



Учебно-методическое обеспечение предмета «Астрономия» в школе

2017

Об организации изучения учебного предмета «Астрономия»

Руководителям органов исполнительной власти субъектов РФ, осуществляющих государственное управление в сфере образования:

- Письмо Минобрнауки России от 20.06.2017. № ТС-194/08 «Об организации изучения учебного предмета «Астрономия»
- Методические рекомендации по введению изучения учебного предмета «Астрономия» как обязательного для изучения на уровне среднего общего образования.
- Приказ Минобрнауки России от 07.06.2017 г. № 506 «О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования, утверждённый приказом Министерства образования Российской Федерации от 5 марта 2004 г. № 1089»



КУРС АСТРОНОМИИ

Письмо Министерства образования и науки РФ от 20.06.2017 г.

«Изучение учебного предмета «Астрономия» как обязательного в общеобразовательных организациях Российской Федерации вводится с 2017/2018 учебного года по мере создания в образовательных организациях соответствующих условий.»

«Объём часов...должен составлять не менее 35 часов за два года обучения»

«Образовательная организация самостоятельно осуществляет перераспределение часов учебного плана в рамках нормативов учебной нагрузки...»

ЕГЭ не планируется, задания будут включены в КИМ по физике

С 2019 г. будут проведены ВПР по астрономии

КУРС АСТРОНОМИИ

Школьный курс астрономии призван способствовать формированию современной естественнонаучной картины мира, раскрывать развитие представлений о строении Вселенной как о длительном и сложном пути познания человечеством окружающей природы и своего места в ней.

Основная цель курса астрономии – сформировать целостное представление о строении и эволюции Вселенной, отражающее современную астрономическую картину мира.

Основными задачами изучения астрономии на уровне среднего общего образования являются:

- понимание роли астрономии для развития цивилизации, формировании научного мировоззрения, развитии космической деятельности человечества;
- понимание особенностей методов научного познания в астрономии;
- формирование представлений о месте Земли и Человечества во Вселенной;
- объяснение причин наблюдаемых астрономических явлений;
- формирование интереса к изучению астрономии и развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с астрономией.

Обязательный минимум содержания основных образовательных программ

Предмет астрономии

Роль астрономии в развитии цивилизации. Эволюция взглядов человека на Вселенную.

Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы. Особенности методов познания в астрономии. Практическое применение астрономических исследований. История развития отечественной космонавтики. Первый искусственный спутник Земли, полет Ю.А.Гагарина.

Достижения современной космонавтики.

Основы практической астрономии

НЕБЕСНАЯ СФЕРА. ОСОБЫЕ ТОЧКИ НЕБЕСНОЙ СФЕРЫ. НЕБЕСНЫЕ КООРДИНАТЫ.

Звездная карта, созвездия, использование компьютерных приложений для отображения звездного неба. Видимая звездная величина. Суточное движение светил. СВЯЗЬ ВИДИМОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА НЕБЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КООРДИНАТ НАБЛЮДАТЕЛЯ.

Движение Земли вокруг Солнца. Видимое движение и фазы Луны. Солнечные и лунные затмения. Время и календарь.

Законы движения небесных тел

Структура и масштабы Солнечной системы. Конфигурация и условия видимости планет. Методы определения расстояний до тел Солнечной системы и их размеров. НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА. ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС НЕБЕСНЫХ ТЕЛ. ДВИЖЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ.

Солнечная система

Происхождение Солнечной системы. Система Земля – Луна. Планеты земной группы.

Планеты-гиганты. Спутники и кольца планет. Малые тела Солнечной системы.

АСТЕРОИДНАЯ ОПАСНОСТЬ.



Методы астрономических исследований

Электромагнитное излучение, космические лучи и гравитационные волны как источник информации о природе и свойствах небесных тел. Наземные и космические телескопы, принцип их работы. Космические аппараты. Спектральный анализ. Эффект Доплера. ЗАКОН СМЕЩЕНИЯ ВИНА. ЗАКОН СТЕФАНА-БОЛЬЦМАНА.

Звезды

Звезды: основные физико-химические характеристики и их взаимная связь. Разнообразие звездных характеристик и их закономерности. Определение расстояния до звезд, параллакс. ДВОЙНЫЕ И КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ. Внесолнечные планеты. ПРОБЛЕМА СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ ВО ВСЕЛЕННОЙ. Внутреннее строение и источники энергии звезд. Происхождение химических элементов. ПЕРЕМЕННЫЕ И НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ЗВЕЗДЫ. КОРИЧНЕВЫЕ КАРЛИКИ. Эволюция звезд, ее этапы и конечные стадии.

Строение Солнца, солнечной атмосферы. Проявления солнечной активности: пятна, вспышки, протуберанцы. Число Вольфа. РОЛЬ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СОЛНЦЕ. Солнечно-земные связи.

Наша Галактика – Млечный Путь

Состав и структура Галактики. ЗВЕЗДНЫЕ СКОПЛЕНИЯ. Межзвездный газ и пыль. Вращение Галактики. ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ.

Галактики. Строение и эволюция Вселенной

Открытие других галактик. Многообразие галактик и их основные характеристики. Сверхмассивные черные дыры и активность галактик. Основы космологии. Красное смещение. Закон Хаббла. ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ. Большой Взрыв. Реликтовое излучение. ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ.



АСТРОНОМИЯ ВОЗВРАЩАЕТСЯ В ШКОЛУ.

С ЧЕГО НАЧАТЬ?



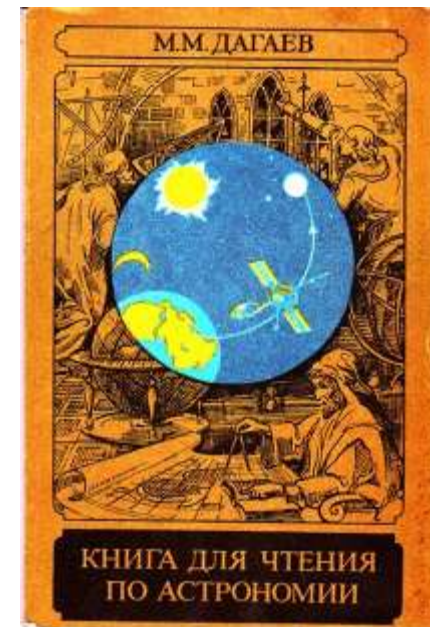
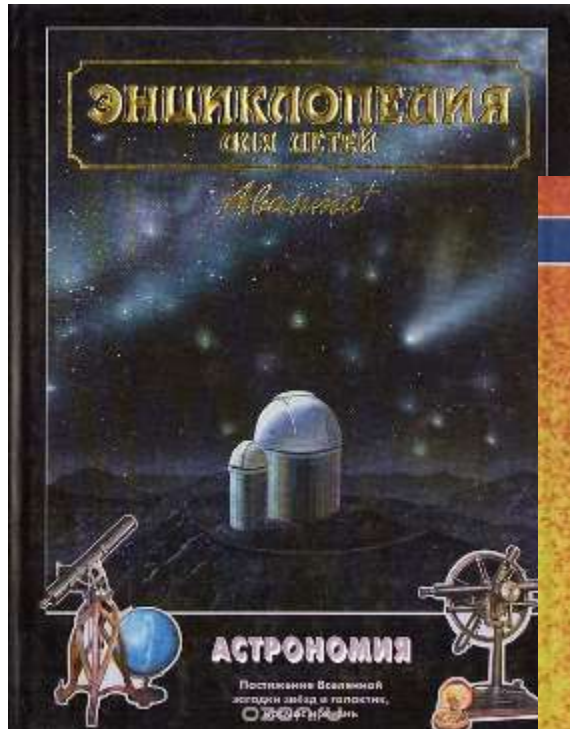
- Астрономия не исключалась из программы, но перестала быть обязательным предметом.
- Сохранилось многое из накопленного ранее опыта и появились новые направления и формы работы.
- Выходит достаточное количество научно-популярной литературы.
- Появились новые источники информации и ресурсы, которые можно и нужно использовать в работе преподавателя астрономии в школе.
- Появились не только новые формы работы, но и новые возможности их развивать.



С чего начинать?

Учебники + хорошая

научно-популярная литература



УЧЕБНИКИ



Интернет-ресурсы

- <http://www.astronet.ru/>
- <http://www.sai.msu.ru/> ГАИШ МГУ
- <http://www.izmiran.ru/> ИЗМИРАН
- <http://www.sai.msu.su/EAAS/> АстрО
- <http://www.myastronomy.ru/>
- <http://www.krugosvet.ru/> энциклопедия
- <http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/>
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ КОСМОНАВТИКИ

и другие

Планетарии

- Познавательные лекции и программы как дополнение к урокам
- Циклы учебных лекций, соответствующие учебной программе
- Выезд лектора в школу на урок или внеклассное мероприятие
- Мобильный планетарий – очень хороший образовательный ресурс по астрономии, но могут быть просто «кинопередвижки», показывающие фильмы на купол.



Любители астрономии

- Приобрели популярность акции «Тротуарная астрономия»
- Помощь в работе с телескопами и проведении наблюдений
- Помощь в работе астрономического кружка

Астрономический кружок

- Активизация познавательной деятельности не только на занятиях по астрономии, но и на других уроках
- Появляется актив из ребят, которые потом становятся помощниками учителя и на уроках, а также могут вести кружок для младших школьников



Астрономические олимпиады

- Всероссийская астрономическая олимпиада
- Московская астрономическая олимпиада
- Петербургская астрономическая олимпиада
- Астротурнир
- Астрономическая олимпиада для младших школьников «Малая Медведица»
- Региональные астрономические олимпиады



Летние школы

- Петербургская летняя астрошкола
- Пущинская школа юного астрофизика 2015
- Зимняя школа юного астронома ГАИШ МГУ, АстрО и фонда «Траектория»
- Летняя школа в Казани
- Астрофестиваль-2017 в Курской области



Астрономические и астрокосмические музеи

- Музей Краснопресненской обсерватории ГАИШ МГУ
- Музей истории космонавтики
- Школьные музеи космонавтики, например, музей в г. Щигры Курской области



Проектная деятельность

- Школьные научные конференции
- Региональные интеллектуальные конкурсы (научные чтения, конференции и т.д.)
- Публикация лучших работ в различных изданиях: «Физика для школьников», сборниках конференций и др.





ЧТО ТАКОЕ СОВРЕМЕННАЯ ИОС?

**С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА
СОВРЕМЕННАЯ ИОС – ЭТО:
ОТКРЫТАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ПОДСИСТЕМА)
НАПРАВЛЕННАЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ТВОРЧЕСКОЙ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО И СОЦИАЛЬНО РАЗВИТОЙ ЛИЧНОСТИ**

сформированная на основе:

- **разнообразных информационно-образовательных ресурсов;**
- **компьютерных средств обучения;**
- **современных средств коммуникации;**
- **педагогических технологий.**





ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

ОРГАНИЗАЦИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И РАБОТЫ В
ГРУППАХ СОТРУДНИЧЕСТВА

СОЗДАНИЕ СИТУАЦИИ
УСПЕШНОСТИ ДЛЯ
УЧАЩИХСЯ

ОРИЕНТАЦИЯ НА
САМООБРАЗОВАНИЕ

ВОЗМОЖНОСТЬ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО
ПОДХОДА

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ПОТЕНЦИАЛ
ИНФОРМАЦИОННО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
СРЕДЫ

СОЦИАЛИЗАЦИЯ
УЧАЩИХСЯ

ГИБКОСТЬ
ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
СТРУКТУРЫ
ОБУЧЕНИЯ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПСИХОЛОГО-
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО
СОПРОВОЖДЕНИЯ
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

ВОЗМОЖНОСТЬ
ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

РАЗНОУРОВНЕВОСТЬ
СОДЕРЖАНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
РЕСУРСА

УМК формируют основу предметной ИОС в соответствии с требованиями ФГОС



Требования к ИОС курса, в т.ч.
к **оснащению кабинета**

Требования к ИОС
предмета, класса.

Перечень ресурсов урока
(УМК, оборудование,
внешние ресурсы)



Алгоритмы выполнения работ с
применением ресурсов УМК, в т.ч.
оборудования, шаблоны для
фиксации результатов



Рабочая программа



Методическое
пособие



Учебник
в печатной и
электронной
форме –
ядро УМК



Рабочие
тетради



Пособия для
диагностики



Карты,
плакаты,
Проч.



Практикумы



Обучение технологиям
работы со всеми
компонентами УМК для
достижения заданного
результата

Основными задачами изучения астрономии на уровне среднего общего образования являются:

- понимание роли астрономии для развития цивилизации, формировании научного мировоззрения, развитии космической деятельности человечества;
- понимание особенностей методов научного познания в астрономии;
- формирование представлений о месте Земли и Человечества во Вселенной;
- объяснение причин наблюдаемых астрономических явлений;
- формирование интереса к изучению астрономии и развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с астрономией.

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПО АСТРОНОМИИ

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ ПО АСТРОНОМИИ**

**ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ
ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «АСТРОНОМИЯ»**

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ
ЧАСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «АСТРОНОМИЯ»**



Для учителя

Рабочие программы

- Планируемые результаты освоения учебного предмета, курса
- Содержание учебного предмета, курса
- Тематическое планирование с указанием количества часов на освоение каждой темы

Методические рекомендации

Рассматриваются особенности изложения отдельных тем и вопросов учебной программы, рассматривается методика проведения отдельных уроков, методы решения астрономических задач, организация астрономических наблюдений и т. д.



Учебник (учебное пособие) по астрономии + ЭФУ

- Учебники и учебные пособия должны полностью соответствовать учебной программе по астрономии
- Учебник (учебное пособие) выступает носителем определённого содержания астрономического образования и в определённой мере основным средством обеспечения его усвоения
- Учебник (при условии разработки полного комплекта составляющих УМК) должен иметь тенденцию к разгрузке его полифункциональности. В системе УМК функциональную нагрузку частично берут на себя отдельные средства обучения — справочники, хрестоматия, тетради для самостоятельных работ и др.

Требования к современному учебнику (учебному пособию):

- метапредметность
- современность
- ориентация на практическую деятельность
- способствовать достижению образовательных результатов



Учебно-методические комплексы по астрономии

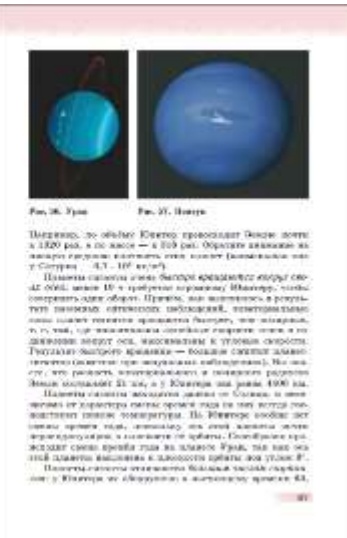
Авт. ЧАРУГИН В.М.



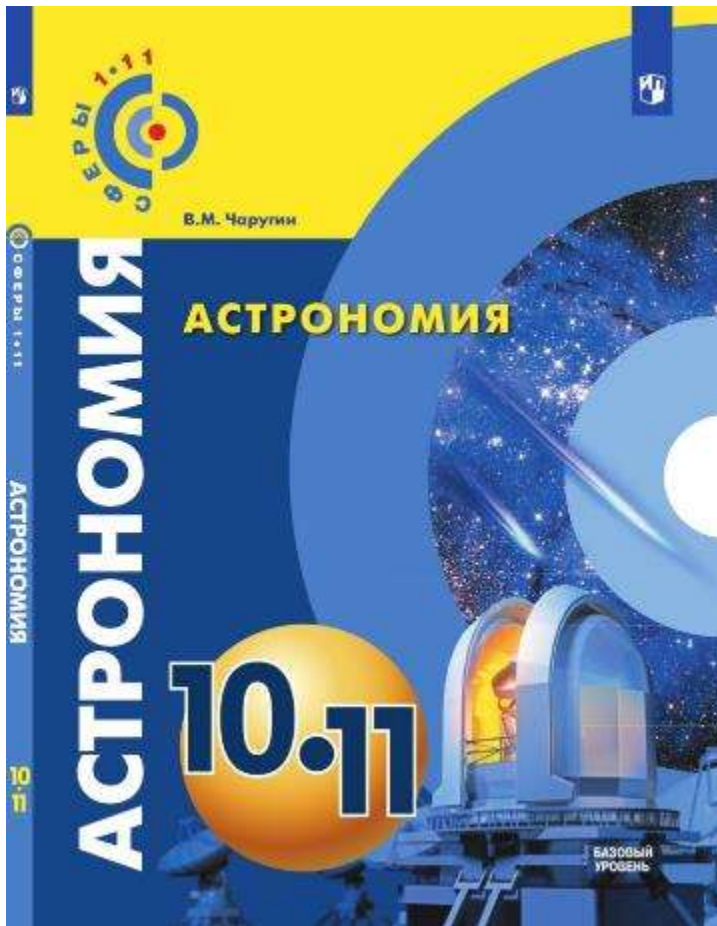
Авт. ЛЕВИТАН Е.П.

Е.П. Левитан
АСТРОНОМИЯ

11



СОВРЕМЕННЫЙ КУРС АСТРОНОМИИ ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ»



Чаругин В. М.

Астрономия

10-11 классы (базовый уровень)

Состав УМК:

- Учебник + ЭФУ
- Рабочие программы
- Поурочные методические рекомендации
- Тетрадь-тренажёр
- Тетрадь-практикум
- Задачник

ОБ АВТОРЕ

Чаругин Виктор Максимович

профессор астрофизики,
доктор физ.-мат. наук,
профессор кафедры теоретической физики Института физики, технологии и информационных систем МПГУ,
академик-секретарь отделения «Физика, астрономия и астрофизика» РАКЦ,
методист высшей категории,
автор около 280 научных работ, книг, брошюр, учебников для вузов и школ.

Профессиональная деятельность

Читает лекции по астрономии, астрофизике, космологии и др.

Занимается теорией и практикой преподавания астрономии в современной школе.

Руководит единственной в России аспирантурой по направлению «Методика преподавания астрономии».

Под его руководством защищено 6 кандидатских и одна докторская диссертации.

УМК по астрономии В.М. Чаругина

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5

Глава I. ВВЕДЕНИЕ В АСТРОНОМИЮ

1. Структура и масштабы Вселенной	7
2. Далёкие глубины Вселенной	12
Подведём итоги	14

Глава II. АСТРОМЕТРИЯ

3. Звездное небо	16
4. Небесные координаты	20
5. Видимое движение планет и Солнца	22
6. Движение Луны и затмения	24
7. Время и календарь	28
Подведём итоги	32

Глава III. НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

8. Система мира	34
9. Законы движения планет	40
10. Космические скорости	44
11. Межпланетные полёты	46
Подведём итоги	48

Глава IV. СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

12. Современные представления о Солнечной системе	50
13. Планета Земля	52
14. Луна и её влияние на Землю	56
15. Планеты земной группы	60
16. Планеты-гиганты. Планеты-карлики	64
17. Малые тела Солнечной системы	68
18. Современные представления о происхождении Солнечной системы	72
Подведём итоги	74

Глава V. АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ

19. Методы астрофизических исследований	76
20. Солнце	80
21. Внутреннее строение и источник энергии Солнца	86
22. Основные характеристики звёзд	91
23. Внутреннее строение звёзд	94
24. Белые карлики, нейтронные звёзды, пульсары, чёрные дыры	95
25. Двойные, кратные и переменные звёзды	98
26. Новые и сверхновые звёзды	100
27. Эволюция звёзд: рождение, жизнь и смерть звёзд	103
Подведём итоги	106

- ❑ Курс ориентирован на новые методы исследования Вселенной с помощью гравитационно-волновых и нейтринных телескопов
- ❑ Ученики смогут найти описание сложных астрономических явлений и подходы к решению современных астрономических проблем на базе знакомых школьникам физических законов
- ❑ Особое внимание уделяется современным достижениям и открытиям в области астрономии
- ❑ В первую очередь это относится к открытию ускоренного расширения Вселенной и большого числа экзопланет, поиску и связям с внеземными цивилизациями

УМК по астрономии В.М. Чаругина

Глава VI. МЛЕЧНЫЙ ПУТЬ — НАША ГАЛАКТИКА	
28. Газ и пыль в галактике	108
29. Рассеянные и шаровые звёздные скопления	110
30. Сверхмассивная чёрная дыра в центре Млечного Пути	112
Подведём итоги	114
Глава VII. ГАЛАКТИКИ	
31. Классификация галактик	116
32. Активные галактики и квазары	120
33. Скопления галактик	122
Подведём итоги	124
Глава VIII. СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ	
34. Конечность и бесконечность Вселенной — парадоксы классической космологии	126
35. Расширяющаяся Вселенная	128
36. Модель горячей Вселенной и реликтовое излучение	132
Подведём итоги	134
Глава IX. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АСТРОНОМИИ	
37. Ускоренное расширение Вселенной и тёмная энергия	136
38. Обнаружение планет около других звёзд	138
39. Поиск жизни и разума во Вселенной	140
Подведём итоги	142
Заключение	143

Курс ориентирован на новые методы исследования Вселенной с помощью гравитационно-волновых и нейтринных телескопов.

Ученики смогут найти описание сложных астрономических явлений и подходы к решению современных астрономических проблем на базе знакомых школьникам физических законов.

Особое внимание уделяется современным достижениям и открытиям в области астрономии.

В первую очередь это относится к открытию ускоренного расширения Вселенной и большого числа экзопланет, поиску и связям с внеземными цивилизациями

ОСОБЕННОСТИ УЧЕБНИКА ПО АСТРОНОМИИ СЕРИИ «СФЕРЫ»



Современный формат представления учебных материалов



Выстроенная система навигации по компонентам УМК



Уникальный дизайн и художественное оформление



Практическая направленность содержания и системы заданий



Задания для самостоятельного изучения и проектной деятельности



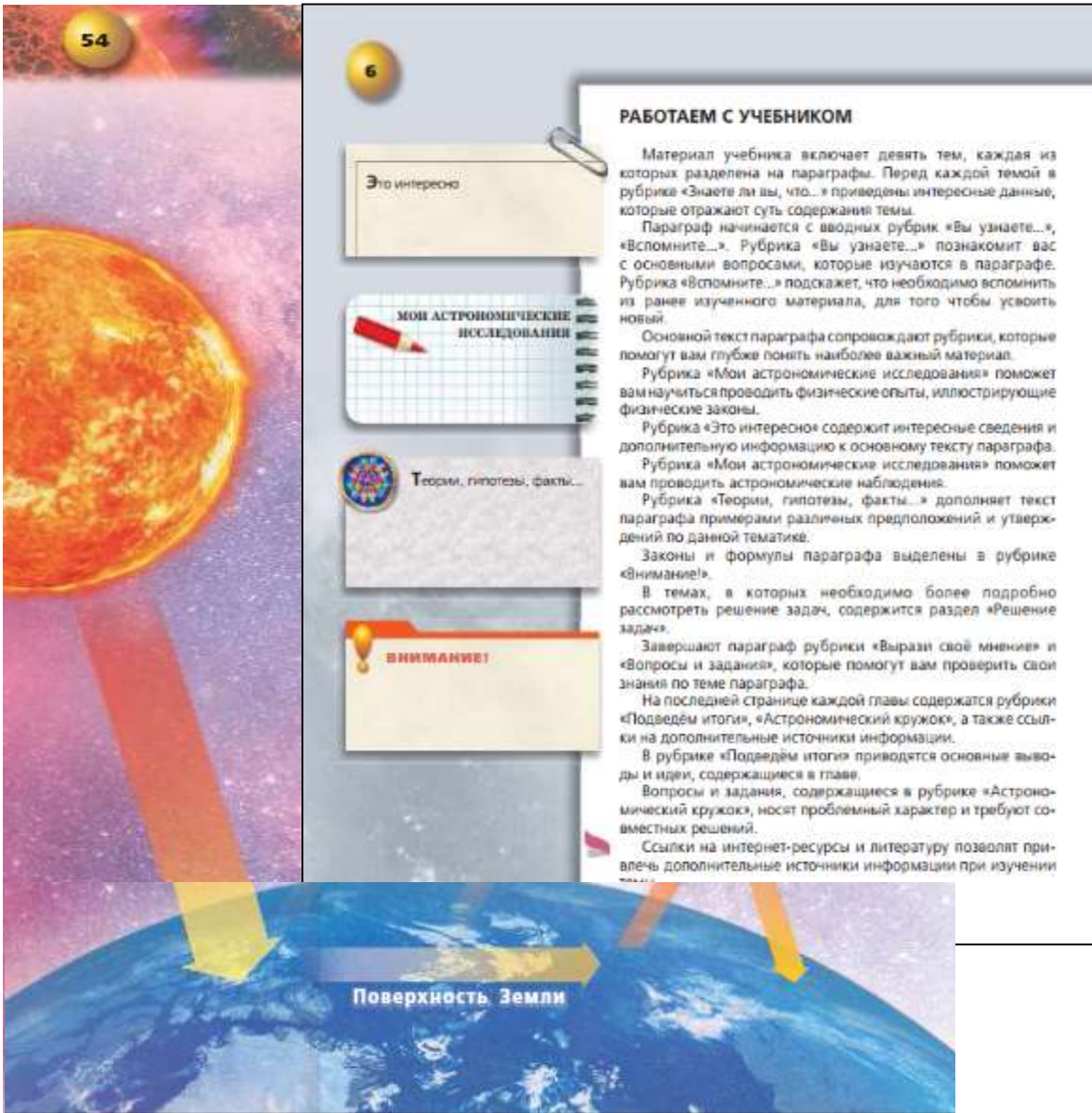
Высокая мотивационная составляющая и возможности для индивидуализации обучения



Дополнительные информационные ресурсы, включая обширный иллюстративный ряд

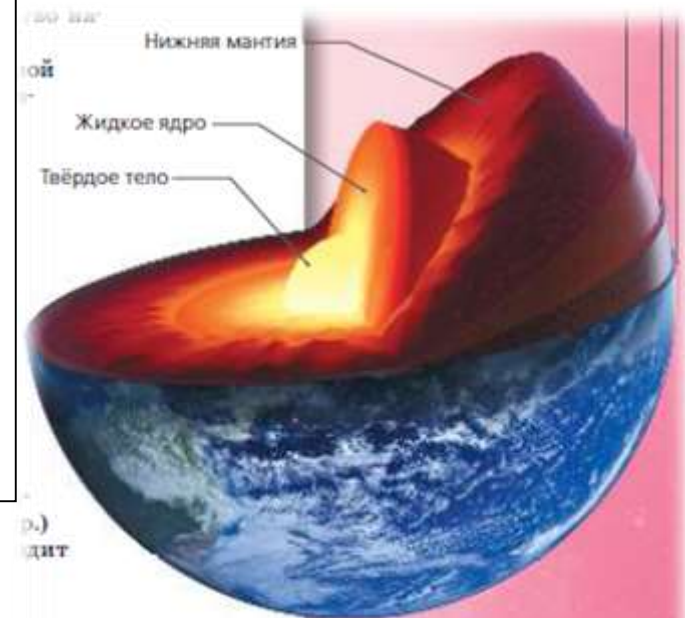


Подробная навигация по учебнику



Отличительные особенности УМК:

- ❑ в новом, современном формате учебной литературы
- ❑ большое количество иллюстративного материала.



Подведём итоги

Глава 5

АСТРОФИЗИКА И ЗВЁЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ

- МЕТОДЫ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
- СОЛНЦЕ
- ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ И ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ СОЛНЦА
- ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВЁЗД
- ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗВЁЗД
- БЕЛЫЕ КАРЛИКИ, НЕЙТРОННЫЕ ЗВЁЗДЫ, ПУЛЬСАРЫ, ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ
- ДВОЙНЫЕ, КРАТНЫЕ И ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЁЗДЫ
- НОВЫЕ И СВЕРХНОВЫЕ ЗВЁЗДЫ
- ЭВОЛЮЦИЯ ЗВЁЗД

Основное содержание (параграфы)

Краткое введение («ярлык») темы

Дополнительные источники информации

ГЛАВА 5

АСТРОФИЗИКА И ЗВЁЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Самая холодная известная звезда — это коричневый карлик «СРВЕ818 1452-1108», имеющий температуру всего около 100 °С.

Самая горячая известная звезда — это голубой сверхгигант, находящийся в нашей Галактике под названием «Дэда Керма». Его температура более 20 000 °С.

Астронет
<http://www.astronet.ru>

Элементы: Популярный сайт о фундаментальной науке
<http://elementy.ru/>

Популярная механика
<http://popmech.ru>

Дискуссионные вопросы

ПОДВЕДЁМ ИТОГИ

- ☉ Солнечная система простирается почти до границы облака Оорта и кончается там, где притяжение Солнца сравнивается с притяжением соседних звёзд.
- ♃ Планеты земной группы имеют меньшие массы, размеры, состоят из тяжёлых химических элементов, расположены ближе к Солнцу, медленно вращаются, имеют мало спутников, а планеты-гиганты наоборот.
- ☉ Большая часть замёрзших комет находится за орбитой Нептуна в поясе Койпера и облаке Оорта.
- ♃ Планеты земной группы Меркурий, Венера и Марс по внутреннему строению похожи на Землю.
- ♃ Планеты-гиганты имеют большие массы и состоят в основном из лёгких химических элементов водорода и гелия, удерживают вокруг себя по несколько десятков спутников, быстро вращаются, обладают сильными магнитными полями и все имеют гигантские кольца вокруг себя.
- ♃ За орбитой Нептуна открыт новый класс планет-карликов. К ним относится Плутон, астероид Церера и другие объекты с размерами около 1000 км.
- ♃ Между орбитами Марса и Юпитера движется около 100 000 астероидов. На их движение большое влияние оказывает притяжение Юпитера.
- ☄ Кометы, пролетая по вытянутым эллиптическим орбитам вблизи Солнца, нагреваются, испаряются, а под действием давления света и солнечного ветра образуют гигантские хвосты. Вдали от Солнца они остывают, и хвосты у них исчезают.

ПОДРОБНЕЕ...

Далее М.М. Книга для чтения по астрономии: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1980.

Сурдин В.Г. Солнечная система. — М.: Физматлит, 2008.

Энциклопедия для детей. Т.8. Астрономия. — М.: Аванта+, 2013.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- ☉ Как вы думаете, на Марсе происходят сильные землетрясения? Аргументируйте свой ответ.
- ☉ Как вы думаете: если Луна будет приближаться к Земле, что произойдёт и почему?
- ☉ Как вы объясните существование железных и каменных метеоритов?
- ☉ Вода на поверхности Марса не может находиться в жидком состоянии. Как можно объяснить наличие высохших русел рек на Марсе?

ФОРМАТ УЧЕБНИКА



Задачи урока

Мотивация к уроку

Основной текст

Дополнительная информация

Элементы навигации

Иллюстрации, как самостоятельный источник информации

Итоги урока

ФОРМАТ УЧЕБНИКА

Задачи урока

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Какие планеты называются газовыми гигантами, Сатурн — титаном.
- Как по диаметру, массе и радиусу различаются планеты Юпитер и Сатурн.
- Какие планеты имеют спутники.
- Что предсказывает закон Вавилонян о размерах спутников.

ВСПОМНИТЕ:

- Каким образом различаются планеты земной группы и планеты газовых гигантов.

Положен диаметр на поверхности планеты Юпитера



Меркурий



Венера



Земля



Марс



Сатурн



Уран



Нептун

16

ПЛАНЕТЫ-ГИГАНТЫ. ПЛАНЕТЫ-КАРЛИКИ

К планетам-гигантам относят Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Все они имеют большие размеры и массу и при этом — малую среднюю плотность. Их орбиты располагаются между Титаном — самым внешним и самым внутренним Коперником. Планеты-гиганты очень быстро вращаются вокруг своей оси, имеют экваториальные выпуклости. Вращение, как правило, происходит быстрее вращения планеты от внешнего до внутреннего пояса, при котором наблюдается редкий эффект Фохта-Петерсона.

ВОСПОМНИТЕ: Юпитер является самым большим из планет Солнечной системы, его диаметр в 11 раз превышает диаметр Земли, а масса — в 318 раз больше массы Земли. Великий диск Юпитера — это протуберанцы его тропической экваториальной зоны.

Даже в небольшом масштабе Юпитер можно считать планетой-гигантом. Диаметр диска в 1,02 раза больше диаметра Юпитера, а масса — в 11,2 раза превышает массу Земли. Сатурн обладает самым большим диаметром — в 9,45 раза больше диаметра Земли. Атмосферная оболочка Юпитера обладает быстрым вращением, которое имеет экваториальный характер: экваториальная зона вращается с периодом 9ч 50,5', а северная зона — с периодом 9ч 56', т. е. Юпитер вращается не как единое тело, а как жидкая планетарная оболочка.

Но современным стандартом Юпитер считается примерно на 70%, из водорода, на 20% — из гелия и на 6% — из более тяжелых химических элементов, находящихся в шарике планеты.

Вокруг Юпитера обращаются многочисленные спутники, четыре из которых — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто (Большая четверка) — имеют кристаллическую структуру, сравнимую по плотности с Луной; они хорошо видны даже в бинокль. Самые большие имеют размеры от 30 до 280 км и неправильную форму.

Поскольку спутники Юпитера разнообразны, они все имеют различную форму и массу и имеют различную плотность. На Ио наблюдаются проявления тектонической активности.

Особенно интересные и разнообразные кольца обнаружены у Сатурна. Увидеть их можно только в телескоп. Сатурн имеет кольца, состоящие из пыли и льда, так что ученые уже сейчас обнаруживают карликовые спутники на Юпитере и других планетах нашей системы.

С помощью космических аппаратов вокруг Юпитера было обнаружено кольцо, внешний радиус которого близок к 120 000 км. Кольцо очень тонкое, обращено к Земле ребром и состоит из льда и пыли.

ЗАДАНИЕ: Сатурн с его огромными кольцами больше других планет системы Юпитер. Его масса в 95 раз и экваториальный радиус в 9,45 раз превышает массу Земли. Укажите галактические координаты Сатурна в 3,25 раза превышающие Землю.

Структура Сатурна сложна, так у Юпитера, он тоже имеет экваториальный пояс и параллели в 10–14° (экваториальной зоне) и в 10–30° (экваториальной зоне). Средний диаметр Сатурна равен 90 000 км.

У Сатурна обнаружено много спутников с диаметрами от 34 до 5150 км. Самый большой спутник — Титан — имеет в диаметре экваториальную часть. Он имеет в диаметре радиус больше Земли по диаметру, окружен атмосферой азотной атмосферой и обращен вокруг Сатурна на 1422°48' по экватору радиусом 1 221 500 км. При помощи на него спускаемого модуля космической станции «Вояджер» были обнаружены озера и реки из жидкого азота и метана.

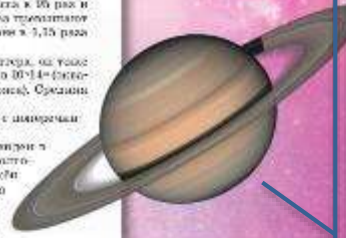
Телескопы на поверхности Земли имеют диаметр до 10 м, поэтому крупные спутники планеты имеют средние размеры, различаются по диаметру. Большая часть больших спутников имеет форму шарообразной.

У Сатурна известен только один спутник — в 1657 г. голландский физик Х. Гюйгенс (1629–1696). Позже выяснилось, что это не один, а семь тонких плоских спутников, которые называются: Мимас, Энцелад, Тетис, Дион и Ганмед.

В большинстве телескопов можно видеть два кольца и общий промежуток между ними, называемый щелью Кассини по имени французского астронома Д. Кассини (1625–1712), обнаружившего щель между кольцами в 1675 г. Кольца не сплошные, а состоят из миллиарда твердых



Телескопический вид Сатурна



Иллюстрации, как самостоятельный источник информации

ФОРМАТ УЧЕБНИКА

Основной текст

Дополнительная информация

Иллюстрации, как самостоятельный источник информации

Итоги урока

66
67

Применение и актуальность объектов космических технологий — не только в сфере космического полета, но и в земных условиях. Например, как производятся спутниковые изображения планеты. Это открытие позволило в дальнейшем использовать спутниковую и шаровую радиолокацию для изучения поверхности других планет.

Образование кольца у Сатурна и других планет связано с захлопыванием дисков, образовавшихся из пыли и газа. Так как сила тяжести со временем стала сильнее, объекты протоплазмы по очереди достигли полярных областей и стали спутниками. Когда диск стал — планетная система — спутники разлетелись. Чем ближе спутник к планете, тем эта планета сильнее притягивает объект. Поэтому ближе к планете спутники имеют меньший радиус орбиты. Чем дальше от планеты, тем больше радиус орбиты спутника. Спутники задерживаются. Это явление связано с тем, что далеко от планеты эффект рассеяния слабее. У Юпитера и Сатурна кольца расположены так, как и на нашей планете. Но у Юпитера, благодаря спутнику Ио, они имеют область с толщиной до 30 км, в то время как у Сатурна — до 1 км.

УРАН И НЕПТУН По своим физическим свойствам схожи с Ураном и Нептуном. Они имеют жидкую атмосферу, как Венера и Земля. Нептун в полярности (длина) между планетой представляет собой планету с жидкой атмосферой, состоящей из жидководородного водорода, гелия, метана и аммиака. Поверхность аммиака, что температура в нижней атмосфере Урана близка к -130°C , а Вулкана к -170°C и выше из-за турбулентных слоев.

Так, в атмосфере Урана, расположенной над облаком воды H_2O и планетной областью, постепенно преобразован в огромные шарообразные. Уран так бы изменился по ходу по планете своей орбиты. Благодаря этому на Уране происходят расширения почти у полюсов, а полярные области — очень холодные.

В 1977 г. с помощью телескопа, установленного на самолете, были открыты кольца вокруг Урана.

В 1986 г. автоматическая межпланетная станция «Вояджер-2» пролетела мимо и близкого расстояния кольца Урана, находящегося на среднем расстоянии около 50 000 км от планеты. Небольшая составляющая жидкой воды. Уран окружен тонким слоем атмосферной пыли.

Рядом с Нептуном радиус 24 300 км, масса оказалась 17,2 земной массы, средняя плотность — 1289 кг/м³.

У Нептуна атмосфера состоит из водорода, гелия и метана. Гидроген превращается вокруг планеты в облаках и превращается на расстоянии 855 000 км. Нептун также окружен кольцами.



Уран

Иллюстрация: Термин «карликовые планеты» появился в 2006 г. при разработке новой классификации объектов планетной системы. Причиной для этого послужила открытая малая планета на внутренней орбите Нептуна и вблизи 551 г.

К карликовым планетам относятся Церера, Плутон, Хаумеа, Макемаке и Эрида. Это группа объектов, так как это объекты планетной системы, но не обладающие всеми признаками планетной системы.



Меркурий — планета-карлик — Плутон — с момента своего открытия в 1930 г. и до 2006 г. считался девятой планетой Солнечной системы.

С физическим процессом Плутона имеют сходство и другие планеты. Он движется вокруг Солнца в обратном направлении (как Уран и Венера) с периодом 9,4 г.

В 1930 г. у Плутона был открыт первый спутник, названный Харон, отстоящий от планеты на расстоянии 17 000 км. Плутона и Харон так же вращаются вокруг общей точки центра тяжести, так как их периоды обращения вокруг Солнца и вокруг друг друга одинаковы и равны 6-8,4 г. Плутона и Харон назвали двойной планетой. Позже у Плутона были обнаружены еще 3 спутника.

ЗАДАНИЕ:

- Изучите карту из атласа и определите на карте Плутона и Харона. Как вы думаете, почему они называются двойной планетой?
- Сравните карту с картой Солнечной системы.

ФОРМАТ УЧЕБНИКА

Применение знаний на практике

Мини-исследовательские исследования

Познакомившись с содержанием параграфа, выполните задание.

ПРОБЛЕМЫ

- 1. Почему на Солнце не наблюдается вспышек типа «большого пятна»?
- 2. Почему вблизи поверхности Солнца не наблюдается магнитных бурь и геомагнитных бурь?
- 3. Почему вблизи поверхности Солнца не наблюдается вспышек типа «большого пятна»?
- 4. Почему вблизи поверхности Солнца не наблюдается вспышек типа «большого пятна»?
- 5. Почему вблизи поверхности Солнца не наблюдается вспышек типа «большого пятна»?

излучений, образующихся в более глубоком слое Солнца, поэтому эти их волны задерживаются в слое фотоферрионной слои. В фотофере видна структура, напоминающая пылевые гранулы (6.3).

Характерные размеры гранул, расположенных до полу радиуса зорно, составляют 1–2 μ , но ближе к поверхности достигают тысяч и более километров. Наблюдения показывают, что гранулы являются и непрерывно движущимися и поднимаются. Время жизни от 3 до 10 мин, за эти время поднимаются вверх.

Несмотря на характерное движение в турбулентности, в центре более горячей и горячей части гранулы производят подброс вверх фотоферрион более горячего вещества и образование под фотоферру более холодного и холодного вещества, оказавшегося гранулы. Скорость подъема и движения под составляет около 1 км/с, а разница между температурой поверхности и температуры вещества больше 200 К. Таким образом, гранулы на Солнце указывают на то, что жидкая и фотоферрионная слои на более глубокой и горячей слои Солнца лучше конвекции.

На фоне фотоферрионной конвекции видны пятна. Размеры солнечных пятен могут достигать свыше 10000 км! Такие крупные пятна могут видны даже с Земли. В центре пятна находится темное пятно, а по краям — темные пятна.

На фоне фотоферрионной конвекции видны пятна. Размеры солнечных пятен могут достигать свыше 10000 км! Такие крупные пятна могут видны даже с Земли. В центре пятна находится темное пятно, а по краям — темные пятна.

Наблюдения показали наличие солнечного магнитного поля и поля. В некоторых случаях магнитная индукция достигает 0,5 Тл, а в некоторых случаях и 1 Тл. Поле имеет вид кольцевого $10^{-4} - 10^{-3}$ Тл.

Сила магнитного поля имеет вид кольцевого магнитного поля. Оно объясняется тем, что магнитные фотоферрион представляют собой плазму, состоящую из ионизированной плазмы, замкнутой в магнитном поле. В результате температуры вещества в области пятна уменьшается, а также уменьшается температура в области пятна фотоферрион.

На рисунке 6.4 показаны фотоферрион Галилея, полученная во время полета космического аппарата. На снимке хорошо видна темная часть, солнечной фотоферрион — корона, состоящая из лучистого ионизированного вещества, которое в значительной мере состоит из фотоферрион. Солнечная корона распространяется до расстояний и дальше и формирует радиус Солнца.

Наблюдения показали, что солнечная корона имеет до температуры около 2–10 6 К. При такой температуре вещество короны представляет собой полностью ионизованную плазму, которая в основном движется в радиальном направлении.

В действительности при наблюдениях в радиальном направлении, которые осуществляли на Земле, корона имеет вид тонкого слоя, состоящего из тонкого слоя, который в основном движется в радиальном направлении.

Во время полета космических аппаратов на краю Солнца во внешнем слое солнечной короны наблюдаются структуры — структура горячего вещества, состоящая из тонкого слоя и фотоферрион (6.5). Один из них — тонкий слой фотоферрион — и тонкий слой солнечной короны имеет вид тонкого слоя, который в основном движется в радиальном направлении, быстро движется, до высоты и высоты и длина короны тысяч километров и длина фотоферрионной короны (6.5).

Из короны в межпланетное пространство вытекают высокоскоростные потоки частиц (заряженных, ядер частиц, электронов), называемых солнечным ветром. Частицы солнечного ветра движутся со скоростью до 400 км/с, поэтому солнечный ветер можно считать движущимся со скоростью 400 км/с.

Создайте рисунок! Наблюдения показывают, что вид солнечных пятен меняется со временем в период около 11 лет.

Когда наблюдается максимальное число пятен, то короны и корона имеют солнечной активности. В годы минимума солнечной активности магнитное поле имеет вид тонкого слоя фотоферрион, однородности солнечной активности является и форма солнечной короны.

Одним из самых интересных проявлений солнечной активности является солнечная корона, во время которой температура солнечной короны — и корона достигают до 10 6 К.

Наблюдения со спутников установили, что во время солнечных вспышек происходит резкое увеличение ультрафиолетового излучения, называемого мощное радиоизлучение и ультрафиолетовое.

Данные фотоспектральных исследований, установленных на спутниковых аппаратах, показали, что при солнечных вспышках корона имеет вид тонкого слоя фотоферрионной короны с ограниченной скоростью, которая достигает до 100 000 км/с, корона имеет вид тонкого слоя фотоферрионной короны с ограниченной скоростью и ультрафиолетового излучения. На основной части — корона имеет вид тонкого слоя фотоферрионной короны.

Дополнительная информация

Вспышки и другие явления в солнечной атмосфере являются результатом взаимодействия магнитных полей, фотоферрионной короны и солнечной фотоферрионной короны. Так, в результате взаимодействия магнитных полей и фотоферрионной короны происходит образование солнечных пятен, солнечных бурь и геомагнитных бурь, сопровождаемых с Солнца в то время. При этом, солнечная корона имеет вид тонкого слоя фотоферрионной короны.

Иллюстрации и, как самостоятельный источник информации



Солнечный ветер — это поток заряженных частиц, выходящий из солнечной короны. Он движется со скоростью до 400 км/с. Солнечный ветер состоит из протонов, электронов и альфа-частиц. Он оказывает влияние на магнитосферу Земли и вызывает геомагнитные бури.

Вопросы и задания:

- 1. Какие явления происходят на Солнце?
- 2. Почему на Солнце не наблюдается вспышек типа «большого пятна»?
- 3. Почему вблизи поверхности Солнца не наблюдается магнитных бурь и геомагнитных бурь?
- 4. Почему вблизи поверхности Солнца не наблюдается вспышек типа «большого пятна»?
- 5. Почему вблизи поверхности Солнца не наблюдается вспышек типа «большого пятна»?

Итоги урока

Межпредметные связи

40

9

ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- По каким законам движутся планеты.
- Как определить массы планет по элементам их движения.

ВСПОМНИТЕ:

- Что такое эллипс и каковы его основные элементы?
- Как формулируется закон всемирного тяготения?



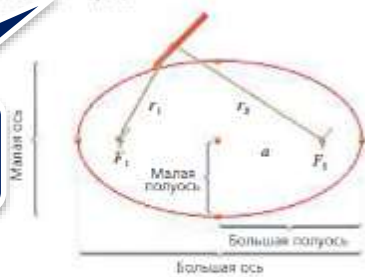
Иоганн Кеплер
(1571—1630)

Немецкий математик, астроном, механик, оптик. Первооткрыватель законов движения планет Солнечной системы.

Поместив Землю в центр Солнечной системы, Коперник полагал, что планеты движутся равномерно по окружностям. Но к XVI в. с повышением точности астрономических наблюдений стало ясно, что теория движения планет требует уточнения. Большую роль в этом сыграли наблюдения великого датского астронома Тихо Браге (1546—1601). В течение многих лет он изучал движение планет в специально выстроенной обсерватории. Его наблюдения отличались высокой точностью, несмотря на то что ученый смотрел на небесные тела невооруженным глазом. Телескоп был изобретен только в 1610 г. Наблюдения Тихо Браге были обработаны знаменитым астрономом Иоганном Кеплером.

ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА Изучая движение планеты Марс по наблюдениям Тихо Браге и используя расчеты Коперника, Кеплер сначала изображал орбиты Земли и Марса окружностями с радиусами 1 и 1,52 а. е. Чтобы объяснить неравномерное движение Солнца по эклиптике, Кеплер сместил его на центра земной орбиты на $1/54$ (0,017) его радиуса. Но многочисленные попытки изобразить орбиту Марса окружностью с центром в Солнце или вне его окончились неудачей: вычисленные положения планет на небе не совпадали с наблюдаемыми.

Тогда Кеплер отверг многовековое убеждение в круговом равномерном движении планет и стал подбирать для Марса более подходящую форму орбиты. Лучшее других подошла эллипс с Солнцем в одном из фокусов и эксцентриситетом $e = 0,091$.



Следовательно, принятое Кеплером положение Солнца вне центра круговой орбиты Земли означало, что Земля тоже движется по эллиптической орбите с небольшим эксцентриситетом $e = 0,017$ и её движение, как и движение Марса, неравномерно.

физика (закон всемирного тяготения)

Эллипсом называют замкнутую кривую линию на плоскости, обладающую следующим свойством: сумма расстояний от каждой её точки до двух данных точек F_1 и F_2 , называемых фокусами, есть величина постоянная.

Математика (понятие эллипса)

41

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КЕПЛЕРА В 1616 г. Кеплер сформулировал свой первый закон: орбита каждой планеты есть эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце.

Следовательно, орбиты всех планет Солнечной системы имеют один общий фокус, расположенный в центре Солнца.

На рисунке **а** изображена орбита планеты M в виде эллипса с Солнцем в одном из фокусов F_1 . Центр эллипса находится в точке O , большая ось $AP = 2a$, полуось $AO = -OP = a$.



Ближайшую к Солнцу точку P орбиты называют перигелием, а наиболее удаленную точку A — апогеем.

При движении планеты M вокруг Солнца её гелиоцентрическое расстояние (расстояние от Солнца) равно модулю радиус-вектора $r = F_1M$. Перигелиальное расстояние $Q = a(1 - e)$, апогелиальное $q = a(1 + e)$. Первому закону Кеплера подчиняются также движения комет и астероидов.

В дальнейшем И. Ньютон, используя открытый им закон всемирного тяготения, дал более общую формулировку рассматриваемого нами закона.

Первый обобщенный закон Кеплера: под действием силы притяжения одно небесное тело движется в поле тяготения другого небесного тела по одному из конических сечений — кругу, эллипсу, параболе или гиперболе.

Эксцентриситеты для окружностей $e = 0$, для эллипсов $0 < e < 1$, для парабол $e = 1$, для гипербол $e > 1$. Эллипсы планетных орбит мало отличаются от окружностей.

В Солнечной системе наибольший эксцентриситет имеет орбита Меркурия $e = 0,2056$, эксцентриситет орбиты Земли $e = 0,0167$.

Знаменитая комета Галлея имеет эксцентриситет орбиты $e = 0,967$, в перигелии она подходит к Солнцу на расстояние 0,587 а. е., а в апогее удаляется от Солнца на расстояние 35,3 а. е. — на орбиту Нептуна.

Эксцентриситетом называют отношение расстояния между фокусами эллипса к его большей оси (к большому диаметру):

$$e = \frac{F_1F_2}{2a}$$



МОИ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нарисуйте эллипс. Укажите на рисунке основные элементы этой геометрической фигуры.

«ПОМОЩНИК»

- Простой способ вычерчивания эллипса следует из его определения. Возьмите в фокусы F_1 и F_2 две булавки, наденьте на них нитку со связанными концами.
- Если теперь двигать карандашом по булавкам так, чтобы нитка все время оставалась натянутой, то получится эллипс.
- Укажите основные элементы полученного эллипса.
- Определите эксцентриситет полученного эллипса.

Метапредметные результаты

Овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные;

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- Каким образом можно приблизительно проследить за эклиптической на звёздном небе?
- Как вы думаете, отличается ли и на сколько продолжительность года в солнечных и звёздных сутках?
- Если бы Луна двигалась точно по эклиптике, то как часто происходили бы солнечные и лунные затмения?
- Подсчитайте, сколько дней проходит от весеннего до осеннего равноденствий и от осеннего до весеннего равноденствий. На сколько отличается продолжительность весны и лета, осени и зимы? На что это указывает?
- Можно ли использовать описания затмений в древности во время каких-то событий для датировки этих событий?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- Как вы думаете, если бы вторая космическая скорость для какого-то тела была чуть выше скорости света, можно было бы общаться с жителями такого тела? Аргументируйте свой ответ.
- Как вы думаете, если бы тепловая скорость каких-то молекул в атмосфере планеты превышала вторую космическую скорость, сохранились бы в атмосфере такие молекулы?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- Как вы думаете, химический состав Солнца в ядре сильно отличается от химического состава фотосферы? Аргументируйте свой ответ.
- Как оценить температуру поверхности Солнца по непрерывному спектру его излучения?
- Как вы можете объяснить появление тёмных спектральных линий в солнечном спектре с точки зрения атомных процессов?
- Объясните, почему по наблюдениям солнечных нейтрино мы заглядываем в ядро Солнца, а с помощью исследования потоков излучения мы этого сделать не можем.



Личностные результаты

Сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся

«Астрономический блокнот»

38

ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ГОДИЧНЫЙ ПАРАЛЛАКС. Земля обращается вокруг Солнца, поэтому нам кажется, что близкие звезды периодически смещаются на фоне других звезд.

Наибольшие в течение года смещения звездного положения наблюдаются в районе экваториального параллеля — 90° Угол α , который видна звезда, удаленная на расстояние r , виден радиус a земной орбиты:

$$\sin \alpha = \frac{a}{r}$$

Параллельный параллакс определяет ширину измерения на двух противоположных Земля на ее орбите параллельного смещения звезды на небесной сфере. Ясно, что, если бы Земля стояла на месте, а Солнце обращалось вокруг ней, как в гелиоцентрической системе мира, только параллельного смещения звезд не было бы.

Самая близкая к нам звезда — Проксима Центавра (это тройная звезда, ближайшая из ней — Проксима Центавра) имеет параллакс $\pi = 0,75''$. Если годичный параллакс звезды, можно найти расстояние до ней:

$$r_{\text{пр}} = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{1 \text{ а.е.} = 149,6 \text{ млн км}}{0,00075} \approx 199,46 \cdot 10^6 \text{ а.е.} \approx 3,26 \text{ св. л.}$$

Учитывая, что при малых углах в радианной мере измерения углов $\sin \alpha_{\text{рад}} = \alpha_{\text{рад}}$, а что $1 \text{ рад} = 206\,265''$, имеем $r = 206\,265 \cdot \alpha_{\text{рад}}$. Здесь угол α измеряем в секундах дуги.

В астрономии за единицу расстояний до звезд принято величину 1 парсек = $1 \text{ пк} = 206\,265 \cdot \text{а.е.} = 3 \cdot 10^4 \text{ св. л.}$

Тогда

$$r_{\text{пр}} = \frac{1}{\pi}$$

Подставили в эту формулу параллакс звезды π Центавра, имеем $r_{\text{пр}} = 1/0,75 = 1,3 \text{ пк}$, так что свет от π Центавра до Земли идет 4,8 года.

39

Первым, кто попытался измерить параллакс звезды, оказался звездный обсерватория Коперника, был это дано. До открытия телескопа его измерения показали, звезд несоразмерно глаза были слишком тесными. После изобретения он установил, что смещения звезд на фоне Коперника не нрав. Так Коперник предположил, что звезды находятся так далеко, что при его точности измерения углов около 1", определяемых расстоянием от Земли до звезд, он и предположил, что не удастся измерить звезд.

Астроном удалось определить параллакс некоторых звезд только в 1838 г. В этот время с помощью истинных телескопов удалось измерить параллакс звезды до значительной величины 0,007".

Вопросы и задания.

1. В чем различие гелиоцентрической и геоцентрической систем мира?
2. Максимальное расстояние до звезды Бетельгейзе от Солнца составляет примерно 400". Каково расстояние от Солнца до Бетельгейзе в а.е.?
3. Назовите ближайшую к нам звезду — Проксима Центавра. Почему прозвали ее Бетельгейзе? Почему прозвали звезду по имени Солнца? Почему звезда очень редко (около 1015 раз, 95,5 и 8 лет)?

ПРОСВЕЩЕНИЕ

Когда мы едем на поезде или в автомобиле, то складывается впечатление, что все окружающие предметы движутся нам навстречу. Чем ближе предмет, тем быстрее для него это кажущееся движение, а очень далекие предметы движутся так медленно, что долгое время кажется, будто они едут вместе с нами, мы видим их в одном и том же направлении. Подобным образом можно охарактеризовать годичное движение Земли, которое проявляется в кажущемся встречном движении всех небесных тел, а не одного только Солнца. Понятно, что чем дальше светило, тем меньше это смещение, тем труднее его заметить.

Личностные результаты

- Убежденность в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважение к творцам науки и техники, отношение к физике как элементу общественной культуры

чёрные дыры. Поиски наиболее разработкой...
платары является муч...
плоскостной в прот...
свой подобной пл...

Как же определили размеры квазаров? Они настолько малы и расположены так далеко, что ни один телескоп пока не может различить их структуру. Но в оптическом и рентгеновском диапазонах наблюдается сравнительно быстрая переменность с характерным временем Δt около суток. Согласно принципу причинности размер области излучения не может превышать величины $c \cdot \Delta t \approx 300\,000 \text{ км/с} \cdot 24 \text{ ч} = 26 \text{ млрд км} = 170 \text{ а. е.}$, поэтому, как мы видим, квазар имеет размеры, сравнимые с размерами Солнечной системы. И в этом компактном объёме излучается энергия, сравнимая с излучением тысяч миллиардов Солнц. Теперь понятно, почему для описания его природы привлекается сверхмассивная чёрная дыра.

Достаточно и мощное излучение энергии может быть, если только область выпуклой поверхности расположена на окружу дыру. Масса такой чёрной дыры составляет около $10^6 M_{\odot}$, а её радиус — $3 \cdot 10^6 \text{ км}$. Находясь в центре галактики с высокой спиральной плотностью, такая чёрная дыра может захватывать предельно быстро.

При падении на окружу дыру звезда разрушается и формирует диск вокруг неё.

Потенциальная энергия разрушающей звезды превращается в излучение в Фейнмановом.

Диск нагревается до миллионов градусов и излучает мощное рентгеновское, оптическое и другие виды излучения, формируя направленный выброс вещества со скоростью, близкой к скорости света.

Для observations наблюдаемой спонтанности квазаров достаточно, чтобы чёрная дыра захватывала хотя бы одну звезду в год.

При высоких плотностях звезд и ядер галактики такие частые захваты звезд, чёрной дырой можно объяснить. И объяснил галактикам плотность звезд в ядре галактики, поэтому захватывающая звезда, и мы не видим проявления большой активности чёрной дыры в обычных галактиках.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- Сколько излучает квазар?
- Что такое ядро в галактике?

«Теории, гипотезы, факты»

Как же определили размеры квазаров? Они настолько малы и расположены так далеко, что ни один телескоп пока не может различить их структуру. Но в оптическом и рентгеновском диапазонах наблюдается сравнительно быстрая переменность с характерным временем Δt около суток. Согласно принципу причинности размер области излучения не может превышать величины $c \cdot \Delta t \approx 300\,000 \text{ км/с} \cdot 24 \text{ ч} = 26 \text{ млрд км} = 170 \text{ а. е.}$, поэтому, как мы видим, квазар имеет размеры, сравнимые с размерами Солнечной системы. И в этом компактном объёме излучается энергия, сравнимая с излучением тысяч миллиардов Солнц. Теперь понятно, почему для описания его природы привлекается сверхмассивная чёрная дыра.

Личностные результаты

- Сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся

«Мои астрономические исследования»

24

6 ДВИЖЕНИЕ ЛУНЫ И ЗАТМЕНИЯ

ЧТО ВЫ ЗНАЕТЕ:

- Что такое эллиптический путь и центральная тяга?
- Почему происходит колебание в лунных затмениях?
- Почему тень Земли и Луны происходит лунный диск?
- Как происходит затмение?

ВСПОМНИТЕ:

- Как движется Солнце по небесной сфере?
- Как изменяется положение планет на небесной сфере?

Луна медленно приближается к Земле, можно заметить, что она смещается по небесной сфере с запада на восток, как и Солнце. Каждый год она восходит и заходит позже, чем накануне, почти на 50 мин. Сдвигается Луна в ту же сторону, что и Солнце, но значительно быстрее: всего за 27,8 суток она описывает полный круг и возвращается в то же место среди звезд.

ПОНЯТИЕ: ЛУНА Наблюдая движение звездоряд звездного неба, можно заметить, что они смещаются по небесной сфере с запада на восток, как и Солнце. Каждый год она восходит и заходит позже, чем накануне, почти на 50 мин. Сдвигается Луна в ту же сторону, что и Солнце, но значительно быстрее: всего за 27,8 суток она описывает полный круг и возвращается в то же место среди звезд.

Этот периодический процесс имеет период обращения Луны вокруг Земли; он получил название лунного или синодического месяца (сидерического).

В то же время Луна медленно приближается к Земле, разница синодического и сидерического месяцев того она постепенно поворачивает и Земле одной стороной. Поэтому с Земли всегда видно одну полушарие Луны. Обратная сторона впервые удалось увидеть только 7 октября 1959 г., когда советская автоматическая станция «Луна-3» облетела Луну и сфотографировала ее обратную сторону, которая сложилась на Землю.

Видный путь Луны среди звезд представляет собой круг, называемый и эклиптикам эклиптика под углом i , который составляет примерно 5° . Таким образом, Луна может отклониться от эклиптики всего на 5° , поэтому она, добрав Солнцу, практически не выходит за него с одной стороны эклиптики.

Плоскость лунной орбиты пересечется с плоскостью земной орбиты (эклиптики) по линии узлов: восходящий узел лунной орбиты, Ω — нисходящий узел.

ФАЗЫ ЛУНЫ Луна, добрав Землю, представляет собой темное непрозрачное шарообразное тело, освещенное солнечными лучами. Солнце всегда освещает приблизительно половину этого шара, другая половина остается в тени. Так как и Земле обычно бывает обращена и часть своего видимого полушария, и часть темного, то Луна большую часть времени является нам амальгамой, представляющей ту или иную фазу.

Лунной фазой (от греч. φάσις — проявление) называется вид Луны на небе.

На рисунке показаны положения Луны относительно Земли и Солнца для различных фаз. Солнце находится прямо над землей. Так как диаметр Солнца в 400 раз больше лунного и находится оно в 400 раз дальше Луны, то его лучи можно считать параллельными.

Во время новолуния, когда Луна проходит между Землей и Солнцем, и нам обращена ее неосвещенная темная сторона. Луна тогда не видна. Когда она передвигается в соседующие положения (до утренней), к нам поворачивается узел плоскости светлого полушария (горизонт). В это время Луна видна в виде тонкого серпа, обращенного вверх (восточная сторона). По мере движения она превращается в «растущую» Луну, которая постепенно в течение часа после захода Солнца.

Через неделю после новолуния у Луны видна ровно половина освещенного полушария. Эта фаза называется первой четвертью. Затем к нам поворачивается всё большая и большая часть освещенного полушария, пока ещё через неделю не наступит полнолуние. В это время Солнце, Луна и Земля выстраиваются почти на одной прямой. После этого Луна начинает убывать: с западной стороны скрывается от нашего глаза всё большая часть светлого полушария, и с правой стороны диска появляются все большие «углубления».

Через неделю после полнолуния наступает последняя четверть: мы видим с Земли освещенную лунную половину, обращенную к западу (восточная сторона). После этого Луна начинает убывать: с западной стороны скрывается от нашего глаза всё большая часть светлого полушария, и с правой стороны диска появляются все большие «углубления».

Через неделю после полнолуния наступает последняя четверть: мы видим с Земли освещенную лунную половину, обращенную к западу (восточная сторона). После этого Луна начинает убывать: с западной стороны скрывается от нашего глаза всё большая часть светлого полушария, и с правой стороны диска появляются все большие «углубления».

История времени между двумя последовательными новолуниями составляет 29,5 суток и называется синодическим месяцем (лунным). Синодический месяц лежит в основе лунного календаря.

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ При движении Луны по орбите (покажем её в виде диска) происходят затмения. При движении Луны по орбите (покажем её в виде диска) происходят затмения. При движении Луны по орбите (покажем её в виде диска) происходят затмения.

МОИ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведите наблюдения за изменениями фаз Луны. Составьте лунный календарь.

«ПОМОЩНИК»

- В течение нескольких дней в одно и то же время наблюдайте за изменениями фазы Луны, её положения на небесной сфере.
- Опишите свои наблюдения.
- В какой части горизонта расположен серп молодой Луны? В какое время и где восходит полная Луна?

Проведите наблюдения за изменениями фаз Луны. Составьте лунный календарь.

«ПОМОЩНИК»

- В течение нескольких дней в одно и то же время наблюдайте за изменениями фазы Луны, её положения на небесной сфере.
- Опишите свои наблюдения.
- В какой части горизонта расположен серп молодой Луны? В какое время и где восходит полная Луна?

Метапредметные результаты

Овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные;



МОИ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нарисуйте эллипс. Укажите на рисунке основные элементы этой геометрической фигуры.

«ПОМОЩНИК»

- Простой способ вычерчивания эллипса следует из его определения. Воткните в фокусы F_1 и F_2 две булавки, наденьте на них нитку со связанными концами.
- Если теперь двигать карандашом по бумаге так, чтобы нитка всё время оставалась натянутой, то получится эллипс.
- Укажите основные элементы полученного эллипса.
- Определите эксцентриситет полученного эллипса.



МОИ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Составьте план лунной поверхности.

«ПОМОЩНИК»

- Используя бинокль или телескоп, определите крупные формы рельефа лунной поверхности.
- Нарисуйте план лунной поверхности в выбранном масштабе.
- Найдите карту Луны и сравните со своим планом. Напишите названия объектов вашего плана.



МОИ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведите наблюдения за солнечными пятнами.

«ПОМОЩНИК»

- Наведите телескоп на Солнце. Ни в коем случае не смотрите в окуляр! Сожжёте глаза!
- Спроектируйте изображение Солнца на белый экран и зарисуйте.
- Подсчитайте полное число пятен N и число групп пятен g . Отдельное пятно тоже считается группой.
- Подсчитайте число Вольфа $W = 10g + N$, которое характеризует солнечную активность.
- Если возможно, повторите наблюдения через несколько дней. Обратите внимание на перемещение пятен по диску Солнца.



Глава 1

ВВЕДЕНИЕ В АСТРОНОМИЮ

- СТРУКТУРА И МАСШТАБЫ
ВСЕЛЕННОЙ
- ДАЛЕКИЕ ГЛУБИНЫ
ВСЕЛЕННОЙ

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Число звезд в нашей Галактике Млечный Путь примерно 200 млрд. Вокруг каждой из них, возможно, вращаются планеты, и на некоторых есть жизнь. Во Вселенной существует более чем 100 млрд галактик, и в каждой столько звезд, как в Млечном Пути или даже больше! Посмотрите, как огромна Вселенная! Ведь в ней $2 \cdot 10^{22}$ звезд, а это 20 000 000 000 000 000 000 000.

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Что изучает астрономия.
- Каковы методы изучения Вселенной.
- Каковы современные представления о Вселенной.

ВСПОМНИТЕ:

- Какие вы знаете небесные тела?
- Как называется наша Галактика?

1 Световой год (св. г.) — путь, который свет проходит за один год. Скорость света c — максимальная скорость, известная в природе, равна 300 000 км/с, а число секунд в году

$$t = 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 31550000 \text{ с.}$$

$$1 \text{ св. г.} = c \cdot t = 9,47 \cdot 10^{17} \text{ км.}$$

Туманность Андромеды



СТРУКТУРА И МАСШТАБЫ ВСЕЛЕННОЙ

Изучение движения Солнца, Луны, звёзд и других небесных тел играло важную роль в развитии всех цивилизаций на Земле, начиная с самых древних времён.

НАУКА АСТРОНОМИИ Наука о небесных телах получила название астрономии (от древнегреч. слов *астро* — звезда и *номос* — закон). Она изучает их видимые и действительные движения и законы, определяющие эти движения; форму, размер, массу и рельеф поверхности; природу и физическое состояние небесных тел; взаимодействие между ними, их эволюцию — вероятную прошлую историю и будущее развитие. Астрономы изучают не только отдельные небесные тела, объектом их исследований является вся Вселенная в целом.

ИЗУЧЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ Самые крупные из существующих наземных и космических телескопов «заглядывают» в космическое пространство на расстояния свыше десяти миллиардов световых лет. Это означает, что лучам света, излучённым самыми далекими галактиками и квазарами, требуется свыше десяти миллиардов лет, чтобы дойти до Земли.

Внутри этой, доступной для наблюдений, части Вселенной имеется несколько десятков миллиардов галактик, похожих на нашу Галактику, или на гигантскую спиральную галактику M31, так называемую Туманность Андромеды, или на гигантскую эллиптическую галактику M81 в созвездии Девы. Каждая галактика содержит десятки и сотни миллиардов звёзд, похожих на наше Солнце. Таким образом, полное число звёзд в наблюдаемой части Вселенной составляет порядка 10^{24} .

Полную массу вещества, заключённого в этих звёздах, можно рассчитать, умножив это число на массу Солнца.

Масса Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг, поэтому масса всех звёзд в видимой части Вселенной составляет примерно $3 \cdot 10^{54}$ кг. Огромная величина!

Несмотря на большое значение массы звёзд, главное свойство видимой Вселенной — пустота. Действительно, если мы посмотрим в безлунную ночь на небо, то в лучшем случае сможем насчитать около 2–3 тыс. звёзд, рассеянных по небу Северного полушария. С учётом звёзд Южного полушария это составит всего около

4–6 тыс. звёзд. В небольшой школьный телескоп мы смогли бы насчитать около 20–25 тыс. звёзд на небе. При фотографировании неба самыми мощными телескопами удаётся зафиксировать до 10 млрд звёзд. Практически все они принадлежат нашей Галактике, которой ещё в древности дали название *Млечный Путь*. Неярких звёзд настолько много и расположены они так близко друг к другу, что, концентрируясь в узкую полосу, вытянувшуюся через всё небо, сливаются в сплошную серебристую полосу Млечного Пути. Складывается впечатление, что небо здесь плотно заполнено звёздами и между ними нет пустого пространства.

Это впечатление обманчиво. Астрономы измерили расстояние до многих звёзд. Так, расстояние до ближайшей к нам звезды Проксима Центавра составляет 4,2 св. г. (от греч. *проксима* — ближайшая). Она действительно ближайшая к нам из трёх звёзд звёздной системы α Центавра. Значение «несколько световых лет» характеризует среднее расстояние между звёздами в Млечном Пути. Чтобы почувствовать эти величины, представьте себе Млечный Путь, состоящий из капель вместо звёзд, тогда расстояние между каплями будет примерно 50–100 км, т. е. Млечный Путь представляет собой практически пустоту с вкраплениями звёзд.

Если принять, что среднее расстояние между галактиками сравнимо с расстоянием до ближайшей к нам галактики M31 (Туманность Андромеды), составляющим около 2,5 млн св. лет, то межгалактическое пространство оказывается ещё более пустым.

Теперь мы можем оценить среднюю плотность вещества в видимой Вселенной.

Если представить видимую Вселенную в виде куба с длиной ребра около 10 млрд св. лет и соответственно объёмом $8,46 \cdot 10^{47}$ м³ и массой около $2 \cdot 10^{54}$ кг, то средняя плотность будет равна $2,4 \cdot 10^{-28}$ кг/м³.

Эллиптическая галактика M81 в созвездии Девы

Часть Млечного Пути от созвездия Орла до созвездия Кита

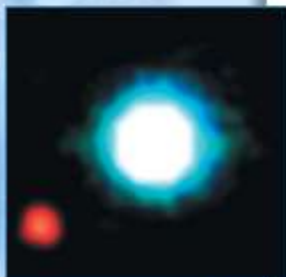


ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Где и как работают самые крупные оптические телескопы.
- Как астрономы исследуют γ -излучение Вселенной.
- Что увидели гравитационно-волновые и нейтринные телескопы.

ВСПОМНИТЕ:

- Что изучает астрономия?
- Какими способами изучают Вселенную?
- Из каких объектов состоит Вселенная?



Первый прямой снимок экзопланеты

Очень Большой Телескоп

Лазерный луч, показанный на фотографии, помогает увидеть и оценить искажения, вносимые атмосферой, и автоматически учесть их при обработке, тем самым значительно улучшая снимки. На первом прямом снимке экзопланеты она видна на угловом расстоянии 0,778" от своей звезды коринневого карлика, что при расстоянии до этой звезды 230 св. лет соответствует 55 астрономическим единицам.

ДАЛЕКИЕ ГЛУБИНЫ ВСЕЛЕННОЙ

В последние десятилетия современная астрономия нацелена на изучение самых далёких областей Вселенной и изучение детальной структуры небесных тел. Для этого было построено несколько обсерваторий с гигантскими телескопами.

СОВРЕМЕННЫЕ ЗЕМНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ Следует отметить южную международную астрономическую обсерваторию в Чили. Благодаря тому, что она находится на высоте около 2630 м, удалось существенно уменьшить влияние атмосферы на формирование изображений небесных тел. Очень Большой Телескоп состоит из четырёх телескопов диаметром 8,2 м каждый. С помощью компьютерных технологий они могут работать вместе как гигантский интерферометр с угловым разрешением в несколько миллизекунд дуги.

Чувствительные инфракрасные приёмники света позволяют проникнуть в центр Млечного Пути через облака газа и пыли, которые непрозрачны для видимого света, изучить движение отдельных звёзд в центре и обнаружить сверхмассивную чёрную дыру в нём.

Два телескопа с объективами по 10,4 м в диаметре установлены на высоте 4154 м в обсерватории на Гавайских островах. Соединённые вместе с помощью компьютерных технологий, телескопы начали работать как телескоп диаметром 86 м с пространственным разрешением 0,004" (под таким углом будет видна буква «о» в вашем учебнике с расстояния 100 км).

КОСМИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ И всё-таки атмосфера ограничивает наблюдения за небесными телами и мешает их проведению. Поэтому астрономы запускают телескопы за пределы земной атмосферы.

Используя длительные экспозиции, удалось заглянуть в далёкое прошлое Вселенной, в эпоху формирования первых галактик. Впервые были получены изображения протогалактик, первых сгустков материи, которые сформировались менее чем через миллиард лет после Большого взрыва.

Очень Большой Телескоп



В настоящее время в космическом пространстве работает российская космическая обсерватория «Радио-Астрон». Совместно с наземными радиотелескопами обсерватория работает как радиointерферометр. Телескоп движется по очень вытянутой орбите с апогеем до 360 000 км. По пространственному разрешению он сравним с радиотелескопом, который имел бы зеркало диаметром от Земли до Луны. «РадиоАстрон» позволяет получать информацию о структуре галактических и внегалактических радиисточников на угловых масштабах до 8 микросекунд дуги ($8 \cdot 10^{-6}$).

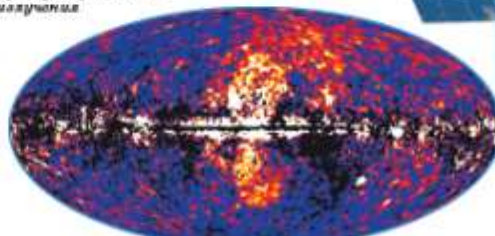
Сейчас в космическом пространстве вокруг Земли вращается γ -телескоп имени Ферми. Так как γ -излучение образуется при высокоэнергетических процессах рождения и аннигиляции частиц и явлений, при ядерных реакциях, то телескоп позволяет исследовать эти процессы в небесных телах.

На рисунке показана карта распределения γ -излучения по всему небу, полученная телескопом Ферми. На фотографии неба в γ -лучах выделяется излучение полосы Млечного Пути, которое объясняется остатками взрывов сверхновых звёзд, нейтронных звёзд и чёрных дыр, концентрирующихся на плоскости Млечного Пути. Загадкой для астрономов являются два γ -пучка, протянувшихся перпендикулярно вверх и вниз от центра. Многие астрономы склонны думать, что в γ -излучении себя проявляют необычные свойства тёмной материи.

В настоящее время мы получаем информацию о небесных телах не только в различных диапазонах электромагнитного излучения. Большое развитие получила нейтринная астрономия, с её помощью удалось заглянуть внутрь Солнца и в ядра взрывающихся сверхновых звёзд. Совершенно новое направление представляет гравитационно-волновая астрономия. Её первые успехи связывают с прямым наблюдением гравитационного излучения, которое, по-видимому, образовалось при слиянии двух чёрных дыр.

Бурное развитие современной астрономии связано как с традиционным развитием наземных обсерваторий, так и с запуском телескопов за пределы земной атмосферы и наблюдение в нетрадиционных для астрономии диапазонах длин волн — инфракрасном, рентгеновском и γ -диапазоне.

Карта распределения γ -излучения



Один из самых крупных космических оптических телескопов с диаметром зеркала 2,4 м — телескоп Хаббла — уже свыше 27 лет работает на высоте 540 км.



«Столпы Творения» в туманности Орион. В них рождаются новые звёзды

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:

- С какими современными телескопами вы познакомились?
- Расскажите о назначении телескопов.

Глава 9

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АСТРОНОМИИ

- УСКОРЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ И ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ
- ОБНАРУЖЕНИЕ ПЛАНЕТ ОКОЛО ДРУГИХ ЗВЕЗД
- ПОИСК ЖИЗНИ И РАЗУМА ВО ВСЕЛЕННОЙ

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

Вопрос о происхождении жизни, о её разумных формах волновал науку с античных времён. Римский философ Лукреций Кар (98–55 гг. до н.э.) в своей поэме «О природе вещей» писал: «Весь этот видимый мир вовсе не единственный в природе, и мы должны верить, что в других областях пространства имеются другие земли с другими людьми и другими живыми».

Астронет
<http://www.astronet.ru>

Элементы: популярный сайт о фундаментальной науке
<http://elementy.ru/>

Популярная механика
<http://popmech.ru>

ПОДВЕДЁМ ИТОГИ

- Наблюдения вспышек сверхновых звёзд в очень далёких галактиках позволили определить расстояния до них независимо от метода красных смещений. Полученное различие в оценках расстояний указывает на ускоренное расширение Вселенной на больших расстояниях. Это говорит о том, что наряду с силой всемирного тяготения между телами во Вселенной действует сила всемирного отталкивания.
- По-видимому, эта сила отталкивания является производимой особой формы материи, которая называется тёмной энергией. Одним из её свойств является то, что она обладает отрицательным давлением.
- В настоящее время обнаружено свыше 4000 экзопланет, определены их массы и расстояния до звезды, вокруг которой они обращаются. Среди них всего около 40 с массами, сравнимыми с массой Земли, и расположенных на расстояниях от звезды, обеспечивающих комфортные условия для образования и эволюции жизни на ней.
- Для поиска внеземных цивилизаций проводится прослушивание космического пространства, а также посылаются закодированные послания в области Галактики, где, возможно, существует разумная жизнь.

ПОДРОБНЕЕ...

Ефремов Ю.Н. Звёздные острова: Галактики звёзд и Вселенная галактик. — Фрязино: Век 2, 2007.

Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. — М.: Издательство УРСС, 2002.

Энциклопедия для детей. Т.8. Астрономия. — М.: Аванта+, 2018.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- Мы говорим, что если экзопланета находится в пределах определённых расстояний от звезды, то на ней возможно возникновение и эволюция жизни. Чем определяются эти условия и пределы расстояний (их ещё называют поясом жизни вокруг звезды)?
- Почему у звёзд спектральных классов O, B и A не стоит искать разумную жизнь?

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Как тёмная материя увеличивает массу Вселенной.
- Как открыли ускоренное расширение Вселенной.
- Какова природа силы всемирного отталкивания.

ВСПОМНИТЕ:

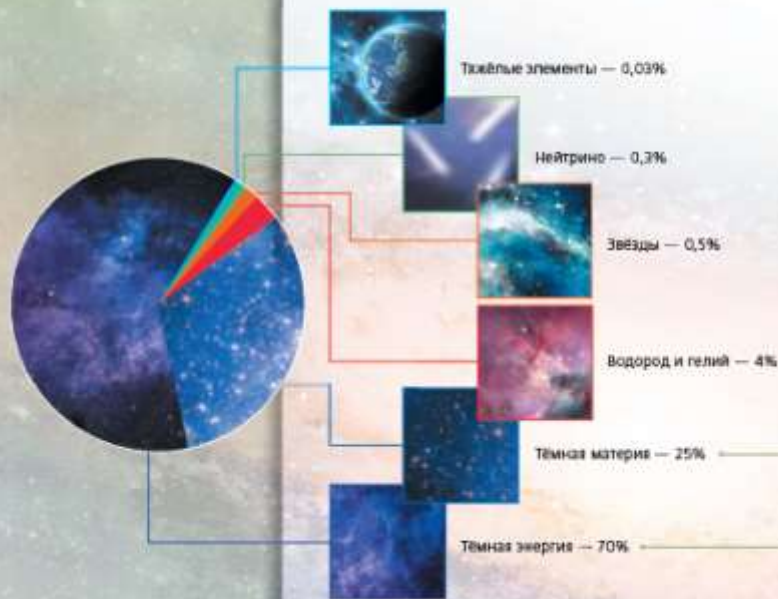
- Какой закон описывает расширение Вселенной?

УСКОРЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ И ТЁМНАЯ ЭНЕРГИЯ

Исследуя собственное вращение галактик, астрономы обратили внимание на то, что скорости звёзд, расположенных на периферии галактик, и скорости спутников галактик заметно выше той, которую они имели бы, если бы всё вещество галактики было сосредоточено в звёздах, газе и пыли.

ТЁМНАЯ МАТЕРИЯ Наблюдения указывают на то, что в галактиках имеется не излучающая свет тёмная материя, которая по массе в несколько раз превышает суммарную массу звёзд. Это невидимое вещество не участвует в электромагнитном взаимодействии, слабо проявляется в ядерном и слабом взаимодействиях, поэтому оно себя не обнаруживает. В основном оно участвует в гравитационном взаимодействии.

Природа этой материи пока не ясна, но она вносит основной вклад в массу галактик. Поэтому ранее приведённое значение средней плотности Вселенной нужно увеличить почти в три раза.

**УСКОРЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ И ТЁМНАЯ ЭНЕРГИЯ**

Делать выводы о бесконечном расширении Вселенной пока преждевременно, так как ряд наблюдений указывают на существование во Вселенной более экзотической по свойствам тёмной материи, которая получила название *тёмной энергии*. По своей массе она превышает все другие формы материи и вносит основной вклад в расширение Вселенной.

Проявление тёмной энергии было обнаружено по наблюдениям вспышек сверхновых звёзд в очень далёких галактиках. Удалось независимо от метода измерения расстояния по красному смещению линий в спектрах далёких галактик и закону Хаббла определить расстояние до них. Оказалось, что это расстояние больше, чем даёт закон Хаббла. Отсюда следовало, что на таких расстояниях расширение происходит с ускорением, т. е. во Вселенной проявляется себя новая сила отталкивания, которая является определяющей в больших масштабах, а на малых расстояниях ею можно пренебречь. Природа тёмной энергии и связанная с ней сила отталкивания пока не известны. Так что, по мнению учёных, средняя плотность Вселенной равна критической плотности и основной вклад в неё вносит тёмная энергия.



Свойство тёмной энергии совершенно необычное, она проявляет себя только в гравитационном взаимодействии и не участвует в слабом ядерном и электромагнитном взаимодействиях. Она проявляет себя как сила отталкивания, пропорциональная расстоянию между телами. Плотность тёмной энергии постоянна во времени. Так как по мере расширения объём Вселенной увеличивается, то плотность обычной и тёмной материи уменьшается (масса этих видов материи не меняется). Поэтому начиная с определённого момента времени масса тёмной энергии будет превышать массу остальных видов материи и она будет оказывать основное влияние на гравитацию Вселенной. Наблюдения показали, что ускоренное расширение показывает галактики, которые находятся на расстоянии около 6 млрд св. лет от нас. Это означает, что тёмная материя и энергия стала преобладать над обычной материей, когда возраст Вселенной был около 7 млрд лет.

Тёмная материя не испускает электромагнитного излучения и потому не доступна для наблюдений. Её можно обнаружить только по её массе, т. е. гравитационному влиянию на другие объекты, в том числе и свет.

Тёмная энергия влияет на скорость расширения Вселенной.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:

- Что такое тёмная материя и тёмная энергия?
- Полагая, что радиус Вселенной возрастает пропорционально времени, оцените, в какой момент времени от начала Вселенной в расширении стала преобладать тёмная энергия.

ОБНАРУЖЕНИЕ ПЛАНЕТ ОКОЛО ДРУГИХ ЗВЁЗД

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Какие наблюдения указывали на существование невидимых спутников у звёзд.
- Какими методами можно обнаружить экзопланеты.
- Какие наблюдения указывали бы на существование жизни на поверхности экзопланет.

ВСПОМНИТЕ:

- Какими методами проводится астрономические наблюдения?

В начале XIX в., изучая собственное движение звёзд, астрономы обратили внимание на то, что движение Сириуса не было прямолинейным, он испытывал периодические отклонения от прямой траектории. Было предположение, что вокруг Сириуса вращается невидимая звезда, которая своим притяжением приводит к видимым колебаниям Сириуса.

НЕВИДИМЫЕ СПУТНИКИ ЗВЁЗД Когда для наблюдений стали использовать более мощные телескопы, около Сириуса обнаружили слабую звезду — белый карлик. Это открытие подтолкнуло астрономов к более тщательному исследованию движений звёзд.

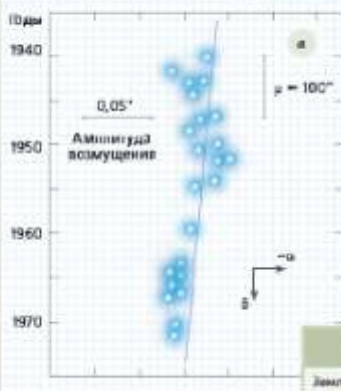
Рассмотрим схему наблюдаемого пути близкой к нам звезды Барнарда за 80 лет (а). Сплошная линия — невозмущённое движение звезды на фоне далёких звёзд. Кружки показывают реальное возмущённое движение, вызванное тёмными спутниками.

Теоретический анализ движения показал существование вокруг неё трёх спутников. Первый находится на расстоянии 1,8 а. е., второй — 2,8 а. е., третий — 4,5 а. е. от звезды Барнарда, а их массы соответственно равны 1,8, 0,6, 0,7 массы Юпитера.

Возможно, вокруг звезды вращаются и менее массивные спутники с массами, сравнимыми с массой Земли, но их влияние на движение звезды настолько мало, что их трудно обнаружить.

Потенциально обитаемые экзопланеты

Название планеты	Индекс обитаемости	Расстояние (а. е.)	Год открытия
Земля	1,00	0	—
Kepler-438b	0,90	470	2015
Проксима Центавра b	0,87	4,224	2016
Kepler-296c	0,85	1089,5	2014
KOI-2010.01	0,84	1213,4	2011
Gliese 667 Cc	0,84	23,5	2011
Kepler-442b	0,83	1291,6	2015
Kepler-62e	0,86	1199,7	2012
Kepler-452b	0,83	1400	2015
Gliese 832 c	0,81	36,1	2014
Kepler-283c	0,79	1496,8	2011



МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ В настоящее время для поиска планет за пределами Солнечной системы (экзопланет) используют и другие методы, основанные на наблюдениях: по ослаблению света от звезды, когда планета проходит по её диску и заслоняет часть звезды; по изменению доплеровского смещения спектральных линий в звёздном спектре из-за движения звезды вокруг центра масс звезды и экзопланеты.

Трудность поиска экзопланет состоит в том, что для обнаружения планеты типа Земли скорости, которые нужно измерить, составляют несколько метров в секунду, а ослабление света звезды составит доли процента.

ЭКЗОПЛАНЕТЫ С УСЛОВИЯМИ, БЛАГОПРИЯТНЫМИ ДЛЯ ЖИЗНИ

Несмотря на все трудности, к настоящему времени обнаружено свыше 4000 экзопланет. В основном это планеты-гиганты. Среди них сотни планет с массами, сравнимыми с массой Земли, и около 40 экзопланет, расположенных на расстояниях от звезды, на которых они получают достаточно тепла для формирования комфортных условий жизни на поверхности. Среди них есть близкие к Земле, например планеты, расположенные около звезды: Кита.

Теперь основная цель наблюдений — обнаружение атмосферы у этих экзопланет и определение её химического состава. Если в химическом составе будет обнаружен кислород, углекислый газ, метан, то на этих планетах возможно наличие жизни.



Открытие большого числа экзопланет заставило учёных более глубоко исследовать проблемы возникновения и эволюции жизни на планетах. Так, вне зоны благоприятной для жизни вокруг Солнца, на спутнике Юпитера Европе под ледяной корой существует гигантский тёплый водно-океан, подогреваемый теплом, выделяемым за счёт действия приливных сил со стороны Юпитера и соседних спутников. В этом океане могут существовать и развиваться живые организмы. Поэтому в будущем планируются запуски спускаемых аппаратов на Европу, которые проникнут в этот океан.

Более того, высказываются обоснованные предположения о существовании жизни на поверхности спутника Сатурна Титана, на котором обнаружены реки и озёра с жидким метаном и метановые облака. Как считают учёные, при так низкой температурной метан по своим физическим свойствам ближе к воде при земных условиях и может служить основой для жизни.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:

- Что такое экзопланеты?
- Какими методами они обнаруживаются?

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Как развивались представления о существовании жизни во Вселенной.
- Как оценивают количество высокоразвитых цивилизаций в Галактике.
- Как пыгались обнаружить и послать сигналы внеземным цивилизациям.

ВСПОМНИТЕ:

- Какими способами астрономы ведут поиски экзопланет?

За эти взгляды, противоречащие официальной позиции, католическая церковь жестоко расправилась с Дж. Бруно. Судом высшей инстанции он был признан несправедливым грешником и сожжён заживо в Риме на площади Цветов 17 февраля 1600 г.

ПОИСК ЖИЗНИ И РАЗУМА ВО ВСЕЛЕННОЙ

Благодаря церкви, которая опиралась на учение Птолемея, Земля считалась центром Вселенной. Жизнь и человек созданы Богом только на Земле. И только гениальный Н. Коперник в первой четверти XV в. низвел Землю из центра Вселенной, поместив её на третье место от центрального Солнца.

ЖИЗНЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ Первые телескопические наблюдения Г. Галилея показали, что на Луне видны горы и моря, как на Земле. Направлялся вывод о возможности жизни на ней.

Эти мысли ясно выразил Дж. Бруно, ярый приверженец теории Коперника. Он писал: «Существуют бесчисленные солнца, бесчисленные земли, которые кружатся вокруг своих солнц, подобно тому как наши семь планет кружатся вокруг нашего Солнца... На этих мирах обитают живые существа».

Многие астрономы искали проявления жизни на планетах Солнечной системы. Так, открытие Дж. Кевеллером каналов и морей на Марсе во время Великого противостояния планеты в конце XIX в. вызвало большой интерес к проблеме связи с марсианской цивилизацией. Предлагали прорубить в сибирской тайге просеку в виде теоремы Пифагора с гигантскими квадратами на катетах и гипотенузе, засеять их пшеницей, и тогда на зелёном фоне тайги «марсиане» увидят этот рисунок и в конце концов дадут нам знать о себе.

ФОРМУЛА ДРЕЙКА К проблеме поиска связи с внеземными цивилизациями учёные обратились в конце 50–60 гг. XX в. Уильям К. Саган, Ф. Дрейк и И. Шилловский попытались на основе знаний из астрономии, биологии, химии, социологии и других естественных наук оценить количество разумных цивилизаций в нашей Галактике, с которыми мы могли бы надеяться связаться в настоящее время. Фрэнк Дрейк предложил следующую формулу для оценки числа N_c цивилизаций в Галактике:

$$N_c = R_* \cdot f_{**} \cdot n \cdot f_n \cdot f_{pl} \cdot f_c \cdot T,$$

где $R_* = 1$ звезда/год — скорость образования звезд спектральных классов от F до M. Время жизни этих звезд свыше 4 млрд лет, что достаточно для возникновения и эволюции жизни до разумной на планете;

$f_{**} = 1$ — доля звезд, имеющих планетные системы, т. е. полагают, что все солнцеподобные звезды имеют планетные системы;

$n = 0,1$ — среднее число планет в планетной системе, имеющих благоприятные для жизни условия (в Солнечной системе только Земля, т. е. $n = 1/8$);

$f_n = 1$ — доля планет, у которых при хороших условиях рано или поздно жизнь обязательно возникнет, как на Земле;

$f_{pl} = 1$ — доля планет, где жизнь возникла и благодаря естественному отбору эволюционировала в разумную;

$f_c = 1$ — доля возникших высокоразвитых цивилизаций, у которых появилось желание и возможность связи с другими цивилизациями;

T — время жизни высокоразвитой цивилизации в годах. Полагают, что наша высокоразвитая цивилизация уже прожила почти 60 лет, начиная с того момента, как мы построили радиотелескопы и получили возможность послать сигналы с Земли и принимать сигналы из космоса. Если мы не уничтожим сами себя, то наша цивилизация просуществоует несколько миллионов лет.

Подставив в формулу Дрейка приведенные цифры, получим число цивилизаций в нашей Галактике:

$$N_c \approx 100\,000.$$

Одна высокоразвитая цивилизация на 1 000 000 звезд!

Расчёты показали, что в Млечном Пути должно быть от одной цивилизации (нашей земной) до миллиона. В крупные радиотелескопы астрономы пытаются услышать эти цивилизации. Первые наблюдения в рамках поиска внеземных цивилизаций были проведены в 1960 г. Тогда астрономы, используя радиотелескоп с диаметром антенны в 25 м, прослушивали две близкие звезды, похожие на Солнце, — Кита и Эридану в надежде услышать радиосигналы искусственной природы. Сигналы пока так и не были обнаружены.

С помощью гигантских антенн радиотелескопов Центра дальней космической связи в Эспарто были отправлены послания в сторону нескольких ближайших звезд, находящихся на наше Солнце.



В 1974 г. с радиотелескопа в Аресибо было отправлено послание «A» в сторону шарового скопления M13 в созвездии Геркулеса, содержащее 1679 бит информации и посланное на радиочастоте 2380 МГц (длина волны 12,6 см). Сообщение представляет собой развертку кадра с 23 столбцами и 73 строками. На развертке изображена фигура человека и схема Солнечной системы. Справа указан рост в единицах длины волны (14 × 12,6 см = 176 см). Слева — численность населения Земли (около 4 млрд человек, в двоичной системе). В верхней части — последовательность чисел от 1 до 10 в двоичном коде. Затем следует последовательность чисел 1, 6, 7, 8 и 15 — порядковые номера важнейших для нас химических элементов: водорода, углерода, азота, кислорода и фосфора. Под ними 12 групп из пяти чисел каждая — это формулы важнейших для жизни молекул. И ещё ниже — двойная спираль молекулы ДНК. До скопления M13 сигнал будет двигаться 25 000 лет и обратно столько же, если нам ответят. Так что через 50 000 лет мы всё узнаем!



ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:

- Какое время для жизни развитой цивилизации вы подставили бы в формулу Дрейка и почему?
- Некоторые учёные полагают, что $T = 100$ лет. Как вы думаете, правы они или нет?
- Почему из анализа формулы Дрейка исключили более горячие звезды спектральных классов O, B и A?

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- 1. Какие объекты входят в состав Солнечной системы.
- 2. Чем отличаются планеты земной группы от планет-гигантов.
- 3. Что такое пояс Койпера и облако Оорта.
- 4. Каковы размеры Солнечной системы.

ВСПОМНИТЕ:

- 1. По каким законам движутся планеты?
- 2. Какие планеты называют верними, а какие — нижними?

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Солнечной системой называют совокупность небесных тел, движущихся вокруг Солнца. В Солнечную систему входят восемь больших планет со своими спутниками, планеты-карлики, свыше 100 000 малых планет (астероидов), множество комет и метеорных тел (камень самых разнообразных размеров) и потоки мелкой пыли (метеорные рои).

ПЛАНЕТЫ И АСТЕРОИДЫ Планеты представляют собой тёмные шарообразные тела, сопоставимые по размерам с Землей.

Астероиды — сравнительно небольшие твёрдые тела с размерами, не превышающими сотен километров, и в подавляющем большинстве неправильной формы. Почти все астероиды движутся вокруг Солнца между орбитами Марса и Юпитера, образуя своеобразное кольцо, называемое поясом или зоной астероидов.

Планеты и астероиды видны потому, что освещаются Солнцем. Даже самые крупные из малых планет видны только в телескоп и выглядят светящимися точками, как звезды, за что и получили название астероидов (по-гречески — звездообразных объектов).

Далёкие планеты Уран, Нептун и планеты-карлики типа Плутона, слабо освещаемые Солнцем, также доступны наблюдениям лишь в телескопы. Более близкие к Солнцу планеты — Меркурий, Венера, Марс, Юпитер,

Сатурн — обильно освещаемые солнечными лучами, видны невооружённым глазом, поэтому были известны людям с древнейших времён.

Все планеты и астероиды обращаются вокруг Солнца в направлении движения Земли, которое считается прямым. Они образуют планетную систему, являющуюся частью Солнечной системы. Радиус планетной системы близок к $4,5 \cdot 10^8$ км — четырём с половиной миллиардам километров (30 а. е.) и определяется расстоянием от центра Солнца до Нептуна.

Если луч света распространяется от Солнца до Земли почти 8 мин, то до границы планетной системы он добирается около 4 ч.

И всё же радиус нашей планетной системы почти в 10 000 раз меньше расстояния до ближайшей звезды Проксимы Центавра.

КАРЛИКОВЫЕ ПЛАНЕТЫ. ОБЛАКО ОРТА За орбитой Нептуна (примерно 55 а. е.) находится так называемый пояс Койпера, состоящий из карликовых планет Плутона, Эриды, Хаумеда и других, а также большого числа более мелких тел.

Ещё дальше вплоть до границы Солнечной системы располагается гипотетическое облако Оорта, состоящее из ледяных глыб и ядер комет.

Сама Солнечная система ограничивается зоной действия притяжения Солнца и распространения солнечного вещества. В настоящее время предполагается, что граница Солнечной системы находится на расстоянии свыше 100 000 а. е. от Солнца.

Облако Оорта

**ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:**

- 1. Назовите объекты Солнечной системы.
- 2. Каков состав пояса Койпера и облака Оорта?

ЛУНА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ЗЕМЛЮ

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Какова природа Луны.
- Каким образом Луна вызывает приливы на Земле.
- Что именно Луна вызывает прецессию земной оси.

ВСПОМНИТЕ:

- Что такое фазы Луны?
- Почему происходит лунные затмения?

Луна — единственный естественный спутник нашей планеты, ближайшее к Земле небесное тело. Её отражённый свет мы наблюдаем практически каждый день (вечер, ночь) в безоблачную погоду.

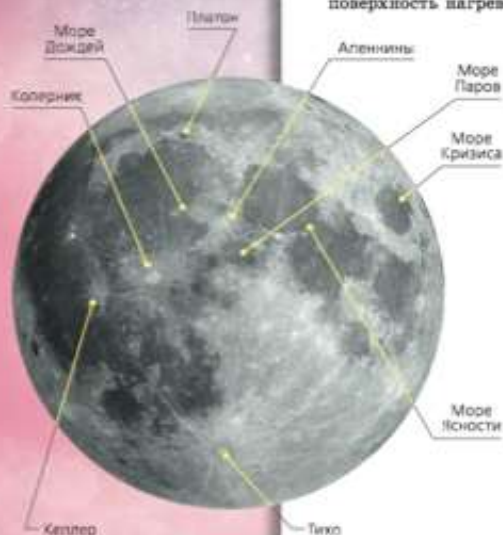
ПРИРОДА ЛУНЫ Луна — холодное шаровидное тело с твёрдой скалистой поверхностью. Радиус Луны равен 1738 км. Масса Луны в 81,3 меньше массы Земли, что надёжно определено по движению искусственных спутников, неоднократно выводимых в 1966–1971 гг. на селеноцентрические (от греч. Селена — Луна) орбиты. Первым искусственным спутником Луны 3 апреля 1966 г. стал советский космический аппарат «Луна-10».

Средняя плотность Луны $\rho = 3350 \text{ кг/м}^3$, или 0,6 плотности Земли. Ускорение силы тяжести на поверхности $1,63 \text{ м/с}^2$ (в 6 раз меньше земного). Период вращения Луны вокруг своей оси равен периоду её обращения вокруг Земли, а именно 27,3 суток. Продолжительность солнечных суток на Луне составляет около 29,5 суток земных.

Луна лишена воды и атмосферы. За продолжительный лунный день в течение 14,8 земных суток лунная поверхность нагревается до температуры $+130^\circ\text{C}$, а ночью охлаждается до -170°C . Из-за малой силы тяжести и высокой температуры на Луне отсутствует атмосфера.

Следов жизни на Луне пока тоже не обнаружено.

Рельеф лунного полушария, обращённого к Земле, хорошо виден даже в небольшой телескоп. Обширные тёмные округлые и сравнительно ровные низменности ещё в XVII в. получили названия морей: Море Спокойствия, Море Ясности и т. д. Их размеры от 200 до 1200 км в поперечнике. Самая большая низменность, протяжённость которой свыше 2000 км, названа Океаном Бурь. Сглаженная поверхность морей покрыта тёмным веществом, в том числе застывшей лавой, некогда изверженной из лунных недр. Океан Бурь и наиболее крупные моря различимы невооружённым глазом в виде тёмных пятен на лунном диске.



Светлые области — материка — занимают свыше 60% видимой поверхности Луны.

Материка покрыты как отдельными горами, так и горными хребтами. Так, Море Дождей ограничено с северо-востока Альпами, с востока — Кавказом.

Высота гор различна, отдельные горные вершины достигают 8 км.

Горные районы покрыты множеством кольцевых структур — кратеров, в меньшем количестве они имеются и в морях. Размеры кратеров варьируются от 1 м до 250 км.

Многие кратеры названы именами учёных: Архимед, Гиппарх и др. У таких крупных кратеров, как Тихо, Коперник, Кеплер, наблюдаются расходящиеся светлые лучевые структуры.

По современным представлениям большинство кратеров образовалось при столкновении с лунной поверхностью крупных метеоритов, астероидов и комет.



Обширные ровные поверхности лунных морей ученые объясняют столкновениями в далёком прошлом крупными метеоритами или астероидами с только что сформировавшейся поверхностью Луны. Они пробивали кору лунной поверхности, и потоки лавы заливали огромные пространства вокруг, сглаживая все неровности. Огромные по массе остатки метеоритов и астероидов застряли на большой глубине под поверхностью. Подтверждения этой гипотезы были получены из анализа движения искусственных спутников Луны: они испытывали дополнительное притяжение со стороны масс, сконцентрированных под поверхностью и получивших название маскон.

ПРИЛИВЫ Уровень океанов испытывает постоянные, правильные колебания. Во время приливов уровень воды плавно нарастает, достигая наибольшего значения, а затем постепенно снижается до наименьшего уровня.

Максимумы подъёмов воды чередуются через определённые промежутки времени, близкие к 12 ч 26 мин.

Таким образом, в каждом месте океанского берега за 24 ч 52 мин бывают два прилива и два отлива.

Но мы уже упоминали, что из-за движения Луны вокруг Земли Луна проходит выше всего над горизонтом как раз через 24 ч 52 мин. Это указывает на зависимость между Луной и приливами.

Максимальные приливы бывают, когда Луна находится выше всего над горизонтом или ниже всего под горизонтом.

Под влиянием лунного притяжения Земля имеет некоторое ускорение в направлении Луны. При этом твёрдая часть Земли испытывает одинаковое ускорение; его вектор можно связать с центром Земли.

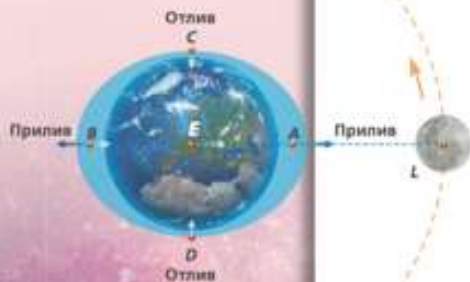
С водной оболочкой ситуация сложнее.

МОИ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Составьте план лунной поверхности!

«ПОМОЩНИК»

- Используя бинокль или телескоп, определите крупные формы рельефа лунной поверхности.
- Нарисуйте план лунной поверхности в выбранном масштабе.
- Найдите карту Луны и сравните со своим планом. Напишите названия объектов вашего плана.



Предположим, что вся Земля покрыта океаном. Пусть точка E — центр Земли, L — Луна.

Очевидно, вода в точке A , наиболее близкой к Луне, испытывает большее ускорение, направленное в сторону Луны, чем центр Земли E , а в точке D , в свою очередь, большее, чем в точке B . Поэтому в общем движении к Луне частицы воды близ точки A уйдут вперед по отношению к твердой Земле, испытывая большее ускорение в сторону Луны, чем твердая поверхность Земли. На этой стороне Земли вода поднимется; здесь, таким образом, будет прилив.

Но такой же прилив будет в то же время и на противоположной стороне Земли, так как вода в точке B отстанет от центра E Земли почти на столько же, на сколько вода в точке D уйдет вперед.

В точках C и D водная оболочка будет испытывать дополнительное смещение, направленное к центру Земли, прижимаясь к ней. В этих точках будет наблюдаться отлив.

Таким образом, под действием лунного притяжения водная оболочка Земли принимает слегка вытянутую в сторону Луны форму:

близ точек A , где Луна выше всего над горизонтом, и B , где Луна ниже всего под горизонтом, будет наблюдаться прилив;

близ точек C , где Луна заходит, и D , где Луна восходит, будет наблюдаться отлив.



Так как Земля вращается вокруг своей оси существенно быстрее, чем Луна обращается вокруг Земли, образующийся приливной горб в точке A будет двигаться по инерции, бежать чуть впереди линии, соединяющей центры Луны и Земли. Масса этого горба будет притягивать Луну с силой, проекция которой, направленная в сторону движения Луны, будет незначительно ускорить это движение, и Луна будет удаляться от Земли. Точные измерения расстояния до Луны с помощью лазерной локации показали, что Луна действительно удаляется от Земли со скоростью около 35 мм в год.

Интересно, что и Луна с такой же по модулю силой притягивает приливной горб. Благодаря этому появляется небольшая сила, которая действует против направления вращения Земли и тормозит её вращение. Это приводит к удлинению продолжительности земных суток. К замедлению вращения Земли приводит также трение водной оболочки о дно океанов и морей в прибрежной мелководной зоне, в которой приливная волна может достигать высоты свыше 10 м. Наблюдения показали, что за счет приливов длительность суток увеличивается на 0,0014 с за 100 лет.

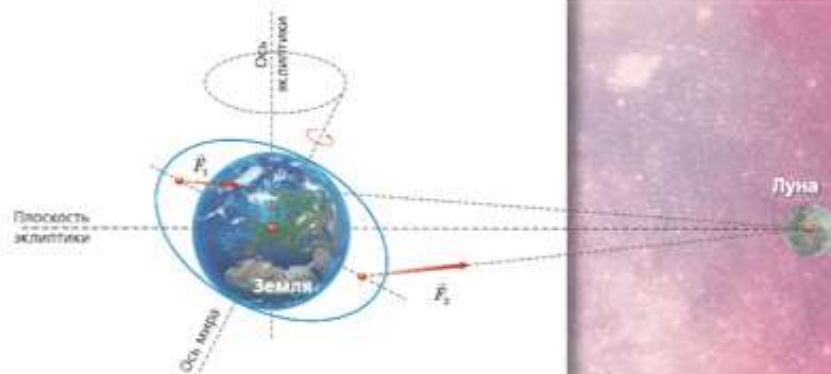
Вследствие вращения Земли приливные выступы образуются каждый следующий момент уже в новых точках земной поверхности. Поэтому в течение одного оборота Луны (24 ч 52 мин) они обойдут вокруг всего земного шара. За это время в каждом месте случается два прилива и два отлива.

Солнце, как и Луна, также вызывает приливы. Несмотря на большую удаленность от Земли, благодаря большой массе Солнца приливы, которые оно вызывает, всего в 2,5 раза меньше лунных.

Во время полнолуний и новолуний лунные и солнечные приливы складываются и наблюдаются самые большие приливы.

Напротив, когда Луна в первой или последней четверти, во время лунного прилива будет солнечный отлив. Действие Солнца уменьшает действие Луны, и приливы делаются существенно меньшими.

ПРЕЦЕССИЯ — явление, при котором момент импульса тела меняет своё направление в пространстве под действием момента внешней силы.



Так как Земля из-за своей сплюснутости имеет избыток массы в экваториальной области, то Луна и Солнце своим притяжением этих выступов стремятся повернуть Землю таким образом, чтобы земной экватор совместился с плоскостью эклиптики.

Этот поворот складывается с осевым вращением Земли и приводит к медленному обращению оси вращения Земли вокруг направления на полюс эклиптики с периодом примерно 26 000 лет.

Земля также вызывает приливы на Луне, причём они существенно больше, чем приливы, вызываемые Луной на Земле. В прошлом, когда Луна ещё только формировалась и была расплавленной, приливное трение настолько затормозило вращение Луны, что она оказалась повернутой к нам постоянно одной стороной.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:

- Вследствие чего возникает прецессия земной оси?
- Когда на Земле можно наблюдать максимальные приливы? Аргументируйте свой ответ.

СОЛНЦЕ

ВЫ УЗНАЕТЕ:

- Каковы основные характеристики Солнца.
- Каково строение солнечной атмосферы.
- Что такое солнечная активность.

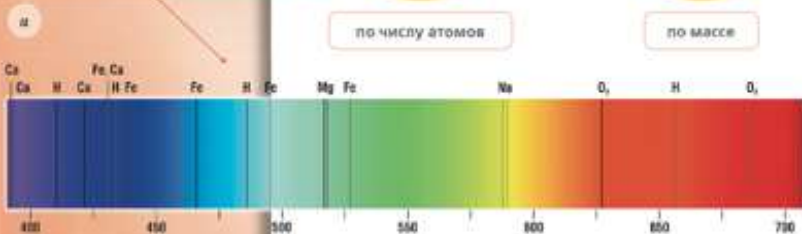
ВСПОМНИТЕ:

- Как протекают термоядерные реакции?
- Что такое эклиптика?

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА

Среднее расстояние до Земли	$1,5 \cdot 10^8$ м
Средний диаметр	$1,39 \cdot 10^6$ м
Масса	$1,99 \cdot 10^{30}$ кг
Средняя плотность	$1,4$ т/см ³
Ускорение свободного падения на экваторе	274 м/с ² = $27,96$ g
Температура короны	$1,5 \cdot 10^6$ К
Температура ядра	$1,4 \cdot 10^8$ К

СОСТАВ СОЛНЦА



Солнце — источник жизни на Земле. Оно даёт свет, тепло и обеспечивает жизнедеятельность всего растительного и животного мира.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЦА Солнце — лишь одна из бесчисленного множества звёзд, существующих в природе. Благодаря своей близости к Солнцу мы имеем возможность изучать происходящие на нём процессы и по ним судить об аналогичных процессах в звёздах, непосредственно невидимых из-за колоссального их удаления.

Шарообразное Солнце представляется нам светящимся диском. Видимая поверхность Солнца называется фотосферой, радиус которой считается радиусом Солнца.

На среднем расстоянии Земли от Солнца, равном $a_0 = 1$ а. е. = $1,5 \cdot 10^8$ км, угловой радиус фотосферы $\theta = 16'$, поэтому линейный радиус Солнца

$$R_0 = a_0 \cdot \sin \theta = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км} \cdot 0,00465 = 700\,000 \text{ км},$$

что в 109 раз превышает радиус Земли.

Масса Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг. Средняя плотность Солнца $\rho_0 = 1400$ кг/м³.

Ускорение свободного падения на поверхности Солнца в 28 раз больше, чем на поверхности Земли, и равно 274 м/с².

На фотографических снимках Солнца часто видны тёмные пятна, возникающие в его фотосфере. Их можно увидеть в телескоп, если изображение Солнца спроектировать на белый лист бумаги, установленный за окуляром.

Если в течение нескольких дней следить за пятнами, то можно заметить их перемещение, что указывает на вращение Солнца вокруг оси. Такие наблюдения показали, что Солнце вращается не как твёрдое тело. Период его обращения вокруг оси вблизи экватора составляет 25 суток, а вблизи полюса — 30 суток. Линейная скорость вращения Солнца на экваторе составляет 2 км/с.

Измерения освещённости, которую создаёт Солнце на Земле, показали, что на земную поверхность площадью в 1 м², расположенную перпендикулярно к солнечным лучам, каждую секунду поступает от Солнца 1370 Дж энергии. Это значение солнечной энергии получило название *солнечной постоянной* и равно $E_0 = 1,37$ кВт/м². По ней можно рассчитать светимость Солнца L_0 , или мощность солнечного излучения, — энергию, излучаемую Солнцем за 1 с со всей его поверхности. Для этого достаточно умножить солнечную постоянную на площадь сферы, в центре которой находится Солнце, а радиус равен расстоянию от Земли до Солнца $a_0 = 1,5 \cdot 10^{11}$ м. Так как площадь сферы радиуса a_0 равна $S = 4\pi a_0^2$, то светимость Солнца

$$L_0 = S \cdot E_0 = 4 \cdot 3,14 \cdot (1,5 \cdot 10^{11} \text{ м})^2 \cdot 1,37 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2 = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт}.$$

Если принять, что мощность современных атомных электростанций близка к 10^6 Вт, то Солнце излучает почти в $4 \cdot 10^{21}$ раз больше энергии, чем производит каждая такая электростанция.



Масса Солнца
 $1,99 \cdot 10^{30}$ кг

Диаметр Солнца
 $1,4 \cdot 10^6$ м

Конвективная зона

Зона лучистого переноса

Ядро

Скорость вращения Солнца (на экваторе): 2 км/с
Период вращения: 25 сут.



Протуберанцы — газ, висющий над поверхностью Солнца благодаря магнитному полю. Скорость движения вещества: десятки и сотни км/с. Температура: до 20 тыс. К. Толщина: 5–10 тыс. км, высота — десятки тыс. км.

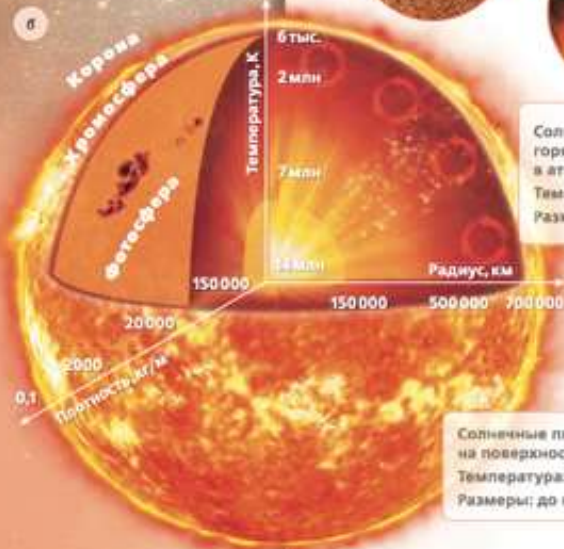
Гранулы — образования в фотосфере Солнца. Температура: около 6000 К. Размеры: около 1000 км.



Солнечные вспышки — горячие выбросы энергии в атмосфере Солнца. Температура: миллионы °С. Размеры: десятки тыс. км.



Солнечные пятна — области на поверхности с пониженной температурой. Температура: около 4000 °С. Размеры: до нескольких десятков тыс. км.



На долю Земли приходится всего лишь одна двухсот-миллиардная доля энергии, излучаемой Солнцем, но и её достаточно для поддержания многообразия жизни на нашей планете.

Судить о температуре Солнца (и звёзд) мы можем только по его излучению. Солнце является источником излучений различных длин волн: от длинноволнового радио до коротковолнового рентгеновского и гамма-излучения.

На рисунке (с. 80) показан наблюдаемый спектр Солнца в видимом диапазоне длин волн, полученный с помощью спектрографа. На нём мы видим, что на фоне непрерывного спектра (цветная радуга) видны линии поглощения различных химических элементов.

По наличию спектральных линий астрономы определяют химический состав Солнца. Оказалось, что Солнце почти на 71% состоит из водорода, 27% составляет гелий, на остальные химические элементы приходится около 2% массы.

Астрономы предполагают, что излучение Солнца близко по своим характеристикам излучению абсолютно чёрного тела, законы излучения которого хорошо известны.

Согласно закону Вина, длина волны, на которую приходится максимум излучения λ_{max} , связана с температурой T формулой

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{T}$$

Жёлтый цвет Солнца указывает на то, что максимум его излучения приходится на длину волны $\lambda_{\text{max}} = 4,8 \cdot 10^{-7}$ м, следовательно, температура Солнца должна быть

$$T = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{4,8 \cdot 10^{-7}} = 6000 \text{ К.}$$

Другой метод оценки температуры основан на законе Стефана–Больцмана, который гласит: мощность излучения с квадратного метра поверхности абсолютно чёрного тела i пропорциональна четвёртой степени его абсолютной температуры, т. е.

$$i = \sigma T^4 \text{ Вт/м}^2,$$

где $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$ — постоянная величина. Так как площадь солнечной поверхности $S = 4\pi R_{\odot}^2$, то светимость Солнца

$$L_{\odot} = i \cdot S = \sigma T^4 \cdot 4\pi R_{\odot}^2 = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт.}$$

Отсюда следует, что температура солнечной фотосферы

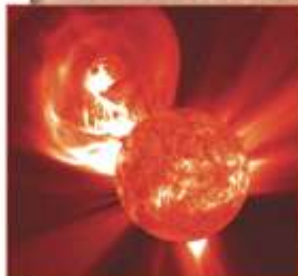
$$T = \sqrt[4]{\frac{L_{\odot}}{4\pi R_{\odot}^2 \sigma}}$$

Подставляя в эту формулу указанные выше значения величин, получим, что $T = 5800 \text{ К}$.

Вычисленная по закону Стефана–Больцмана температура несколько отличается от температуры, полученной по закону смещения Вина, но эти различия невелики. При столь высокой температуре фотосфера находится в газообразном состоянии и бурное перемешивание в ней газа приводит к неустойчивости температуры различных её участков. Поэтому среднюю температуру солнечной фотосферы можно считать близкой к 6000 К.

СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ Все виды излучений, которые мы воспринимаем от Солнца, образуются в его самых верхних слоях, в атмосфере.

Самый глубокий и плотный слой атмосферы — фотосфера — имеет толщину около 200 км, плотность вещества в ней 10^{-6} кг/м^3 , что значительно меньше плотности земной атмосферы. Несмотря на малое значение толщины и плотности, фотосфера непрозрачна для всех видов



Мои астрономические исследования

Проведите наблюдения за солнечными пятнами.

«ПОМОЩНИК»

- 1 Наведите телескоп на Солнце. Ни в коем случае не смотрите в окуляр! Сожмите глаза!
- 2 Спроектируйте изображение Солнца на белый экран и зарисуйте.
- 3 Подсчитайте: полное число пятен N и число групп пятен G . Отдельные пятна тоже считаются группой.
- 4 Подсчитайте число Вольфа $W = 10G + N$, которое характеризует солнечную активность.
- 5 Если возможно, повторите наблюдения через несколько дней. Обратите внимание на перемещение пятен по диску Солнца.



излучений, образующихся в более глубоких слоях Солнца, поэтому мы не можем заглянуть в его подфотосферные слои. В фотосфере видна зернистая структура, получившая название грануляции (рис. 1).

Характерные угловые размеры гранул, напоминающих по виду рисовые зёрна, составляют 1–2°, но линейные их размеры достигают тысяч и более километров. Наблюдения показывают, что грануляции находятся в непрерывном движении и изменении. Гранулы живут от 5 до 10 мин, на их месте появляются новые.

Исследование характера движения вещества в гранулах показало, что в центре более яркой и горячей части гранулы происходит подъём из-под фотосферы более горячего вещества и опускание под фотосферу более тёмного и холодного вещества, охватывающего гранулу. Скорость подъёма и опускания газа составляет около 1 км/с, а разница между температурой горячего и холодного вещества близка к 300 К. Таким образом, грануляция на Солнце указывает на то, что энергия в фотосферу поступает из более глубоких и горячих слоёв Солнца путём конвекции.

На ярком фоне фотосферы наблюдаются тёмные пятна. Размеры солнечных пятен могут достигать свыше 10 000 км! Такие крупные пятна хорошо видны даже невооружённым глазом (конечно, только сквозь тёмный светофильтр).

На фоне ослепительно яркой фотосферы пятно нам кажется чёрным. Однако измерения показали, что яркость пятен в 5–10 раз меньше яркости окружающей фотосферы, а их реальный цвет — красноватый. По этим измерениям, используя закон излучения Стефана–Больцмана, легко оценить температуру пятен, которая оказалась около 4000 К.

Наблюдения показали наличие сильного магнитного поля в пятнах. В некоторых пятнах магнитная индукция достигает 0,5 Тл, а то время как в среднем в фотосфере она составляет 10^{-4} – 10^{-5} Тл.

Сильное магнитное поле пятен является причиной их низкой температуры. Это объясняется тем, что вещество фотосферы представляет собой плазму, состоящую из заряженных частиц. Сильное магнитное поле тормозит движение плазмы, замедляет её конвекцию и тем самым ослабляет поступление тепла из внутренних слоёв Солнца. В результате температура вещества в области пятен уменьшается, и пятна выглядят тёмными на фоне яркой фотосферы.

На рисунке 2 показана фотография Солнца, полученная во время полного солнечного затмения. На снимке хорошо видна внешняя часть солнечной атмосферы — корона, имеющая вид лучистого жемчужного сияния, яркость которого в миллион раз меньше яркости фотосферы. Солнечная корона прослеживается до расстояний в десять и более радиусов Солнца.

Наблюдения показали, что солнечная корона нагрета до температуры около $2 \cdot 10^6$ К. При такой температуре вещество короны представляет собой полностью ионизованную плазму, которая в основном излучает в рентгеновских лучах.

И действительно, при наблюдениях в рентгеновские телескопы, которые установлены на космических астрономических обсерваториях за пределами земной атмосферы, солнечная корона представляется в полной красе, а то время как поверхность Солнца — её фотосфера — практически не видна.

Во время полных солнечных затмений на краю Солнца во внутренних слоях солнечной короны наблюдаются протуберанцы — струи горячего вещества, имеющие вид выступов и фонтанов (рис. 3). Одни из них — спокойные протуберанцы — в течение многих часов висят над солнечной поверхностью, другие — эруптивные (вспышечные) — внезапно с огромной скоростью вылетают над поверхностью, быстро поднимаются до высоты в десятки и даже сотни тысяч километров и также быстро падают вниз (рис. 4).

Из короны в межпланетное пространство истекает непрерывный поток частиц (протонов, ядер гелия, ионов электронов), называемый солнечным ветром. Частицы солнечного ветра покидают солнечную корону со скоростью около 800 км/с, поэтому солнечное притяжение не может их удержать. Вблизи Земли скорость солнечного ветра достигает 400 км/с.

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ Наблюдения показывают, что число солнечных пятен меняется со временем с периодом около 11 лет.

Когда наблюдается максимальное число пятен, то говорят о максимуме солнечной активности. В годы максимума солнечной активности значительно возрастает число мощных протуберанцев, одновременно с солнечной активностью меняется и форма солнечной короны.

Одним из самых значительных проявлений солнечной активности являются солнечные вспышки, во время которых выделяется колоссальная энергия — в течение десятка минут до 10^{25} Дж энергии.

Наблюдения со спутников установили, что во время солнечных вспышек происходит резкое увеличение ультрафиолетового излучения, появляется мощное рентгеновское и гамма-излучение.

Детекторы быстрых заряженных частиц, установленные на искусственных спутниках, показали, что при мощных солнечных вспышках в межпланетное пространство выбрасываются с огромными скоростями, иногда доходящими до 100 000 км/с, мириады частиц, обладающих большой кинетической энергией и получивших название солнечных космических лучей. Их основной состав — ядра атомов водорода, гелия, а также электроны.

Вспышки и другие проявления солнечной активности оказывают значительное влияние на биологические земные явления, на физические условия в земной атмосфере и околоземном космическом пространстве. Так, с отсутствием пятен в течение почти 70 лет в XVII в. связывают с малым ледниковым периодом, наступившим в Европе в то время. Рост деревьев, распространение эпидемий и даже войны подтверждены одиннадцатилетнему циклу солнечной активности.



Советский учёный А. Л. Чижевский собрал подробные сведения о периодичности эпидемических заболеваний и сопоставил их с данными о солнечной активности. На основании обнаруженной связи он в 1929 г. предсказал некоторые эпидемии на 35 лет вперёд. Так, семь из восьми предсказанных Чижевским эпидемий гриппа действительно произошли.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ:

- 1 Каков химический состав Солнца?
- 2 Опишите строение солнечной атмосферы.
- 3 Что такое солнечная активность?
- 4 Какие явления на Земле связаны с солнечной активностью?

КУРС АСТРОНОМИИ ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ»



Левитан Е.П.

Астрономия

10 класс (базовый уровень)

В состав учебно-методического комплекта входят:

- учебное пособие;
- методическое пособие для учителей (доступно в электронном виде на сайте Издательства)
- задачник;
- электронная форма учебника.

Построение курса

- Традиционный курс астрономии, доработанный по требованиям ФГОС.
- В пособии рассматриваются вопросы классической астрономии, строение, природа и эволюция звёзд, галактик и Вселенной.
- Курс обобщает естественнонаучные знания и дополняет физическую картину мира.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Как работать с учебником	3
I. ВВЕДЕНИЕ В АСТРОНОМИЮ	5
§ 1. Предмет астрономии	—
§ 2. Звёздное небо	12
§ 3. Изменение вида звёздного неба в течение суток	15
§ 4. Изменение вида звёздного неба в течение года	19
§ 5. Способы определения географической широты	23
§ 6. Основы измерения времени	27
II. СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	33
§ 7. Видимое движение планет	—
§ 8. Развитие представлений о Солнечной системе	37
§ 9. Законы Кеплера — законы движения небесных тел	42
§ 10. Обобщение и уточнение Ньютоном законов Кеплера	45
§ 11. Определение расстояний до тел Солнечной системы и размеров этих небесных тел	49
III. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ	56
§ 12. Система «Земля — Луна»	57
§ 13. Природа Луны	63
§ 14. Планеты земной группы	70
§ 15. Планеты-гиганты	86
§ 16. Астероиды и метеориты	96
§ 17. Кометы и метеоры	101
IV. СОЛНЦЕ И ЗВЁЗДЫ	110
§ 18. Общие сведения о Солнце	—
§ 19. Атмосфера Солнца	116
§ 20. Источники энергии и внутреннее строение Солнца	125
§ 21. Солнце и жизнь Земли	129
§ 22. Расстояния до звёзд	135
§ 23. Пространственные скорости звёзд	139
§ 24. Физическая природа звёзд	143
§ 25. Связь между физическими характеристиками звёзд	147
§ 26. Двойные звёзды	150
§ 27. Физические переменные, новые и сверхновые звёзды	154
V. СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ	162
§ 28. Наша Галактика	—
§ 29. Другие галактики	169
§ 30. Метагалактика	176
§ 31. Происхождение и эволюция звёзд и галактик	187
§ 32. Происхождение планет и их спутников	192
§ 33. Жизнь и разум во Вселенной (заключительный обзор)	198



Аппарат контроля и самоконтроля

? Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чём принципиальное отличие физических переменных звёзд от обычных? 2. Почему называется блеск переод? 3. Нередко переоды называют «мажнами Везелной». Почему? 4. Каково расстояние до переоды, видимая звёздная величина которой +12^m, а период колебания блеска примерно 4^h 5^m. Как должины периодические смещения линии в спектре переоды? 6. Во сколько раз возрастает блеск звёзд, вспыхивающих как сверхновые? 7. Что такое пульсары? 8. Какова связь между вспыхивающими сверхновыми звёздами и появлением нейтронных звёзд и пульсаров? 9. Почему Солнце не может вспыхнуть как сверхновая звезда?

! Что желательно знать, изучив тему «Солнце и звёзды»

1. Солнце — единственная звезда в Солнечной системе, источник энергии на Земле. Это довольно обычная звезда Везелной, которая не является уникальной по своим физическим характеристикам (массе, светимости, размерам, температуре, химическому составу). 2. Основные детали фотосферы Солнца — гранулы, пятна, факелы. Они, как вспышки и протуберанцы, наблюдаемые в хромосфере и короне, представляют собой проявление солнечной активности (её цикл длител в среднем 11 лет). 3. Во всех проявлениях солнечной активности исключительно важную роль играет магнитное поле активной области. 4. Зная солнечную постоянную, можно вычислить светимость Солнца. 5. Солнце излучает энергию в различных диапазонах электромагнитных волн; расширяющаяся солнечная корона — источник солнечного ветра. 6. Существует ряд геофизических проявлений солнечной активности. Интенсивно исследуется влияние солнечной активности на тропосферу и биосферу Земли. 7. Звёзды находятся от нас на различных расстояниях и движутся в пространстве. Среди них есть сверхгиганты, гиганты и карлики, которых очень много во Везелной. 8. Многие звёзды образуют двойные и кратные системы. В системах двойных звёзд действует закон всемирного тяготения.

160

9. Источник энергии Солнца и звёзд — термодерные реакции, происходящие в их недрах. 10. Основываясь на знании физических характеристик Солнца и звёзд и законах физики, установленных на Земле, можно построить модели внутреннего строения Солнца и звёзд. 11. Видимые звёздные величины характеризуют не размеры и светимости звёзд, а только освещённость, создаваемую звёздами на Земле.

Необходимые компетенции

12. Анализировать причинно-следственные связи при объяснении влияния солнечной активности на околоземное пространство и явления в атмосфере Земли. 13. Анализировать диаграммы «спектр — светимость» и «масса — светимость». 14. В практических заданиях по наблюдению практически стационарных звёзд, сходных с Солнцем, существуют пульсирующие звёзды (например, переоды) и варьирующиеся (сверхновые).

✓ Что желательно уметь, изучив тему «Солнце и звёзды»

1. Наблюдать Солнце на экране школьного телескопа. 2^a. Вычислять светимость Солнца по солнечной постоянной. 3. Анализировать причинно-следственные связи при объяснении влияния солнечной активности на околоземное пространство и явления в атмосфере Земли. 4. Сравнивать блеск звёзд по их видимым звёздным величинам с помощью формулы (39). 5. Вычислять расстояния до звёзд: а) по их годичному параллаксу с помощью формулы (38); б) по видимой и абсолютной звёздной величине с помощью формулы (41). 6. По формуле (48) вычислять сумму масс компонентов двойных звёзд. 7. Анализировать диаграммы «спектр — светимость» и «масса — светимость». 8. Находить на небе звёзды: α Малой Медведицы, α Лирь, α Лебедя, α Орла, α и β Ориона, α и β Близнецов, α Возничего, α Малого Пса, α Большого Пса, α Тельца.

161

Обобщение темы

Расширенное приложение



Рис. 117. Космический телескоп-рефлектор на Хаббл, КТХ (США)

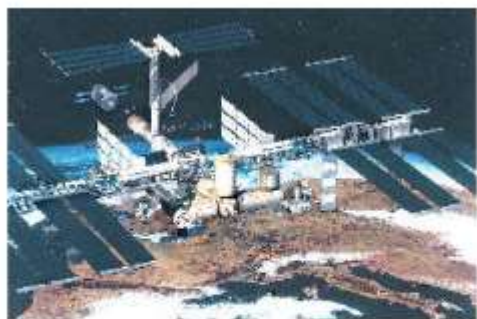


Рис. 118. Международная космическая станция, МКС (рисунок Европейского космического агентства)

219

ПРИЛОЖЕНИЯ	206
I. Некоторые важнейшие события в истории астрономии (за последние 6 тыс. лет)	—
II. Важнейшие даты в освоении космического пространства	216
III. Греческий алфавит	221
IV. Подвижная карта звёздного неба (ПКЗН)	222
V. Школьный астрономический календарь (ШАК)	226
VI. Основные сведения о Земле	—
VII. Основные сведения о Луне	—
VIII. Основные сведения о Солнце	229
IX. Основные сведения о планетах	230
X. Важнейшие параметры атмосфер планет земной группы	231
XI. Названия наиболее ярких звёзд	—
XII. Основные сведения о наиболее ярких звёздах, видимых в России	232
XIII. Примерные темы рефератов	233
XIV. Список рекомендуемой литературы	—
XV. Список полезных интернет-ресурсов	235
Предметно-именной указатель	236



Дополнительные источники информации

XIII. Примерные темы рефератов

1. Развитие представлений о Вселенной.
2. Важнейшие достижения в освоении космоса.
3. Земля — планета Солнечной системы.
4. Природа Венеры и Марса.
5. Кометы и их природа.
6. Солнце и жизнь Земли.
7. Что такое звезды.
8. Мир галактик.
9. Как и зачем человек познаёт Вселенную.
10. Одиноки ли мы во Вселенной?

XIV. Список рекомендуемой литературы

А. Свои знания по разным вопросам астрономии и космологии, а также по их истории вы сумеете пополнить, прочитав эти книги:

- Ворожцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной / Б. А. Ворожцов-Вельяминов. — М.: Наука, 1990.
- Гурштейн А. А. Незначные тайны неба / А. А. Гурштейн. — М.: Просвещение, 1991.
- Дубкова С. И. История астрономии / С. И. Дубкова. — М.: Белый город, 2002.
- Еремеева А. И. Астрономическая картина мира / А. И. Еремеева. — М.: Наука, 1984.
- Климишин И. А. Элементарная астрономия / И. А. Климишин. — М.: Наука, 1991.
- Левитан Е. П. Как открывали Вселенную / Е. П. Левитан. — М.: Аргументы и факты, 2003.
- Левитан Е. П. Физика Вселенной / Е. П. Левитан. — М.: УРСС, 2003.
- Левитан Е. П. Эволюционирующая Вселенная / Е. П. Левитан. — М.: Просвещение, 1993.
- Моше Д. Астрономия / Д. Моше. — М.: Просвещение, 1985.
- Мур П. Астрономия с Патриком Муром / П. Мур. — М.: Гранд, 1999.
- Новиков И. Д. Как взорвалась Вселенная / И. Д. Новиков. — М.: Наука, 1988.
- Паркер Б. Мечта Эйнштейна / Б. Паркер. — СПб.: Амфора, 2001.
- Силорук Л. Л. Телескопы для любителей астрономии / Л. Л. Силорук. — М.: Наука, 1990.
- Хоккинг С. Краткая история времени. От Большого взрыва до чёрных дыр / С. Хоккинг. — СПб.: Амфора, 2008.

XV. Список полезных интернет-ресурсов

1. <http://www.astronet.ru> — Российская Астрономическая сеть
2. <http://www.astrolab.ru> — Всё об астрономии и космосе
3. <http://www.dailytechinfo.org> — Новости науки и технологий
4. <http://space.rin.ru> — Астрономия и законы космоса. На шаг ближе к звёздам
5. <http://www.astrogorizont.com> — Астрогоризонт. Новости космоса
6. <http://rusnasa.ru> — Сайт НАСА на русском языке
7. <http://photojournal.jpl.nasa.gov/index.html> — Фото-журнал НАСА
8. <http://www.esa.int/ESA> — Сайт ЕКА
9. <http://hubblesite.org> — Сайт космического телескопа «Хаббл» с Галереей
10. <http://selena.sai.msu.ru/Home/lectures/lectures.htm> — Лекции о Луне и планетах
11. <http://www.sai.msu.su/ng/slovo.htm> — Астрономический словарь
12. <http://www.astro.websib.ru> — Сайт «Астрономия» Максимова А. В.



Астронет
<http://www.astronet.ru>

Элементы: популярный сайт
о фундаментальной науке
<http://elementy.ru/>

Популярная механика
<http://popmech.ru>

ПОДРОБНЕЕ...

- Давлес М. М. Книга для чтения по астрономии: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1988.
- Дубкова С. И. Прогулки по небу. Легенды и мифы о звездах. — М.: Белый город, 2008.
- Олимпиада для детей. Т. 8. Астрономия. М.: Аванта+, 2013.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ:

- Каким образом можно приблизительно проследить за эволюцией на звёздном небе?
- Как вы думаете, эволюционирует ли и если да, то на сколько продолжительность года в солнечных и звёздных сутках?
- Если бы Луна шла вдоль орбиты Земли, то как часто происходили бы солнечные и лунные затмения?
- Подсчитайте, сколько дней проходит от весеннего до осеннего равноденствия и от осеннего до весеннего равноденствия. На сколько отличается продолжительность весны и лета, осени и зимы? На что это указывает?
- Можно ли использовать описание затмений, происшедших в древности во время каких-то событий, для датировки этих событий?

Тетрадь-практикум

1. Практические работы в классе
2. Наблюдения
3. Исследовательские лабораторные работы
4. Лабораторные работы, предусматривающие коллективную форму выполнения
5. Работы с использованием информационно-коммуникационных технологий
6. Использование видео и фотоматериалов

Рабочая тетрадь

Содержит задания разного уровня по видам деятельности

Контрольно-измерительные материалы

Задания и тесты могут быть с решениями, указаниями и ответами. Они предназначены для самостоятельной работы учащихся, а также несут контролирующую функцию учебных достижений школьников



Учебный звёздный атлас

Этот вид учебного издания предназначен для ознакомления учащихся с созвездиями и объектами звёздного неба.

Сборник задач по астрономии

тесты

качественные задачи

текстовые задачи

Практические задачи

расчетные задачи

«Атлас звёздного неба» Я. Гевелия. Созвездие Орион

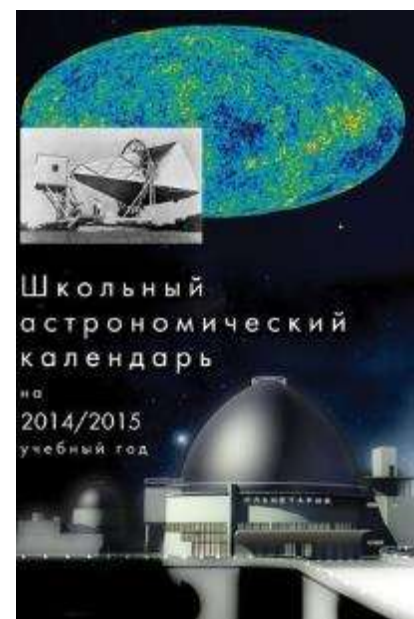


Школьный астрономический календарь

Календарь содержит справочные материалы, необходимые для организации и проведения астрономических наблюдений с учащимися. Он издается ежегодно и рассчитан на пользование в течение учебного года. Календарь позволяет правильно выбрать время наблюдения Луны и планет в периоды их наилучшей видимости, указывает, когда и в какой области неба следует наблюдать метеоры, знакомит с наиболее интересными звёздами, звёздными скоплениями, туманностями и галактиками.

Традиционно календарь содержит четыре раздела:

- «Календарь наблюдателя»
- «Справочник наблюдателя»
- «Памятные даты»
- «Приложения»



Дополнительные материалы

Словарь-справочник астрономических терминов

Словари-справочники содержат краткие определения астрономических понятий и терминов, встречающихся в учебных пособиях и необходимых для усвоения учащимися в соответствии с требованиями образовательного стандарта и учебной программы. В ряде случаев терминологический словарь дополняется астрономическими справочными таблицами.

Хрестоматия по астрономии

Это особый вид учебного пособия для учащихся, своим содержанием дополняющий и расширяющий базовый учебник. В хрестоматии показывается, как возникли и развивались фундаментальные идеи астрономии, приводятся научные биографии учёных, выдержки из научных трудов, связанных с учебной программой. Использование учителем на уроке хрестоматийных материалов позволяет учащимся соприкоснуться с первоисточниками, проникнуть во внутреннюю «лабораторию» учёного.

Возможные темы практических работ

Основные элементы небесной сферы. Системы небесных координат

Оборудование: модель небесной сферы, чёрный глобус

Изучение систем счёта времени

Оборудование: модель небесной сферы, астрономический календарь, подвижная звездная карта.

Изучение видимого годового движения Солнца

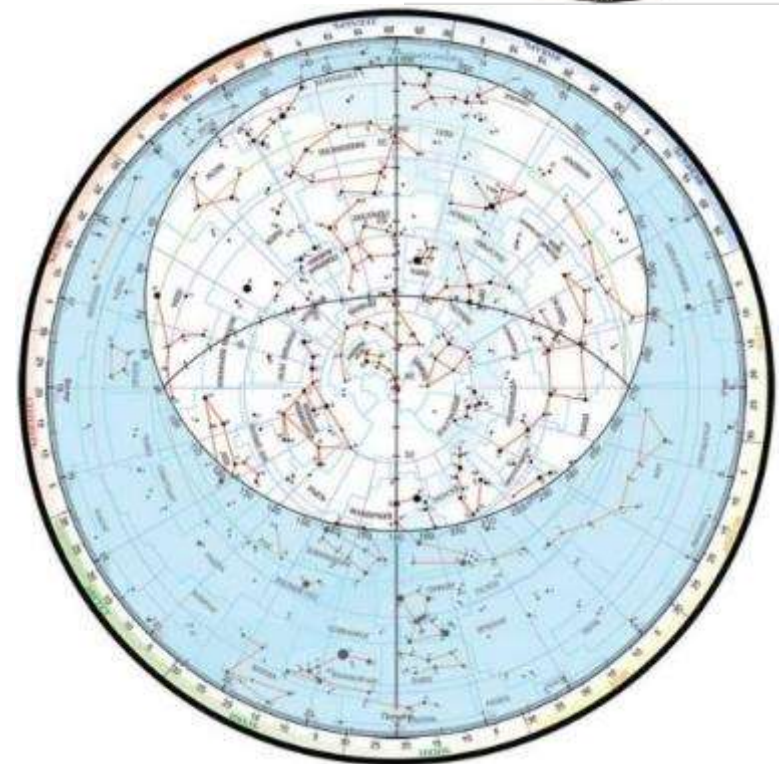
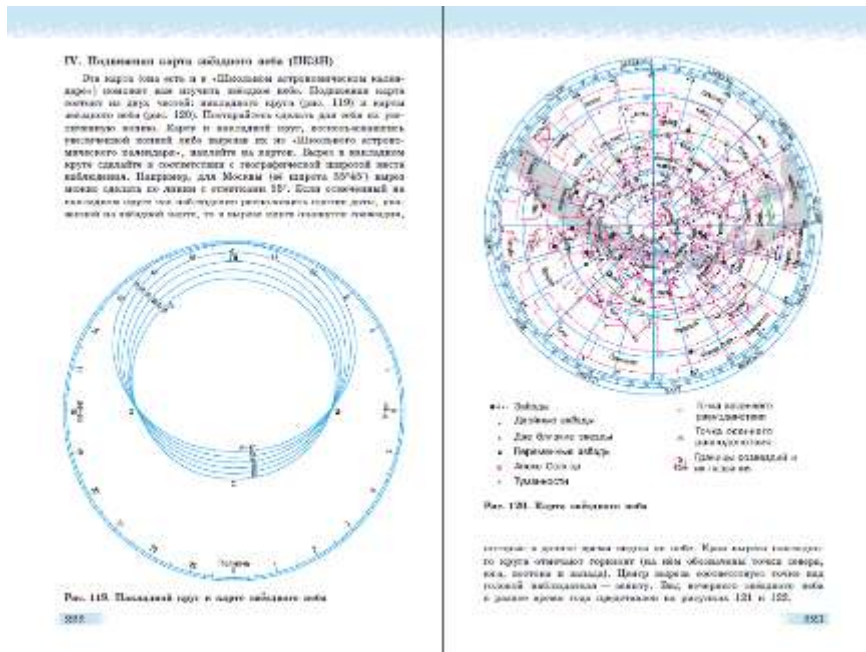
Оборудование: модель небесной сферы, звездный атлас, подвижная карта звездного неба, астрономический календарь - ежегодник.

Определение положений и условий видимости планет

Оборудование: программы на компьютере, звездная карта зодиакальных созвездий, подвижная карта звездного неба.

Модели и схемы

модель небесной сферы
 чёрный глобус
 глобус звёздного неба
 глобус Марса
 глобус Луны
 демонстрационная подвижная карты звёздного неба и др.



НАБЛЮДЕНИЯ

Наблюдения невооруженным глазом с использованием компьютерных приложений для определения положения небесных объектов на конкретную дату:

- Основные созвездия Северного полушария (Большая Медведица, Малая Медведица, Волопас, Лебедь, Кассиопея, Орион и др.)
- Яркие звезды (Полярная звезда, Арктур, Вега, Капелла, Сириус, Бетельгейзе и др.)

Наблюдения в телескоп:

- Луны (моря, горы, кратеры)
- Планеты (Венера, Марс, Юпитер, Сатурн – на выбор исходя из условий видимости)
- Туманности и звездные скопления

Список наблюдательных работ

- 1. Определение диаметра Солнца с помощью камеры обскура.
- 2. Определение высоты Солнца с помощью гномона.
- 3. Измерение числа пятен (числа Вольфа) и оценка периода вращения Солнца (наблюдения в телескоп).
- 4. Фотографирование Луны через телескоп и определение высоты гор и размеров кратеров и морей на Луне.
- 5. Определение широты и долготы места по измерениям высоты Солнца в полдень с помощью гномона.

- **Вечерние наблюдения в телескоп**

Наблюдения осенних и зимних созвездий

Определение продолжительности сидерического и синодического месяца по движению и фазам Луны

Наблюдение планет, двойных звёзд, скоплений.

Работы с подвижной картой неба.

Работы с фотографиями небесных тел.



Оптические приборы, необходимые для организации астрономических наблюдений

Телескопы

Астрономические труб

Бинокли



Для организации образовательного процесса необходимо иметь хотя бы простейшие из них.



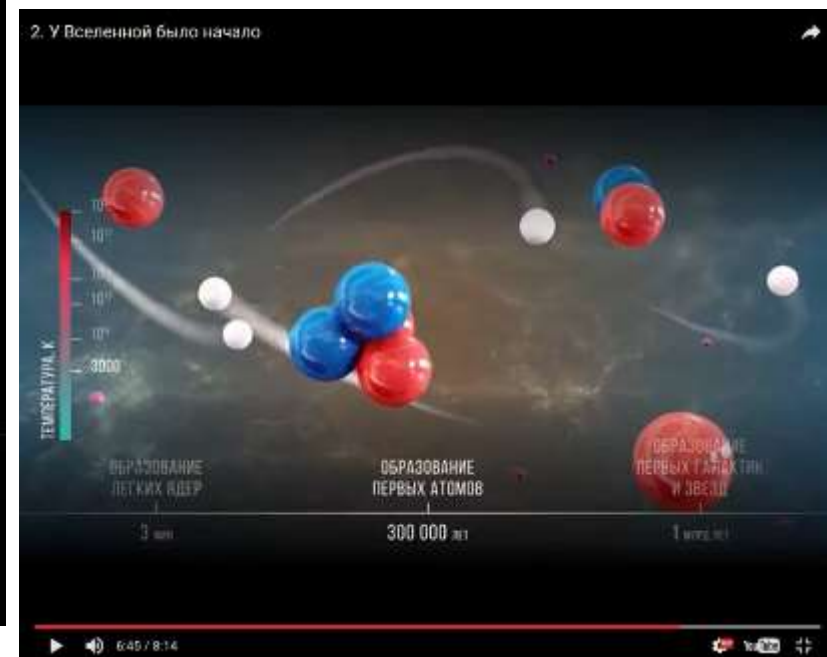
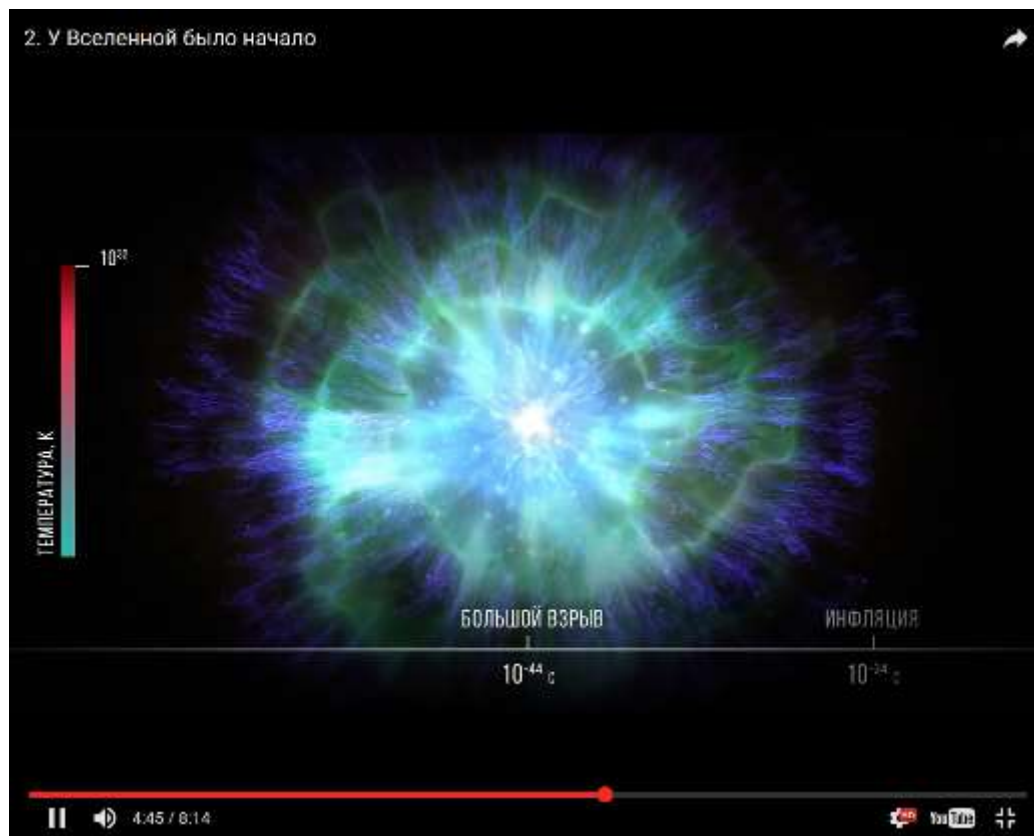
Комплект технических средств обучения с соответствующим программным и информационным обеспечением



Основным техническим средством обучения по астрономии в настоящее время должен стать компьютер, позволяющий использовать мультимедийные диски, моделировать звёздное небо, а также использовать информацию из Интернета.

Видеофильмы и видеоэнциклопедии астрономического содержания, мультимедийные пособия

Используются учителем наряду с другими средствами обучения после сравнения их дидактических возможностей с имеющимися в наличии и в соответствии с техническими возможностями реализации их преимуществ в образовательном процессе.



«Академия «Просвещение» помощь учителю

Дистанционные курсы повышения квалификации учителей для преподавания учебного предмета «Астрономия»

«Содержание и особенности преподавания предмета «Астрономия» в старшей школе»

Цель курсов: совершенствование / формирование профессиональных компетенций педагогов в области содержания и особенностей преподавания предмета «Астрономия» в старшей школе.

Научный руководитель и рецензент программы курса – Сергей Борисович Попов, доктор физико-математических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник Государственного Астрономического Института им. П.К. Штернберга (ГАИШ) МГУ им. М.В. Ломоносова



Разработчик авторской программы курса – Дмитрий Юрьевич Клыков, педагог, имеющий многолетний и результативный опыт преподавания астрономии в старшей школе.



«Академия «Просвещение» помощь учителю

Образовательная стажировка

для учителей, призванных вести учебный предмет «Астрономия»

«Астрономия – новый предмет в школьной программе? Актуальные документы, новые УМК, программы и курсы»

В программе стажировки:

Экскурсия по обсерватории Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга (ГАИШ) – научно-исследовательского института МГУ им. М.В. Ломоносова

Лекции ведущих учёных о новых исследованиях, открытиях и технологиях в области астрономии, астрофизики и космологии

Посещение школ, участие в мастер-классах

Круглый стол "Современный урок астрономии. Что по-прежнему актуально, что требует перемен?"

Посещение Московского Планетария; экскурсии в Лунариум, в музей «Урании», кино в «Большом звездном зале», парк неба и Обсерватория

Посещение музея Ракетно-Космической Корпорации "Энергия", автобусная экскурсия (в пути следования) – "По Космическому тракту", экскурсия в центр управления полетами "ЦУП" (г. Королев)

Посещение Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина. (музей ЦПК, экскурсия по технической базе центра: зал тренажеров космического корабля "Союз", центрифуга ЦФ-18, гидролаборатория (г. Звездный))



Спасибо за внимание!

2017