. Эйнштейна; описывать основы для вывода А. А. Фридмана о нестационарности Вселенной; пояснять понятие «красное смещение» в спектрах галактик, используя для объяснения эффект Доплера, и его значение для подтверждения нестационарности Вселенной; характеризовать процесс однородного и изотропного расширения Вселенной; формулировать закон Хаббла.

Основной материал

«Красное смещение» в спектрах галактик. Закон Хаббла. Значение постоянной Хаббла. Элементы общей теории относительности А. Эйнштейна. Теория А. А. Фридмана о нестационарности Вселенной и ее подтверждение.

Методические акценты урока. Для активизации внимания учащихся в начале урока можно предложить выполнение следующих заданий.

1. Классифицируйте и охарактеризуйте каждый из объектов, представленных на рисунке 17.

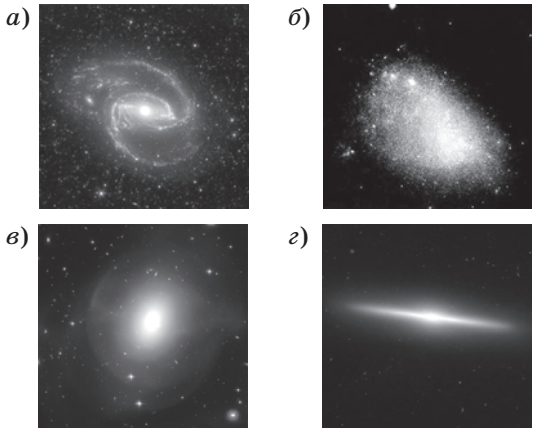


Рис. 17

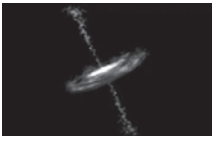
2. Внимательно рассмотрите изображение уникальной галактики Сомбреро (рис. 18). Она состоит из двух галактик. Опишите эти типы галактик.



Рис. 18

3. Используя рисунок 19, опишите процессы в галактиках, изображенные на нем.

а)



б)



Рис. 19

Последнее задание позволяет перейти к вопросу о том, какую информацию о галактиках необходимо еще получить и какими известными методами это может быть сделано. В ходе беседы учащиеся самостоятельно могут назвать ряд параметров, определение которых необходимо (расстояние до галактик; их масса), а также методы для их определения (спектральный метод, наблюдение цефеид и измерение параллакса для определения расстояния до галактик). Далее учащимся сообщается, что использование известных методов для определения расстояний до галактик возможно только для ближайших соседей Галактики — туманности Андромеды и Большого и Малого Магеллановых Облаков. Для других галактик методы неэффективны из-за их удаленности. Анализируя рисунок 6.12 учебника, совместно с учащимися рассматривается открытое Э. Хабблом смещение в спектрах подавляющего числа галактик к красной части. Объяснив «красное смещение» эффектом Доплера, формулируется закон Хаббла. На сегодняшний день полагают, что постоянная Хаббла

H находится в интервале от 50 до 100 (км/(с · Мпк)), следовательно, точность полученного результата может отличаться не более чем на один порядок. Кроме того, закон Хаббла нарушается как для наиболее близких, так и для наиболее удаленных объектов, например квазаров. В 1963 г. голландский астроном М. Шмидт доказал, что линии в спектрах квазаров сильно смещены в красную сторону. Принимая, что это «красное смещение» вызвано эффектом космологического «красного смещения», возникшего в результате удаления квазаров, расстояние до них определили по закону Хаббла. Так как в последнее время принято полагать, что источником излучения является аккреционный диск сверхмассивной черной дыры, находящейся в центре Галактики, наиболее вероятно, что «красное смещение» вызвано не удалением квазаров, а гравитационным красным смещением, которое было предсказано А. Эйнштейном при разработке общей теории относительности (ОТО). В таком случае методика определения расстояний до центров светимости квазаров обычным способом может давать совершенно недостоверные результаты.

Далее хорошо бы привести иллюстрацию зависимости скорости удаления галактик от расстояния до них (иллюстрацию можно найти в Интернете). Совместно с учащимися делается вывод о том, что Метагалактика нестационарна. При характеристике нестационарности важно обратить внимание на следующие аспекты:

— расстояние между нашей и другими галактиками, скоплениями и сверхскоплениями галактик непрерывно увеличивается;

— центр расширения отсутствует;

— Метагалактика эволюционирует;

— системы, подобные Солнечной, кратным системам звезд и даже отдельным галактикам, в расширении Метагалактики не участвуют (этому препятствуют силы тяготения между телами, входящими в систему).

В качестве доказательства указанного явления выступают не только наблюдения в различных диа-

пазонах электромагнитных волн, но и теоретические исследования, проведенные советским ученым А. А. Фридманом с опорой на теорию относительности А. Эйнштейна. Учитывая, что учащиеся не знакомы с основами общей теории относительности, важно на доступном для них уровне изложить истоки ее появления и основные положения.

В ньютоновской модели мира выполняются постулаты геометрии Евклида. Пространство неограниченно простирается во все стороны, время везде и всегда равномерно течет с одинаковой скоростью. Все тела в мире связаны силами взаимного тяготения. Вселенная однородна. В теории Ньютона невозможно вычислить силу тяготения всех тел Вселенной, так как она является суммой всех сил, действующих со стороны всех тел. Невозможно и объяснить, почему равномерно заполненное звездами пространство темное.

Данные противоречия (фотометрический и гравитационный парадоксы) характеризуют только значительные масштабы. Общая теория относительности снимает гравитационный парадокс, так как в ней вычисляются ускорения тел относительно друг друга, а суммарное действие удаленных тел приравнивается к нулю. В ее основе лежат два постулата (предельность скорости света во всех системах отсчета и движение всех тел с одинаковым ускорением независимо от массы в гравитационном поле). А. Эйнштейн предположил, что силы тяготения имеют ту же природу, что и силы инерции. Наличие гравитационной массы приводит к изменению свойств четырехмерного пространства — искривлению. Движение тел, наблюдаемое нами, — это проекция четырехмерного пространства на трехмерное пространство и на ось времени. При этом возникают искажения. Аналогией выступает географическая карта, на которой в проекции Меркатора меридианы и параллели изображаются прямыми линиями, а масштаб является переменным. При проведении на глобусе большого круга (прямая на плоскости), на карте Меркатора наша траектория — кривая линия и движение по ней будет ускоренным. Общая теория относительности (ОТО)

предсказывает гравитационные волны, искривление луча света в поле тяготения. ОТО необходима для расчета межпланетных перелетов.

Представив общую характеристику ОТО, необходимо перейти к модели А. А. Фридмана, подчеркнув, что советский физик установил: из уравнений общей теории относительности следует нестационарность Вселенной. Она должна расширяться или сжиматься, при этом объекты удаляются или приближаются к наблюдателю с тем большей скоростью, чем дальше они расположены. Для анализа космологической модели А. А. Фридмана учащимся предлагается следующее задание по работе с учебником.

Теоретическое доказательство нестационарности Вселенной.

1) Изобразите графически выбранные для исследования области пространства. Укажите, каким характеристикам они отвечают.

2) Поясните, почему объемы и площади элементов слоя в противоположных от галактики *A* направлениях пропорциональны квадратам расстояний от галактики до поверхности слоя.

3) На основе какого критерия сделан вывод о пропорциональности масс квадратам расстояния?

4) Аналитически докажите, используя предыдущие соотношения и закон всемирного тяготения, что силы, с которыми массы притягивают галактику *A*, равны по абсолютной величине и направлены в противоположные стороны.

5) Запишите выражение для ускорения галактики по отношению к галактике, расположенной в его центре. Поясните, какие выводы можно сделать из приведенного соотношения.

Проанализировав итоги выполнения задания, важно подчеркнуть, что ОТО позволяет интерпретировать постоянную Хаббла как величину, обратную промежутку времени, прошедшего с момента возникновения Вселенной. Используя рисунок 6.27 учебника, необходимо проанализировать закон Хаббла. Итогом являются следующие выводы.

1. Вселенная нестабильна, нестационарна.

2. Оценка возраста Вселенной определяется приблизительно, но имеет теоретическое обоснование.

3. Наблюдаемое «красное смещение» в спектрах галактик — свойство далеких галактик, полезное для определения расстояний до них с помощью закона Хаббла.

Для осознанного использования закона Хаббла в конце урока важно разобрать задания № 2—4 из упражнения 21 учебника, а также предложить учащимся следующее задание.

В ньютоновской модели мира невозможно объяснить, почему равномерно заполненное звездами пространство — темное, что получило название «фотометрический парадокс». Поясните, как, используя открытие «красного смещения», «снять» фотометрический парадокс.

Домашнее задание. § 26 (закон Хаббла, «красное смещение»), 27 (без основ современной космологии); практические задания.

1. В галактике с «красным смещением» в спектре, соответствующем скорости удаления 10^4 км/с, вспыхнула сверхновая звезда, видимая звездная величина которой равна $+18^m$. Какие параметры вы можете определить для галактики по данным сведениям?

2. Определите период обращения Солнца вокруг центра масс Галактики, зная, что орбитальная скорость Солнца 230 км/с, а его расстояние до центра масс Галактики составляет 7200 пк. Поясните, есть ли необходимость учитывать для нашей Галактики процессы, связанные с расширением Вселенной.

Темы проектов

1. А. А. Фридман и его работы в области космологии.

2. Значение работ Э. Хаббла для современной астрономии.

3. Каталог Мессье: история создания и особенности содержания.

Интернет-ресурсы

http://spacegid.com/zakon-habbla.html — Закон Хаббла.

Урок 33. Основы современной космологии

Цели урока

Личностные: высказывать собственную позицию относительно теории антитяготения и направлений поисков темной энергии.

Метапредметные: приводить доказательства ускорения расширения Вселенной; анализировать процесс формирования галактик и звезд.

Предметные: формулировать смысл гипотезы Г. А. Гамова о горячем начале Вселенной, обосновывать ее справедливость и приводить подтверждение; характеризовать понятие «реликтовое излучение»; описывать общие положения теории Большого взрыва; характеризовать процесс образования химических элементов; описывать научные гипотезы существования темной энергии и явления антитяготения.

Основной материал

Научные факты, свидетельствующие о различных этапах эволюционного процесса во Вселенной. Темная энергия и ее характеристики. Современная космологическая модель возникновения и развития Вселенной с опорой на гипотезу Г. А. Гамова, обнаруженное реликтовое излучение.

Методические акценты урока. В начале урока для активизации внимания учащихся важно предложить ряд следующих заданий.

1. Рассмотрите графическую интерпретацию эффекта Доплера (рис. 20). Используя рисунок, дайте словесное описание данного явления.

2. Определите, сколько лет идет к нам свет от галактики, скорость удаления которой $5 \cdot 10^4$ км/с.

3. Используя воздушный шарик и маркер, покажите, как будет меняться расстояние между точками, нанесенными на поверхность шарика и расположенными близко и далеко друг от друга, если шарик надувать. Моделью какого процесса выступает данная система шарика с нанесенными точками?

4. Поясните, какой смысл имеет каждая из величин, входящих в закон Хаббла.

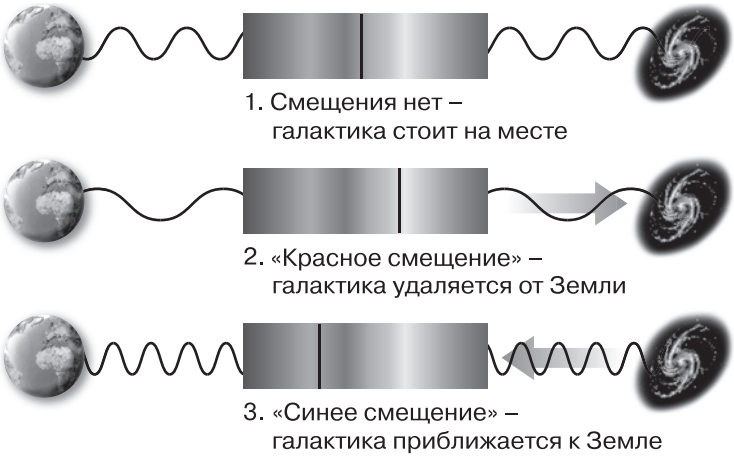


Рис. 20

Последнее задание переводит внимание учащихся в плоскость содержания занятия. В процессе обсуждения необходимо подвести учащихся к выводу о том, что в более раннюю эпоху по сравнению с нынешней галактики должны были находиться гораздо ближе. Следовательно, теория определяет, что в некоторый момент времени во Вселенной не существовало ни галактик, ни звезд, ни других наблюдаемых сейчас объектов. Важно сделать вывод о необходимости построения сценария возникновения Вселенной — качественного анализа возможных следствий принятых исходных положений и сравнение их с наблюдаемыми явлениями. Учащимся предлагается самостоятельно, используя материал § 27 учебника, заполнить таблицу.

Основание для разработки сценария	**Автор(ы) открытия/теории**	**Содержание открытия/теории**	**Подтверждение открытия/теории**
Гипотеза «горячей Вселенной»	Г. А. Гамов		
Открытие реликтового излучения	А. Пензиас, Р. Вильсон		

Окончание табл.

Основание для разработки сценария	Автор(ы) открытия/теории	Содержание открытия/теории	Подтверждение открытия/теории
Исследование крупномасштабной структуры Вселенной	Я. Б. Зельдович		
Физические свойства вакуума	Э. Б. Глинер		
Лямбда-член в уравнениях ОТО	А. Эйнштейн		

При обсуждении результатов выполнения учащимися задания необходимо акцентировать внимание на том, что открытые в земных условиях законы физики используются для исследования Вселенной. Не исключено, что в процессе исследования Вселенной будут открыты неизвестные новые явления и типы космических объектов. Среди них — темная энергия. Совместно с учащимися анализируется рисунок 6.28 учебника, на котором представлены кривые, отражающие теоретические и практические данные о связи «красного смещения» и расстояний до звезд. Темная энергия, обладающая антигравитационными свойствами, — главная причина расширения Вселенной. Она составляет 74% Вселенной. После анализа темной энергии как нового вида материи анализируются некоторые ее предполагаемые свойства:

— равномерно распределена по Вселенной, в отличие от обычного вещества и других форм темной материи. В галактиках и скоплениях галактик ее столько же, сколько вне их. Главные кандидаты на роль темной энергии — вакуум и гипотетическое сверхслабое поле;

— испытывает антигравитацию (за счет ее присутствия темп расширения Вселенной растет). Тем-

ная энергия как бы расталкивает саму себя, ускоряя при этом и разбегание обычной материи, собранной в галактиках;

— обладает отрицательным давлением, благодаря которому в веществе возникает сила, препятствующая его растяжению. Аналогией отрицательного давления темной энергии служит оболочка воздушного шарика: каждый квадратный сантиметр растянут и стремится сжаться. Появись где-нибудь в оболочке разрыв, она немедленно бы стянулась. Но пока разрыва нет, отрицательное натяжение равномерно распределено по всей поверхности. Причем, если шарик надувать, резина будет становиться тоньше, а запасенная в ее натяжении энергия будет расти. Сходным образом ведет себя при расширении Вселенной плотность вещества и темной энергии.

Обобщая рассмотренные научные факты, свидетельствующие о различных этапах эволюционного процесса во Вселенной, важно совместно с учащимися конкретизировать наиболее распространенную в современной науке модель возникновения и развития Вселенной. Анализируя графическую интерпретацию данного процесса (представленную на цветной вклейке учебника В. А. Касьянова «Физика. Углубленный уровень. 11 класс»), учащиеся заполняют таблицу.

Время с момента возникновения Вселенной	**Температура Вселенной, К**	**Характеристика Вселенной**

После окончания обсуждения результаты заполнения данной таблицы могут быть приблизительно следующими.

Время с момента возникновения Вселенной	**Температура Вселенной, К**	**Характеристика Вселенной**
10^{-43} с	10^{32}	После Большого взрыва существует физический вакуум, все взаимодействия неразли-

Продолжение табл.

Время с момента возникновения Вселенной	Температура Вселенной, К	Характеристика Вселенной
		чимы; плотность вещества 10^{97} кг/м^3
10^{-43}—10^{-12} с	До 10^{15}	Фазовый переход: гравитационное взаимодействие становится независимым, существует единое электрослабое взаимодействие; далее отделяется сильное взаимодействие, Вселенная расширяется; разделяется электромагнитное и электрослабое взаимодействие
10^{-12}—10^{-6} с	До 10^{13}	Вселенную заполняет смесь кварков—антикварков, лептонов—антилептонов
10^{-6}—10^{-4} с	До 10^{12}	Возникновение адронов—антиадронов, существование лептонов—антилептонов, переносчики всех видов взаимодействия
10^{-4}—1 с	До 10^{10}	Реакции аннигиляции и рождение пар частица—античастица
1—100 с	До 10^{9}	Антивещество практически полностью аннигилировало, вещество представлено нуклонами, электронами, излучение — фотонами и нейтрино; возникновение нуклеосинтеза
100 с — 15 мин — 350 тыс. лет — 1 млрд лет	3000	75% — ядра водорода и 25% — ядра гелия; свободных нейтронов для синтеза тяжелых изотопов не осталось. Возникновение реликтового излучения; процессы рекомбинации преобладают над процессами ионизации,

Окончание табл.

Время с момента возникновения Вселенной	Температура Вселенной, К	Характеристика Вселенной
		вещество переходит в газообразное состояние, Вселенная непрозрачна
1 млрд лет — настоящее время	15	Вселенная прозрачна для теплового излучения, излучение перестает взаимодействовать с веществом, изотропно распространяясь во всех направлениях
Будущее — 5—20 млрд лет		В Солнечной системе Солнце превратится в красный гигант, а затем в белый карлик; Галактика столкнется с туманностью Андромеды
10^{20} лет		Время жизни звезд начнет сокращаться из-за роста в них тяжелых элементов; Галактика разрушится
10^{100} лет		Распадутся протоны, испарятся черные дыры галактического масштаба

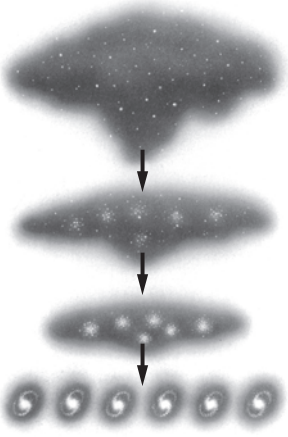


Рис. 21

Для создания полноты картины возникновения Вселенной важно вернуться в контексте данного сценария к процессу образования галактик и планетных систем на примере Солнечной системы, предложив учащимся следующие задания.

1. Используя рисунок 21, поясните процесс образования сверхскоплений галактик.

2. Используя рисунок 22, поясните процесс образования различных типов галактик.

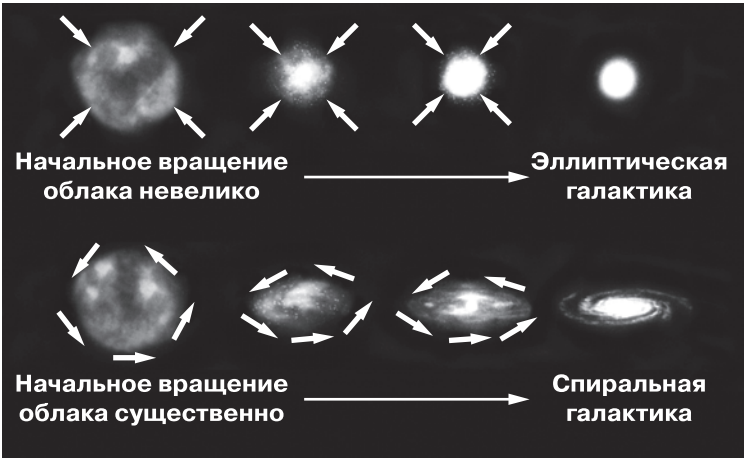


Рис. 22

3. Используя представленную схему (рис. 23), поясните процесс возникновения звезд.

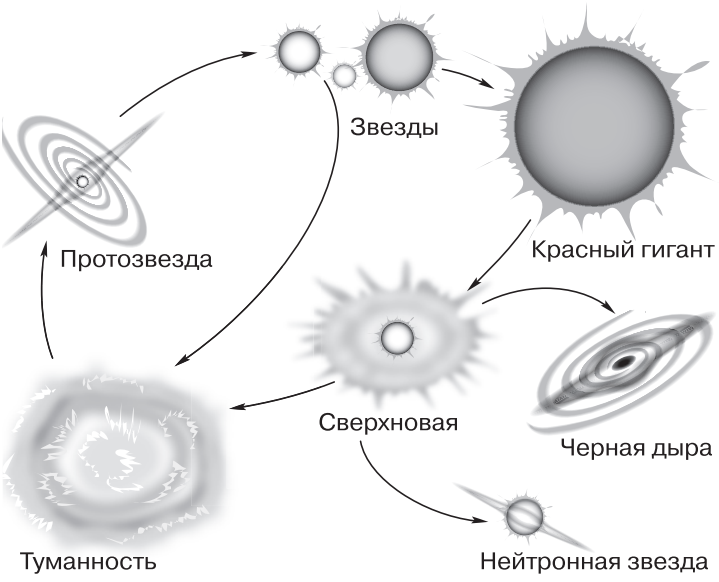


Рис. 23

Домашнее задание. § 27; практическое задание.

Сравните прошлые представления о строении Вселенной в геоцентрической и гелиоцентрической системах мира с современными.

Темы проектов

1. Научная деятельность Г. А. Гамова.

2. Нобелевские премии по физике за работы в области космологии.

Интернет-ресурсы

http://physics.kgsu.ru/astronomia/NV/Evaluz%20vselennoy.htm — Эволюция Вселенной.

http://www.sai.msu.su/ng/galaxy_universe/other_galaxes.html — Распределение галактик в пространстве. Структура и эволюция Вселенной

https://www.youtube.com/watch?v=TxvlFZK0sTs — Состав и эволюция Вселенной.

https://www.youtube.com/watch?v=UdDfn2VjC7Q — История Вселенной за 10 минут.

Жизнь и разум во Вселенной (2 ч)

Уроки 34—35. Урок-конференция «Одиноки ли мы во Вселенной?»

Цели уроков

Личностные: участвовать в дискуссии по проблеме существования внеземной жизни во Вселенной; формулировать собственное мнение относительно проблемы существования жизни вне Земли; аргументировать собственную позицию относительно значимости поиска разума во Вселенной; доказывать собственную позицию относительно возможностей космонавтики и радиоастрономии для связи с другими цивилизациями; проявлять готовность к принятию иной точки зрения, уважительно относиться к мнению оппонентов в ходе обсуждения спорных проблем относительно поиска жизни во Вселенной.

Метапредметные: характеризовать средства современной науки в целом и ее различных областей (астрономии, химии, физики, биологии, географии),

позволяющие осуществлять поиск жизни на других планетах Солнечной системы и экзопланетах; использовать знания из области химии для объяснения особенностей сложных органических соединений.

Предметные: использовать знания о методах исследования в астрономии; характеризовать современное состояние проблемы существования жизни во Вселенной, условия, необходимые для развития жизни.

Основной материал

Ранние идеи существования внеземного разума. Представление идей внеземного разума в работах ученых, философов и писателей-фантастов. Биологическое содержание термина «жизнь» и свойства живого. Биологические теории возникновения жизни. Уникальность условий Земли для зарождения и развития жизни. Методы поиска планет, населенных разумной жизнью. Радиотехнические методы поиска сигналов разумных существ. Перспективы развития идей о внеземном разуме и заселении других планет.

Методические акценты урока. В рамках определенной темы урока его цели в большей мере ориентированы на систематизацию и комплексное применение знаний из всего курса астрономии, а также смежных дисциплин. Ход урока можно представить как дискуссию двух групп — поддерживающих идею поиска внеземных цивилизаций и считающих нецелесообразным осуществлять этот поиск. В структуре конференции важно выделить три этапа: вводный (общие характеристики проблемы внеземных форм жизни и разума); основной (научные основы поиска жизни во Вселенной); заключительный (перспективы развития идей о внеземных цивилизациях).

На вводном этапе конференции важно сделать следующие акценты.

1. Объективность оснований для поиска внеземных цивилизаций — материальное единство Вселенной и возможность ее познания, эволюция материи как ее свойство; типичность Солнца как звезды.

2. Необходимость разделения двух понятий: поиск внеземных форм жизни и поиск внеземных цивилизаций как общества разумных существ на других планетах.

3. Существование идей о множественности миров с глубокой древности, представленные в религиозных и философских работах.

Далее рассматриваются основные идеи представлений о внеземных цивилизациях в работах крупных мыслителей (сообщения *групп 1* и *2*: «Идеи множественности миров в работах Дж. Бруно», «Идеи существования внеземного разума в работах философов-космистов»). Учитывая, что учащимся достаточно сложно осмыслить и ознакомиться с работами ученых-философов, важно после выступления групп резюмировать их сообщения.

Русский космизм — учение о неразрывном единстве человека, Земли, космоса, о космической природе человека и его безграничных возможностях по освоению космоса, возникшее в начале XX в. в Западной Европе, но наибольшее распространение получившее в России. Причина — особенности развития русской философии, стремившейся представить человека не атомарным существом, а личностью, обладающей всем богатством индивидуальности и вместе с тем неразрывно связанной со всеобщим. Источником возникновения явились религия (нравственные постулаты христианства, идея о братстве всех людей, о единстве человека и Бога), естественно-научные предпосылки (помощь человеку оказывается благодаря опоре на человеческий разум, науку, технику), исторические корни (национальные особенности — теоретическое и духовное единство, идея русской соборности, единения).

В работах В. С. Соловьева, Н. А. Умова, К. Э. Циолковского, В. И. Вернадского, П. А. Флоренского, А. Л. Чижевского были подняты проблемы единства человека с космосом, космической природы человека и масштабов его деятельности. Концепции космизма во многом опирались на эволюционные воззрения. В русском космизме представлены две тенденции: космизм, опирающийся на фантастику, или

теологию, и космизм, связанный с прогрессом естествознания.

В «Космической философии» К. Э. Циолковского — научно-технические проекты освоения других планет, так как, согласно идее мыслителя, Космос заполнен различными формами жизни, а вся материя наделена свойствами чувствительности и одушевленности: в высокообразованном существе атомы мыслят, в неорганической сфере спят, ожидая своего часа. На этом каркасе он выстроил космическую философию: земная жизнь и разум не единственные в космосе; Вселенная безгранична, а жизнь гораздо совершеннее; с течением времени будет образован союз всех разумных высших существ. Земле отводится особая роль, так как она относится к лучшим плодам, которым было дано право самостоятельного развития. Личная задача К. Э. Циолковского — в помощи землянам в расселении. Ракеты — не самоцель, а метод проникновения в глубины космоса: со временем человечество станет разумным животным-растением, перерабатывая энергию.

Логичным продолжением является представление сообщения учащихся (сообщение *группы 3* «Проблема внеземного разума в научно-фантастической литературе») о предполагаемых формах проявления контактов с внеземным разумом. Основным итогом данного выступления необходимо сделать мысль о необходимости нравственного анализа людьми собственной жизни, вдумчивого и бережного отношения к окружающему миру, ответственности за собственные поступки.

Следующий этап конференции включает вопросы межпредметного плана, характеризующие связь астрономии и биологии.

Используя знания из общей биологии, сформулировать биологическое понимание термина «жизнь» и перечислить основные свойства живого.

Кратко обобщить сведения учащихся о существующих гипотезах происхождения жизни на Земле, лишь упомянув креационизм, самопроизвольное зарождение жизни и теорию стационарного состоя-

ния, несколько более подробно коснуться панспермии и биохимической эволюции.

В рамках гипотезы панспермии существуют факты, поддерживающие данную теорию: данные спектрального анализа подтверждают наличие в плотных молекулярных облаках нашей Галактики нескольких классов типичных органических соединений, являющихся исходным материалом, из которого образуются аминокислоты и азотистые основания; аминокислоты обнаружены в некоторых метеоритах; в лабораторных исследованиях доказана высокая устойчивость спор и семян растений к неблагоприятным воздействиям.

В основе теории биохимической эволюции, предложенной независимо двумя учеными — советским химиком А. И. Опариным и английским биологом Дж. Б. С. Холдейном, предположение: на ранних этапах развития Земли существовал продолжительный период, в течение которого абиогенным путем образовывались органические соединения. Источником для них служило ультрафиолетовое излучение Солнца, которое не задерживалось озоном, отсутствовавшим в атмосфере древней Земли. Синтезированные органические соединения в течение десятков миллионов лет накапливались в древнем океане, образуя «первичный бульон», в котором возникла жизнь в виде примитивных организмов — пробионтов. Сформулированная позже теория биопоэза включает три основные стадии возникновения жизни (абиогенное возникновение органических мономеров, образование биологических полимеров, формирование мембранных структур и первичных организмов). Данная теория подтверждается рядом фактов: в 1953 г. осуществлен эксперимент, в котором смоделированы условия, существовавшие на Земле 4 млрд лет назад, и в сконструированной установке получены органические соединения.

Сегодня самозарождение жизни невозможно: в условиях кислородной атмосферы Земли органические соединения быстро разрушаются, а существующее огромное количество гетеротрофных организ-

мов используют любое скопление органических веществ для своего питания.

Последнее положение позволяет перейти к следующему элементу основного этапа конференции — конкретизации уникальности астрофизических условий, в которых зарождалась, развивалась и развивается Земля, в которых сегодня существует биологическая жизнь на планете.

Важно представить сообщение о поиске экзопланет в других звездных системах (сообщение *группы 4* «Методы поиска экзопланет»). По итогам выступления учащихся важно акцентировать их внимание на том, что методы поиска экзопланет ранее рассматривались в теме «Переменные и нестационарные звезды», где в рамках рассмотрения значения переменных и нестационарных звезд для науки указывалось на обнаружение планет и планетных систем. В рамках текущего урока важно опираться на весь комплекс знаний и навыков учащихся, обобщив методы поиска экзопланет в виде таблицы.

Метод	**Принцип метода**
Регистрации изображений	Получение прямого изображения экзопланеты через регистрацию ее излучения (собственного или отраженного света звезды)
Астрометрический метод	Поиск периодических колебаний положения звезды в плоскости небесной сферы, вызванных ее обращением вокруг центра масс планетной системы
Метод лучевых скоростей	Поиск периодических колебаний лучевой скорости звезды, вызванных ее обращением вокруг центра масс планетной системы
Фотометрия прохождений	Регистрация кратковременного уменьшения блеска звезды при прохождении планеты на фоне звездного диска
Хронометраж	Наблюдение регулярных отклонений в моментах прихода периодических сигналов, вызванных изменением

Окончание табл.

Метод	Принцип метода
	расстояния до их источника, совершающего орбитальное движение
Гравитационное линзирование	Наблюдение неоднократного усиления блеска звезды при прохождении ее лучей вблизи массивной планеты

В ходе раскрытия учащимися данного аспекта важно подчеркнуть, что с декабря 2007 г. ведутся наблюдения на европейском спутнике «COROT», телескоп которого оснащен чувствительным фотометром и осуществляет поиск планет методом прохождений. В 2009 г. на гелиоцентрическую орбиту выведен спутник «Кеплер», способный непрерывно измерять блеск более 100 тыс. звезд. К концу 2010 г. в каталоге экзопланет содержалось уже около 500 объектов, претендующих на название «планета». Почти все они — ближайшие галактические соседи. В рамках проекта «Озма» 1960 г. от ближайшей из открытых экзопланет (возле звезды ε Эридан) ученые пытались поймать сигнал внеземных цивилизаций. Вторым объектом поиска была звезда τ Кита, но у нее планеты пока не найдено. Основную проблему составляет поиск планет земного типа, в то время как регистрировать планеты, подобные горячим Юпитерам, значительно легче и в числе открытых планет они преобладают.

Логичным переходом на данном этапе является рассмотрение вопроса о направлениях научного поиска внеземных цивилизаций — путем исследования радиоизлучений из космоса на различных частотах с целью поиска сигналов искусственного происхождения, посланных обитателями других миров, а также поиском органических веществ и различных форм жизни с использованием космических аппаратов. В рамках первого направления представляется сообщение *группы 5* «История радиопосланий землян» и *группы 6* «История поиска радиосигналов разумных цивилизаций».

На заключительном этапе важно обратить внимание учащихся на то, что в 1960 г. профессор астрономии и астрофизики калифорнийского университета Санта-Круз Фрэнк Дональд Дрейк предложил формулу (уравнение Дрейка) оценки числа цивилизаций в нашей Галактике, с которыми человечество могло бы вступить в контакт. Дрейк оценил вероятность установления контакта с иной цивилизацией как десять шансов из ста. Большинство астрономов склоняются к среднему параметру, возникающему из «канонического» вида уравнения Дрейка при подстановке самых современных данных, полученных космическим телескопом «Хаббл». Такие взвешенные оценки показывают, что жизнь теоретически может существовать на сотнях тысяч небесных тел. Далее предлагается сообщение *группы 7* «Методы теоретической оценки возможности обнаружения внеземных цивилизаций на современном этапе развития землян».

Значимым является представление учащимися сообщения о проектах, направленных на сохранение земных форм жизни в будущем с учетом естественной эволюции Солнца (сообщение *группы 8* «Проекты переселения на другие планеты»).

В завершение занятия необходимо предоставить учащимся возможность высказать свою позицию относительно темы конференции.

Если останется время, можно в завершение конференции предложить учащимся выполнить задания.

1. В 1974 г. было отправлено в сторону шарового скопления в созвездии Геркулеса (расстояние 7000 пк) радиопослание нашим братьям по разуму. Когда земляне, в лучшем случае, получат ответ?

2. Опираясь на знания из области астрономии и биологии, а также на знания, полученные в ходе занятия, сформулируйте доводы в пользу и против существования жизни и разума во Вселенной.

3. Охарактеризуйте условия, соответствующие требованиям к зарождению жизни, существующие на одной из планет-спутников в Солнечной системе — Европе.

Также, учитывая, что учащиеся уже владеют данными знаниями, обладают навыками характеристики астрофизических параметров планеты, можно предложить им в нескольких группах параллельно выполнить следующие задания.

1. Перечислите астрономические условия, уникальные для Земли как планеты Солнечной системы, позволившие возникнуть и развиться органической жизни.

2. Какие планеты в Солнечной системе могли обладать органической жизнью и при каких условиях?

При выполнении задания используйте знания, полученные ранее в курсе астрономии, а также данные учебника (с. 211—212).

Интернет-ресурсы

http://www.e-reading.club/bookreader.php/65742/Shklovskiy_-_Vselennaya,_zhizn,_razum.html — Вселенная. Жизнь. Разум.

https://www.youtube.com/watch?v=u6mSrU6ldJ8 — Возникновение жизни на Земле.

https://www.youtube.com/watch?v=2xrG0d2tQsE — Биография планеты.

Приложение

Литература для учителя

Иванов В. В., Кривов А. В., Денисенко П. А. Парадоксальная Вселенная. 175 задач по астрономии. — СПб.: 1997.

Пшеничнер Б. Г., Войнов С. С. Внеурочная работа по астрономии: кн. для учителя. — М.: Просвещение, 1989.

Сурдин В. Г. Астрономические олимпиады: Задачи с решениями. — М.: МГУ, 1995.

Шевченко М. Ю., Угольников О. С. Школьный астрономический календарь на 2016/17 учеб. год. — Вып. 67: пособие для любителей астрономии. — М.: ОАО «Планетарий», 2016.

Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. — М.: Наука, 1984.

Касьянов В. А. Физика. Углубленный уровень. 11 класс. — М.: Дрофа, 2016.

Литература для учащихся

Белонучкин В. Е. Кеплер, Ньютон и все-все-все... — Вып. 78. — М.: Изд-во «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1990. — (Квант).

Галактики / ред.-сост. В. Г. Сурдин. — М.: Физматлит, 2013.

Гамов Г. Приключения мистера Томпкинса. — Вып. 85. — М.: Бюро Квантум, 1993. — (Квант).

Горелик Г. Е. Новые слова науки — от маятника Галилея до квантовой гравитации. — Вып. 127. Приложение к журналу «Квант», № 3. — М.: Изд-во МЦНМО, 2013. — (Квант).

Дубкова С. И. Истории астрономии. — М.: Белый город, 2002.

Максимачев Б. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах: Ориентирование по небу. — М.: Наука, 1978.

Сурдин В. Г. Галактики. — М.: Физматлит, 2013.

Сурдин В. Г. Разведка далеких планет. — М.: Физматлит, 2013.

Хокинг С. Краткая история времени. — СПб.: Амфора, 2001.

Хокинг С. Мир в ореховой скорлупе. — СПб.: Амфора, 2002.

Интернет-ресурсы

Астрофизический портал. Новости астрономии. http://www.afportal.ru/astro

Вокруг света. http://www.vokrugsveta.ru

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии. http://www.astroolymp.ru

Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга, МГУ. http://www.sai.msu.ru

Интерактивный гид в мире космоса. http://spacegid.com

МКС онлайн. http://mks-onlain.ru

Обсерватория СибГАУ. http://sky.sibsau.ru/index.php/astronomicheskie-sajty

Общероссийский астрономический портал. http://астрономия.рф

Репозиторий Вселенной. http://space-my.ru

Российская астрономическая сеть. http://www.astronet.ru

Сезоны года. Вселенная, планеты и звезды. http://сезоны-года.рф/планеты%20и%20звезды.html

ФГБУН Институт астрономии РАН. http://www.inasan.ru

Элементы большой науки. Астрономия. http://elementy.ru/astronomy

Содержание

Предисловие 3
Поурочное планирование изучения учебного материала 6
Астрономия, ее значение и связь с другими науками 6
Урок 1. Что изучает астрономия 6
Урок 2. Наблюдения — основа астрономии . . 9
Практические основы астрономии 14
Урок 3. Звезды и созвездия. Небесные координаты. Звездные карты 14
Урок 4. Видимое движение звезд на различных географических широтах. 21
Урок 5. Годичное движение Солнца. Эклиптика 26
Урок 6. Движение и фазы Луны. Затмения Солнца и Луны 30
Урок 7. Время и календарь 35
Строение Солнечной системы 46
Урок 8. Развитие представлений о строении мира 46
Урок 9. Конфигурации планет. Синодический период 50
Урок 10. Законы движения планет Солнечной системы 56
Урок 11. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе 61
Урок 12. Практическая работа с планом Солнечной системы 67
Урок 13. Открытие и применение закона всемирного тяготения 72
Урок 14. Движение искусственных спутников и космических аппаратов (КА) в Солнечной системе 76

Природа тел Солнечной системы 86
Урок 15. Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение 86
Урок 16. Земля и Луна — двойная планета . . 91
Урок 17. Две группы планет 100
Урок 18. Природа планет земной группы 105
Урок 19.Урок-дискуссия «Парниковый эффект: польза или вред?» 110
Урок 20. Планеты гиганты, их спутники и кольца 114
Урок 21. Малые тела Солнечной системы (астероиды, карликовые планеты и кометы) 120
Урок 22. Метеоры, болиды, метеориты. 127

Солнце и звезды 135
Урок 23. Солнце: его состав и внутреннее строение 135
Урок 24. Солнечная активность и ее влияние на Землю 141
Урок 25. Физическая природа звезд 146
Урок 26. Переменные и нестационарные звезды 152
Урок 27. Эволюция звезд 157
Урок 28. Проверочная работа «Солнце и Солнечная система» 164

Строение и эволюция Вселенной. 171
Урок 29. Наша Галактика 171
Урок 30. Наша Галактика 179
Урок 31. Другие звездные системы — галактики 185
Урок 32. Космология начала XX в. 192
Урок 33. Основы современной космологии. . . 199

Жизнь и разум во Вселенной 206
Уроки 34—35. Урок-конференция «Одиноки ли мы во Вселенной?» 206

Приложение 215