



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Братский педагогический колледж

федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования

«Братский государственный университет»

Астрономия

Учебное пособие

для студентов
очной формы обучения

Автор: Е.Т. Агеева

Братск, 2020

Астрономия: Учебное пособие для студентов очной формы обучения/Сост. Е.Т.Агеева. – – Братск.: БПК ФГБОУ ВО «БрГУ», 2020. – 66 с.

Приведены краткое содержание лекционного материала, вопросы для закрепления материала, задания для самостоятельной работы и темы докладов по разделам астрономии:

- история развития астрономии;
- устройство Солнечной системы;
- строение и эволюция вселенной.

В помощь студенту-заочнику для успешного выполнения контрольных работ, кроме правил их оформления, предлагается перечень основных формул, приводятся примеры решения типовых задач, указывается литература, необходимая как для решения задач, так и для подготовки к экзамену.

В конце методических указаний в приложении 1 можно найти необходимые справочные данные, а в приложении 2 – вопросы для подготовки к экзамену.

Печатается по решению научно-методического совета
Братского педагогического колледжа ФГБОУ ВО «БрГУ»
665709, г. Братск, ул. Макаренко 40

СОДЕРЖАНИЕ

Ведение	4
Введение в астрономию	5
1 История развития астрономии	6
1.1 Астрономия в древности	6
1.2. Звездное небо	7
1.3 Летоисчисление и его точность	9
1.4 Оптическая астрономия. Изучение околоземного пространства	12
2 Устройство Солнечной системы	17
2.1 Происхождение Солнечной системы. Видимое движение планет. Конфигурации планет	17
2.2 Система Земля – Луна. Природа Луны	21
2.3 Планеты земной группы. Планеты – гиганты. Малые тела Солнечной системы	23
2.4 Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь на Земле	30
2.5 Небесная механика (законы Кеплера, открытия планет).	35
2.6 Исследование Солнечной системы	38
3 Строение и эволюция вселенной	41
3.1 Расстояние до звезд	41
3.2 Физическая природа звезд. Виды звезд. Звездные системы. Экзопланеты	43
3.3 Наша Галактика - Млечный путь (галактический год)	50
3.4 Другие галактики. Происхождение галактик	55
3.5 Эволюция галактик и звезд. Жизнь и разум во Вселенной	61
Список рекомендуемых источников	66

Введение

Настоящее учебное пособие является руководством к проведению занятий по астрономии. В пособие включены темы по разделам астрономии: история развития астрономии, устройство Солнечной системы, строение и эволюция вселенной, соответствующих рабочей программе учебной дисциплины «Астрономия» в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования.

В учебном пособии рассмотрены 15 различных тем по курсу астрономии. Для каждого занятия приведены: краткое тематическое содержание, по теме занятия, вопросы для закрепления материала, темы возможных докладов и задания для самостоятельной работы. Вопросы для закрепления материала, предназначены для проверки знаний усвоенных обучающимися. Задания для самостоятельной работы включают в себя тесты, задачи по астрономии, лабораторные работы, что поможет студентам лучше понять суть изучаемого предмета. Темы докладов будут полезны обучающимся при подготовке к индивидуальным проектам и сообщениям по теме занятия.

Предназначено для студентов среднего профессионального образования всех форм обучения Братского педагогического колледжа.

Введение в астрономию

Что изучает астрономия, её значение и связь с другими науками.

История становления астрономии в связи с практическими потребностями.

Взаимосвязь и взаимовлияние астрономии и других наук.

Особенность астрономии.

Небо и небесные светила.

Понятие Вселенной. Структуры и масштабы Вселенной.

Далёкие глубины Вселенной.

Практическое применение астрономических исследований.

Вопросы для закрепления материала:

1. Что изучает астрономия?
2. Какие задачи решает астрономия?
3. Как возникла наука астрономии?
4. Охарактеризуйте основные периоды ее развития.
5. Из каких разделов состоит астрономия? Кратко охарактеризуйте каждый из них.
6. В чем состоят особенности астрономии?
7. Каково значение астрономии для практической деятельности человечества?
8. Сколько звезд можно одновременно увидеть на небе невооруженным глазом?
9. Назовите основные практические применения астрономических исследований.

Задание для самостоятельной работы:

Представить графически (в виде схемы) взаимосвязь астрономии с другими науками, подчеркивая самостоятельность астрономии как науки.

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АСТРОНОМИИ

1.1 АСТРОНОМИЯ В ДРЕВНОСТИ

Представление о вселенной древних ученых: астрономия Аристотеля, система мира Гиппарха, система мира Птолемея. Геоцентрическая картина мира. Значение древней астрономии в эволюции взглядов на Вселенную.

Гелиоцентрическая картина мира: Н. Коперник, Дж Бруно, Г. Галилей, И. Кеплер, И. Ньютон.

Вопросы для закрепления материала:

1. В чём отличие системы Коперника от системы Птолемея?
2. В чём суть космологии Аристотеля?
3. Кто из древнегреческих ученых поместил Землю в центр вселенной, чья концепция стала основой для геоцентрической системы мира Птолемея?
4. почему Гиппарха называют создателем первых математических теорий в астрономии?
5. Какие выводы в пользу гелиоцентрической системы Коперника следовали из открытий, сделанных с помощью телескопа?
6. В чем сущность и значение открытия Коперника?
7. Какое обоснование и развитие получили идеи гелиоцентризма в трудах Бруно, Галилея и Ломоносова?
8. Каково значение открытий Галилея и почему спустя века церковь была вынуждена оправдать ученого?

Темы докладов:

1. Древние представления о мире
2. Астрономия в древнем Вавилоне
3. Астрономия в древней Греции
4. Астрономия в средние века
5. Астрономия в эпоху возрождения и научная революция.
6. Астрономия в древности
7. Джордано Бруно. Биография, основные положения его теории.
8. Кеплер. Биография и основные научные труды.
9. Галилео Галилей. Биография и основные научные труды.

10. Гиппарх. Биография и основные достижения в астрономии.

Задание для самостоятельной работы:

1. Изобразите расположение небесных тел согласно Геоцентрической системе.
2. Изобразите расположение небесных тел согласно Гелиоцентрической системе.

1.2. ЗВЕЗДНОЕ НЕБО

Созвездия.

Смысл понятия созвездия.

Обозначение звезд.

Примеры созвездий.

Шкала звёздных величин.

Зависимость вида звёздного неба от времени и места наблюдения.

Горизонт. Изменение вида звездного неба на протяжении суток и суточное вращение Земли вокруг оси.

Движение Земли вокруг Солнца.

Эклиптика.

Изменение вида звёздного неба при движении по земной поверхности.

Вопросы для закрепления материала

1. Что такое созвездие. Каков смысл этого понятия?
2. Перечислите известные Вам созвездия.
3. Чем отличаются планеты от звезд при наблюдении невооруженным глазом?
4. Кто может давать названия звездам?
5. Приведите несколько примеров названий ярких звёзд названия, которых пришли из древнегреческого, латинского, арабского языков?
6. Какими буквами древнегреческого алфавита в большинстве созвездий называют первую, вторую и третью по яркости звезды?
7. Что такое звездные каталоги?

8. Что такое звездная величина? У каких звезд она больше - у ярких или более слабых?

9. Как яркость звездных величин связана с отношением видимых яркостей звезд?

10. Приведите примеры звезд нулевой, первой, второй звездных величин?

11. Как называются созвездия, через которые проходит эклиптика? Перечислите их.

12. Почему в разные времена года на ночном небе видны разные созвездия?

13. Почему при движении вдоль меридиана меняется вид звездного неба?

14. Каким образом изменение вида звездного неба при движении вдоль меридиана доказывает шарообразность Земли?

15. Чем отличаются понятия «зодиакальные созвездия» и «знаки зодиака»? Какое из этих понятий имеет смысл в астрономии?

Темы докладов

1. Звездное небо.
2. Ближайшие звезды
3. Созвездия.
4. Названия созвездий
5. Свободная тема (согласовать с преподавателем)

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1

Подготовить рассказ о созвездии или звезде

Задание № 2

Решите задачи:

№ 1

Во сколько раз звезда 1-й величины ярче звезды 6-й величины?

№ 2

Какая звезда ярче Вега или Денеб? Во сколько раз?

№ 3

Какая звезда ярче регул или Киносура? Во сколько раз?

№ 4

Во сколько раз Сириус ярче Киносуры?

Задание № 3

Записать в таблицу несколько созвездий, изобразить, как они выглядят, и записать название крупных звёзд.

Название созвездия	Как выглядит	Названия звезд в созвездии
1.		
2.		
3.		

1.3. ЛЕТОИСЧИСЛЕНИЕ И ЕГО ТОЧНОСТЬ

Солнечный и лунный календарь. История создания календарей. Юлианский и Григорианский календари, проекты новых календарей

Календарь.

Типы календарей: лунный календарь, солнечный календарь, лунно-солнечный календарь.

История создания различных календарей

Календарь в древнем Риме.

Солнечный календарь.

Юлианский солнечный календарь старого стиля.

Принятие юлианского календаря христианским миром.

Введение летоисчисления от Рождества Христова

Григорианский солнечный календарь

Правило распределения високосных годов в григорианском календаре

Календари в России

Всемирный календарь

Значение летоисчисления для жизни и деятельности человека

Точное время и определение географической долготы

Вопросы для закрепления материала:

2. Перечислите типы календарей, дайте краткую характеристику каждому из них.

3. Назовите отличительные особенности юлианского стиля летоисчисления.

4. Назовите отличительные особенности григорианского стиля летоисчисления.

5. Сформулируйте правило распределения високосных годов в григорианском календаре

6. Что такое юлианский календарь, в чем его достоинства и недостатки, с астрономической точки зрения?

7. Чем григорианский календарь отличается от юлианского, почему он точнее?

8. В чем причина введения поясного времени?

9. В чем заключаются трудности составления точного календаря?

Темы докладов:

1. Лунные календари на Востоке
2. Солнечные календари в Европе
3. История календаря
4. Хранение и передача точного времени.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1

Воспользоваться конвектором дат григорианского и юлианского календаря онлайн: Creounity.com «Машина времени» и перевести дату своего рождения.

	По Григорианскому стилю	По Юлианскому стилю	От Сотворения Мира
Дата вашего рождения			

Задание №2.

Какие годы являются високосными:

1321, 1543, 1600, 1700, 1900, 1950, 2000, 2020, 2100

Задание № 3. Выполните тест.

1. Какой календарь называется солнечным?

- Календарь, основанный на смене сезонов года
- Календарь, основанный на смене лунных фаз
- Календарь, основанный на солнечном противостоянии

2. Кто разработал юлианский календарь?

- Созиген
- Юлий Цезарь
- Александр Македонский
- Аристарх Самосский

3. Как называется современная система исчисления времени?

- Юлианский календарь
- Григорианский календарь
- Пролептический календарь

4. Когда в России был введён новый стиль?

- 1 февраля 1918 года
- 1 января 1700 года
- 1 сентября 1924 года
- 1 января 1991 года

5. Когда в России было введено декретное время?

- В 1918 году
- В 1957 году
- В 1941 году

6. Чьим указом в России была введена новая эра (летоисчисление от Рождества Христова)?

- Ивана Грозного
- Петра Первого
- Екатерины Великой
- Павла Первого

7. Какие годы являются високосными?

1600 1321 1543 1600 1700 1900 1950 2000

8. Какие годы являются високосными?

- Каждый второй
- Каждый четвёртый
- Те, которые делятся без остатка на 4
- Те, которые делятся без остатка на 5

9. Где был разработан юлианский календарь?

- В Древней Греции
- В древнем Китае
- В Индии
- В Иудее

10. На сколько суток сместились даты с переходом на новый стиль?

- 10 суток
- 13 суток
- 15 суток
- Нет правильного ответа

1.4. Оптическая астрономия. Изучение околоземного пространства.

Оптическая астрономия

Наблюдения в астрономии

История развития астрономических наблюдений

Инструменты оптической астрономии:

Телескоп Галилея (рефрактор)

Зеркальный телескоп – рефлектор

Применение телескопов

Электромагнитное излучение

Радиотелескопы

Космические телескопы

Выбор телескопа

Взаимосвязь развития цивилизации и инструментов наблюдения.

Космические лучи

Нейтринное излучение

Гравитационное излучение

Вопросы для закрепления материала:

1. Что такое телескопы рефлекторы?
2. Что такое телескопы рефракторы?
3. Какие две основные функции телескопа?
4. Начиная с какого столетия астрономы пользуются телескопами?
5. Кто изобрел телескоп-рефрактор?
6. Кто изобрёл телескоп-рефлектор?
7. Какие в мире крупнейшие телескопы-рефракторы и рефлекторы?
8. Перечислите преимущества линзовых телескопов.
9. Перечислите преимущества зеркальных телескопов.
10. Назовите недостатки линзовых телескопов.
11. Назовите недостатки зеркальных телескопов.
12. Что такое радиотелескопы?
13. Почему телескопы строят высоко в горах?
14. Почему астроному пытаются вынести телескопы в космос?
15. Для чего используется телескоп?
16. Что считается главной характеристикой телескопа

Темы докладов:

1. Отечественные астрономические обсерватории.
2. Крупнейшие астрономические обсерватории.
3. Крупнейшие оптические телескопы мира.
4. Проекты сверхбольших телескопов.
5. Радиотелескоп РАТАН.
6. Космический телескоп им.Хаббла. (“Hubble”, HST) и его преемник “Джеймс Уэбб”.
7. Космический телескоп “Кеплер” (Kepler) для поиска экзопланет.
8. Космический инфракрасный телескоп “Гершель” (Herschel).
9. Рентгеновская космическая обсерватория “XMM-Newton”.
10. Ультрафиолетовые космические обсерватории “FUSE”, “GALEX”.
11. Обсерватории каменного века.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1. Решите задачи.

№ 1

Каково увеличение телескопа, если в качестве его объектива используется линза, с фокусным расстоянием 2,5 м, а в качестве окуляра линза с фокусным расстоянием 0,1 м ?

№ 2

Каково увеличение телескопа, если в качестве его объектива используется линза, оптическая сила которой 0,4 дптр, а в качестве окуляра линза с оптической силой 10 дптр?

Изучение ближнего космоса

История советской космонавтики.

Вклад К.Э. Циолковского, С.П. Королёва в развитие космонавтики.

Этапы освоения ближнего космоса.

Животные в космосе.

Человек в космосе.

Исследование планет и их спутников с помощью КА.

Методы изучения дальнего космоса.

Проблемы освоения космоса.

Вопросы для закрепления материала:

1. Какой вклад в развитие космонавтики внесли К Э Циолковский? Королёв?
2. Кто был создателем первой космической ракеты?
3. Назовите имена первого космонавта планеты, первого человека в открытом космосе, первой женщины – космонавта.
4. Назовите имена первых людей вступивших на поверхность Луны.
5. Какая страна первой запустила спутник?
6. Как называется корабль, на котором Ю. Гагарин совершил первый полёт в космос?
7. Когда был совершен первый полет человека в космос?
8. Кого считают "отцом космонавтики"?
9. Сколько раз Гагарин облетел вокруг Земли?

10. Как звали собаку, которая первой полетела в космос вместе с искусственным спутником земли?

11. Назовите главный космодром, с которого стартовали первые космические корабли?

12. Кто был главным конструктором первых космических кораблей?

13. Сколько длился полёт Ю А Гагарина ?

14. Назовите клички собак которые облетели вокруг земли и вернулись живыми из космического путешествия.

15. Кто первым из космонавтов вышел в открытый космос?

16. Какая космическая станция, проработала на околоземной орбите более пятнадцати лет?

17. Кто впервые вышел в открытый космос?

18. Кто первыми высадился на Луну?

19. Первая долговременная орбитальная научная станция

20. Назовите первый в мире полуавтоматический самоходный аппарат, работающий на луне

21. Когда отмечают день космонавтики

22. с какого года день космонавтики стал международным днём?

23. В каком году в космос полетел первый человек?

24. В каком году состоялся первый выход человека в открытый космос?

25. В каком году была запущена на орбиту собака Лайка?

26. В каком году в космос полетела первая женщина-космонавт?

27. В каком году произошла первая высадка человека на Луну?

28. В каком году СССР запустил первый спутник?

29. В каком году был запущен Лунаход-1

30. как назывался первый в мире планетоход?

31. назовите космонавта, который дольше всех был на орбите

32. Какая страна первой запустила спутник на орбиту?

33. Какая страна первой запустила человека на Луну?

Темы докладов:

1. Роль наблюдательной астрономии в эволюции взглядов на Вселенную.

2. Самые удивительные обсерватории мира.

3. Современные обсерватории
4. Самые знаменитые космические фотографии
5. История советской космонавтики.
6. Современные методы изучения ближнего космоса.
7. Проблемы освоения космоса.

Задание для самостоятельной работы:

Составить космическую программу: название программы, цель программы, какие объекты для изучения будут включены в программу, знание каких дисциплин необходимо для реализации этой программы, какие новые знания получит человечество реализовав эту программу.

2. УСТРОЙСТВО СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

2.1. Происхождение Солнечной системы. Видимое движение планет. Конфигурации планет

Происхождения Солнечной системы.

Закономерности Солнечной системы

Гипотезы происхождения Солнечной системы: гипотеза И. Канта, П.-С. Лапласа, гипотеза О.Ю. Шмидта.

Современные представления о происхождении Солнечной системы

Этапы формирования Солнечной системы: протопланетная туманность, формирование газопылевого диска, образование Солнца, образование планет земной группы, образование планет-гигантов, образование Главного пояса астероидов, образование пояса Койпера и облака Оорта.

Современное состояние Солнечной системы

Основные закономерности движения планет Солнечной системы.

Эволюция Солнечной системы

Вопросы для закрепления материала:

1. Каким образом происходило формирование Солнечной системы
2. Каковы основные закономерности движения планет Солнечной системы
3. Каков примерный возраст Солнечной системы
4. Перечислите современные закономерности Солнечной системы
5. Как в соответствии с современной теорией сформировались планеты земной группы?
6. Какие причины привели к тому, что планеты-гиганты отличаются от планет земной группы?
7. Как могло сформироваться облако Оорта?
8. Между какими планетами находится пояс астероидов?
9. Сколько планет в Солнечной системе.

10. Какие планеты вращаются вокруг оси в обратном направлении в сравнении с остальными планетами Солнечной системы?

11. Какая из планет Солнечной системы самая большая по размерам?

Темы докладов:

1. Гипотезы происхождения Солнечной системы.
2. Современные представления о происхождении Солнечной системы.
3. Происхождение и эволюция Солнечной системы.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1. Ответить на вопросы теста

1. Примерный возраст Солнечной системы

- 1) 5 тыс. лет
- 2) 5 млн. лет
- 3) 5 млрд. лет
- 4) 5 трлн. лет

2. Назовите ближайшую к Солнцу планету

- 1) Марс
- 2) Меркурий
- 3) Земля
- 4) Венера

3. У каких планет Солнечной системы нет спутников?

- 1) У Марса и Венеры
- 2) У Земли и Марса
- 3) У Меркурия и Венеры
- 4) У Меркурия и Марса

4. Какое утверждение верно?

- А. Кольца окружают только планеты-гиганты
- В. Марс – самая крупная планета Солнечной системы
- С. Уран обращается вокруг Солнца «лежа на боку»
- Д. Красное пятно –гигантский вихрь на Юпитере

5. «Планета ядовитых облаков, бурь и адской жары». Назовите

ее

- 1) Земля
- 2) Юпитер

- 3) Марс
- 4) Венера

6. Какой объект нельзя отнести к малым телам Солнечной системы?

- 1) Планета-карлик
- 2) Комета
- 3) Астероид
- 4) Метеорные тела

7. Между орбитами Марса и Юпитера располагается орбита планеты-карлика

- 1) Церера
- 2) Макемаке
- 3) Эрида
- 4) Плутон

8. Самый продолжительный год у планеты

- 1) Юпитер
- 2) Сатурн
- 3) Нептун
- 4) Уран

9. Выберите **два верных** утверждения соответствующих характеристикам объектов Солнечной системы:

1) 1 световой год – расстояние равно среднему радиусу орбиты Земли

2) 1 световой год в астрономии составляет расстояние больше 1 парсека

3) Марс, Земля и Юпитер входят в земную группу планет

4) Газовые гиганты намного более массивны, чем планеты земной группы

5) Частота вращения вокруг Солнца у Земли меньше, чем у Венеры

10. Выберите **два верных** утверждения соответствующих характеристикам объектов Солнечной системы:

1) Деймон – единственный спутник Марса

2) Сатурн – планета Солнечной системы

3) Солнечная Система включает 10 планет

4) Пояс Койпера состоит из карликовых планет и ледяных тел

5) Солнце – не единственная звезда в Солнечной Системе

Видимое движение планет. Конфигурация планет и условия их видимости.

Видимое движение планет в гелиоцентрической системе мира.
Внутренние и внешние планеты.

Конфигурации планет: нижнее соединение, верхнее соединение, элонгация, противостояние, квадратура. Сидерический и синодический периоды обращения планет.

Вопросы для закрепления материала:

1. Что называется конфигурацией планеты?
2. Какие планеты могут находиться в противостоянии?
3. Какие планеты считаются внутренними?
4. Какие планеты считаются внешними?
5. В какой конфигурации может находиться любая планета?
6. Какие планеты в принципе можно наблюдать на фоне Солнца?
7. В какой конфигурации лучше всего наблюдать внешние планеты?
8. В какой конфигурации внешние планеты ближе всего расположены к Земле?

Темы докладов:

1. Видимое движение планет
2. Конфигурации планет
3. Происхождение Солнечной системы. Первые размышления и научное объяснение.

Задание для самостоятельной работы:

1. Нарисуйте как будут располагаться на своих орбитах Земля и Меркурий – в нижнем соединении
2. Нарисуйте как будут располагаться на своих орбитах Земля и Венера в верхнем соединении
3. Нарисуйте как будут располагаться на своих орбитах Земля и Юпитер в противостоянии
4. Нарисуйте как будут располагаться на своих орбитах Земля и Сатурн в соединении
5. Нарисуйте как будут располагаться на своих орбитах Земля и Уран в противостоянии

2.2. Система Земля – Луна. Природа Луны.

Система Земля –Луна (двойная планета).

Значение исследований Луны КА.

Физическая природа Луны.

Строение лунной поверхности, внутреннее строение.

Физические условия на Луне.

Вопросы для закрепления материала:

1. Что такое реголит? Есть ли реголит на Земле?
2. Что такое лунное море?
3. Изложите современную теорию формирования Луны
4. Что увидел Галилей на Луне в телескоп?
5. За сколько времени космический корабль достигнет Луны?
6. Что такое лунное затмение?
7. Американский астронавт, впервые побывавший на Луне.
8. Есть ли на Луне атмосфера?
9. Приведите примеры влияния Луны на Землю.
10. Что собой представляет лунная поверхность?
11. Советский аппарат, впервые прилунившийся в 1970 году на поверхность Луны.
12. Почему на Земле возникают приливы и отливы?
13. Почему вид Луны на небе меняется?
14. Каково расстояние от Земли до Луны?
15. Как определить по виду Луны идёт ли она на убыль или растёт? Изобразите.

Темы докладов:

1. Все о Луне
2. Луна – спутник Земли
3. Интересные факты о Луне
4. Как возникла Луна
5. Исследование Луны
6. Система Земля-Луна
7. Влияние Луны на Землю
8. Космические исследования Луны в XXI веке

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1. Выполните тест.

Вариант № 1

1. Путь по которому вращается Луна называется:

- Круг
- Овал
- Орбита
- Эллипс

2. Впервые на луне побывал:

- Нил Армстронг
- Юрий Гагарин
- Тахтар Аубакиров
- Собака Лайка

3. Как обращается Луна относительно Земли?

- Приближается
- Отдаляется
- Не отдаляется и не приближается
- Имеет зигзагообразный путь обращения

4. Выбрать правильный ответ:

1. На Луне есть магнитное поле
2. Луна второй спутник Земли.
3. Луна – единственный спутник Земли
4. В 1970 году на поверхность луны прилунился советский аппарат
5. на поверхности Луны нет воды
6. на луне есть кратеры
7. на Луне небо черное
8. с поверхности Луны не видно звезд
9. реголит –это лунный грунт

Вариант № 2

1. Космический аппарат, созданный специально для перемещения по Луне:

- Космоход
- Луноход
- Пароход
- Союз -1
- Аполлон 1

2. Когда происходят Лунные затмения:
 - Когда Луна закрывает собой Солнце
 - Когда Луна входит в конус тени от Солнца
 - Когда Луна входит в конус тени от Земли
3. Чем объясняются значительные перепады температуры на лунной поверхности ото дня к ночи?
 - Отсутствием атмосферы, а также большой пористостью и малой теплопроводностью верхнего слоя Луны
 - Отсутствие атмосферы
 - Большой пористостью и малой теплопроводностью верхнего слоя Луны
 - Падением метеоритов
4. Выбрать правильный ответ:
 1. Луна единственный естественный спутник Земли
 2. Луна единственный искусственный спутник Земли
 3. Луна не единственный спутник Земли
 4. Луна единственное небесное тело на котором побывал человек.
 5. День на Луне длится около 2-х недель.
 6. Луна светит собственным светом.
 7. На Луне есть вода.
 8. На Луне есть атмосфера.
 9. На Луне есть действующие вулканы

2.3. Планеты земной группы. Планеты – гиганты. Малые тела Солнечной системы

Планеты земной группы.

Физические характеристики планет земной группы.

Меркурий. Венера. Земля. Марс: атмосфера, поверхность, климат, спутники.

Исследование планет.

Вопросы для закрепления материала:

2. Что представляет собой поверхность Меркурия?
3. Почему температура Венеры выше чем на Меркурии, хотя он ближе к Солнцу.
4. Каков состав облаков Венеры?.

5. На какой из планет земной группы больше всего ударных кратеров?
6. Почему у Меркурия нет атмосферы?
7. Что открыл М Ломоносов на Венере?
8. Каково внутреннее строение Земли?
9. Каков состав Земной атмосферы?
10. Почему Марс красный?
11. Какая из планет земной группы самая маленькая?
12. Какие планеты Солнечной системы пригодны для жизни?
13. Сколько спутников имеет Марс?
14. Ближайшая к Солнцу планета?
15. Как называются спутники Марса?
16. Какие планеты земной группы имеют спутники?
17. Чем похожи Марс и Земля?
18. Назовите особенности атмосферы Венеры
19. Чем уникальна поверхность Марса?
20. Какие нужно знать характеристики планеты, чтобы определить ее среднюю плотность?

Темы докладов:

1. Есть ли жизнь на Марсе? Органика Красной планеты.
2. Планета Меркурий.
3. Планета Венера.
4. Планета Земля.
5. планета Марс

Задание для самостоятельной работы:

Заполните характеристики планет Марса, Венеры, Меркурия:

Характеристики:

Астрономический значок

Среднее расстояние от Солнца

Период вращения вокруг Солнца

Период обращения вокруг своей оси

Орбитальная скорость

Средний диаметр

Осевой наклон

Масса

Ускорение свободного падения
Максимальная температура поверхности
Минимальная температура поверхности
Средняя температура
Наличие атмосферы
Состав атмосферы
Химический состав планеты
Физическая природа (рельеф)
Спутники
Кольца

Планеты – гиганты.

Особенности планет-гигантов.
Юпитер. Сатурн. Уран. Нептун.
Атмосфера планет гигантов.
Внутреннее строение планет-гигантов.
Спутники и кольца планет.
Исследование планет.

Вопросы для закрепления материала:

1. Чем отличаются по своим основным физическим характеристикам планеты –гиганты от планет земной группы?
2. У какой из планет Солнечной системы наибольшее количество спутников
3. Какова особенность вращения планет гигантов вокруг оси?
4. Что представляют собой кольца планет?
5. Каковы особенности строения планет-гигантов?
6. Что Вы знаете о Юпитере и Сатурне?
7. Из чего состоят кольца Сатурна?
8. Чем интересны спутники Сатурна Ио и Европа?
9. Какой из спутников обладает атмосферой: Какой планете он принадлежит?
10. Какая из планет Солнечной системы самая большая по размерам?
11. Какая из планет гигантов движется «лежа на боку»?
12. Чем красив Сатурн?
13. Есть ли магнитное поле у планет гигантов? У каких?

14. Чем уникальна поверхность спутника Ио?
15. Почему Юпитер сжат с полюсов сильнее всех планет?

Темы докладов:

1. Планета Юпитер.
2. Планета Сатурн.
3. Планета Уран.
4. Планета Нептун.

Задание для самостоятельной работы:

Заполните характеристики планет Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун.

Характеристики:

Астрономический значок

Среднее расстояние от Солнца

Период вращения вокруг Солнца

Период обращения вокруг своей оси

Орбитальная скорость

Средний диаметр

Осевой наклон

Масса

Ускорение свободного падения

Максимальная температура поверхности

Минимальная температура поверхности

Средняя температура

Наличие атмосферы

Состав атмосферы

Химический состав планеты

Физическая природа (рельеф)

Спутники

Кольца

Малые тела Солнечной системы-астероиды, метеориты, кометы, малые планеты

Главный пояс астероидов ГПА.

Опасность астероидов.

Пояс Койпера.

Кометы их открытие и движение. Физическая природа комет.

Метеоры и метеориты. Болиды.

Малые планеты.

Вопросы для закрепления материала

1. Как возникает хвост кометы?
2. В чем отличие между метеором и метеоритом?
3. Охарактеризуйте физический смысл понятий «метеор», «метеорит», «болид»
4. Что такое комета?
5. Как движутся астероиды?
6. Что такое облако Оорта?
7. Что такое астероид?
8. Что такое метеорит?
9. Существует ли связь между астероидами и метеоритами?
10. Как движутся кометы?
11. Как направлен хвост кометы при движении вокруг Солнца?
12. Что такое болиды?
13. Что происходит когда Земля проходит через хвост кометы?

Темы докладов:

1. Космическая угроза.
2. Гипотезы возникновения пояса астероидов.
3. Астероид Апофис: вычисление орбиты, вероятность столкновения с Землей.
4. Проблема астероидно-кометной опасности.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1. Выполните тест

Вариант № 1

1. Астероиды – это

А. небольшие небесные тела, обращающиеся вокруг Солнца по весьма вытянутой орбите;

Б. достаточно крупные тела неправильной формы, обращающиеся вокруг Солнца, между орбитами Марса и Юпитера.

В. крупные тела правильной формы, обращающиеся вокруг Солнца;

Г. мельчайшие тела неправильной формы, обращающиеся вокруг Солнца.

2. Хвост кометы состоит из:

А. льда и мелкой пыли; Б. крупных твердых частиц и льда;

В. газа и мелкой пыли; Г. крупных твердых частиц, льда и газов.

3. Плазменный хвост кометы направлен:

А. к Солнцу; Б. по траектории движения за кометой;

В. от Солнца; Г. по траектории движения перед кометой.

4. Имеют вид огненного шара и оставляют после своего полёта след, который можно наблюдать в течение 15 минут:

А. астероиды; Б. кометы; В. метеоры; Г. болиды.

5. Когда мелкие камешки и песчинки влетают в атмосферу Земли с огромными скоростями, возникают:

А. метеоры; Б. кометы; В. метеориты; Г. астероиды

6. Выберите правильные утверждения:

1. Астероиды – это крупные звезды.

2. Большинство астероидов движутся между орбитами планет Марса и Юпитера.

3. Кометы состоят из ядра, головы и хвоста.

4. Самая известная комета – Церера.

5. Метеориты – упавшие на Землю космические тела.

6. В переводе с греческого языка метеориты - это «парящие в воде».

7. У одной и той же кометы не может быть несколько хвостов.

8. По своему составу метеориты могут быть как каменными, так и железными.

Вариант № 2

1. Метеор – это

- А. явление падения метеорита на поверхность планеты;
- Б. достаточно крупное тело неправильной формы, обращающееся вокруг Солнца, между орбитами Марса и Юпитера;
- В. явление, возникающее при сгорании в атмосфере Земли мелких тел;
- Г. мельчайшее тело неправильной формы, обращающееся вокруг Солнца.

2. Небесное тело, обращающееся вокруг Солнца по коническому сечению с растянутой орбитой:

- А. астероид; Б. метеорит; В. метеор; Г. комета.

3. Единственный объект пояса астероидов, который можно наблюдать невооружённым глазом:

- А. Веста; Б. Апофис; В. Паллада; Г. Флора.

4. Слабая светящаяся полоса кометы, вытянутая под действием солнечного ветра в антисолнечном направлении:

- А. ядро; Б. кома; В. хвост; Г. голова.

5. Звездопад – это:

- А. космическая пыль; Б. падение комет;
- В. метеорный поток большой интенсивности; Г. метеоритный дождь.

6. Выберите правильные утверждения:

- 1. Кометы – это крупные звезды.
- 2. Большинство астероидов движутся между орбитами планет Меркурия и Юпитера.
- 3. Метеоры состоят из ядра, головы и хвоста.
- 4. Кометы можно наблюдать невооружённым глазом.
- 5. Самые крупные астероиды в Солнечной системе – Паллада и Веста.
- 6. Ранее считавшаяся астероидом Церера сейчас отнесена к классу карликовых планет.

7. У одной и той же кометы может быть несколько хвостов.
8. По своему составу метеориты могут быть только каменными.

2.4. Общие сведения о Солнце. Солнце и жизнь на Земле.

Общие сведения о Солнце.

Характеристика Солнца как звезды.

Строение недр Солнца.

Атмосфера Солнца. Солнечная активность.

Цикличность солнечной активности.

Эволюция Солнца.

Значение знаний о Солнце для развития человеческой цивилизации.

Взаимосвязь существования жизни на Земле и Солнца.

Электромагнитное излучение солнечных вспышек.

Важность проблемы солнечно-земных связей.

Вопросы для закрепления материала:

1. Из каких слоев состоит солнечная атмосфера?
2. Каково направление вращения Солнца?
3. Каков период солнечной активности?
4. В чем состоит особенность вращения Солнца вокруг своей оси?
5. На какой стадии эволюции Солнце находится в настоящее время?
6. Во сколько раз Солнце больше Земли?
7. В каком физическом состоянии вещество на Солнце?
8. какие эффекты на Земле зависят от потока заряженных частиц идущих от Солнца?
9. Какие основные химические элементы, входят в состав Солнца.
10. Что можно увидеть в телескоп на Солнце?
11. Какой слой атмосферы мы видим на Солнце?
12. Где на Солнце температура выше в фотосфере или в короне?
13. Что такое солнечный ветер
14. Сколько лет существует наше Солнце? На какой стадии эволюции находится в настоящее время?

15. Что такое солнечная активность?
16. Почему солнечное пятно темнее фотосферы?
17. Каким небесным телом станет солнце в результате своей эволюции?
18. Как называется телескоп с помощью которого наблюдают Солнце?
19. Как можно определить что Солнце вращается?
20. Какова масса Солнца?
21. Что представляют собой тёмные пятна?
22. Назовите цикл солнечной активности?
23. Равенство каких сил поддерживают равновесие Солнца как раскаленного плазменного шара?

Темы докладов:

1. Солнечная активность: ее проявления, периодичность.
2. Состояние Солнца за последние пять лет.
3. Солнечная активность и ее влияние на биосферу Земли.
4. Солнечно-земные связи и 23-летний цикл солнечной активности.
5. Солнце – источник жизни на Земле.
6. Наше Солнце.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1. Выполните тест

Вариант № 1

1. Какой химический элемент был сначала открыт на Солнце, а потом обнаружен на Земле?
 - Водород
 - Гелий
 - Кислород
 - Азот
2. Основное состояние вещества на Солнце
 - Жидкое
 - Плазма
 - Твердое
3. В какой зоне Солнца происходят термоядерные реакции?
 - Наружная конвективная зона
 - Ядро

- Лучистая зона
4. Какими способами энергия передаётся из недр Солнца наружу?
- Излучение
 - Конвекция
 - Верны оба варианта
5. Какой слой атмосферы Солнца воспринимается как его поверхность?
- Фотосфера
 - Хромосфера
 - Солнечная корона
6. Какие частицы являются основными составляющими «солнечного» ветра?
- Альфа-частицы
 - Протоны и электроны
 - Гамма-кванты
7. Что является причиной нагрева солнечной короны?
- Электромагнитные волны
 - Магнитно-звуковые волны
 - Механические волны
8. Наиболее известные проявления солнечной активности
- Вспышка
 - Солнечные пятна
 - Протуберанцы
9. Какова периодичность солнечной активности?
- 2 года
 - Около 11 лет
 - 15 лет
 - 1 год

Вариант № 2

1. Наша звезда Солнце является:
- Красным гигантом
 - Сверхгигантом
 - Желтым карликом

2. Каким термином характеризуется расстояние от Земли до Солнца?

- Световой год
- Астрономическая единица
- Парсек

3. Масса Солнца...

- Равна массе всех планет Солнечной системы
- Больше массы всех планет Солнечной системы
- Меньше всех планет Солнечной системы

4. Какие земные явления зависят от Солнечной активности?

- Землетрясения, бури, многочисленные катастрофы техногенного характера
- Землетрясения, ураганы, торнадо
- Магнитные бури, полярное сияние и повышение уровня ионизации в верхних слоях атмосферы

5. За счет чего Солнце излучает энергию?

- Конвекция
- Теплопередача
- Излучение

7. Какова примерная температура ядра Солнца?

- 25 млн. град. Цельсия
- 15 млн. град. Цельсия
- 10млн. град. Цельсия

8. Какую долю (примерно) в элементном составе Солнца занимает водород?

- 71%
- 25%
- 65%

9. Химический состав Солнца это:

- Водород, гелий, кислород, прочие элементы
- Водород, кислород, прочие элементы
- Водород, гелий

Вариант № 3

1. Выберите правильное определение «солнечного ветра»:

- Выброс вещества, находящегося в Солнечной короне
- Последняя из внешних оболочек Солнца
- Поток, состоящий из ионизированных частиц и распространяющийся до границ гелиосферы

2. Последний этап жизни Солнца называется:

- Нейтронная звезда
- Красный гигант

- Белый карлик

3. Назовите примерный возраст Солнца:

- 3 млрд. лет
- 5 млрд. лет
- 4,5 млрд. лет

4. Назовите научную миссию, занимающуюся изучением Солнца:

- Cassini
- SOHO
- Kepler

5. Как ученые называют фотосферные пятна, похожие на рисовые зерна:

- Протуберанцы
- Солнечные пятна
- Гранулы

6. Какой из перечисленных терминов определяет холодные области, расположенные на яркой фотосфере?

- Корона
- Вспышки
- Пятна

7. Существует ли у Солнца магнитное поле?

- Да
- Нет
- Нет достоверных данных

8. Источник энергии Солнца это:

- Реакции химического характера
- Термоядерные реакции синтеза (легких ядер)
- Иные реакции

9. Как называются массы звездного газа, поднимающиеся на сотни тысяч километров над поверхностью Солнца?

- Пятна
- Вспышки
- Протуберанцы

2.5. Небесная механика (законы Кеплера, открытия планет)

Видимое движение планет и его объяснение в гелиоцентрической системе мира.

Закон всемирного тяготения в астрономии. Сила тяжести на планетах.

Движение по окружности.

Законы Кеплера и определение масс небесных тел.

Движение искусственных небесных тел.

Космические скорости и форма орбит.

Скорость убегания. Отклонение от законов Кеплера.

Открытие Нептуна

Вопросы для закрепления материала:

1. Сформулируйте закон всемирного тяготения
2. Сформулируйте 1-й закон Кеплера
3. Сформулируйте 2-й закон Кеплера
4. Сформулируйте 3-й закон Кеплера
5. Что такое первая космическая скорость, чему она равна
6. Что такое вторая космическая скорость, чему она равна
7. Что такое третья космическая скорость, чему она равна
8. Какую скорость нужно сообщить КА чтобы он смог долететь до Луны?
9. Что общего у движения брошенного камня и искусственного спутника Земли? Какие различия есть у этих движений?
10. По каким траекториям могут двигаться тела под действием силы тяготения?
11. Чем характеризуется орбита планеты?
12. Чьи законы составляют небесную механику?

Темы докладов:

1. Возникновение небесной механики.
2. И. Кеплер. Основные научные труды.
3. И. Ньютон. Закон всемирного тяготения.
4. Космические скорости.
5. Открытие Нептуна.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1. Используя приведенную ниже таблицу решите задачи

Вариант № 1

1. Найти силу притяжения между Солнцем и Меркурием. Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг
2. Найти ускорение свободного падения g на Меркурии. Сравнить с табл.
3. Найти ускорение свободного падения g на Меркурии. Сравнить с табл.
4. Найти расстояние от Меркурия до Солнца. Сравнить с табл.
5. Найти первую космическую скорость на Меркурии

Вариант № 2

1. Найти силу притяжения между Солнцем и Юпитером. Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг.
2. Найти ускорение свободного падения g на Юпитере. Сравнить с табл.
3. Найти период обращения Юпитера вокруг Солнца.
4. Найти первую космическую скорость на Юпитере

Таблица

Планета	Расстояние до Солнца	Расстояние до Солнца	Период обращения вокруг Солнца	φ	Диаметр планеты	Масса
	м	а е	-	м/с ²	м	кг
Меркурий	57,9 10^9	0,387	88 суток	3,6	4878 10^3	3,3 10^{23}
Юпитер	778,4 10^9	5,2	11,9 года	26	140 10^6	1,9 10^{27}

Задание № 2. Выполнить тест

Вариант № 1

1. Орбита каждой планеты есть эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце. Это утверждение есть ...

- a) Первый закон Кеплера
- б) Второй закон Кеплера
- с) третий закон Кеплера

2. Расстояние от Земли до Солнца называется

- a) астрономическая единица
- б) звездная величина
- в) парсек
- с) световой год

3. По какому закону Кеплера определяется связь периода обращения планет с их средними расстояниями до Солнца.

- a) Первый закон Кеплера
- б) Второй закон Кеплера
- с) третий закон Кеплера

4. Что такое перигелий орбиты планеты?

- a) наиболее удалённая от Солнца точка орбиты планеты
- б) ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты
- с) центр орбиты планеты

5. Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера?

a) В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них испытывает со стороны других возмущения;

б) В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них движется петлеобразно;

с) В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них практически имеет несколько спутников.

Вариант № 2

1. Радиус-вектор планеты за одинаковые промежутки времени описывает равновеликие площади. Это утверждение ...

- а) Первый закон Кеплера
- б) Второй закон Кеплера
- с) третий закон Кеплера

2. Ближайшую к Солнцу точку орбиты называют...

- а) перигелием
- б) афелием
- с) эксцентриситетом.

3. Как меняется значение скорости движения планеты при ее перемещении от перигелия к афелию?

- а) Уменьшается согласно второму закону Кеплера: в перигелии она минимальна, а в афелии максимальна;
- б) Увеличивается согласно второму закону Кеплера: в перигелии она максимальна, а в афелии минимальна;
- с) Уменьшается согласно второму закону Кеплера: в перигелии она максимальна, а в афелии минимальна.

4. Большая полуось орбиты Земли - это расстояние, принятое за ...

- а) астрономическую единицу
- б) земную единицу
- с) планетную единицу

5. Как зависят периоды обращения спутников от массы планет?

- а) чем меньше масса, тем больше периоды спутников;
- б) чем больше масса, тем меньше периоды спутников;
- с) чем больше масса, тем больше периоды спутников

2.6. Исследование Солнечной системы

Исследование Солнечной системы: межпланетные экспедиции, космические миссии и межпланетные космические аппараты.

Методы изучения дальнего космоса.

Проблемы освоения космоса.

Вопросы для закрепления материала:

1. Назовите имена первых людей вступивших на поверхность Луны.
2. Какая страна первой запустила спутник?
3. Кто первым из космонавтов вышел в открытый космос?
4. Какая космическая станция, проработала на околоземной орбите более пятнадцати лет?
5. Кто впервые вышел в открытый космос?
6. Первая долговременная орбитальная научная станция
7. Назовите первый в мире полуавтоматический самоходный аппарат, работающий на луне
8. Когда отмечают день космонавтики ?
9. Как назывался первый в мире планетоход?
10. Главный инструмент астрономов?
11. Когда был запущен первый ИСЗ?
12. К каким космическим телам были запущены спутники или зонды?
13. Какие из спутников покинули пределы Солнечной системы?

Темы докладов:

1. Исследование солнечной системы.
2. Проблемы освоения космоса
3. Изучение дальнего космоса.
4. Космические исследования Луны в XXI веке. (“Klementina”, “SMART-1” и др.).
5. Космические исследования Солнца. Солнечная космическая обсерватория “Коронас-Ф”, АМС “Ulysses” (Улисс).
6. Исследования Меркурия. АМС “Messenger” (Мессенджер).
7. Исследования Марса
8. Исследования Юпитера. Автоматическая межпланетная станция Галилео “Galileo”.
9. Исследования Сатурна. Автоматическая межпланетная станция “Кассини-Гюйгенс” (“Cassini - Huygens”).
10. Космические исследования комет и астероидов. (“Stardust”, “Hayabusa”, “Rosetta”, зонд Deep Impact и др.)

11. Исследование окраин Солнечной системы. АМС “Новые горизонты” (New Horizons).
12. Пилотируемый полет и высадка астронавтов на астероиде: астероидная миссия Plymouth Rock (Плимутрок).
13. Проекты астрономических обсерваторий на Луне
14. Космические прогнозы

Задание для самостоятельной работы:

Используя ресурсы Интернет найти новости космонавтики на сегодняшний день.

3. СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

3.1. Расстояние до звезд

Методы определения расстояний до звёзд:

- определение расстояний до звёзд методом годовых параллаксов. Параллакс. Парсек. Световой год.
- Абсолютная и видимая звёздная величина;
- изменение собственных движений звёзд,
- анализ спектра звёзд, период изменения блеска цефеид.

Вопросы для закрепления материала:

1. Какие единицы используют при измерении расстояний до звезд?
2. Что такое парсек?
3. Что называется годовым параллаксом звезды?
4. Что используется в качестве базиса при определении годовых параллаксов звёзд?
5. Какие единицы измерения применяются при измерении расстояния до звёзд? Каково соотношение между этими единицами?
6. Какие методы определения расстояний до звезд Вы знаете?
7. Почему не удаётся точно измерить параллакс более далеких звёзд?
8. Сколько времени пришлось бы лететь к Проксиме Кентавра космическому кораблю, способному развить скорости 17 км/с?
9. Во сколько раз Сириус ярче полярной звезды?
10. Во сколько раз Солнце ярче чем Сириус?
11. Во сколько раз Вега на небе ярче Полярной звезды, если Вега имеет примерно нулевую звездную величину, а Полярная – вторую?

Темы докладов:

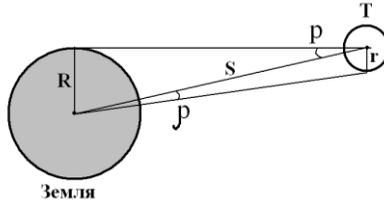
1. Расстояние от нас до звезд
2. Определение расстояний до звезд
3. Расстояния в космосе

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1. Лабораторная работа

Определение расстояния до небесного тела Т и линейных размеров небесных светил по их угловым размерам

1. Сделайте рисунок.



2. Измерьте транспортиром угол ρ и линейкой измерьте длину базиса R.

3. Вычислите расстояние по формуле: $S = \frac{R}{0.017 \cdot \rho}$

Таблица 1

$\angle \delta$	Базис R	Расчётное расстояние S	Измеренное расстояние S
<i>град</i>	<i>см</i>	<i>см</i>	<i>см</i>

4. Вычислите по ним расстояния S.

5. Проверьте результат прямым измерением расстояния S по рисунку.

6. Сделайте вывод.

Задание 2.

1. Измерьте транспортиром углы ρ и ρ' .

2. Измерьте базис R.

3. Рассчитайте радиус небесного тела Т по формуле: $r = \frac{R \cdot \rho}{\rho'}$

Таблица 2

$\angle \delta$	$\angle \rho$	Расчетное		Измеренное	
		r	R	r	R
<i>град</i>	<i>град</i>	<i>см</i>	<i>см</i>	<i>см</i>	<i>см</i>

4. Сравните его с измеренным значением g .
5. Сделайте вывод.

3.2. Физическая природа звезд. Виды звезд. Звездные системы. Экзопланеты

Физическая природа звезд. Виды звезд. Звездные системы.

Анализ звездного света.

Звезды далёкие Солнца.

Ослабление света с расстоянием.

Спектральный анализ.

Закон смещения Вина.

Закон Стефана –Больцмана.

Определение химического состава звёзд.

Эффект Доплера.

Эффект Зеемана.

Возможности спектрального анализа.

Общие сведения о звездах: масса, радиус, светимость звезд, температура, химический состав звезд.

Связь физических характеристик звезд.

Двойные и кратные звезды. Переменные и вспыхивающие звезды.

Внутреннее строение звезд:

Гравитационное равновесие звезды

Термоядерные реакции – источник энергии звезды

Происхождение химических элементов.

Перенос энергии в недрах звезды.

Коричневые карлики.

Эволюция звёзд: рождение, жизнь, завершающая стадия развития. Черные дыры.

Вопросы для закрепления материала:

1. Как зависит яркость звезды от расстояния до неё?
2. Какую длину волны наш глаз воспринимает как красный цвет, как фиолетовый цвет?
3. Как связаны цвет звезды и её температура?

4. Как по линиям поглощения в спектре определяют химический состав источника света?
5. Какие спектральные классы Вы знаете?
6. В чем главная причина различия спектров звёзд?
7. Какие химические элементы являются преобладающими на звездах?
8. К какому спектральному классу относится Солнце?
9. В чём значение диаграммы «спектр-светимость»?
10. В каком агрегатном состоянии может находиться вещество в недрах звёзд?
11. Чем звезды отличаются от планет? Каков механизм свечения звезд?
12. Чем обусловлено равновесное состояние большинства звезд?
13. Как синтез тяжелых элементов в недрах звёзд зависит от температуры?
14. Какую роль в образовании химических элементов играют взрывы сверхновых звёзд?
15. От какого физического параметра зависит эволюция звёзд?
16. Укажите возможные варианты заключительного этапа эволюции звезды?

Темы докладов:

1. Черные дыры.
2. Источники энергии звезд.
3. Диаграмма Герцшпрунга -Рассела и ее эволюционный смысл.
4. Современные представления о рождении звезд.
5. Звезды второго поколения: рассеянные скопления и звездные ассоциации.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1

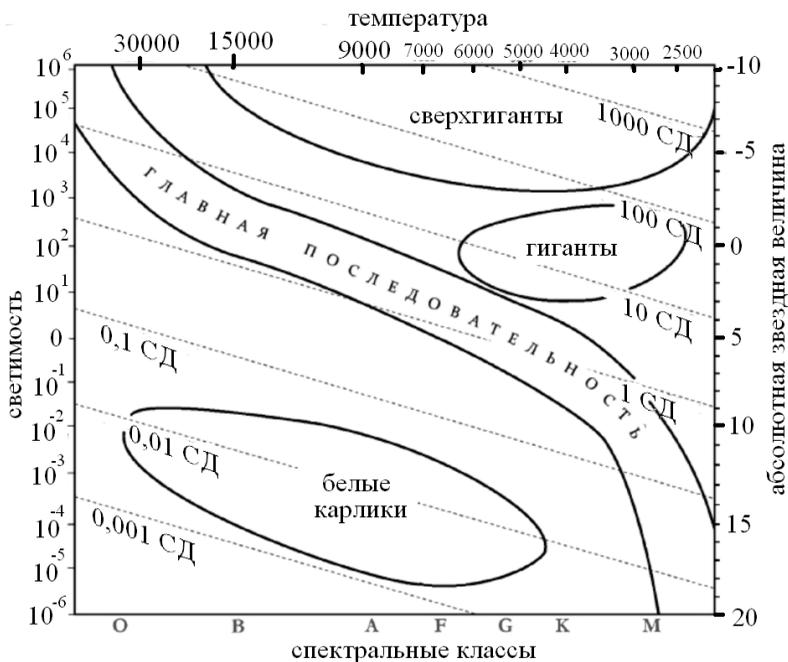
Ответить на вопросы используя приведенные ниже таблицы

Вариант № 1

1. Определите температуры звезды Вега
2. Определите по таблице спектральный класс звезды Вега

3. Какой цвет имеет Вега
4. Во сколько раз температура звезды Вега отличается от Бетельгейзе?
5. Является ли Вега сверхгигантом?
6. К каким звездам относится Вега?
7. Определите длину волны λ_{max} на которую приходится максимум излучения в спектре звезды Вега.
8. Определите абсолютную звездную величину Вега.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альгаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160
Денеб	8550	21	210	
Ригель	11200	40	138	



(СД - солнечного диаметра)

Спектральные классы звезд		
Обозначение	Цвет	Температура
О	Голубой	30 000 – 80 000
В	Голубовато-белый	12 000 – 30 000
А	Белый	8 000 – 11 000
F	Желтовато-белый	6 500 – 7 500
G	Желтый	5 000 – 6 000
K	Оранжевый	4 000 – 5 000
M	Красный	2 000 – 3 500

Вариант № 2

1. Определите температуры звезды Капелла
2. Определите по таблице спектральный класс звезды Капелла
3. Какой цвет имеет Капелла
4. Во сколько раз температура звезды Капелла отличается от Вега
5. Является ли Капелла сверхгигантом?
6. К каким звездам относится Капелла?
7. Определите длину волны λ_{max} на которую приходится максимум излучения в спектре звезды Капелла.
8. Определите абсолютную звездную величину Капелла

Задание № 2. Ответить на вопросы теста

1. Наибольшую среднюю плотность имеют:
 - Белые карлики
 - Нейтронные звезды
 - Черные дыры
2. Белые карлики имеют радиусы ...
 - Больше Солнца
 - Равные Солнцу
 - Сравнимые с Землей
3. Белые карлики имеют поверхностную температуру ...
 - 6000К
 - 10000К
 - 5000К
4. Белые карлики (нейтронные звезды) имеют плотность вещества ...
 - 10^{14} г/см³
 - 10^6 г/см³
 - 10^8 г/см³
5. Вещество белых карликов это
 - Жидкость
 - Газ
 - Твердое тело
6. Вещество белых карликов состоит из ...

- Атомов
 - Электронов
 - Ядер
 - Молекул
7. Белые карлики – это звезды находящиеся ...
- В стадии образования
 - В конце эволюции
 - В середине эволюции
8. В ядре белых карликов термоядерные реакции ...
- Происходят
 - Не происходят
9. Нейтронные звезды – это звезды радиус которых ...
- Больше Солнца
 - Равные Солнцу
 - Сравнимые с Землей
 - Десятки км
10. Нейтронные звезды – это звёзды плотность которых
- 10^{14} г/см³
 - 10^6 г/см³
 - 10^8 г/см³
11. Поверхностная температура пульсара
- 7 млн. К
 - 10000К
 - 500000К
12. Вещество пульсара состоит в основном из
- Атомов
 - Ядер
 - Протонов
 - Нейтронов
13. Периоды вращения пульсаров составляют ...
- 0,003 с-3,75 с
 - 10-25 часов
 - 1-2 месяца

Экзопланеты

Другие планетарные системы. Открытия экзопланет. Методы открытия экзопланет: метод транзитов, метод радиальных скоростей.

Вопросы для закрепления материала

1. Что такое экзопланеты?
2. Что такое «горячие юпитеры»?
3. Что такое «суперземли»?
4. Какие способы применяются для открытия экзопланет ?

Темы докладов:

1. Экзопланеты
2. Экзопланеты и методы их обнаружения
3. Поиск потенциально пригодных планет

Задание для самостоятельной работы:

Ответьте на вопросы теста.

1. Сколько экзопланет находится в Солнечной системе
 - Две девять
 - Одна
 - Ни одной
2. Когда была найдена первая экзопланета?
 - 30-60 лет назад
 - 5-15 лет назад
 - Около 100 лет назад
 - 15-30 лет назад
3. Сколько экзопланет мы уже открыли?
 - Пару десятков
 - Порядка 20000
 - Порядка 3500
 - Порядка 7000
 - Одну
4. Какие параметры используются в индексе подобия Земле?

- Радиус планеты, плотность, температура поверхности, вторая космическая скорость;
- Первая космическая скорость, плотность атмосферы, наличие спутников;
- Температура поверхности, наличие полезных ископаемых, эллиптическая форма;
- Радиус планеты, её удаленность от звезды, масса и состав атмосферы.

5. Какие элементы считаются ключевыми для земной жизни?

- Углерод, водород, кальций, кислород;
- Углерод, железо, кислород, азот;
- Вода, земля, огонь, воздух;
- Углерод, водород, кислород, азот.

6. Как называется самая похожая на землю экзопланета?

- Kepler 52-a
- Kepler 452-b
- Hubble 452-b
- Hubble 52-a

3.3. Наша Галактика - Млечный путь (галактический год)

Открытие нашей Галактики.

Представления и научные изыскания о нашей Галактике - Млечный путь. Галактический год.

Строение Галактики.

Звездные скопления и ассоциации.

Движение звезд в Галактике

Движение Солнечной системы.

Вращение Галактики.

Тёмная материя в Галактике

Сверхмассивная черная дыра в ядре Галактики.

Представления и научные изыскания о нашей Галактике - Млечный путь. Галактический год.

Вопросы для закрепления материала:

1. Что такое Млечный путь?

2. Какой вклад в развитие нашей Галактики внесли: Демокрит, Галилей, В. Гершель, Х.Шепли,
3. Ян Оорт?
4. Почему наша галактики в проекции на небесную сферу выглядит в виде Млечного пути?
5. Какие объекты входят в состав Галактики?
6. Какова структура нашей галактики?
7. Сколько звезд содержит наша Галактики?
8. Какова масса нашей Галактики?
9. Каков размер Галактики?
10. Из каких подсистем состоит Галактика? Какая из них содержит - наибольшее, а какая – наименьшее число звезд?
11. Как астрономы изучают спиральную структуру нашей Галактики?
12. В каких видах материя встречается в Галактике?
13. Сколько лет требуется лучу света, чтобы пересечь Галактику по диаметру?
14. Где расположено Солнце в Галактике?

Темы докладов:

1. Наша Галактика – Млечный путь
2. Из чего состоит Галактика
3. Тёмная материя в Галактике
4. Черная дыра в центре Млечного пути

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1 Выполните тест

Вариант 1

1. Галактика – это...
А. ... гигантское скопление звезд, газа и пыли, удерживаемое в пространстве силами тяготения.

Б. ... скопление межзвездного вещества с относительно высокой концентрацией, пылевые частицы которого поглощают или рассеивают звездный свет.

В. ... пульсирующие звезды, которые периодически раздуваются и сжимаются.

2. Какова структура нашей Галактики?

А. Спиральная.

Б. Неправильная.

В. Эллиптическая.

3. Как проявляет себя межзвездная среда?

А. Ослабляется излучение, идущее от звезд в силу его рассеяния и поглощения, а также происходит покраснение цвета звезд.

Б. Усиливается излучение, идущее от звезд в силу его рассеяния и поглощения, а также происходит изменение цвета звезд.

В. Ослабляется излучение, идущее от звезд в силу его рассеяния и поглощения.

4. Межзвездная среда ...

А. ... на 99% состоит газа (преимущественно из водорода).

Б. ... состоит из очень маленьких твердых частичек, называемых межзвездной пылью.

В. ... состоит из газа и пыли, распределение которых носит клочковатую структуру.

5. Какие объекты входят в состав нашей Галактики?

А. Звезды и их скопления.

Б. Газопылевые туманности и межзвездный газ.

В. Звезды, их скопления, газопылевые туманности, межзвездный газ.

6. Какие источники радиоизлучения известны в нашей Галактике?

- А. Звезды, туманности и межзвездный водород.
- Б. Звезды и туманности.
- В. Межзвездный водород.

7. Первооткрывателем гигантской звездной системы, к которой относится Солнце и наблюдаемые звезды, является:

- а) Кассини
- б) Гершель
- в) Галилей

8. В какой области Млечного Пути располагается Солнце:

- а) Рукав Стрельца
- б) Рукав Ориона +
- в) Рукав Персея

Вариант 2

1. Что тянется серебристой полосой по обеим полушариям звездного неба, замыкаясь в звездное кольцо?

- А) планеты
- Б) туманность
- В) Млечный Путь
- Г) Солнечная система

2. В каком году и кем было установлено, что Млечный Путь состоит из колоссального множества очень слабых звёзд?

- А) 1512 году Николаем Коперником
- Б) 1545 году Николаем Коперником
- В) 1713 году Галилео Галилеем
- Г) 1610 году Галилео Галилеем

3. Сколько звезд в Галактике?

- А) 900 млрд
- Б) 200 млрд
- В) 600 млрд
- Г) 100 млрд

3. Где расположен центр нашей Галактики?

- А) в созвездии Стрельца
- Б) в созвездии Лебеда
- В) оба ответа правильны
- Г) нет правильного ответа

4. От какого древнегреческого слова происходит слово "галактика"?

- А) Дорога
- Б) Звезда
- В) Сосуд
- Г) Молоко

5. Что из этого встречается у некоторых галактик?

- А) Штанины
- Б) Рукава
- В) Воротники
- Г) Плечи

6. Что находится в центре Млечного Пути?

- А) красный гигант
- Б) Солнечная система
- В) сверхмассивная черная дыра
- Г) туманность

7. Какая галактика в будущем может поглотить Млечный Путь?

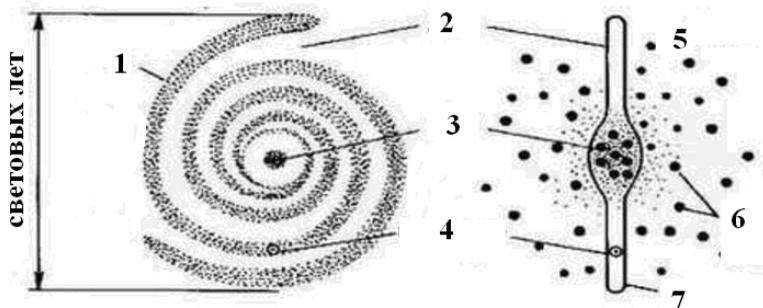
- А) Большое Магелланово Облако
- Б) галактика Вертушка
- В) галактика Водоворот
- Г) галактика Андромеды

8. Диаметр нашей Галактики составляет

- А) 100 тыс. св. лет
- Б) 50 тыс. св. лет
- В) 200 тыс. св. лет
- Г) 500 тыс. св. лет

Задание № 2

Изобразите структуру нашей галактики и укажите её элементы



Цифра 1 –

Цифра 2 –

Цифра 3 –

Цифра 4 –

Цифра 5 –

..... - СВЕТОВЫХ ЛЕТ

Цифра 6 –

Цифра 7 –

3.4. Другие галактики. Происхождение галактик

Различные галактики и их особенности.

Основные характеристики галактик.

Классификация галактик.

Различные гипотезы и учения о происхождении галактик.

Движение галактик. Закон Хаббла.

Сверхмассивные черные дыры в ядрах галактик.

Местная группа галактик.

Скопления галактик.

Вопросы для закрепления материала:

1. Как было установлено, что туманность Андромеды находится за пределами нашей Галактики?

2. Сформулируйте закон Хаббла

3. Назовите четыре основных вида галактик

4. В чем разница между спиральными, линзовидными и неправильными галактиками?
5. К какому типу галактик относится наша Галактика?
6. В галактиках каких типов в настоящее время продолжается звездообразование?
7. Что такое квазары?
8. Что такое красное свечение?
9. Что такое скопление галактик?
10. Какие объекты открыты за пределами нашей Галактики?
11. Какие Вы знаете спиральные галактики?
12. Чем замечательны радиогалактики?
13. Что Вам известно о квазарах?
14. Каково расстояние до ближайшей к нам галактики? Каковы её размеры и масса?
15. Примерно количество галактик на сегодняшний день?

Темы докладов:

1. Три вида материи во Вселенной: видимая, темная, темная энергия.
2. Проблема скрытой массы в космологии
3. Галактики с активными ядрами
4. Взаимодействующие галактики
5. Галактика Андромеды
6. Магеллановы облака
7. Квазары
8. Черные дыры и кротовые норы.
9. Свободная тема (согласовать с преподавателем).

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1 . Выполнить тест

Вариант № 1

1. Галактика – это...
 - А. ... гигантское скопление звезд, газа и пыли, удерживаемое в пространстве силами тяготения.

Б. ... скопление межзвездного вещества с относительно высокой концентрацией, пылевые частицы которого поглощают или рассеивают звездный свет.

В. ... пульсирующие звезды, которые периодически раздуваются и сжимаются.

2. Туманности неправильной, клочковатой формы называют...

А... спиральными.

Б... планетарными.

В... диффузными.

3. Рассеянные звездные скопления – это...

А. звездные скопления сферической и эллипсоидной формы, недоступные невооруженному глазу, так как удалены от нас на тысячи и десятки тысяч парсеков.

Б. тесные звездные группы неправильной формы, где звезды имеют общее происхождение, связаны между собой взаимным тяготением и всегда движутся в пространстве.

В. Огромное скопление звезд, газа и пыли, удерживаемое в пространстве силами гравитации.

4. Чем различаются рассеянные и шаровые скопления?

А. Количеством звезд, входящих в скопление.

Б. Распределением звезд в пространстве.

В. Количеством звезд, входящих в скопление, и их распределением в пространстве.

5. Какова структура нашей Галактики?

А. Спиральная.

Б. Неправильная.

В. Эллиптическая.

6. Как проявляет себя межзвездная среда?

А. Ослабляется излучение, идущее от звезд в силу его рассеяния и поглощения, а также происходит покраснение цвета звезд.

Б. Усиливается излучение, идущее от звезд в силу его рассеяния и поглощения, а также происходит изменение цвета звезд.

В. Ослабляется излучение, идущее от звезд в силу его рассеяния и поглощения.

7. Как определяют расстояния до галактик?

А. По красному смещению.

Б. По видимой звездной величине цефеид или других звезд.

В. По видимой звездной величине цефеид или других звезд, абсолютная звездная величина которых известна, и по красному смещению.

8. Какие внегалактические источники радиоизлучения известны в настоящее время?

А. Квазары. Б. Радиогалактики и квазары. В. Радиогалактики.

9. Чем объясняется красное смещение в спектрах галактик?

А. Уменьшением расстояний между всеми галактиками (за исключением нескольких ближайших).

Б. Увеличением расстояний между всеми галактиками (за исключением нескольких ближайших).

В. Постоянством расстояний между всеми галактиками (за исключением нескольких ближайших).

10. Межзвездная среда ...

А. ... на 99% состоит газа (преимущественно из водорода).

Б. ... состоит из очень маленьких твердых частичек, называемых межзвездной пылью.

В. ... состоит из газа и пыли, распределение которых носит клочковатую структуру.

11. Чем различаются по составу спиральные и эллиптические галактики?

А. В эллиптических галактиках нет туманностей и звезд сверхгигантов.

Б. В эллиптических галактиках есть и звезды сверхгиганты.

В. В спиральных галактиках нет туманностей.

Вариант № 2

1. Доля линзообразных галактик:

а) 20 % +

б) 40 %

в) 35 %

2. К какому виду галактик относится наша Галактика:

- а) неправильная
- б) эллиптическая
- в) спиральная +

3. На что приходится около 90 % масс галактик:

- а) на газ
- б) на пыль
- в) на темную материю и энергию +

4. Один из основных видов галактик:

- а) круговые
- б) параллельные
- в) эллиптические +

5. Примерное количество галактик во Вселенной на сегодняшний день:

- а) 200
- б) более 1000 +
- в) 580

6. В чем измеряется расстояние между галактиками:

- а) световой год +
- б) век
- в) обычный год

7. Вращение галактик обнаруживается с помощью:

- а) закона Хаббла
- б) закона Кеплера
- в) эффекта Допплера

8. К какому типу относится галактика Большое Магелланово Облако:

- а) неправильная галактика
- б) эллиптическая галактика
- в) спиральная галактика без перемычки

9. К какому типу галактик относится Туманность Андромеды?

- а) Спиральная галактика
- б) Неправильная галактика
- в) Эллиптическая галактика

10. К какому типу галактик относится Большое Магелланово Облако?

- а) Неправильные галактики
- б) Спиральные галактики
- в) Эллиптические галактики

11. Кто разработал первую классификацию галактик?

- а) Э. Галлей
- б) Э. Хаббл
- в) И. Кеплер
- г) Э. Герцшпрунг
- д) Г. Рассел
- е) У. Гершель

Задание № 2

Установите соответствие между обозначениями и названиями галактик:

- 1. E0
- 2. E7
- 3. SO
- 4. SB
- 5. S
- 6. Ir

- А. Неправильные
- Б. Спиральные с перемычкой
- В. Линзообразные
- Г. Эллиптические сферические
- Д. Эллиптические чечевицеобразные
- С. Спиральные обычные

3.5. Эволюция галактик и звезд. Жизнь и разум во Вселенной. Вселенная сегодня: астрономические открытия

Эволюция галактик и звезд.

Возраст галактик и звезд.

Происхождение и эволюция звёзд.

Закон расширения вселенной.

Горячая вселенная. Реликтовое излучение. Термоядерные реакции во вселенной.

Происхождение галактик и структура вселенной.

Проблема жизни во Вселенной.

Гипотезы о существовании жизни и разума во Вселенной.

Достижения современной астрономической науки.

Вопросы для закрепления материала:

1. В чем заключается основная идея горячей Вселенной?
2. Приведите два основных наблюдательных подтверждения теории горячей Вселенной?
3. Что такое реликтовое излучение? Какова его температура?
4. Какие термоядерные реакции шли в ранней Вселенной?
5. Каким образом слабые неоднородности плотности в ранней Вселенной превратились в галактики?
6. Всегда ли окружающий нас мегамир был таким как сейчас?
7. Каков возраст галактик и звезд?
8. Из какого вещества образовались звезды и галактики?
9. Каковы основные этапы эволюции звезд?
10. Как влияет масса звезды на заключительные этапы ее эволюции? (проследите по диаграмме «спектр-светимость»)
11. Назовите основные этапы эволюции звезды, подобной нашему Солнцу.
12. Какие системы небесных тел Вы знаете?
13. В каких формах материя встречается во вселенной?
14. Каково наиболее распространенное вещество во Вселенной?
15. Какие химические элементы наиболее распространены во Вселенной?
16. В веществе начавшейся расширяться Метагалактики не было химических элементов тяжелее гелия. В результате каких

процессов возникали тяжелые элементы, из которых состоит наша планета и мы сами?

17. Основываясь на данных астрономии, приведите подтверждение того, что материя находится в непрерывном движении и изменении.

18. Докажите, что Земля и Луна продолжают эволюционировать и в настоящее время

19. Опираясь на знания астрономии, биологии, физики сформулируйте доводы в пользу (и против) существования жизни и разума во Вселенной

20. Сравните прошлые представления о строении Вселенной (геоцентрическая система мира, гелиоцентрическая система мира) с современными.

Темы докладов:

1. Современная физическая картина мира.
2. Черные дыры.
3. Скрытая масса во Вселенной.
4. Экспериментальные доказательства расширения Вселенной и следствия теории Большого Взрыва.
5. Объекты внешней области Солнечной системы: кентавры, транснептуновые объекты, плутино.
6. Современные представления о структуре межзвездной среды. Межзвездная пыль.
7. Круговорот вещества в Галактике. Звездообразование в Галактике.
8. Взаимодействие сверхновых с межзвездными облаками.
9. Открытие каннибализма в мире галактик.
10. Старейшие образования в Галактике: шаровые скопления.
11. Звезды второго поколения: рассеянные скопления и звездные ассоциации.
12. Проблемы физики элементарных частиц и возникновение химических элементов во Вселенной.
13. Определение постоянной Хаббла космическим телескопом им. Хаббла.
14. Современные представления о строении и эволюции Вселенной.
15. Фундаментальные открытия в космологии в XX веке.

16. Современные представления о структуре Метагалактики.
17. Гипотезы о существовании жизни и разума во
18. Вселенной. Достижения современной астрономической науки.

Задание для самостоятельной работы:

Задание № 1

Докажите, что Земля и Луна продолжают эволюционировать и в настоящее время.

Задание № 2

Опираясь на знания астрономии, биологии, физики сформулируйте доводы в пользу (и против) существования жизни и разума во Вселенной.

Задание № 3

Сравните прошлые представления о строении Вселенной (геоцентрическая система мира, гелиоцентрическая система мира) с современными.

Зачетная работа по астрономии

Вариант № 1

1. Сформулируйте закон Вина.
2. В чем специфика астрономии (по объектам и методам исследования) по сравнению с другими науками?
3. Сформулируйте теорему о высоте полюса мира.
4. Сформулируйте 2-й закон Кеплера.
5. Что собой представляет поверхность Меркурия?
6. Какие химические элементы являются преобладающими на звездах
7. Какой вклад в исследование нашей Галактики внесли В Гершель, Ян Оорт?
8. укажите примерный возраст Земли.
9. Сколько длился космический полет Ю. А. Гагарина?

Вариант № 2

1. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана.
2. Какие важнейшие типы небесных тел Вам известны?
3. Какими координатами характеризуются положение тела в экваториальной системе координат.
4. Сформулируйте 3-й закон Кеплера.
5. Почему температура на Венере больше, чем на Меркурии, хотя он ближе к Солнцу?
6. К какому спектральному классу относится Солнце
7. К какому типу галактик относится наша звездная система?
8. Назовите первого советского конструктора ракетно-космических систем?
9. Назовите самую древнюю обсерваторию в Европе, сооруженную около 6 тыс. лет назад на территории нынешней Великобритании.

Вариант № 3

1. Что такое эклиптика?
2. Какова роль наблюдений в астрономии и с помощью, каких инструментов они выполняются?
3. Какими координатами характеризуются положение тела в горизонтальной системе координат?
4. Чем характеризуется орбита планеты?

5. Что открыл М Ломоносов на Венере?
6. В каком агрегатном состоянии может находиться вещество в недрах звезд
7. Каково строение нашей галактики
8. Назовите ближайшую звезду.
9. Назовите известных вам космонавтов

Вариант № 4

1. Чем известен Н. Коперник?
2. Какова роль космонавтики в исследовании Вселенной?
3. Чему равна высота полюса мира в точке с данной географической широтой?
4. Чьи законы составляют небесную механику?
5. Из чего состоят кольца Сатурна?
6. Чем обусловлено равновесное состояние большинства звезд?
7. Какие силы способствуют стабильности звезд?
8. Сколько времени будет гореть спичка на Луне?
9. Сколько раз Гагарин облетел вокруг Земли?

Список рекомендуемых источников:

1. Воронцов – Вельяминов Б.А. Астрономия. Базовый уровень. 11 класс: учебник/ Б.А. Воронцов Вельяминов, Е.К. Страут. – М.: Дрофа, 2018. – 238с.
1. Астронет (системы небесных координат). Режим доступа: [<http://www.astronet.ru/db/msg/1175352/node4.html> 15.05.2020]
2. Астрономия XXI века: интернет-энциклопедия. Режим доступа: [<http://window.edu.ru/resource/964/57964> 15.05.2020]