

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«23» июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.15 АСТРОНОМИЯ**

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): **Физика, Информатика**

Форма обучения: очная

Курс –5

Семестр –9, А

Всего зачетных единиц – 5, часов – 180

Форма отчетности: зачет – 9 семестр, экзамен – А семестр

Программу разработала
кандидат физико-математических наук, доцент Солодченкова Т. Б.

Одобрена на заседании кафедры
«16» июня 2022 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой _____ Дюндин А. В.

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Б1.В.15 Астрономия» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на 5 курсе в двух семестрах – в 9 и А.

Изучение данной дисциплины формирует такие же компетенции студентов, как в изученных ими ранее дисциплинах «Общая и экспериментальная физика» (2-6 семестры), «Теория и методика обучения физике» (5-7 семестры) и «Геометрия» (1-2 семестры). Кроме того, дополняется компетенциями, приобретаемыми при изучении дисциплин «Мобильные технологии в образовании» (7 семестр) и «Свободное программное обеспечение в образовании» (8 семестр), которые необходимы для второго профиля подготовки (информатика).

Данная дисциплина сочетается и с теми дисциплинами, которые изучаются на 5 курсе: «Физика атома и атомного ядра» (А семестр), «Современные методы обучения физике» (9 семестр), «Междисциплинарная проектная деятельность в естественнонаучном образовании» (А семестр), «Разработка Web-сервисов для мобильных приложений» (А семестр).

Учебный материал дисциплины подобран так, чтобы сформировать у студентов целостное представление об основных астрономических понятиях, явлениях и теориях, взаимосвязи астрономии с физикой и другими естественными науками. Он допускает возможность применения информационных средств. Таким образом, изучение дисциплины основано не только на традиционных методах обучения в вузах, но и учитывает современные методы, средства и технологии.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ПК-5 Способен использовать научные знания в предметной области (физика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: современное состояние и перспективы развития физики как учебной дисциплины, направления развития школьного физического образования, теоретические основы обучения физике, принципы построения методической системы обучения физике, основные линии школьного курса физики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования физических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса физики; Уметь: анализировать и интерпретировать содержание физических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения физике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач; Владеть: основными приемами организации деятельности школьников по изучению физики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения физики, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.
ПК-7 Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин, математически корректно ставить и решать естественнонаучные	Знать: основные методы обработки, структурирования, анализа и синтеза получаемой информации, основные определения, принципы и законы физики, методы физических исследований базовые принципы постановки естественнонаучных задач, определения основных понятий и доказательства теорем по основным разделам математики. Уметь: использовать физические и математические модели при решении практических задач, осуществлять учебный эксперимент и обрабатывать его результаты, доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть его следствия. Владеть: навыками методами обработки, анализа и синтеза информации, первичными навыками применения

задачи	математического аппарата к решению конкретных задач в области физики.
--------	---

3. Содержание дисциплины

В 9 семестре изучаются три раздела:

- вводный раздел, посвященный умению визуально ориентироваться в созвездиях, применять астрономические инструменты наблюдения, карты (в том числе компьютерные) и атласы,
- раздел астрометрии, в котором рассматриваются методы измерения расстояний до небесных объектов, их размеров, способы измерения времени, история календарей, формируется представление о небесной сфере и координатах объектов,
- раздел о строении Солнечной системы и видах движения входящих в неё тел, включая искусственно созданные спутники и космические аппараты, а также наиболее существенные вопросы космонавтики.

В А семестре изучаются четыре раздела:

- раздел о природе тел Солнечной системы, включая планеты земной группы, планет-гиганты и их спутники, а также малые тела солнечной системы;
- раздел об астрофизике, посвященный изучению физики звезд, включая Солнце, их строению и источникам энергии, типах звезд и звездных сообществ;
- раздел о галактике Млечный Путь (Галактическая астрономия), в котором изучается строение, состав и динамика нашей галактики, а также вопросы о межзвездной среде и поиске экзопланет;
- раздел о внегалактической астрономии, в котором рассматривается классификация и взаимодействие галактик, их сообщества, активность, а также космологические вопросы, строение Вселенной, её эволюция, включая теорию Большого Взрыва.

4. Тематический план

9 семестр

№ п/п	Разделы и Темы	Всего Часов	Формы занятий				
			лекции	семинары	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Введение в астрономию. Предмет астрономии. Созвездия	9	2		4		3
2.	Наблюдения и астрономические инструменты	9	2		4		3
3	Астрометрия Небесная сфера и небесные координаты	9	2		4		3
4	Видимое движение светил. Затмения	9	2		4		3
5	Измерение расстояний и времени. Календари	12	2		6		4
6	Строение Солнечной системы и небесная механика. Развитие представлений о Солнечной системе. Конфигурация планет	7	2		2		3

7	Законы движения планет и эфемериды	9	2		4		3
8	Космонавтика	8	2		4		2
Итого		72	16	0	32	0	24

А семестр

№ п/п	Разделы и Темы	Всего Часов	Формы занятий				
			лекции	семинары	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	<i>Природа тел Солнечной системы.</i> Планеты земной группы и их спутники		2		2		4
2	Планеты-гиганты и их спутники		2		2		4
3	Малые тела Солнечной системы		2		2		4
4	<i>Астрофизики.</i> Солнце и влияние его активности на геосистемы		2		2		4
5	Физическая природа и характеристики звезд		2		2		2
6	Типы звезд		2		2		4
7	<i>Галактическая астрономия.</i> Млечный Путь.		2		2		2
8	Экзопланеты. Звездные сообщества.		2		2		2
9	Межзвездная среда		2		2		2
10	<i>Внегалактическая астрономия.</i> Галактики и их взаимодействие		2		2		1
11	Черные дыры		2		2		2
12	Космология		2		2		2
Контроль		27					27
Итого		108	24	0	24	0	33+27

5. Виды образовательной деятельности¹

Занятия лекционного типа 9 семестр

Лекция 1

Раздел 1. *Введение в астрономию*

Тема 1.1. *Предмет астрономии. Созвездия*

1.1.1. Что изучает астрономия, её особенности и связь с другими науками

¹ Содержание данного раздела может быть представлено в электронной информационно-образовательной среде СмолГУ или в опубликованном учебно-методическом пособии.

- 1.1.2. Созвездия северного и южного неба
- 1.1.3. Изменение вида звездного неба
- 1.1.4. Карты и атласы звездного неба

Лекция 2

Тема 1.2. *Наблюдения и астрономические инструменты*

- 1.2.1. Визуальные наблюдения и оценка угловых расстояний
- 1.2.2. Оптические телескопы
- 1.2.3. Радиотелескопы
- 1.2.4. Инструменты всеволновой и многоканальной астрономии
- 1.2.5. Обсерватории

Лекция 3

Раздел 2. *Астрометрия*

Тема 2.1. *Небесная сфера и небесные координаты*

- 2.1.1. Основные точки и линии небесной сферы
- 2.1.2. Горизонтальная система координат
- 2.1.3. Первая и вторая экваториальные системы координат
- 2.1.4. Эклиптическая система координат
- 2.1.5. Галактическая система координат

Лекция 4

Тема 2.2. *Видимое движение светил*

- 2.2.1. Восход, заход и кульминация светил
- 2.2.2. Рефракция
- 2.2.3. Эклиптика и зодиакальные созвездия

Тема 2.3. *Затмения*

- 2.3.1. Движение и фазы Луны
- 2.3.2. Затмения Солнца и Луны

Лекция 5

Тема 2.4. *Измерение расстояний и времени*

- 2.4.1. Форма и размеры Земли
- 2.4.2. Измерение расстояний до тел Солнечной системы, горизонтальный параллакс
- 2.4.3. Измерение размеров небесных тел
- 2.4.4. Измерение расстояний до звезд, годичный параллакс
- 2.4.5. Характерные времена и их измерение

Тема 2.5. *Календари*

- 2.5.1. Древние календари разных народов
- 2.5.2. Реформа календаря

Лекция 6

Раздел 3. *Строение Солнечной системы и небесная механика*

Тема 3.1. *Развитие представлений о Солнечной системе*

- 3.1.1. Геоцентрическая система мира
- 3.1.2. Гелиоцентрическая система мира

Тема 3.2. *Конфигурация планет*

- 3.2.1. Конфигурация и условия видимости планет
- 3.2.2. Синодический и сидерический периоды

Лекция 7

Тема 3.3. *Законы движения планет и эфемериды*

- 3.3.1. Законы Кеплера
- 3.3.2. Обобщение и уточнение Ньютоном законов Кеплера
- 3.3.3. Эфемериды

Лекция 8

Тема 3.4. *Космонавтика*

- 3.4.1. История искусственных спутников Земли (ИСЗ)
- 3.4.2. Первая, вторая и третья космические скорости
- 3.4.3. Системы спутниковой связи (ССС)
- 3.4.4. История пилотируемых космических аппаратов (КА)

- 3.4.5. Вклад советских и российских космонавтов в развитие космонавтики.
- 3.4.6. Цели и практическое применение результатов космических исследований

А семестр

Лекция 9

Раздел 4. **Природа тел Солнечной системы**

Тема 4.1. *Планеты земной группы и их спутники.*

- 4.1.1. Общие характеристики планет земной группы
- 4.1.2. Система Земля – Луна. Приливы
- 4.1.3. Земля, оптические эффекты в атмосфере и газо-пулевая материя в окрестностях
- 4.1.4. Луна
- 4.1.5. Меркурий
- 4.1.6. Венера
- 4.1.7. Марс и его спутники

Лекция 10

Тема 4.2. *Планеты-гиганты*

- 4.2.1. Общие характеристики планет-гигантов
- 4.2.2. Юпитер и его спутники
- 4.2.3. Сатурн и его спутники
- 4.2.4. Уран и его спутники
- 4.2.5. Нептун и его спутники

Лекция 11

Тема 4.3. *Малые тела Солнечной системы*

- 4.3.1. Карликовые планеты (Плутон)
- 4.3.2. Астероиды
- 4.3.3. Пояс Копейра
- 4.3.4. Облако Оорта
- 4.3.5. Кометы
- 4.3.6. Метеоры, болиды, метеориты

Лекция 12

Раздел 5. **Астрофизика**

Тема 5.1. *Солнце и влияние его активности на геосистемы*

- 5.1.1. Состав и модель строения Солнца
- 5.1.2. Ядерные реакции, энергия и температура
- 5.1.3. Магнитное поле Солнца
- 5.1.4. Атмосфера Солнца
- 5.1.5. Солнечная активность
- 5.1.6. Влияние солнечной активности на геосистемы

Лекция 13

Тема 5.2. *Физическая природа и характеристики звезд*

- 5.2.1. Модели звезд
- 5.2.2. Видимая и абсолютная звездные величины, светимость
- 5.2.3. Спектры излучения, цвет и температура
- 5.2.4. Диаграмма Герцшпрунга - Рессела.
- 5.2.5. Звезды Главной последовательности. Связи между физическими характеристиками

Лекция 14

Тема 5.3. *Типы звезд*

- 5.3.1. Пульсирующие переменные и эруптивные звезды
- 5.3.2. Красные гиганты
- 5.3.3. Карлики и вспышки Новых
- 5.3.4. Вспышки Сверхновых и нейтронные звезды
- 5.3.5. Двойные и кратные звездные системы

Лекция 15

Раздел 6. **Галактическая астрономия**

Тема 6.1. *Млечный Путь*

- 6.1.1. Строение Галактики
- 6.1.2. Состав Галактики
- 6.1.3. Собственные движения и лучевые скорости звезд галактического диска
- 6.1.4. Движение звезд гало
- 6.1.5. Корона Галактики
- 6.1.6. Динамика Галактики

Лекция 16

Тема 6.2. Экзопланеты

- 6.2.1. Поиск внеземного разума
- 6.2.2. Экзопланеты
- 6.2.3. Землеподобные экзопланеты

Тема 6.3. Звёздные сообщества

- 6.3.1. Звездное население и его классификация
- 6.3.2. Звездные ассоциации
- 6.3.3. Звёздные скопления

Лекция 17

Тема 6.4. Межзвездная среда

- 6.4.1. Обнаружение туманностей
- 6.4.2. Формирование туманностей. Остатки Сверхновых
- 6.4.3. Классификация туманностей
- 6.4.4. Диффузные туманности (светлые, отражательные, тёмные)
- 6.4.5. Эмиссионные (газовые) туманности
- 6.4.6. Планетарные туманности
- 6.4.7. Объекты Хербига – Аро (HN).

Лекция 18

Раздел 7. Внегалактическая астрономия

Тема 7.1. Галактики и их взаимодействие

- 7.1.1. Обнаружение галактик и их классификация.
- 7.1.2. Физические свойства галактик
- 7.1.3. Движение галактик. Разбегание галактик, закон Хаббла.
- 7.1.4. Взаимодействие галактик.
- 7.1.5. Эволюция галактик. Звёздообразование
- 7.1.6. Активные галактические ядра (АГЯ), унифицированные модели АГЯ
- 7.1.7. Сообщества галактик (Местная группа галактик, скопления и сверхскопления галактик)

Лекция 19

Тема 7.2. Черные дыры

- 7.2.1. Понятие, характерный размер и модель на базе теории струн
- 7.2.2. Сценарии образования черных дыр
- 7.2.3. Падение объектов в черную дыру
- 7.2.4. Типы черных дыр
- 7.2.5. Методы обнаружения черных дыр
- 7.2.6. Не квантовые явления в черных дырах
- 7.2.7. Квантовые явления в черных дырах

Лекция 20

Тема 7.3. Космология

- 7.3.1. Крупномасштабная структура Вселенной
- 7.3.2. Модели Вселенной
- 7.3.3. Современная картина происхождения и эволюции Солнечной системы, звезд, Галактики, Вселенной.
- 7.3.4. Теория Большого Взрыва
- 7.3.5. Темное вещество (материя) и темная энергия

Занятия семинарского типа

9 семестр

Практика 1

Раздел 1. *Введение в астрономию*

Тема 1.1. *Предмет астрономии. Созвездия*

Вопросы

1. Чем астрономия отличается от других наук о природе?
2. Какие нужды человечества в древности вызвали появление астрономии?
3. Что составляет предмет изучения астрономии?
4. Перечислите созвездия летнего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.
5. Перечислите созвездия осеннего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.

Задачи

1. Определить, какие созвездия летнего неба видны на широте Смоленска с помощью программы «карты неба» сайта Astronet.
2. Определить, какие созвездия осеннего неба видны на широте Смоленска с помощью программы StarCalk.
3. Выяснить и изобразить на карте астеризмы летнего и осеннего неба (названия звезд, образуемые ими фигуры)

Практика 2

Тема 1.1. *Предмет астрономии. Созвездия (продолжение)*

Вопросы

1. Сколько созвездий? А) всего, б) в небе северного полушария?
2. Что лежит в основе названий созвездий, звезд и планет? Приведите примеры
3. Что называют астеризмами? Приведите примеры
4. Перечислите созвездия зимнего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.
5. Перечислите созвездия весеннего неба в северном полушарии и их наиболее яркие звезды.

Задания

1. Определить, какие созвездия зимнего неба видны на широте Смоленска с помощью программы Stellarium.
2. Определить, какие созвездия весеннего неба видны на широте Смоленска с помощью подвижной карты звездного неба.
3. Определить характеристики звезд, образующих астеризмы созвездий северного неба, с помощью атласа звездного неба.

Практика 3

Тема 1.2. *Наблюдения и астрономические инструменты*

Вопросы

1. Каковы особенности визуального наблюдения звездного неба на широте Смоленска (Москвы)?
2. Каковы основные правила проведения любительских астрономических наблюдений?
3. Что такое диоптрика и катоптрика?
4. Что такое сферическая абберация, кома, астигматизм?
5. Какие недостатки телескопов были устранены в системе Д.Д. Максудова? Каким образом?

Задачи

1. В Главной астрономической обсерватории РАН в г. Пулково работает единственный в России длиннофокусный (10,4 м) рефрактор с апертурой 26 дюймов. Высочайшая точность позиционных наблюдений гарантирована на десятки лет и сравнима с точностью наблюдений космических телескопов (срок жизни которых лишь 3-6 лет, а стоимость исследований в сотни раз выше). Найти разрешающую силу и проникающую силу пулковского телескопа.
2. Найти фокусное расстояние окуляра для телескопа с фокусным расстоянием объектива $F_{об} = 1,2$ м, чтобы с его помощью можно было наблюдать диск Юпитера так же, как невооруженным глазом – диск Луны. В каком масштабе будут отображаться детали диска планеты на фотоснимке? Принять для расчетов угловой диаметр Юпитера $54''$. Диаметр Юпитера около 143 тыс. км.

3. Голубой сверхгигант Альнилам (центральная звезда «пояса Ориона») расположен вблизи небесного экватора (склонение $\delta = -1^{\circ}12'$). Сколько времени можно его наблюдать в поле зрения неподвижного телескопа при увеличении $\times 100$.

Практика 4

Тема 1.2. Наблюдения и астрономические инструменты (продолжение)

Вопросы

1. Какова самая важная характеристика оптического телескопа?
2. Что такое относительное отверстие телескопа?
3. Что такое светосила?
4. Чем определяется угловое разрешение телескопа?
5. Как рассчитывается увеличение телескопа?

Задачи

1. Определите светосилу, разрешение, проникающую способность двух школьных телескопов:
 - 1) менисковый телескоп Максудова. апертурой 70 мм и фокусным расстоянием 70,4 см;
 - 2) телескоп-рефрактор – диаметр объектива 80 мм, фокусное расстояние 80 см. Найдите также для этих приборов наибольшее, наименьшее и разрешающее увеличения.
2. Можно ли использовать телескопы, указанные в задаче 1, для наблюдения дисков Марса (поперечник в противостоянии виден под углом $18''$), Урана ($4''$) и Нептуна ($2'',5$)?
3. Найти время прохождения Полярной звезды ($\delta = +89^{\circ} 16'$) и Капеллы ($\delta = +46^{\circ}$) через поле зрения неподвижного телескопа $\times 100$.

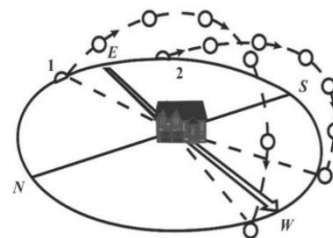
Практика 5

Раздел 2. Астрометрия

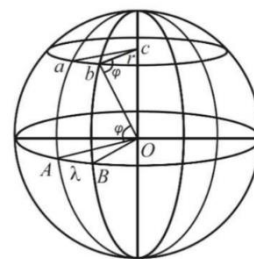
Тема 2.1. Небесная сфера и небесные координаты

Вопросы

1. Изобразите и назовите основные точки и линии небесной сферы
2. Какие наблюдения убеждают нас в суточном вращении небесной сферы?
3. Каковы координаты горизонтальной системы?
4. В созвездии Дракона есть примечательная точка, склонение которой составляет $\delta \approx 66,5^{\circ}$. Как называется эта точка? Чему равно ее прямое восхождение?
5. Что представляет рисунок дневного вида небесной полусферы? Чем отличаются пунктирные кривые? Что означают буквы N, E, S, W и цифры 1, 2?



6. На рисунке отображены географические координаты. Пусть наблюдатель находится в точке b. Нулевой (гринвичский) меридиан на широте пункта наблюдения отмечен буквой a. Раскройте смысл обозначений рисунка: а) что обозначают точки c, A и B? б) какой символ соответствует широте? в) долготе?



7. В связи с чем появилась необходимость введения экваториальных координат светил?
8. Каковы координаты экваториальной системы: а) первой, б) второй?
9. Каковы экваториальные координаты: а) Денеба, б) Капеллы, в) Спика?
10. Как расположены созвездия на небесном глобусе?

Задачи

1. На поляне растет дуб высотой $a = 30$ м. Максимальная тень от кроны дуба равна $b = 40$ м. Найдите высоту Солнца h (в горизонтальной с.к.).
2. С помощью тени при суточном движении Солнца находят положение юга. Это более надежно, чем по компасу, поскольку магнитный меридиан не совпадает с географическим. В

истинный полдень Солнце находится строго над точкой юга S – достигает наибольшей высоты над горизонтом. Все тени вертикальных предметов становятся самыми короткими и направлены строго на точку севера N . За положением и размером тени можно следить с помощью вертикального колышка, который называют *гномон*. В момент истинного полдня тень гномона расположена вдоль полуденной линии SN горизонтальной с.к.

3. В некоторый момент времени светило имеет азимут $A = 72^\circ$ и высоту $h = 65,4^\circ$. Найти его зенитное расстояние и положение на небосводе. Для отыскания положения светила M на небе надо обратиться лицом к точке юга S . Затем от этой точки повернуться к западу на угол 72° (азимут A). Теперь взор обращен к точке M_1 пересечения вертикала светила с небесным горизонтом. Далее надо поднять взор на угол $65,4^\circ$ (высота h) светила, и так будет оно найдено. (Если известно зенитное расстояние светила, то его надо вычесть из 90° , чтобы найти высоту над горизонтом).
4. Найдите минимальное и максимальное зенитные расстояния Солнца в полдень для Ростова на Дону ($\varphi = 47^\circ 14'$ с.ш., $\lambda = 39^\circ 43'$ в.д.)
5. Две звезды A и B видны в одном направлении, хотя звезда A в два раза ближе к нам, чем B . Что можно сказать об угловом расстоянии этих звезд от какой-нибудь третьей звезды? (Сделайте чертеж).

Практика 6

Тема 2.1. Небесная сфера и небесные координаты (продолжение)

Вопросы

1. В связи с чем появилась необходимость введения экваториальных координат светил?
2. Каковы координаты первой экваториальной системы?
3. Каковы координаты второй экваториальной системы?
4. Каковы экваториальные координаты звезд: а) Денеб, б) Капелла, в) Спика?

Задачи

1. Экваториальные координаты звезды $\alpha=1,5\text{ч}$, $\delta_1=+16,3^\circ$. Какая это звезда?
2. В каких широтах возможно одновременное наблюдение Арктура (α Волопаса) и Хадара (β Центавра)? Координаты этих звезд считать равными $\alpha_1=14\text{ч}$, $\delta_1=+19^\circ$; $\alpha_2=14\text{ч}$, $\delta_2 = -60^\circ$ соответственно. Атмосферной рефракцией и поглощением света пренебречь.
3. На восходе Солнца в день весеннего равноденствия (21 марта) часовой угол звезды составляет $t = 2\text{ч}30\text{м}$. Определите прямое восхождение α светила
4. Определите положение звезды в день весеннего равноденствия (21 марта) через час после захода Солнца в горизонтальной системе координат, экваториальные координаты которой $\alpha=7\text{ч}$, $\delta = 40^\circ$.

Практика 7

Тема 2.2. Видимое движение светил

Вопросы

1. Что такое кульминация светила: а) верхняя, б) нижняя?
2. Исходя из понятия кульминации дайте определение восходящим и заходящим светилам, незаходящим и невосходящим светилам.
3. Что называют эклиптической?
4. Под каким углом плоскость экватора Земли наклонена к плоскости эклиптики?
5. Какие созвездия являются зодиакальными?
6. Каков средний угловой размер зодиакальных созвездий?
7. Чем отличаются понятия «зодиакальные знаки» и «зодиакальные созвездия»? Для какого созвездия нет зодиакального знака и почему?
8. Одинакова ли длительность нахождения Солнца: а) в зодиакальных знаках; б) в зодиакальных созвездиях?
9. На сколько смещается Солнце по эклиптике за сутки?
10. Дайте определение понятию сумерки. Что отличает навигационные сумерки от гражданских?

Задачи

1. Вычислите азимуты точек восхода и захода Солнца 21 июня 1975 г.
2. Записать в таблицу названия созвездий, в которых находится Солнце в Великодни:

Название дня	Дата	Созвездие
Зимнее солнцестояние		
Весеннее равноденствие		
Летнее солнцестояние		
Осеннее равноденствие		

3. Определить с помощью ПКЗН количество дней пребывания Солнца в каждом из 13 зодиакальных созвездий. Результаты записать в таблицу.

(На ПКЗН выделить цветом круг эклиптики.

Из центра ПКЗН (Полюса мира, Полярной звезды) провести лучи – радиальные линии склонений - вдоль пунктирных границ 13 зодиакальных созвездий.

Подписать приблизительные даты, которые соответствуют пересечению этих лучей с внешним кольцом карты, на котором указаны названия месяцев.

Рассмотреть дуги эклиптики, находящиеся между проведенными линиями и выяснить, в каком из долготных секторов дуга эклиптики наибольшая, наименьшая.)

Название зодиакального созвездия	Солнце в зодиакальном созвездии	
	Даты (от – до)	кол-во дней

Практика 8

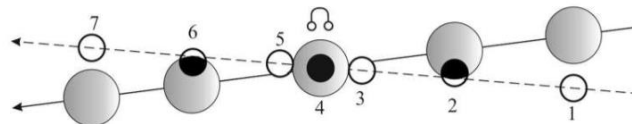
Тема 2.3. Затмения

Вопросы

1. Как по фазе Луны определить ее примерное угловое расстояние от Солнца?
2. На какую примерно величину меняется прямое восхождение Луны за неделю?
3. Почему пепельный свет Луны слабее, чем свечение остальной части Луны, видимой вскоре после новолуния?
4. Что называют: а) полным солнечным затмением; б) частным солнечным затмением; в) полосой полного солнечного затмения?
5. При каком условии возникают лунные затмения?

Задачи

1. В каком направлении был заранее установлен телескоп с фотокамерой для фотографирования солнечного затмения 29 апреля 1976 г., если в пункте с географическими координатами $\lambda = 2ч58,0м$ и $\varphi = +40^014'$ середина затмения наступила в 15ч29,8м по времени, отличающемуся от московского на +1ч? В этот момент экваториальные координаты Солнца были: прямое восхождение $\alpha = 2ч27,5м$ и склонение $\delta = +14^015'$. В среднюю гринвичскую полночь 29 апреля 1976 г. звездное время равно $s_0 = 14ч28м19с$.
2. Используя рисунок, укажите точки, находясь в которых, Луна не сможет укрыться в конусе земной тени (т.е. лунного затмения не будет). На рисунке Солнце светит «от нас», пунктир – участок траектории Луны относительно Солнца, он располагается за земной орбитой, отмеченной сплошной линией. Укажите, чему соответствуют позиции 3 и 5. Что отмечено знаком \odot ?



3. Определите максимальную фазу солнечного затмения и её продолжительность, если прицельное расстояние $\tau = 0$, видимые угловые диаметры Солнца и Луны $32'20''$ и $29'50''$ соответственно. Считайте, что средняя угловая скорость Луны $0,53$ град/ч, а Солнца – $2,463$ угл. мин/ч.

Практика 9

Тема 2.4. Измерение расстояний и времени

Вопросы

1. Что называют параллаксом?
2. В чем состоит метод горизонтального экваториального параллакса?

3. Что нужно знать для вычисления:
 - а) расстояния до какого-либо тела Солнечной системы,
 - б) размера какого-либо тела Солнечной системы?
4. Какие измерения, выполненные на Земле, свидетельствуют о ее сжатии?
5. Меняется ли и по какой причине горизонтальный параллакс Солнца в течение года?

Задачи

1. Зная горизонтальный параллакс Луны ($p = 57^{\circ}02'$) и экваториальный радиус Земли ($R = 6378$ км), найдите расстояние от Земли до Луны.
2. На каком расстоянии от Земли находится Сатурн, когда его горизонтальный параллакс равен $0,9''$?
3. Во сколько раз линейный радиус Солнца превышает угловой радиус Земли, если угловой радиус Солнца равен $16'$?
4. Чему равен линейный диаметр Луны, если она видна с расстояния 400 000 км под углом примерно $30'$?

Практика 10

Тема 2.4. Измерение расстояний и времени (продолжение)

Вопросы

1. Назовите характерные времена
2. Чему равен тропический год?
3. Насколько отличается солнечный час от звездного?
4. Чему равно гражданское время?
5. Как определяют Всемирное время?

Задачи

1. Определить звездное время S прохождений Фомальгаута (α Южной Рыбы) через небесный меридиан. Экваториальные координаты звезды: прямое восхождение $\alpha = 22^{\text{ч}}57^{\text{м}}39^{\text{с}}$; склонение $\delta = -27^{\circ}37'20''$.
2. Найти часовые углы звезд Кастора (α Близнецов) и Шеата (β Пегаса) в момент, когда часовой угол звезды Веги (α Лиры) равен $4^{\text{ч}}15^{\text{м}}10^{\text{с}}$. Прямое восхождение Кастора $7^{\text{ч}}31^{\text{м}}25^{\text{с}}$, Веги $18^{\text{ч}}35^{\text{м}}15^{\text{с}}$ и Шеата $-23^{\text{ч}}01^{\text{м}}21^{\text{с}}$.
3. В момент верхней кульминации звезды Белатрикс ($\alpha = 5^{\text{ч}}25^{\text{м}}$) в одном крупном южном российском городе часы, идущие точно по звездному гринвичскому времени, показывают $2^{\text{ч}}13^{\text{м}}$. Определить долготу данного пункта. Назовите этот город.
4. В Москве ($n_1 = 2$) 25 мая часы показывают $10^{\text{ч}}45^{\text{мин}}$. Какое среднее, поясное и летнее время в этот момента в Новосибирске ($n_2 = 6$, $\lambda = 5^{\text{ч}}31^{\text{мин}}$)?

Практика 11

Тема 2.5. Календари

Вопросы

1. Что называют календарем?
2. Чему равен юлианский период?
3. Что такое: а) юлианская дата; б) сокращенная юлианская дата?
4. В чем удобство счета времени по юлианским датам?
5. Когда произошла реформа календаря с переходом от юлианского к григорианскому?
6. Когда в России был введен новый стиль?
7. В чем проблема старого стиля?
8. Какова погрешность нового стиля?
9. Сколько суток составляло расхождение между старым и новым стилем в год принятия нового стиля в России и до какого года сохранится это расхождение?
10. Что в астрономии называют эпохой?

Задачи

1. Один из проектов всемирного календаря был предложен сербским астрономом М. Миланковичем в 1922 г. Високосными в нем являются те вековые года (оканчивающиеся на 00), которые при делении на 9 дают в остатке 2 или 6. Таким образом, в нем исключаются не 3 дня за 400 лет, а 7 дней за 900 лет. Найдите период времени, за который в этом календаре набегает ошибка в 1 сутки.

2. В 1849 г. французский философ Огюст Конт предложил так называемый позитивистский календарь, который, однако, не был принят. Год этого календаря содержит 365 дней, причем день перед Новым годом – «вненедельный». В високосном году после 6-го месяца добавляется еще один «вненедельный» день. Год начинается с воскресенья, всего 13 месяцев, в каждом месяце 4 недели. Первый месяц назывался «месяцем Моисея», второй – «месяцем Гомера» и т. д. Вычислите, на какой день недели приходилось 3-е число десятого месяца («месяца Шекспира»). В чем заключаются преимущества такого календаря?

Практика 12

Раздел 3. *Строение Солнечной системы и небесная механика*

Тема 3.1. *Развитие представлений о Солнечной системе*

Тема 3.2. *Конфигурация планет*

Вопросы

1. В чем отличие системы Коперника от системы Птолемея?
2. Какие выводы в пользу гелиоцентрической системы Коперника следовали из открытий, сделанных с помощью телескопа?
3. Что понимают под соединением и противостоянием планеты?
4. Какие типы соединений бывают?
5. Какие планеты считаются внутренними, какие — внешними?
6. Что называют конфигурацией планет?
7. Какие существуют конфигурации внутренних планет? (назвать и сделать рисунок)
8. Какие существуют конфигурации внешних планет? (назвать и сделать рисунок)
9. Почему внутренние планеты лучше всего наблюдать в элонгациях?
10. Какие существуют периоды обращения планет?

Задачи

1. Определить гелиоцентрическую долготу Земли и планет 21 марта, если в этот день Меркурий находился в верхнем соединении с Солнцем, Венера – в наибольшей западной элонгации ($\Delta\lambda = 47^\circ$), Марс – в противостоянии.
2. Верхнее соединение Меркурия произошло 18 апреля 1975 г. Когда примерно наступит ближайшая наибольшая западная элонгация планеты ($\Delta\lambda = 22^\circ$), если среднее суточное движение Меркурия $\omega = 4^{\circ},09$, а Земли $\omega_0 = 4^{\circ},09$?
3. Через сколько дней после наибольшей западной элонгации Меркурия наступает его наибольшая восточная элонгация, если значения элонгаций близки к 28° ? Сидерический период Меркурия $T_M = 88$ сут.
4. Чему равен период максимального удаления Сатурна от Земли (в земных сутках), если его звездный период равен 29,46 лет?

Практика 13

Тема 3.3. *Законы движения планет и эфемериды*

Вопросы

1. Сформулируйте законы Кеплера в первоначальном виде. Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера?
2. Дайте обобщенную формулировку первого закона Кеплера.
3. Как найти массу астероида, зная большую полуось его орбиты и период его обращения вокруг Солнца?
4. Перечислите элементы эллиптической орбиты.
5. Что называют периодом обращения: а) синодическим, б) сидерическим?

Задачи

1. Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось ее орбиты?
2. Марс в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. Какова продолжительность года на Марсе? Орбиты планет считать круговыми.
3. Период обращения карликовой планеты Цереры вокруг Солнца составляет 1680 суток, или 4,6 земных года. Считая ее орбиту круговой, найти ее радиус.

4. Синодический период малой планеты 500 суток. Определите большую полуось ее орбиты и звездный период обращения

Практика 14

Тема 3.3. Законы движения планет и эфемериды (продолжение)

Вопросы

1. Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера?
2. Какие тела Солнечной системы испытывают наибольшие возмущения и почему?
3. Какая из планет вызывает наибольшие возмущения в движении других тел Солнечной системы и почему?
4. Что такое: а) эксцентриситет эллипса, б) перигелий, в) афелий?
5. Как было установлено местоположение планеты Нептун?

Задачи

1. Найти перигелийное и афелийное расстояния, сидерический и синодический периоды обращения, а также круговую скорость малой планеты Поэзия, если большая полуось и эксцентриситет её орбиты равны соответственно 3,12 а.е. и 0,144.
2. Найти массу Земли по характеристикам орбитального движения Луны вокруг нее: угловая скорость Луны 13,2 град./сутки, средний радиус орбиты $r = 3,8 \cdot 10^8$ м.
3. На каком среднем и наибольшем гелиоцентрическом расстоянии движутся малые планеты Икар и Симеиза, если у Икара перигелийное расстояние и эксцентриситет орбиты равны 0,187 а. е. и 0,827, а у Симеизы – 3,219 а. е. и 0,181? У какой из этих планет радиус-вектор изменяется в больших пределах, абсолютно и относительно?

Практика 15

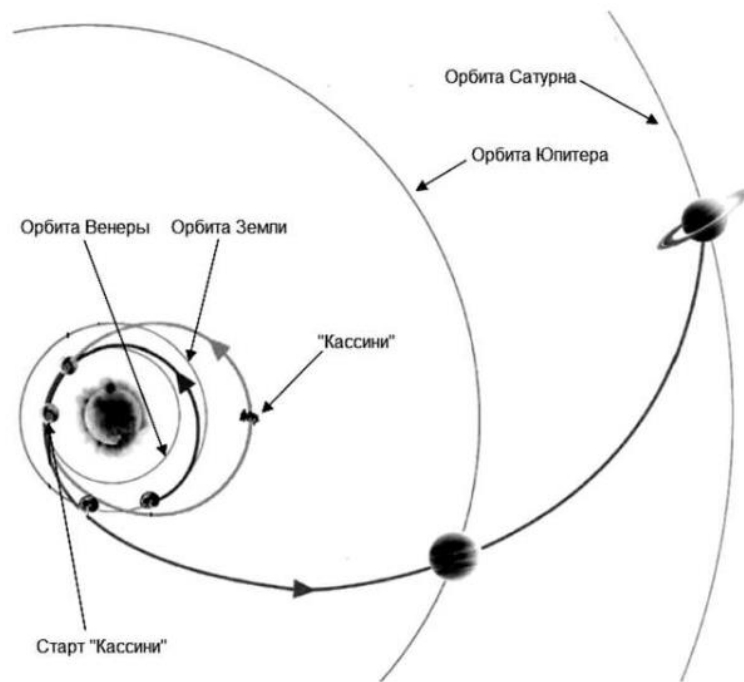
Тема 3.4. Космонавтика

Вопросы

1. По каким траекториям движутся космические аппараты: а) к Луне, б) к планетам?
2. Объясните причину и периодичность приливов и отливов.
3. Что такое первая космическая скорость? Из какого закона выводится выражение для нее?
4. Что такое вторая космическая скорость? Какой закон механики ее определяет? Как она соотносится с первой?
5. Как вычислить третью космическую скорость?
6. Можно ли запустить ИСЗ со скоростью, меньше первой космической?
7. Сформулировать законы Кеплера в применении к движению искусственных спутников Земли.
8. Где больше скорость ИСЗ – в апогее или перигее?
9. По каким траекториям движутся космические аппараты: а) к Луне, б) к планетам?
10. При каком условии орбита космического аппарата находится: а) за пределами земной орбиты; б) внутри земной орбиты?

Задачи

1. Ускорение силы тяжести на Марсе составляет 3,7 м/с², на Юпитере — 25 м/с². Рассчитайте первую космическую скорость для этих планет.
2. Сколько суток (примерно) продолжается полет КА до Марса, если он проходит по эллипсу, большая полуось которого равна 1,25 а. е.?
3. На рисунке схематически изображена траектория космолета NASA и ESA «Кассини». Эта траектория оказалась весьма сложной. Оцените ее длину и среднюю скорость космолета, используя данные о радиусах орбит Венеры, Земли, Юпитера и Сатурна. (Старт «Кассини» состоялся в октябре 1997 г., прибытие к Сатурну – 1 июля 2004 г.) Угол между направлениями от Солнца на Юпитер в момент максимального сближения космолета с Юпитером (в конце 2000 г) и с Сатурном (4,5 года спустя) считать равным $\varphi = 15^\circ$. Радиусы орбит: Венеры $r_V = 0,72$ а.е.; Земли $r_Z = 1,00$ а.е.; Юпитера $r_{Ю} = 5,2$ а.е.; Сатурна $r_C = 9,54$ а.е. (1 а. е. = $1,496 \cdot 10^{11}$ м).



Практика 16

Тема 3.4. Космонавтика (продолжение)

Вопросы

1. Можно ли запустить ИСЗ со скоростью, меньше первой космической?
2. Сформулировать законы Кеплера в применении к движению искусственных спутников Земли.
3. Где больше скорость ИСЗ – в апогее или перигее?
4. Как определить полную энергию спутника?
5. По каким траекториям движутся космические аппараты: а) к Луне, б) к планетам?
6. При каком условии орбита космического аппарата находится: а) за пределами земной орбиты; б) внутри земной орбиты?
7. С какой целью осуществляются запуски ИСЗ и космических ракет?
8. Когда и кем был запущен первый ИСЗ?
9. Когда и кто был первым космонавтом?

Задачи

1. Какую начальную круговую скорость нужно сообщить телу, поднятому на высоту 630 км, чтобы оно превратилось в искусственный спутник Земли?
2. Два искусственных спутника Земли движутся в одной плоскости по круговым орбитам. Радиус орбиты одного спутника 7000 км, другого – 7070 км. Определите синодический период движения этих спутников относительно друг друга.
3. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите в экваториальной плоскости на высоте радиуса Земли. С какой скоростью должен лететь самолет вдоль экватора, чтобы в зените над летчиком спутник появлялся с периодом 5 часов? Рассмотреть 2 случая: 1) спутник летит в восточном направлении; 2) в западном.

Раздел 4. **Природа тел Солнечной системы**
Тема 4.1. *Планеты земной группы и их спутники.*

Вопросы

1. Чем отличаются планеты от звёзд?
2. Как доказать: а) шарообразность Земли, б) вращение Земли вокруг своей оси, в) годичное вращение Земли вокруг Солнца?
3. Почему максимальная высота гор на *Марсе* больше, чем на *Земле*?
4. Происходит ли на *Венере* и *Марсе* смена сезонов?
5. Почему спектр энергии, излучаемой планетой, находится в более длинноволновой области, чем спектр энергии, падающей на неё?
6. У какой из двух планет выше эффективная температура – у *Земли* или у *Венеры*?
7. Почему средняя температура поверхности *Венеры* выше, чем у *Меркурия*, хотя она находится дальше от *Солнца*?
8. Чему равна температура поверхности *Луны* в «подсолнечной» точке?
9. Назовите основные формы рельефа *Луны*.
10. Какие элементы есть в составе лунных пород?

Задачи

1. Как часто повторяются противостояния *Марса*, сидерический период S которого $1,9$ года?
2. *Марс* дальше от *Солнца*, чем *Земля* в $1,52$ раза. Чему равен год *Марса*?
3. Вычислите температуру абсолютно чёрного шара, находящегося от *Солнца* на таком же расстоянии, что и *Меркурий*. (Известна солнечная постоянная для *Земли* – 1360 Вт/м^2).
4. Вычислить, на каком расстоянии от *Земли* находится точка, в которой притяжения *Земли* и *Луны* одинаковые. Расстояние между *Землёй* и *Луной* в 60 раз больше радиуса *Земли*, а их массы относятся как $81:1$.

Практика 18

Тема 4.2. *Планеты-гиганты*

Вопросы

1. Перечислите общие свойства планет-гигантов, отличающие их от планет земной группы
2. Есть ли твёрдая поверхность у *Юпитера*?
3. Какие планеты-гиганты газовые, а какие – ледяные?
4. Происходит ли на *Юпитере* и *Уране* смена сезонов?
5. Что из себя представляют кольца *Сатурна*?
6. Сколько спутников у каждой из планет-гигантов?
7. Назовите крупнейшие спутники у каждой из планет-гигантов
8. Кто автор литературных произведений, имена героев которых заимствованы для названий всех спутников *Урана*?
9. Почему В. Гершель, открыв в 1781 г. планету *Уран*, вначале принял её за комету?
10. На спутнике какой планеты бьют горячие гейзеры? Как называется спутник?

Задачи

1. Определите массу *Юпитера*, зная, что его спутник, который отстоит от *Юпитера* на $422\,000$ км, имеет период обращения $1,77$ сут. (Для сравнения используйте данные для системы *Земля—Луна*. Период обращения *Луны* $27,32$ сут., среднее расстояние от *Земли* составляет $384\,000$ км).
2. Какая из двух планет – *Нептун* ($a = 30,07$ а.е., $e = 0,008$) или *Плутон* ($a = 39,52$ а.е., $e = 0,253$) – подходит ближе к *Солнцу*?
3. Определите массу *Урана* в единицах массы *Земли*, сравнивая движение *Луны* вокруг *Земли* с движением *Титанией* (спутника *Урана*), обращающегося вокруг *Урана* с периодом $8,7$ сут. на расстоянии $438\,000$ км. (Период обращения *Луны* вокруг *Земли* равен $27,32$ сут., среднее расстояние между ними составляет $384\,000$ км).

Тема 4.3. Малые тела Солнечной системы

Вопросы

1. Почему некоторые (весьма многочисленные) объекты Солнечной системы получили название астероиды (звездopodobные)?
2. Какие астероиды получили название «троянец»?
3. Какие объекты относят к кентаврам? Почему их так назвали?
4. Где расположены объекты пояса Койпера?
5. Какие небесные тела называют «кьюбикано» и почему?
6. Какие объекты и по какой причине получили название «плутино»?
7. Что такое кома в теории комет?
8. Что такое метеороид, метеор и метеорит?
9. На какие типы делят метеориты?
10. Как определяется абсолютная звездная величина планет и метеоров?

Задачи

1. Синодический период обращения одного из астероидов составляет 3 года. Каков звездный период его обращения около Солнца?
2. Орбиты двух комет лежат в плоскости эклиптики и имеют перигелийные расстояния 0,5 и 2,0 а.е. Каждая из комет имеет хвост длиной 150 млн км. Может ли какая-либо из них (или обе) «зацепить» хвостом Землю?
3. Зная, что период обращения потока Леонид равен 33,24 лет, определить большую полуось их орбиты.
4. Молекулы циана (CN) выделяются с поверхности кометного ядра при температуре 200° С под действием солнечных лучей. Покинут ли они ядро кометы, если оно представляет собой глыбу диаметром 100 м, имеющую плотность 2,7 г/см³?

Раздел 5. Астрофизика

Тема 5.1. Солнце и влияние его активности на геосистемы

Вопросы

1. Модель строения Солнца
2. Какие реакции происходят в ядре Солнца?
3. Какова температура в ядре и на поверхности Солнца?
4. Что такое солнечная постоянная и чему равна?
5. Сколько массы теряет Солнце за 1 секунду?
6. Что представляют собой солнечные пятна и какова их температура?
7. Каково строение атмосферы Солнца?
8. Сравните среднюю плотность Солнца с плотностью воды при нормальных условиях.
9. Каким образом излучение, генерируемое в центральных областях Солнца, достигает его поверхности? Сколько времени занимает этот процесс?
10. Каковы особенности вращения Солнца вокруг своей оси?

Задачи

1. По известному горизонтальному параллаксу Солнца ($8'',794$) и его угловому диаметру ($32'$) определить линейный диаметр светила по сравнению с диаметром Земли, а также диаметр солнечного пятна, видимого с Земли под углом $24''$.
2. Чему равна работа сил тяготения, необходимая для сжатия Солнца от протозвезды «бесконечно» больших размеров до современного значения его радиуса $6,9 \cdot 10^5$ км?
3. Определите интервал температур $[T_1, T_2]$, соответствующий колебаниям солнечной постоянной от $K_1 = 1347$ Вт/м² до $K_2 = 1397$ Вт/м². Видимый диаметр Солнца $32'$. Постоянная Стефана – Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴).
4. По промежутку времени между снимками солнечных пятен 2,0 суток и углу поворота их относительно центрального меридиана 24^0 определите звездный и синодический периоды вращения Солнца вокруг своей оси.

Тема 5.2. Физическая природа и характеристики звезд

Вопросы

1. Что является источником энергии звёзд?
2. Приведите характерные особенности разных моделей звезд.
3. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана.
4. Каков разброс звезд по размерам и массам?
5. Как определяются расстояния до более далеких звезд?
6. Что такое блеск звезды, абсолютная звёздная величина?
7. Во сколько раз звезды величины 1m ярче звезд, величина которых равна 6m?
8. Какая зависимость отображается на ГР-диаграмме?
9. Охарактеризуйте спектральные классы звезд.
10. Почему более массивные звёзды эволюционируют быстрее, чем звёзды меньшего радиуса?

Задачи

1. Звезда Альтаир (α Орла) имеет годичный параллакс 0,194". Собственное движение звезды составляет 0,658". По данным спектроскопических измерений, лучевая скорость Альтаира – 26,3 км/с. Найти тангенциальную и пространственную скорости звезды.
2. Видимая звездная величина Веги (α Лиры) составляет 0,14m, а ее годичный параллакс – 0,129". Для звезды Сададьсууд (β , ярчайшая звезда Водолея) эти цифры – 2,91m и 0,005" соответственно. Найти отношение блесков и светимостей этих звезд.
3. Звезда имела в зените видимый блеск 0m, а на высоте 30° стала светить вдвое слабее. Какую звездную величину она будет иметь на высоте 20° над горизонтом? Атмосферные условия считать постоянными и однородными.

Практика 22

Тема 5.3. Типы звезд

Вопросы

1. Каковы механизмы вспышки: а) Сверхновой звезды; б) Новой звезды?
2. Чем сверхновые II типа отличаются от сверхновых I типа?
3. Что такое «нейтронная звезда»? Приведите примеры (с указанием их обозначения в каталогах и расположения на картах).
4. Что такое: а) «предел Чандрасекара», б) «предел Оппенгеймера – Волкова»?
5. Что такое «белый карлик»? Приведите примеры (с указанием их обозначения в каталогах и расположения на картах).
6. Чем оптические двойные звезды отличаются от физических двойных?
7. Какие типы физически двойных звезд существуют?
8. Что такое цефеиды? Приведите примеры (с указанием их обозначения в каталогах и расположения на картах).
9. Что такое лириды? Приведите примеры (с указанием их обозначения в каталогах и расположения на картах).
10. Что такое мириды? Приведите примеры (с указанием их обозначения в каталогах и расположения на картах).

Задачи

1. Более 100 лет назад (в июне 1918 г.) в созвездии Орла вспыхнула новая звезда. За 4 суток ее блеск увеличился с 11 m до (-0,5 m). Было установлено относительное смещение одной из линий в ее спектре на 0,6%. Найти, во сколько раз увеличилась светимость звезды в процессе вспышки. Определить также стартовую скорость разлета ее оболочки.
2. Звезда А вдвое горячее, вдвое дальше и выглядит на 2m ярче, чем звезда В. Найдите соотношение размеров звезд. Межзвездное поглощение не учитывать
3. Во сколько раз изменится радиус цефеиды, если амплитуда изменения её блеска равна 1,5 зв. величины, а яркость единицы поверхность по предположению останется постоянной?
4. Один из минимумов блеска Алголя был 2 января в 13^h55^m мирового времени. Исходя из продолжительности периода пульсации Алголя 2,8673 суток, вычислите момент ближайшего минимума в текущем году и месяце. (Указание: удобно использовать таблицу перевода долей суток в часы и минуты.)

Раздел 6. *Галактическая астрономия*Тема 6.1. *Млечный Путь*Вопросы

1. Что такое галактика?
2. Как произошло название нашей Галактики
3. Каково строение Галактики?
4. Каков состав нашей Галактики?
5. Что такое «рукава» Млечного Пути и сколько их?
6. Каковы характерные размеры Галактики?
7. Опишите галактическую систему координат.
8. Что такое галактический год и чему он равен?
9. Какое место в структуре Галактике занимает Солнце?
10. Как оценить скорость звёзд гало? Каковы они по порядку величины?

Задачи

1. Координаты северного полюса средней линии Млечного Пути, рассматриваемой как большой круг сферы, равны $\alpha = 12^{\text{h}}40^{\text{m}}$, $\delta = +28^{\circ}$. Когда и в каком месте Солнце, при своём годичном движении по эклиптике, пересекает Млечный путь?
2. Квазар 3C 273 (один из самых близких) имеет блеск $m = 12^{\text{m}},88$. Красное смещение его линий излучения равно $z = 0,158$, а угловой диаметр оболочки $d = 1^{\text{m}}$. Сравните размеры оболочки квазара с диском Галактики, а блеск – с блеском полной Луны, считая, что квазар расположен в ядре Галактики.
3. Влияние вращения звёзд около центра Галактики на их лучевые скорости выражается формулой $\Delta v_r = A \cdot r \sin(l - l_0)$, где l – галактическая долгота звезды, $l_0 = 325^{\circ}$ – галактическая долгота направления к центру Галактики, r – расстояние звезды в парсеках, $A = 0,020$ км/с на парсек. Для группы звёзд, находящихся на небольшом участке неба с галактической долготой $l = 345^{\circ}$, средняя лучевая скорость, исправленная за все известные эффекты, оказалась равной 30 км/с. Каково её расстояние от Солнца, эта скорость обусловлена галактическим вращением?

Практика 24Тема 6.2. *Экзопланеты*

1. Что называют экзопланетами?
2. В каком году и какая была обнаружена первая экзопланета? (название экзопланеты, в какой звездной системе находится, в каком созвездии)
3. Какая из обнаруженных экзопланет самая дальняя? (название экзопланеты, в какой звездной системе находится, в каком созвездии)
4. Какое количество экзопланет, по оценкам астрономов, может быть в Млечном Пути и сколько из них – землеподобных?
5. Что означает выражение «жилая зона» экзопланеты?

Тема 6.3. *Звёздные сообщества*Вопросы

1. Что такое скопление звезд?
2. Чем рассеянные звездные скопления отличаются от шаровых?
3. Что такое звездные ассоциации?
4. Какие звездные скопления видны невооруженным взглядом? Привести примеры (воспользоваться программой StarCalk или Stellarium, а также атласом)
5. Для каких целей астрономы изучают звездные скопления?

Задачи

1. Оцените минимальный период суточного вращения планеты земного типа, на которой возможно возникновение и эволюция жизни. (Указание. Условием поддержания постоянства температуры в небольшом диапазоне следует считать динамическую устойчивость атмосферы, на молекулы которой действуют центробежные силы. Очевидно, эти силы должны быть малы.)
2. В статье 1974 г. советского радиоастронома Николая Кардашёва «Передача информации внеземным цивилизациям» был предложен метод измерения технологического развития

цивилизации по уровню сознательно используемой энергии. По шкале Кардашёва возможны цивилизации трёх типов: I тип – использование всех доступных ресурсов своей планеты, II тип – использование энергетического потенциала своей звезды, III – использование энергетического потенциала своей галактики. В дополнение американский астроном Карл Саган ввел промежуточные индексы по формуле

$$K = 0,1 \cdot \lg W - 0,6.$$

(W – энергопотребление в ваттах). Для землян в 1900 г. оказалось $K = 0,58$, в 1970 г. $0,67$, в 1985 г. $0,69$, в 2010 г. $0,72$. Постройте по эти точкам график зависимости K от времени (года) и определите с точностью ± 20 лет, в каком году значение K достигнет 1.

3. Как далеко от Солнца находится шаровое скопление, если в нем зарегистрировано несколько цефеид с видимым блеском $+14m,2$? Абсолютная звездная величина объектов, определенная по периоду пульсации их блеска, равна $+0m,7$.

Практика 25

Тема 6.4. Межзвездная среда

Вопросы

1. В каких фазах в межзвездном пространстве находится газ?
2. Каково соотношение межзвездного газа и пыли?
3. Какие существуют туманности?
4. Что такое планетарные туманности?
5. Что из себя представляют темные туманности?
6. Чем отражательные туманности отличаются от эмиссионных?
7. Как исторически появилось и уточнялось понятие «туманность»?
8. Перечислите, какие физические процессы обеспечивают собственное свечение газовой компоненты туманности?
9. Когда и кем были обнаружены планетарные туманности, какой формы они бывают?
10. Какими способами (методами) обнаруживают темные туманности?

Задачи

1. Планетарная туманность в созвездии Лиры имеет угловой диаметр $83''$ и находится от нас на расстоянии в 660 парсеков. Каковы её линейные размеры в астрономических единицах?
2. С помощью программ StarCalk и Stellarium определить характеристики и местонахождение (в каких созвездиях) туманностей: а) Столпы творения, б) Голова Ведьмы, в) Конская голова.
3. В газовом облаке, которое окружает горячую звезду, наблюдаются мощные потоки атомарного водорода. Одна из спектральных линий атомарного водорода имеет длину волны $\lambda_0 = 656,3$ нм. Определите доплеровское смещение $\Delta\lambda$ этой линии, если наблюдать её под прямым углом к направлению потока атомов водорода с кинетической энергией $W_k = 1,0$ МэВ.

Практика 26

Раздел 7. Внегалактическая астрономия

Тема 7.1. Галактики и их взаимодействие

Вопросы

1. Охарактеризуйте основные типы галактик по классификации Хаббла
2. Какие три галактики, кроме Млечного Пути и галактики Андромеды, можно увидеть невооруженным глазом?
3. Каковы размеры галактики Андромеды?
4. Перечислите пять способов определения расстояний до объектов, находящихся за пределами Млечного Пути.
5. Каковы современные представления об эволюции галактик?
6. Как происходит взаимодействие галактик? Приведи те примеры.
7. Что называют активными галактическими ядрами (АГЯ)?
8. Какие галактики образуют Местную группу галактик?
9. Что такое радиогалактика? Приведите примеры.
10. Какие галактики являются спутниками Млечного Пути и какково их взаимодействие?

Задачи

1. Оцените угловые размеры Туманности Андромеды, если ее линейные размеры составляют $D \approx 67$ кпк. Расстояние до галактики равно около 770 кпк.
2. Для далекой спиральной галактики того же типа, что и наша Галактика Млечный Путь зарегистрировано красное смещение 0,01. На угловом расстоянии $5'$ от нее замечен ее спутник – карликовая галактика. Оцените период ее обращения вокруг большой галактики.
3. В созвездии Треугольника расположена галактика М33 – самый дальний от Земли объект (расстояние до нее 0,95 Мпк), который можно увидеть невооруженным глазом (видимая звездная величина $+5,7m$). Оцените видимую звездную величину Млечного Пути при наблюдении его из М33, считая его системой из 200 млрд звезд с солнечной светимостью. (Абсолютную звездную величину Солнца принять приближенно равной $M = 5m$.)
4. Найдите лучевую скорость галактики, имеющей видимую звездную величину $+14m,7$ и расстояние до нее, если линия водорода ($\lambda_0 = 434$ нм) смещена к красному краю на $\Delta\lambda = 16,5$ нм. Определите также абсолютную звездную величину и светимость галактики. Постоянную Хаббла принять равной 67 (км/с)/Мпк.

Практика 27

Тема 7.2. Черные дыры

Вопросы

1. Что понимают под черной дырой?
2. Что такое «горизонт событий»?
3. Назовите четыре сценария образования черных дыр
4. Как расшифровать фразу «У черной дыры нет волос»?
5. Что такое: а) черная дыра звездных масс, б) сверхмассивная черная дыра?
6. Назовите методы обнаружения черных дыр
7. Перечислите не квантовые явления в черных дырах
8. Перечислите квантовые эффекты в черных дырах
9. Сформулируйте парадоксы черных дыр
10. Перечислите проблемы физики черных дыр

Задачи

1. Фразу «У черной дыры нет волос» как-то обронил физик Джон Уилер, который в 1967 г. первым употребил и сам термин «черные дыры». Суть теоремы в том, что любая черная дыра может быть охарактеризована только тремя параметрами: 1) масса, 2) момент вращения и 3) электрический заряд. Строгого доказательства нет, есть только частичное – в работах Стивена Хокинга. Как доказать эту теорему методом «от противного»?
2. Один из законов физики черных дыр гласит, что гравитация стационарной черной дыры одинакова во всех точках горизонта событий. Используя аналогию с электрическим полем на поверхности проводника в отсутствие сторонних сил, приведите доказательство-рассуждение этой теоремы о черных дырах методом «от противного».

Практика 28

Тема 7.3. Космология

Вопросы

1. Что называют космологией? Когда и почему сформировалась космология как наука?
2. Какие задачи стоят перед космологией на данном этапе её развития?
3. Как получают экспериментальные факты в космологических исследованиях?
4. Что такое Вселенная, Метагалактика и в чём различия этих понятий?
5. Как можно охарактеризовать начальное состояние Вселенной?
6. Как оценить и для чего необходимо знать критическую плотность Вселенной?
7. Свидетельством каких процессов является реликтовое излучение? Почему?
8. На какие вопросы не дала ответы теория Большого взрыва?
9. Что такое темная материя? Когда и в связи с чем в астрофизике возникло это понятие?
10. Что такое темная энергия и чем отличается от понятия темной материи?

Задачи

1. Вычислите возраст Вселенной, используя закон Хаббла.

2. Определите, каково расстояние до галактики, если в ней обнаружена новая звезда, видимая звездная величина которой +18, а абсолютная звездная величина равна -7.
3. Механизм проявления «темной энергии» заключается в космическом разбегании барионного и темного вещества Вселенной вследствие «накопления» эффекта отрицательного давления вакуума – в отличие от упомянутого вещества он, согласно модели Эйнштейна-Глинера, всюду во Вселенной имеет постоянную плотность. При достижении некоторого критического радиуса области ее поверхность становится «сферой нулевого ускорения». Сила отталкивания растет линейно с расстоянием:

$$F_{отт} = G \frac{4\pi}{3} 2\rho_v mR.$$

Здесь ρ_v - плотность вакуума, m – масса тела; R - расстояние от центра взаимодействующего с телом объекта. Принимая массу материи, заключенной внутри «сферы нулевого ускорения», равной $M = 8 \cdot 10^{14} M_{\odot}$ (солнечных масс), а радиус сферы, согласно расчетам, $3 \cdot 10^{24}$ м, оцените плотность вакуума ρ_v .

Самостоятельная работа

9 семестр

СР 1-2

Раздел 1. *Введение в астрономию*

Тема 1.1. *Предмет астрономии. Созвездия*

Вопросы (задания)

1. Считается, что немецкий астроном Иоганн Байер в своем звездном каталоге «Уранометрия» ввел систему обозначений звезд в пределах каждого созвездия – буквами греческого алфавита (α , β , γ и т.д.) в порядке убывания их блеска. Однако в ряде случаев это правило не соблюдается, даже для самых известных созвездий (Большой Медведицы, Ориона, Геркулеса, Близнецов). Какой иной критерий, на ваш взгляд, мог использовать Байер, например, для обозначений α и β Близнецов (Кастора и Поллукса)?
2. Изготовить подвижную карту звездного неба и сделать скан летних созвездий северного неба на дату летнего солнцестояния.
3. Изучить меню программы «Карты неба» сайта «Astronet» и сделать скан осенних созвездий северного неба на дату осеннего равноденствия.
4. Изучить интерфейс программы StarCalk и сделать скан зимних созвездий северного неба на дату зимнего солнцестояния.
5. Изучить интерфейс программы Stellarium и сделать скан весенних созвездий северного неба на дату весеннего равноденствия
6. С помощью программы StarCalk или Stellarium определить характеристики самых ярких звезд астеризмов (сделать сканы)
7. С помощью программы StarCalk или Stellarium определить характеристики планет (сделать сканы)
8. Какие каталоги существуют и как обозначаются в каждом из них объекты космоса?
9. Выписать по 3 примера названий звезд и объектов дальнего космоса из трёх каталогов, включая каталог Месье.
10. Каковы особенности визуального наблюдения звездного неба на широте Смоленска (Москвы)?

СР 3-4

Тема 1.2. *Наблюдения и астрономические инструменты*

Вопросы

1. Перечислите наиболее важные научные результаты, полученные на российском большом азимутальном телескопе.
2. Назовите несколько крупных научных результатов, полученных орбитальным телескопом «Хаббл».

- Каковы границы диапазона радиоволн, которые способны проходить через земную атмосферу. Чем обусловлены эти границы?
- Приведите примеры крупнейших наземных телескопов в мире: а) оптических, б) радиотелескопов

Задачи

- Телескоп, установленный на широте 50° с.ш., имеет альт-азимутальную монтировку, на которой он может поворачиваться на 360° по азимуту и от 40° до 50° по высоте. Какая доля небесной сферы доступна наблюдениям с этим телескопом?
- Найдите угловое разрешение системы из наземного радиотелескопа и космического аппарата «Радиоастрон» в режиме радиоинтерферометра, если «Радиоастрон» удален от Земли на 330 000 км, а наблюдения проводятся на длине волны 18 см.
- При лучших условиях наблюдения диск Юпитера виден под углом $49''$, поперечник Венеры – под углом $60''$. Найдите значения увеличения, необходимые для наблюдения дисков этих планет в телескоп, чтобы их размеры соответствовали полной Луне, видимой невооруженным глазом (угловой размер принять равным $30'$).
- Диаметр объектива рефрактора $D = 20$ см, фокусное расстояние $F = 3$ м. Определите угловое разрешение $\Delta\varphi$ для визуальных наблюдений (принять среднюю длину волны $\lambda = 0,5$ мкм). Чему равно увеличение при использовании окуляра с фокусным расстоянием $f = 10$ мм?
- С помощью телескопа с апертурой 33 см получают снимок двойной звезды β Лебеда, расстояние между компонентами которой равно $35''$. Масштаб изображения в фокусе составил $1'/\text{мм}$. Найдите фокусное расстояние и светосилу телескопа, а также линейное расстояние между компонентами звезды
- Звезда Саиф (к Ориона, склонение $-9^\circ 40'$) проходит поле зрения неподвижного телескопа за 1 минуту. Найдите увеличение телескопа и диаметр его поля зрения при данном увеличении.
- Сравните разрешающую силу крупнейшего российского рефлектора БТА (диаметр зеркала $D=6$ м) и радиотелескопа РТ с антенной диаметром $D_1 = 100$ м, работающего на «солнечной длине» волны $\lambda = 10,7$ см.
- Найти разрешение радиоинтерферометра отечественной сети «Квазар КВО», исследования на котором начались в 2005 г. Антенны сети расположены на расстоянии 5500 км (поселок Светлое под Санкт-Петербургом и урочище Бодары, Бурятия). Длину волны принять равной 10 см

СР 5-6

Раздел 2. *Астрометрия*

Тема 2.1. *Небесная сфера и небесные координаты*

Вопросы

- Можно ли использовать горизонтальные координаты для создания карты звездного неба? (Ответ обосновать.)
- Чем видимый горизонт отличается от истинного (математического)?
- Как пересчитать координаты первой и второй экваториальных систем?
- Космолет полетел в созвездие Цефея. В чем логическая ошибка этой фразы? Как следовало бы написать эту фразу писателю-фантасту?
- Почему на небесном глобусе в созвездии Ориона звезды Бетельгейзе и Саиф расположены правее звезд Беллатрикс и Ригель, а на звездных картах – наоборот, левее?
- На каких широтах земного шара Солнце может оказаться в зените? Укажите цифры – границы такого диапазона.
- В каких точках небесный экватор пересекается с эклиптической?
*«Три прыжка зверем сделаны, три пары следов им оставлены...
 Сердце короля-мученика под ними не замечено –
 не дает остановиться гордый страж, позади шествующий...»*
 О каких созвездиях и звездах идет речь в этом стихе?

8. Опишите устройство армиллярной сферы
9. Какова связь между звездами α Малой Медведицы (Полярная), α Дракона (Тубан), β Малой Медведицы (Кохаб), γ Цефея (Альраи), α Лебеда (Денеб) и α Лиры (Вега)? Укажите характерные цифры.
10. По координатам звезд найдите их на карте, приведите их названия и перевод названий с арабского или латинского. Одна из этих звезд имеет неяркого, но хорошо видимого компаньона: 1) $\alpha = 13\text{ч}24\text{м}$, $\delta = +55^\circ$; 2) $\alpha = 5\text{ч}17\text{м}$, $\delta = +46^\circ$; 3) $\alpha = 6\text{ч}45\text{м}$, $\delta = -17^\circ$; 4) $\alpha = 3\text{ч}41\text{м}$, $\delta = +41^\circ$.

Задачи

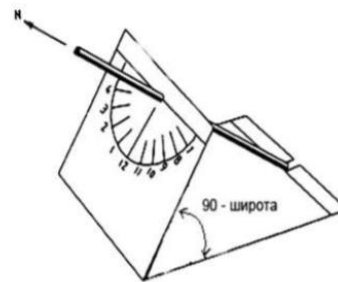
1. Найдите яркие звезды на карте по их приблизительным координатам, запишите их названия: 1) $\alpha = 12\text{ч}$, $\delta = +54^\circ$; 2) $\alpha = 5\text{ч}17\text{м}$, $\delta = +46^\circ$; 3) $\alpha = 0\text{ч}08\text{м}$, $\delta = +29^\circ$; 4) $\alpha = 0\text{ч}09\text{м}$, $\delta = +60^\circ$; 5) $\alpha = 5\text{ч}25\text{м}$, $\delta = +6^\circ$.
2. Найдите высоту одной из ближайших ярких звезд – α Малого Пса (склонение $\delta = +5^\circ$), когда она находится в меридиане Севастополя (широта города $\varphi = 44,5^\circ$).
3. Грандиозное украшение звездного неба – созвездие Орион – относится к Южному полушарию неба. Почему же в зимнее время его звезды видны высоко сияющими над горизонтом в средних широтах Северного полушария? Оцените эту высоту для кульминирующих звезд пояса Ориона, если их среднее склонение $\delta = -1^\circ$, а наблюдение проводится на широте Краснодара. Широту предлагается определить самостоятельно приблизительно, на основе знания школьной географии, с точностью $\pm 2^\circ$
4. Определите с помощью подвижной карты звездного неба координаты α и δ Солнца в указанные даты, а также время восхода и захода в эти дни: 25 сентября, 7 ноября, 5 декабря, 19 февраля, 8 марта, 12 апреля, 9 мая.

СР 7-8

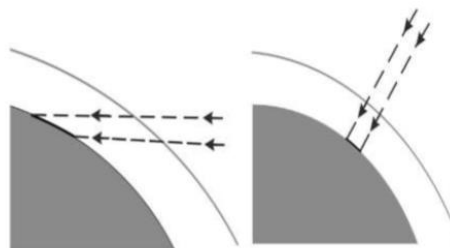
Тема 2.2. Видимое движение светил

Вопросы

1. Какие яркие звезды кульминируют: 22 сентября, 22 декабря, 22 марта, 22 июня?
2. Какие созвездия никогда не заходят в Вашей местности?
3. Почему точка весеннего равноденствия, находящаяся в созвездии Рыб, обозначается знаком Овна γ ?
4. Почему экваториальными солнечными часами (рис.) можно пользоваться только в период с 21 марта до 23 сентября? Как это исправить?



5. На рисунке изображена схема, часто встречающаяся в статьях о сумерках. Найдите серьезную ошибку, допущенную в этом изображении.



6. В чем заключается явление рефракции?
7. Почему зодиакальный свет лучше виден весной и осенью?
8. Почему центр пятна противостояния смещен относительно ан-тисолнечной точки на эклиптике?

9. Можно ли наблюдать на Луне солнечные затмения, метеоры, кометы, полярные сияния, радугу, серебристые облака, искусственные спутники?
10. Какие задачи будущего решают астрофизики, исследуя облака Кордылевского?

Тема 2.3. Затмения

Вопросы

1. Каков минимальный промежуток времени между солнечным и лунным затмениями?
2. Почему затмения Луны и Солнца не происходят каждый месяц?
3. Почему полное солнечное затмение длится всего лишь несколько минут?
4. Укажите три признака, по которым можно отличить фазу затмения Луны от ее обычных фаз.
5. Назовите даты лунных затмений в период с 2022 по 2025 годы. В каких местах на земле есть условия видимости каждого из них?
6. Назовите даты солнечных затмений в период с 2022 по 2025 годы. В каких местах на земле есть условия видимости каждого из них?
7. Что такое транзит планеты?
8. Назовите даты транзитов Меркурия в XX и XXI веках
9. Назовите даты транзитов Венеры в XX и XXI веках
10. Какое явление будут наблюдать находящиеся на Луне космонавты, когда с Земли видно лунное затмение?
11. Можно ли с Северного полюса Земли наблюдать солнечное затмение: а) 15 октября, б) 15 апреля? Ответ поясните.
12. Можно ли с Северного полюса видеть лунные затмения, происходящие: а) в июне, б) в ноябре? Ответ поясните.

СР 9

Тема 2.4. Измерение расстояний и времени

Вопросы

1. Как вычислить местное среднее гражданское время?
2. Меняется ли и по какой причине горизонтальный параллакс Солнца в течение года?
3. Какие измерения, выполненные на Земле, свидетельствуют о ее сжатии?
4. Что такое: а) звездное время; б) звездные сутки; в) истинные солнечные сутки?
5. Для чего ввели понятия среднее солнце и среднее солнечное время?
6. Что такое уравнение времени и каков его график?
7. Чем объясняется введение поясной системы счета времени и как вычислить поясное время?
8. Как проходит линия перемены даты?
9. Определите по карте географическую долготу вашего учебного заведения. Вычислите местное время для этой долготы. На сколько оно отличается от времени, по которому вы живете?
10. Какое время требуется указывать в программах StarCalk и «карты неба» сайта Astronet и чему равна поправка для времени с учетом расположения Смоленска (Москвы)?

Задачи

1. Чему равен горизонтальный параллакс Юпитера, наблюдаемого с Земли в противостоянии, если Юпитер в 5 раз дальше от Солнца, чем Земля?
2. Расстояние Луны от Земли в ближайшей к Земле точке орбиты (перигее) 363 000 км, а в наиболее удаленной (апогее)— 405 000 км. Определите горизонтальный параллакс Луны в этих положениях.
3. Во сколько раз Солнце больше, чем Луна, если их угловые диаметры одинаковы, а горизонтальные параллаксы равны 8,8" и 57' соответственно?
4. Чему равен угловой диаметр Солнца, видимого с Плутона? Горизонтальный экваториальный параллакс кометы по наблюдениям составил 14",5; голова была видна под углом 15°; хвост протянулся по небесной сфере на 8⁰. Определите поперечник головы кометы и минимально возможную длину ее хвоста.
5. По известному горизонтальному параллаксу Солнца (8",794) и его угловому диаметру (32') определить линейный диаметр светила по сравнению с диаметром Земли, а также диаметр солнечного пятна, видимого с Земли под углом 24".

6. Определите максимальный линейный размер Большого Красного пятна Юпитера и поперечник радиационного пояса планеты гиганта. Видимый угловой размер пятна с Земли составляет $10''$. Радиоизлучение Юпитера фиксируется в секторе до $13',7$ от его центра. Параллакс планеты считать равным $2'',09$.
7. Найти положение центра масс системы «Земля-Луна». Принять $R_3 = 6370$ км, $M_{\text{Л}} = 12,3\%$ от M_3 и $R_3 = 60R_{\text{Л}}$.

СР 10-11

Тема 2.4. *Измерение расстояний и времени* (продолжение)

Тема 2.5. *Календари*

Вопросы

1. Почему в качестве единицы времени используется атомная секунда?
2. Чем отличается счет високосных лет по старому и новому стилю?
3. Дата рождения Исаака Ньютона по новому стилю — 4 января 1643 г. Какова дата его рождения по старому стилю?
4. В основу какого календаря положен тропический год? Какие ещё есть календари?
5. На какую долю суток календарный год отличается от тропического (или какова ошибка): а) в григорианском календаре; в) в юлианском календаре?
6. Какой тип календаря применяли: а) в Древнем Китае, б) в Древней Греции, в) в Древнем Египте, г) в Древней Руси?
7. Почему в древнеегипетском календаре число дней в году изменилось с 360 на 365?
8. Чему была равна ошибка (сколько солнечных суток) юлианского календаря в 1582 году? (Учесть год введения этого календаря)
9. В каком году ошибка григорианского календаря после своего введения даст ошибку, равную 1 солнечным суткам?
10. На какую эпоху рассчитаны современные границы созвездий, установленные Международным астрономическим союзом?

Задачи

1. Найдите звездное время по часовому углу звезды $t = 126^{\circ}11'28''$. Прямое восхождение светила $\alpha = 22^{\text{ч}}08^{\text{м}}24^{\text{с}}$
2. Во Владивостоке ($\lambda_1 = 8^{\text{ч}}47^{\text{мин}}$, $n_1 = 9$) 15 мая часы показывают $17^{\text{ч}}45^{\text{мин}}$. Какое в этот момент среднее, поясное и летнее время в Омске ($\lambda_2 = 4^{\text{ч}}54^{\text{мин}}$, $n_2 = 5$)?
3. Самолет вылетел 10 ноября из Екатеринбурга ($n_1 = 4$) в $11^{\text{ч}}20^{\text{мин}}$ и прибыл точно по расписанию в Иркутск ($n_2 = 7$) в $17^{\text{ч}}45^{\text{мин}}$. Сколько времени он летел и какие моменты вылета и прибытия указаны в расписании?
4. Ломоносов М. В. Родился 8 ноября 1711 г. Какого числа по новому стилю отмечалось 300-летие великого русского ученого?

СР 12

Тема 3.1. *Развитие представлений о Солнечной системе*

Тема 3.2. *Конфигурация планет*

Вопросы

1. Какие планеты могут находиться в противостоянии, а какие не могут?
2. Что такое; а) квадратура, б) элонгация?
3. Какие типы квадратур и элонгаций существуют?
4. В какой конфигурации может находиться любая планета?
5. Какова связь между типом элонгации и условием видимости планеты?
6. Назовите планеты, которые могут наблюдаться рядом с Луной во время ее полнолуния.
7. Чему равен планетоцентрический угол Меркурия и Венеры при элонгациях?
8. Определение синодического периода
9. Определение сидерического периода
10. Как определить звездный период обращения планеты вокруг Солнца, зная синодический период?

Задачи

1. Нарисуйте, как будут располагаться на своих орбитах Земля и планета: а) Меркурий — в нижнем соединении; б) Венера — в верхнем соединении; в) Юпитер — в противостоянии; г) Сатурн — в верхнем соединении.
2. Зная, что *Сатурн* совершает один оборот за 29,7 лет, найдите промежуток времени между его противостояниями.
3. Оцените, сколько примерно времени и когда (утром или вечером) может наблюдаться Венера, если она удалена к востоку от Солнца на 45° .
4. Звездный период обращения Юпитера равен 12 годам. Через какой промежуток времени повторяются его противостояния?

СР 13-14

Тема 3.3. Законы движения планет и эфемериды

Вопросы

1. Почему планеты – «блуждающие» светила?
2. Почему попятное движение далеких планет наблюдается значительную часть года?
3. Как было установлено местоположение планеты Нептун?
4. Как вычислить расстояние от планеты до Солнца: а) в перигелии, б) в афелии, в) среднее?
5. Как меняется скорость планеты при ее перемещении от афелия к перигелию?
6. В какой точке орбиты планета обладает максимальной: а) кинетической энергией, б) потенциальной энергией?
7. Дайте определения понятиям «истинная аномалия», «средняя аномалия».
8. Что такое «вычисление эфемерид»?
9. Когда и кем создана первая эфемерида?
10. Какие эфемериды существуют: а) названия, б) для чего нужны (каждая из названных)?

Задачи

1. Определите примерные даты предыдущей и следующей по порядку восточной элонгации Венеры, если такая ее конфигурация была зафиксирована 17 августа 2018 г.
2. Вычислите периоды обращения вокруг Солнца планеты Венера и астероида Европа, у которых средние гелиоцентрические расстояния соответственно равны 0,723 а.е. и 3,10 а.е.
3. Во время наибольшего приближения Марса к Земле (на расстояние в 56 миллионов км) его угловой диаметр равен $25'$. Определить линейный размер Марса.
4. Сколько времени надо лететь с Земли на Марс, если двигаться по орбите, перигелийное расстояние которой равно расстоянию от Земли до Солнца, а афелийное равно 1,5 а. е.?
5. Найти эксцентриситет орбиты и перигелийное расстояние планеты Марс и астероида Адонис, если у Марса большая полуось орбиты равна 1,52 а. е. и наибольшее расстояние от Солнца 1,66 а.е., а у Адониса – 1,97 а. е. и 3,50 а. е. соответственно. Указать, какой из этих объектов подходит ближе к Солнцу.

СР 15-16

Тема 3.4. Космонавтика

Вопросы

1. Назовите советских и российских космонавтов, совершивших полёты в космос.
2. Какие орбиты называют геостационарными?
3. Чем интересен тип орбит «Тундра»?
4. В чем заключается отличие траектории Гомана-Цандера от траектории Штернфельда?
5. В каких случаях предпочтительнее использовать траекторию Штернфельда?
6. Что означает шифр первого советского спутника «ПС-1»?
7. Какое важнейшее событие в отечественной космонавтике произошло (кто/что, название космического аппарата): а) 4 окт. 1957 г., б) 7 окт. 1959 г., в) 12 апр. 1961 г., г) 12 окт. 1964 г., д) 18 мар. 1965 г., е) 1 мар. 1966 г., ж) 3 апр. 1966 г., з) 18 окт. 1967 г., и) 30 окт. 1967 г., к) 21 сен. 1969 г., л) 24 сен. 1970 г., м) 17 нояб. 1979 г., н) 15 дек. 1970 г., о) 19 апр. 1971 г., п) 2 дек. 1971 г., р) 10 и 14 окт. 1983 г., с) 15 и 21 дек. 1984 г., т) 20 фев. 1986 г., у) 9 мар. 1986 г., ф) янв. 1989 г.?

8. Какие исследовательские задачи решались на Луне советским автоматическим самоходным аппаратом «ЛУНОХОД-1»?
9. Какую цифру «пропечатал» колесами на лунном грунте «ЛУ-НОХОД-1» в марте 1971 г. по команде операторов с Земли?
10. Какой рекорд установил в 1973 г. на Луне советский самоходный аппарат «ЛУНОХОД-2» (который только в 2015 г. был превзойден марсоходом НАСА «Opportunity»)?

Задачи

1. Первый искусственный спутник Земли двигался на высоте 950 км над поверхностью Земли. Вычислите скорость этого спутника.
2. Какую начальную круговую скорость нужно сообщить телу, поднятому на высоту 630 км, чтобы оно превратилось в искусственный спутник Земли?
3. Два искусственных спутника Земли движутся в одной плоскости по круговым орбитам. Радиус орбиты одного спутника 7000 км, другого – 7070 км. Определите синодический период движения этих спутников относительно друг друга.

А семестр

СР 17

Раздел 4. *Природа тел Солнечной системы* Тема 4.1. *Планеты земной группы и их спутники*

Вопросы

1. Каковы значения (в км): а) толщины коры Луны, б) толщины мантии Луны, в) радиус ядра Луны?
2. Как, согласно одной из основных современных гипотез, образовалась Луна? Какие еще гипотезы происхождения Луны в настоящее время сохраняют свою актуальность?
3. Почему лунные приливы повторяются дважды в промежуток времени, на 50 мин превышающий сутки?
4. Определите диаметр (в км), год утверждения МАС названия кратера и местонахождение на Луне: а) Гагарин; б) Королёв; в) Ландау? (Сделайте сканы с атласа и укажите стрелками)
5. Определите размер (в км), год утверждения МАС названия долины и местонахождение на Луне: а) Планка; б) Снеллиуса; в) Шрёдингера? (Сделайте сканы с атласа и укажите стрелками)
6. На какой стороне Луны находится (+ фото с указателями-стрелками) море: а) Море Нектара, б) Море Изобилия, в) Море Спокойствия, г) Море Москвы, д) Море Мечты? (Сделайте сканы с атласа и укажите стрелками)
7. На какой стороне Луны находится (фото с указателями-стрелками) озеро: а) Озеро Справедливости, б) Озеро Надежды, в) Озеро Настойчивости, г) Озеро Радости, д) Озеро Счастья, е) Озеро Удовольствия? (Сделайте сканы с атласа и укажите стрелками)
8. Определите координаты, ширину (в км) и высоту (в км) пика: а) Пик Ампера; б) Пик Вольфа; в) Пик Гюйгенса; г) Пик Рюмкера? (Сделайте сканы с карт и укажите стрелками)
9. Определите координаты и длину (в км) лунных гор: а) Кавказ; б) Рифейские? (Сделайте сканы с карт и укажите стрелками)
10. Координаты, ширина (в км) и высота (в км): а) Пик Ампера; б) Пик Вольфа; в) Пик Гюйгенса; г) Пик Рюмкера?

Задачи

1. Найдите среднее суточное движение *Меркурия* по орбите (величину дуги орбиты, которую он проходит за земные сутки), если синодический период его обращения вокруг *Солнца* равен *115,88 суткам*.
2. Каково расстояние от наблюдателя до Венеры, если её угловой диаметр равен $1'$, а линейный размер *12200 км*?
3. Наименьшее расстояние *Венеры* от *Земли* равно *40 млн. км*. В этот момент её угловой диаметр равен $32,4''$. Определите линейный радиус этой планеты.

4. Чему равна «солнечная постоянная» на планете Марс? Среднее расстояние от Марса до Солнца равно $1,52 \text{ а.е.}$

СР 18

Тема 4.2. Планеты-гиганты

Вопросы

- Кто и когда открыл структуру колец Сатурна? Когда была впервые обнаружена их тонкая структура и какое «именное» название она получила?
- Уже античным астрономам были известны пять ближайших планет, включая Сатурн. Почему же остальные планеты Солнечной системы начали открывать только на исходе XVIII века?
- До наблюдения В. Гершелем планеты Уран в 1781 г. её положение 17 раз измеряли другие наблюдатели. Почему же честь открытия планеты принадлежит именно Гершелю?
- Каким образом, несмотря на очень медленное перемещение Урана по небу, его орбита была вычислена всего через несколько месяцев после открытия Гершеля?
- Как Галилей доказал, что четыре маленькие звёздочки, обнаруженные им вблизи Юпитера, являются спутниками этой планеты?
- Датский астроном Оле Рёмер (1644—1710) обнаружил в 1675 г., что затмение спутников Юпитера наступает раньше предвычисленных моментов при меньших расстояниях между Землёй и Юпитером и позже — при больших расстояниях между ними. Какой чрезвычайно важный физический вывод сделал Рёмер из этих наблюдений, и какую фундаментальную физическую константу он при этом впервые определил?
- Каким образом в XVII—XVIII вв. моряки использовали для целей навигации наблюдения за спутниками Юпитера?
- Наблюдатели XIX века обнаружили, что при прохождении спутников Юпитера по диску планеты на краю диска они выглядят светлыми точками на тёмном фоне, но чем сильнее приближаются к центру диска, тем меньшей кажется их яркость; наконец, близ середины диска они представляются тёмными точками. С чем связано это явление?
- Наблюдатели отмечали, что в 1901 г. видимое движение спутников Урана вокруг планеты происходило против часовой стрелки, а в 1944 г., наоборот, по часовой стрелке. Чем объясняется это явление?
- Уже через 17 суток после открытия Нептуна (1846 г.) английский астроном и оптик Уильям Ласселл при помощи изготовленного им 61-см рефлектора открыл первый спутник Нептуна — Тритон. Почему этот спутник, находящийся почти на таком же расстоянии от своей планеты, что и Луна, обращается вокруг Нептуна всего за $5 \text{ д } 21 \text{ ч}$?

Задачи

- Период обращения Сатурна вокруг Солнца $T = 29.5$ года. Какого среднее расстояние от Сатурна до Солнца?
- Пользуясь справочниками, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет-гигантов:

Физические характеристик планет	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Масса (в массах Земли)				
Диаметр (в диаметрах Земли)				
Плотность, кг/м^3				
Период вращения				
Температура атмосферы, $^{\circ}\text{C}$;				
Химический состав				
Расположение колец в плоскости относительно орбиты				
Число спутников				
Названия самых крупных спутников				

Заполнив таблицу, сделайте выводы и укажите сходства и различия между планетами-гигантами (заполните пропущенные слова):

«Планеты-гиганты - это ... тела, которые ... атмосферу и кольца, быстро ... вокруг своих осей. Основные компоненты всех планет-гигантов — ... и Вокруг них движется ...

спутников. По мере удаления от Солнца и уменьшения планеты-гиганта количество спутников ... , а количество крупных спутников

3. Вычислите перигелийное и афелийное расстояния планет Сатурн и Нептун, если их средние расстояния от Солнца равны соответственно 9,54 а.е и 30,07 а.е, а эксцентриситеты - 0,054 и 0,008.

СР 19

Тема 4.3. *Малые тела Солнечной системы*

Вопросы

1. Чем занималась группа астрономов «Небесная стража»?
2. Что такое «люки Кирквуда»?
3. Что из себя представляет гипотетическое облако Оорта?
4. Какие кометы относят к короткопериодическим?
5. Перечислите три основных типа кометных хвостов. Укажите их характерные особенности.
6. Назовите яркие кометы начала текущего столетия и укажите годы прохлждения ими перигелия.
7. Что такое радиант метеорного потока?
8. В какое время суток фиксируется наибольшее количество метеорных вспышек и почему?
9. Как определить, что найденный камень – это метеорит?
10. Что такое видманштеттенова структура и как она образуется?

Задачи

1. У орбиты кометы *Энке* большая полуось равна 2,22 а.е., а эксцентриситет равен 0,847. Начертите орбиту кометы. Определите по чертежу её расстояние от Солнца: а) в перигелии; б) в афелии.
2. Одна из комет, открытых Г.Н. Неуминым, прошла через перигелий 9 марта 1916 г., 16 января 1927 г., 22 июня 1932 г., 1 мая 1943 г. Каков её период обращения вокруг Солнца?
3. Скорость кометы, движущейся по параболической орбите, обратно пропорциональна квадратному корню из её расстояния до Солнца. На расстоянии от Солнца до Земли скорость кометы 40 км/с. Какова её скорость на расстоянии 100 тысяч а.е. от Солнца?
4. С помощью третьего закона Кеплера вычислите период кометы, афелий которой находится на расстоянии 140 тысяч а.е. (что составляет около половины расстояния до ближайшей известной звезды).

СР 20

Раздел 5. *Астрофизика*

Тема 5.1. *Солнце и влияние его активности на геосистемы*

Вопросы

1. В направлении какого созвездия движется Солнце по галактической орбите?
2. В каком созвездии находится апекс Солнца?
3. Чему равно среднее расстояние между звездами в окрестностях Солнца?
4. Что характеризует числа Вольфа?
5. Что такое Фраунгоферовы линии?
6. Что представляют собой солнечные: а) факелы, б) флоккулы, в) протуберанцы?
7. Как связаны свойства солнечного ветра с активностью Солнца?
8. Нарисуйте и объясните схему магнитного поля Земли.
9. Каков механизм поглощения УФ-излучения Солнца в земной атмосфере?
10. Что представляет собой и как образуется Полярное сияние?

Задачи

1. Найдите среднюю квадратичную скорость теплового движения атомов водорода в центре Солнца ($T \approx 14$ млн К) и на поверхности светила (6000 К). Массу атомов водорода принять равной $1,7 \cdot 10^{-27}$ кг.
2. Самое маленькое солнечное пятно, видимое нами, имеет диаметр $0'',7$. Каков его линейный диаметр? Сравнить с диаметром Земли. Какой угловой диаметр должно иметь солнечное пятно, чтобы его линейный диаметр был равен диаметру Земли?

3. Скорость суточного вращения солнечных пятен равна $u = 14^{\circ},37 - 2^{\circ},79 \sin^2(\varphi)$, где φ - гелиографическая широта пятен. Каков период вращения Солнца: а) на экваторе, б) на широте 30° , в) на широте 45° ?
4. Какая масса метеорного вещества падала бы с высоты 100 м и приобретала в конце падения кинетическую энергию, равную энергии Солнца, получаемой 10 квадратными метрами земной поверхности за час? Учтите, что 50 % энергии Солнца поглощается атмосферой Земли. Механический эквивалент тепла равен 427 кдж.

СР 21

Тема 5.2. Физическая природа и характеристики звезд

Вопросы

1. Как определяются расстояния до звезд, находящихся в окрестностях Солнца в сфере радиусом до 100 световых лет?
2. Что такое «эддингтоновский предел»? Какие ограничения на массу звезд следуют из него?
3. Запишите схему ядерной реакции а) протон-протонного цикла, б) углеродно-азотного цикла. Укажите время протекания процессов и выделяющуюся энергию.
4. Запишите схему ядерной реакции углеродно-азотного цикла. Укажите время протекания процессов и выделяющуюся энергию.
5. Чем отличается строение разных типов звёзд? Какова роль конвективной зоны?
6. Какой физический параметр положен в основу принятой последовательности спектральных классов звёзд?
7. Как определяется разность в блеске двух звезд?
8. Судя по цвету звёзд Бетельгейзе и Ригеля, определите, какая из них горячее.
9. Как с помощью диаграммы «спектр – светимость» можно определить расстояния до звёзд?
10. Какова взаимосвязь между светимостью, массой и радиусом звезды?

Задачи

1. Вследствие обращения Земли вокруг Солнца звезды смещаются на небесной сфере относительно своего истинного положения. Это явление называется звездной абберацией. Рассмотрим его. Допустим, телескоп направлен точно на светило S, которое находится в полюсе эклиптики.
2. Определите величину и направление пространственной скорости Денеба (α Лебедя). Известно, что его лучевая скорость равна $(-5$ км/с), годичный параллакс $0'',004$ и собственное движение $0'',003$.
3. Найдите диаметр звезды Альфард (α Гидры), если температура фотосферы звезды – около 4000 К, светимость в единицах светимости Солнца равна 430 .

СР 22

Тема 5.3. Типы звезд

Вопросы

1. Что означает понятие «красный гигант»?
2. Чем интересна звезда Алголь? В чем заключался ее парадокс?
3. Что из себя представляют гиперновые?
4. В каких случаях результатом конечной стадии эволюции звезды является: а) гелиевый белый карлик, б) углеродно-кислородный карлик, в) O-Ne-Mg-карлик?
5. Приведите примеры Новой и Сверхновой (с указанием их обозначения в каталогах и расположения на картах).
6. Расскажите о частицах, которые, согласно современным представлениям, образуют внутреннее ядро нейтронной звезды.
7. Каковы характеристики нейтронной звезды?
8. Приведите примеры самых массивных нейтронных звезд.
9. Какова средняя плотность вещества белого карлика?
10. Какие объекты называют коричневыми карликами?

Задачи

1. Определите общую массу двойной звезды Дубхе (α Большой Медведицы), если ее параллакс $0''{,}031$, период обращения звезды меньшей массы 44,7 года, большая полуось ее орбиты видна под углом $\sigma = 0''{,}63$.
2. Светимость Кастора (α Близнецов) равна 37 L_{\odot} , при этом яркий компонент этой двойной звезды имеет светимость 25,4 L_{\odot} . Определите параллакс этой звезды, если блеск компонентов равен 1 m ,99 и 2 m ,85.
3. Вычислите среднюю плотность белого карлика, являющегося спутником другой звезды, по следующим данным: спектры главной звезды и спутника одинаковы; средняя плотность главной звезды $0,2 \text{ г/см}^3$; разность видимых звездных величин главной звезды и спутника 10^m ; отношение их масс 2:1.
4. Построить кривую блеска переменной звезды, если для определенных моментов времени, отсчитываемых в сутках от произвольного начала, дан соответствующий блеск в звездных величинах:

0 ^d ,01	12 ^m ,36	6 ^d ,21	18 ^m ,60	0 ^d ,53	7 ^m ,72
0,03	7,28	0,26	7,68	0,55	7,64
0,06	7,28	0,34	7,74	0,56	7,49
0,09	7,36	0,38	7,76	0,58	7,36
0,12	7,42	0,44	7,77	0,60	7,28
0,17	7,52	0,49	7,78	0,62	7,28

Определите амплитуду и период колебаний блеска. Как называют переменные звезды с кривой изменения блеска такого вида?

СР 23

Раздел 6. *Галактическая астрономия*

Тема 6.1. *Млечный Путь*

Вопросы

1. Каково расстояние от Солнца до центра Галактик
2. Какова скорость (линейная) Солнца вокруг центра Галактики и сколько примерно оборотов совершило Солнце вокруг центра Галактики за свою «жизнь»?
3. Сколько звезд в Галактике, каких типов?
4. В каких частях Галактики сосредоточены характерные типы звезд?
5. Что представляет собой корона Галактики? Какова её протяженность и масса?
6. Как проявляет себя корона Галактики?
7. Какой мы видим Галактику?
8. Через какие созвездия, видимые в средних широтах северного полушария Земли, проходит полоса Млечного Пути? (сделать сканы с карт в разные сезоны)
9. Что такое балдж, ядро, ядрышко Млечного Пути?
10. Есть ли в нашей Галактике черная дыра и где? (назвать созвездие, сделать скан с карты и указать стрелкой)

Задачи

1. Изобразите галактическую систему координат, укажите координаты, выделите характерные точки пересечения с линиями экваториальной системы координат. Запишите формулы перехода между галактической и второй экваториальной системами координат.
2. По звездному атласу определите, какие созвездия пересекает: а) *Млечный Путь*; б) эклиптика.
3. По звездному атласу или с помощью программ StarCalk, Stellerium определите, какие объекты Галактики находятся в созвездии *Геркулеса* и запишите их координаты α и δ , а также другие физические характеристики.
4. Академик А. А. Белопольский установил с помощью спектрального анализа, что точки экватора Солнца вращаются с линейной скоростью 2 км/с. Каков звездный период вращения Солнца вокруг своей оси?

СР 24

Тема 6.2. *Экзопланеты*

Вопросы

1. Какими методами обнаруживают экзопланеты?
2. Приведите 10 примеров экзопланет (название экзопланеты, в какой звездной системе находится, в каком созвездии, тип, радиус, масса)
3. Назовите астрономические спутники и наземные обсерватории для поиска экзопланет.
4. Классификация экзопланет (по Сударскому)
5. Какие требования предъявляют ученые к зоне Златовласки?

Задачи

1. 15 августа 1977 г физик Джерри Эйман, работая на телескопе «Big Ear» («Большое ухо») в Университете штата Огайо, зарегистрировал необычный радиосигнал, который возник на фоне естественного радиошума. Сигнал пришел из созвездия Стрельца из точки $\delta = -27^{\circ}3'$, $\alpha = 19^{\text{ч}}22^{\text{м}}$. Он поразительно напоминал сигнал искусственного происхождения; больше он не повторялся. Эйман обвел фрагмент распечатки кода сигнала и подписал рядом «Wow!» – именно с этим названием сигнал стал сенсацией и предметом многочисленных дискуссий. До сих пор неизвестно его происхождение; сохраняется вероятность того, что он был отправлен «братьями по разуму». Проанализируйте материалы в Интернете, ответьте на вопросы: а) какова частота сигнала «Wow», б) чем эта частота примечательна в радиоастрономии, в) сколько времени длился сигнал, г) какова была его форма?
2. Для достоверного обнаружения линии поглощения какого-либо элемента необходимо, чтобы над каждым квадратным метром поверхности звезды находилось 1016 атомов этого элемента. Допустим, в качестве такого маркера берется искусственный элемент технеций ^{43}Tc . Его молярная масса – около 98 г/моль. Сделайте оценку массы такого вещества (приняв массу атома $\sim 1,7 \cdot 10^{-25}$ кг), которое надо забросить в атмосферу звезды тех же параметров, что и Солнце, чтобы подать далеким наблюдателям сигнал о своем существовании по изменению спектра звезды.
3. Событие произошло в октябре 1492 г. на Багамских островах. Армада Колумба неспешно причалила к острову, названному им позже «Сан-Сальвадор». На первой шлюпке, спущенной с флагманского парусника «Санта-Мария», был сам дон Кристобаль с товарищами. С улыбками изумления встретили их индейцы, поскольку незнакомцы были в необычных одеждах, но не заметили кораблей. Шаман с тревогой всмотрелся в прибрежное волнение и увидел грозные гигантские лодки. Аборигены увидели корабли только после рассказа шамана. Почему эта история может иметь важное значение в деле поиска иных цивилизаций и возможностей контакта с ними?
4. В 1960 г. американский астрофизик Фрэнк Дональд Дрейк сформулировал уравнение, позволяющее оценить число N потенциально существующих цивилизаций в Галактике, которые могли бы установить связь с землянами:

$$N = N_{SB} \cdot f_S \cdot N_L \cdot f_L \cdot f_{IL} \cdot f_C \cdot \tau ,$$

где N_B (Stars Birth) – число звезд, формирующихся в Галактике ежегодно; f_S (Stationary) – доля звезд, имеющих планеты со стационарными орбитами; N_L (Life) – возможное у такой звезды число планет с благоприятными для возникновения жизни условиями; f_L – вероятность появления жизни на отдельно взятой планете; f_{IL} (Intelligent Life) – вероятность возникновения разума на планете, где зародилась жизнь; f_C (Communication) – доля числа планет, где представители разумной жизни имеют стремление и технические возможности установить контакт с другой цивилизацией; τ – время существования такой цивилизации. Неопределенность коэффициентов в этом ряду возрастает; хорошо известен лишь первый множитель N_B , его можно принять равным, например, 5 звезд в год. Ответьте на вопросы:

- 1) Если число планет в системе какой-либо звезды примерно такое же, как и в Солнечной системе, какие из этих планет могут оказаться в «зоне жизни»?
- 2) Оценки параметров, сделанные самим Дрейком (1961), таковы: $N_B = 10 \text{ лет}^{-1}$, $f_S = 0,5$, $N_L = 2$, $f_L = 1$, $f_{IL} = 0,01$, также $f_C = 0,01$, и ≈ 104 лет. В итоге Дрейк получил довольно оптимистичную оценку: $N \approx 10$. Значения каких коэффициентов вам кажутся сомнительными? Почему?
- 3) Несмотря на неопределенность коэффициентов, уравнение Дрейка имеет немалое научное значение. В чем оно заключается?

Тема 6.3. Звёздные сообщества

Вопросы

1. Что такое скопление звезд?
2. Чем рассеянные звездные скопления отличаются от шаровых?
3. Что такое звездные ассоциации?
4. Какие звездные скопления видны невооруженным взглядом? Привести примеры (воспользоваться программой StarCalk или Stellarium, а также атласом)
5. Для каких целей астрономы изучают звездные скопления?
6. Привести 3 – 5 примеров рассеянных скоплений (названия скопления, созвездий в которых они находятся, сканы расположения и характеристик из программы StarCalk или Stellarium)
7. Привести 3 – 5 примеров шаровых скоплений (названия скопления, созвездий в которых они находятся, сканы расположения и характеристик из программы StarCalk или Stellarium)
8. Привести примеры звездных сверхскоплений (названия и расположение)
9. Что такое «звездные облака»?
10. Какова номенклатура обозначений звездных скоплений, где и когда была принята?

СР 25

Тема 6.4. Межзвездная среда

Вопросы

1. Как обозначаются туманности в каталогах? Приведите примеры.
2. Приведите 3 примера темных туманностей (название, расположение в созвездии)
3. Приведите 3 примера отражательных туманностей (название, расположение в созвездии)
4. В какой части Млечного Пути наибольшее количество отражательных туманностей?
5. Какие детали галактик, не существующих в действительности, могут появиться на фотографиях из-за отражательных туманностей?
6. Какие физические свойства межзвездной пыли позволяют изучать отражательные туманности?
7. Какие спектральные линии самые яркие в диффузных туманностях?
8. Приведите 3 примера планетарных туманностей (название, расположение в созвездии)
9. Какие сравнительно кратковременные туманности создаются при взрыве Сверхновых и Новых, а также под действием звездного ветра?
10. Приведите три примера такого типа туманностей (см. п. 18) – название, фото?

Задачи

1. Планетарная туманность в созвездии Лиры имеет угловой диаметр 83” и находится от нас на расстоянии в 660 парсеков. Каковы её линейные размеры в астрономических единицах?
2. С помощью программ StarCalk и Stellarium определить характеристики и местонахождение (в каких созвездиях) туманностей: а) Барнард 143, б) Лагуна, в) Мексиканский залив, г) Гантель, д) Крабовидная, е) Спирограф, ж) Кошачий глаз. Выполнить сканы (найти средствами интернета) этих туманностей.
3. К какому типу относится каждая из указанных туманностей?

СР 26

Раздел 7. Внегалактическая астрономия

Тема 7.1. Галактики и их взаимодействие

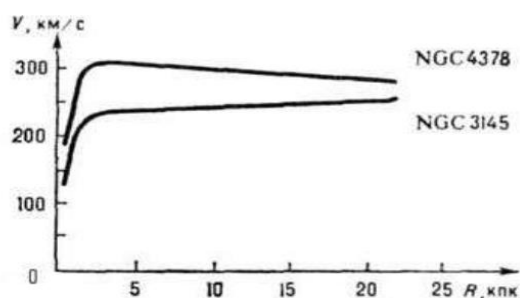
Вопросы

1. Почему линии в эмиссионных спектрах газа активных ядер галактик имеют значительную яркость и большую ширину?
2. Приведите примеры: а) спиральной галактики; б) линзообразной галактики; в) эллиптической галактики; г) неправильной галактики (названия, расположение в созвездии, сканы характеристик из программы StarCalk или Astronet)
3. Каковы модели АГЯ?
4. Что из себя представляет синхротронное излучение?
5. С чем связано изменение яркости квазаров за период, меньший земного года?
6. Опишите свойства галактик Сейферта.
7. Что такое галактика Маркаряна?
8. Что такое лацертиды?

9. Что такое скопление галактик? Приведите примеры.
10. Что такое сверхскопление галактик? Приведите примеры.

Задачи

1. В галактике, красное смещение которой составляет $z = 0,0067$, зафиксирована вспышка сверхновой. Блеск СН в максимуме оказался равным $+17m$. Определите ее абсолютную звездную величину и светимость в единицах светимости Солнца.
2. Найдите расстояние до галактики, в которой наблюдалась вспышка новой. Видимый блеск новой $+16m,5$. Абсолютная звездная величина $-6m,5$.
3. Найдите среднее расстояние ℓ между галактиками в скоплениях, если в кубе объемом 1 Мпк³ число их в среднем равно 200. Как это число соотносится с размерами крупных галактик ($D \approx 50$ кпк)?
4. Используя график зависимости скорости обращения звезд в спиральных галактиках NGC 4378 (созвездие Девы) и NGC 3145 (созвездие Гидры), оцените массы галактик в пределах радиуса 10 кпк (рис.). Если они состояли бы только из звезд солнечной массы, какое их количество они могли бы содержать?



CP 27

Тема 7.2. Черные дыры

Вопросы

1. «Черная звезда» Мичелла. История формирования понятия о черной дыре
2. Модель Шварцшильда для черной дыры
3. Понятие об излучении Старобинского и Зельдовича, излучении Хокинга
4. Потеря массы и время излучения черной дыры
5. Эффекты при падении объектов в черную дыру
6. В чем суть теории струн? Модель черной дыры на основе теории струн
7. Опишите суть четырех сценариев формирования черных дыр
8. Приведите примеры кандидатов черных дыр (с указанием расположения на картах)
9. Опишите суть методов обнаружения черных дыр
10. Опишите суть не квантовых явлений в черных дырах
11. Опишите суть квантовых эффектов в черных дырах
12. Дайте представление о белых дырах

CP 28

Тема 7.3. Космология

Вопросы

1. Подчеркивая грандиозность Вселенной, Коперник утверждал, что отношение расстояния от Земли до Солнца к расстоянию до неподвижных звезд меньше, чем отношение радиуса Земли к расстоянию от Земли до Солнца. По мнению Кеплера, во столько раз больше радиуса Солнечной системы, ограниченной по тогдашним воззрениям орбитой Сатурна, во сколько раз радиус орбиты Сатурна больше радиуса Солнца. Кто из ученых — Коперник или Кеплер — был ближе к истине?
2. Кто и каким образом впервые установил наличие во Вселенной систем разного порядка?
3. Кто в античные времена высказывал идеи, созвучные гипотезе Большого взрыва?
4. Какое открытие полностью опровергло гипотезу о стационарности Вселенной?
5. Ученый И. Г. Ламберт в книге, вышедшей в 1761 г., высказал идею, что Вселенная представляет собой бесконечную космических систем. Согласны ли с этой идеей современные ученые?
6. В 1908—1922 гг. шведский астроном К. В. Шарлье (1862— 1934) развивал теорию иерархической Вселенной. Он считал, что открыл систему более высокого порядка, чем

наша Галактика, и назвал её Метагалактикой. Термин сохранился до нашего времени. Является ли Метагалактика системой?

7. В астрономии широко известен фотометрический парадокс, сформулированный швейцарским астрономом Ж. Шезо в 1744 г. и немецким астрономом Г. В. Ольберсом в 1826 г. Этот парадокс состоит в том, что в бесконечной однородной стационарной Вселенной, заполненной звёздами, вся поверхность неба должна представляться примерно такой же яркой, как и поверхность Солнца. Попытка Ольберса объяснить парадокс поглощением света в межзвёздной среде не дала ожидаемого результата. Неужели Вселенная конечна?
8. Почему для объяснения фотометрического парадокса не могла быть принята идея о наличии в межзвёздном пространстве тёмного поглощающего вещества?
9. Что такое фоновое космическое излучение?
10. Как происходит межзвёздное ослабление света?
11. Что понимают под красным смещением?
12. На каких принципах основана современная космология? Какие факты их подтверждают или оспаривают?
13. В чем состоит модель «горячей» Вселенной?
14. Опишите эры эволюции Вселенной в общепринятой современной теории космологии.
15. Какие существуют альтернативные теории развития Вселенной.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Формами текущего контроля служат устный опрос на аудиторных занятиях и письменное выполненное самостоятельной работы.

Оценочными средствами служат теоретические вопросы к практическим занятиям и для самостоятельной работы, решение задач для самостоятельной работы.

Примеры оценочных средств:

1. Какие недостатки телескопов были устранены в системе Д.Д. Максудова? Каким образом?

Ответ: Д.Д. Максудов практически устранил кому и астигматизм изображения, подобрав материал для мениска и рассчитав необходимое расстояние между фокусами главного зеркала и мениска.

2. Голубой сверхгигант Альнилам (центральная звезда «пояса Ориона») расположен вблизи небесного экватора (склонение $\delta = -1^{\circ}12'$). Сколько времени можно его наблюдать в поле зрения неподвижного телескопа при увеличении $\times 100$.

Решение. Пусть воображаемый радиус небесной сферы равен R .

Тогда суточный путь звезды по параллели можно найти по формуле $L = 2\pi R \cdot \cos \delta$.

За время t секунд путь звезды $l = 2\pi R \cdot t \cdot \cos \delta / 86400$, где 86400 – число секунд в сутках.

В угловой мере путь равен: $\varphi = l / R = (2\pi \cdot t \cdot \cos \delta) / 86400$ (рад).

Этот угол есть поле зрения телескопа, $\varphi = \alpha_T = \frac{\alpha_{\text{окул}}}{\Gamma}$.

Поле зрения окуляра примем стандартным, $\alpha_{\text{окул}} = 45^{\circ} \approx 0,0078$ рад.

Тогда $\varphi \approx 0,00785$ рад, и время прохождения звездой поля зрения

$$t = \frac{86400 \cdot \alpha_{\text{ОКУЛ}}}{2\pi \Gamma \cdot \cos \delta} = \frac{86400 \cdot 0,00785}{2\pi \cdot \cos 1,12^\circ} \approx 108 \text{ с.}$$

Ответ: ≈ 108 с.

Освоение дисциплины оценивается в соответствии с разбиением учебного материала по темам.

Критерии оценивания каждой темы 9 семестре (см. табл.):

- «зачтено», даны ответы на не менее 70% вопросов их списка к аудиторной и самостоятельной работе, решено не менее 70% задач (если задачи предполагаются) из списка к самостоятельной работе;
- «не зачтено», если не выполнен хотя бы один из вышеперечисленных критериев.

Ответы на вопросы к аудиторным занятиям для самостоятельной работы	Решения задач для самостоятельной работы	Оценка по учебной теме
70 – 100 %	70 – 100 %	Зачтено
< 70 %	70 – 100 %	не зачтено
70 – 100 %	< 70 %	не зачтено
< 70 %	< 70 %	не зачтено

Критерии текущей аттестации в 9 семестре (см. табл.):

- оценка «зачтено», если зачтены все учебные темы;
- «оценка «не зачтено», если зачтены не все темы.

Оценка по учебной теме	Количество учебных тем	Оценка текущей аттестации
зачтено	7	Зачтено
зачтено	6 и менее	не зачтено

Критерии оценивания каждой темы в А семестре:

- «отлично», если выполнены решения всех задач, рассмотренных на аудиторном занятии, даны ответы на не менее 90% вопросов их списка к аудиторной и самостоятельной работе, решено не менее 70% задач (если задачи предполагаются) из списка к самостоятельной работе;
- «хорошо», если выполнены решения не менее 70% всех задач, рассмотренных на аудиторном занятии, даны ответы на 80-90% вопросов их списка к аудиторной и самостоятельной работе, решено не менее 70% задач (если задачи предполагаются) из списка к самостоятельной работе;
- «удовлетворительно», выполнено решение не менее 70% всех задач, рассмотренных на аудиторном занятии, даны ответы на 70-80% вопросов их списка к аудиторной и самостоятельной работе, решено 30-70% задач (если задачи предполагаются) из списка к самостоятельной работе;
- «неудовлетворительно», если выполнено решение менее 70% всех задач, рассмотренных на аудиторном занятии, даны ответы на менее 70% вопросов их списка к аудиторной и самостоятельной работе, решено не более 30% задач (если задачи предполагаются) из списка к самостоятельной работе.

Ответы на вопросы к аудиторным занятиям и для самостоятельной работы	Решения задач для самостоятельной работы	Оценка по учебной теме
90 – 100 %	70 – 100 %	5
80 – 90 %	70 – 100 %	4
70 – 80 %	30 – 70 %	3
< 70 %	< 30 %	2

Критерии текущей аттестации в А семестре (см. табл.):

- оценка «зачтено», если зачтены все учебные темы;
- «оценка «не зачтено», если зачтены не все темы.

Оценка по учебной теме	Количество учебных тем	Оценка текущей аттестации
5	6 или 7	5
4	1 или 0	
3	0	
5	4 или 5	4
4	3 или 2	
3	2, 1 или 0	
5	0 – 3	3
4	0 - 4	
3	3 - 7	
2	(в остальных случаях)	2

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Формами промежуточной аттестации служат зачет в 9 семестре и экзамен в А семестре.

Оценочными средствами являются:

- в 9 семестре оценки «зачтено» или «не зачтено» по совокупности тем семестра,
- в А семестре оценки от «отлично» до «неудовлетворительно» по совокупности тем семестра и оценки по ответу на вопрос и решению задачи в экзаменационном билете.

Вопросы к экзамену

1. Система Земля – Луна (Форма, физические и орбитальные характеристики Земли, оптические эффекты в атмосфере и газо-пылевая материя в окрестностях Земли. Приливы. Физические и орбитальные характеристики Луны)
2. Физические и орбитальные характеристики планет земной группы и их спутников (Общие характеристики планет земной группы. Меркурий. Венера. Марса, спутники Марса)
3. Физические и орбитальные характеристики планет-гигантов и их спутников (Общие характеристики планет-гигантов. Юпитер, крупные спутники. Сатурн, крупные спутники. Уран, крупные спутники. Нептун, крупные спутники)
4. Физические и орбитальные характеристики малых тел Солнечной системы (Плутон. Астероиды и их группы, Главный пояс астероидов. Пояс Копейра. Облако Оорта. Кометы. Метеоры, болиды, метеориты)
5. Физическая природа и характеристики Солнца (Состав и модель строения. Ядерные реакции, энергия, температура, спектры излучения. Магнитное поле. Строение атмосферы)
6. Влияние солнечной активности на геосистемы (Типы и периоды солнечной активности. Полярные сияния. Магнитные бури. Тепловой баланс Земли)
7. Физическая природа и характеристики звезд (Модели звезд. Массы, размеры, видимая и абсолютная звездные величины, светимость. Спектральные классы и особенности спектров излучения, цвет и температура. Диаграмма Герцшпрунга – Рессела, фазы эволюции. Связи физических характеристик звезд Главной последовательности)
8. Пульсирующие переменные звезды (цефеиды, лириды, мириды). Эруптивные звезды. Звезды конечной стадии эволюции (Красные гиганты. Карлики и вспышки Новых. Вспышки Сверхновых и нейтронные звезды, магнетары, пульсары)
9. Млечный Путь (Строение. Состав. Собственные движения и лучевые скорости звезд галактического диска. Корона. Движение звёзд гало. Динамика Галактики)
10. Экзопланеты и поиск жизни (Понятие, история обнаружения, количество обнаруженных экзопланет. Астрономические инструменты и проекты изучения. Методы поиска. Примеры экзопланетных систем. Солнцеподобные звезды и землеподобные экзопланеты. Физические и орбитальные характеристики)

11. Звёздные сообщества (Физически двойные и кратные звездные системы. Звездное население и его классификация. Звездные ассоциации. Звёздные скопления)
12. Межзвездная среда (Понятие туманностей, обнаружение. Формирование, остатки Сверхновых. Классификация туманностей. Диффузные туманности и их типы. Эмиссионные туманности. Планетарные туманности. Объекты Херbiga – Aro)
13. Галактики и их взаимодействие (Обнаружение галактик и их классификация. Физические свойства галактик. Разбегание галактик, закон Хаббла. Взаимодействие галактик. Эволюция галактик. Звёздообразование. Местная группа галактик, скопления и сверхскопления галактик)
14. Черные дыры (Понятие, характерный размер. Модели черных дыр. Сценарии образования. Падение объектов в черную дыру. Типы черных дыр. Методы обнаружения черных дыр. Не квантовые и квантовые явления в черных дырах. Испарение черных дыр).
15. Крупномасштабная структура Вселенной и эволюция Вселенной (Модели Вселенной. Современная картина происхождения и эволюции Солнечной системы, звезд, Галактики, Вселенной. Теория Большого Взрыва. Темное вещество (материя) и темная энергия)

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования

Смоленский государственный университет

Кафедра физики и технических дисциплин

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование**

(Профиль: **Физика и информатика**)

Дисциплина: **Б1.О.25 Общая и экспериментальная физика**

А семестр

Билет № 1

1. Система Земля – Луна (Форма, физические и орбитальные характеристики Земли, оптические эффекты в атмосфере и газо-пылевая материя в окрестностях Земли. Приливы. Физические и орбитальные характеристики Луны)

2. Найдите диаметр звезды Альфард (α Гидры), если температура фотосферы звезды – около 4000 К, светимость в единицах светимости Солнца равна 430.

Завкафедрой

А.В. Дюндин

Критерии оценивания

В экзаменационном билете содержится один вопрос (тема) и одна задача, которые оцениваются по 5 бальной шкале:

- за ответ на вопрос оценка

«отлично», если полностью раскрыта тема, не допущено грубых ошибок;

«хорошо», если тема раскрыта, но были допущены некоторые ошибки;

«удовлетворительно», если тема раскрыта частично и нет грубых ошибок;

«неудовлетворительно», если тема недостаточно раскрыта, есть ошибки и неточности или нет ответа на вопрос;

- за решение задачи оценка

«отлично», если задача решена верно, получен числовой ответ;

«хорошо», если в задаче получена верная расчетная формула, но есть ошибки в числовом ответе или в рисунке;

«удовлетворительно», если получена верная расчетная формула, но нет вычислений и рисунка;

«неудовлетворительно», если тема задача не решена даже в общем виде.

Оценка промежуточной аттестации (см. табл);

- «отлично», если есть не более одной частной «хорошо», остальные «отлично»,

- «хорошо», если есть не более одной частной «удовлетворительно», остальные «хорошо» и «отлично»,

- «удовлетворительно», если не более одной частной «не удовлетворительно», остальные «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»,
- «не удовлетворительно», если есть более одной частной «не удовлетворительно».

Оценка по совокупности тем семестра	Оценка по вопросу экзаменационного билета	Оценка решения задачи экзаменационного билета	Оценка промежуточной аттестации
5 или 4	5	5	5
5	5 или 4	5	5
5	5	5 или 4	5
4	4	5, 4 или 3	4
5, 4 или 3	4	4	4
4	5, 4 или 3	4	4
3	5 или 4	5 или 4	4
5 или 4	3	5 или 4	4
5 или 4	5 или 4	3	4
3	3	3	3
2	5, 4 или 3	5, 4 или 3	3
5, 4 или 3	2	5, 4 или 3	3
5, 4 или 3	5, 4 или 3	2	3
2	2	5, 4 или 3	2
5, 4 или 3	2	2	2
2	5, 4 или 3	2	2
2	2	2	2

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

9 семестр

1. Астрономия : учебное пособие / В. И. Шупляк, М. Б. Шундалов, А. П. Клищенко, В. В. Малышиц. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 312 с. — ISBN 978-985-06-2759-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90732.html>
2. Благин, А. В. Основы современной астрономии : учебное пособие / А. В. Благин, О. В. Котова. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 259 с. — ISBN 978-5-7890-1702-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117740.html>
3. Островский, А. Б. Астрометрия. Учебная практика : учебное пособие для вузов / А. Б. Островский ; под научной редакцией Э. Д. Кузнецова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 149 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08004-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493560>
4. Чаругин, В. М. Классическая астрономия : учебное пособие / В. М. Чаругин. — Москва : Прометей, 2013. — 214 с. — ISBN 978-5-7042-2400-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/18578.html>
5. Язев, С. А. Астрономия. Солнечная система : учебное пособие для вузов / С. А. Язев ; под научной редакцией В. Г. Сурдина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 336 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08244-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493818>

А семестр

1. Астрономия : учебное пособие / В. И. Шупляк, М. Б. Шундалов, А. П. Клищенко, В. В. Малыщиц. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 312 с. — ISBN 978-985-06-2759-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90732.html>
2. Благин, А. В. Основы современной астрономии : учебное пособие / А. В. Благин, О. В. Котова. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 259 с. — ISBN 978-5-7890-1702-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117740.html>
3. Островский, А. Б. Астрометрия. Учебная практика : учебное пособие для вузов / А. Б. Островский ; под научной редакцией Э. Д. Кузнецова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 149 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08004-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493560>
4. Чаругин, В. М. Классическая астрономия : учебное пособие / В. М. Чаругин. — Москва : Прометей, 2013. — 214 с. — ISBN 978-5-7042-2400-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/18578.html>
5. Гусейханов, М. К. Основы астрофизики и космологии : учебное пособие для вузов / М. К. Гусейханов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13890-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496573>

7.2. Дополнительная литература

9 семестр

1. Верюжский, Н. А. Основы сферической астрономии / Н. А. Верюжский, В. И. Сидоров. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2002. — 48 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/49230.html>
2. Левитская, Т. И. Небо и Земля: вклад выдающихся личностей России в развитие астрономии и геодезии : учебное пособие / Т. И. Левитская ; под редакцией Э. Д. Кузнецова. — 2-е изд. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-7996-2292-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106338.html>
3. Перельман, Я. И. Занимательная астрономия / Я. И. Перельман. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 182 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-07253-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492144>
4. Редичкин, Н. Н. Курс общей астрономии. Ч.1 : учебное пособие / Н. Н. Редичкин, Н. В. Самсонова. — Ростов-на-Дону : Ростовский государственный строительный университет, 2015. — 80 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117808.html>
5. Самсонова, Н. В. Геодезическая астрономия с основами астрометрии : учебное пособие / Н. В. Самсонова, Н. Н. Редичкин. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 125 с. — ISBN 978-5-7890-1774-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117724.html>
6. Хлюстин, Б. П. Мореходная астрономия : учебное пособие для вузов / Б. П. Хлюстин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 575 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09395-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/428288>
7. Черепашук, А. М. Жизнь астронома / А. М. Черепашук ; под редакцией С. А. Ламзина. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2014. —

312 с. — ISBN 978-5-19-010921-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97489.html>

А семестр

1. *Блинников, С. И.* Основы релятивистской астрофизики : учебное пособие для вузов / С. И. Блинников. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 221 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11778-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495791>
2. *Бредихин, Ф. А.* О хвостах комет / Ф. А. Бредихин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 239 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-04106-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492668>
3. *Левитская, Т. И.* Небо и Земля: вклад выдающихся личностей России в развитие астрономии и геодезии : учебное пособие / Т. И. Левитская ; под редакцией Э. Д. Кузнецова. — 2-е изд. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 136 с. — ISBN 978-5-7996-2292-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106338.html>
4. *Муртазов, А. К.* Физика земли. Космические воздействия на геосистемы : учебное пособие для вузов / А. К. Муртазов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11473-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493500>
5. *Перельман, Я. И.* Занимательная астрономия / Я. И. Перельман. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 182 с. — (Открытая наука). — ISBN 978-5-534-07253-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492144>
6. *Редичкин, Н. Н.* Курс общей астрономии. Ч.1 : учебное пособие / Н. Н. Редичкин, Н. В. Самсонова. — Ростов-на-Дону : Ростовский государственный строительный университет, 2015. — 80 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117808.html>
7. *Самсонова, Н. В.* Геодезическая астрономия с основами астрометрии : учебное пособие / Н. В. Самсонова, Н. Н. Редичкин. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 125 с. — ISBN 978-5-7890-1774-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/117724.html>
8. *Хлюстин, Б. П.* Мореходная астрономия : учебное пособие для вузов / Б. П. Хлюстин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 575 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09395-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/428288>
9. *Черепашук, А. М.* Жизнь астронома / А. М. Черепашук ; под редакцией С. А. Ламзина. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2014. — 312 с. — ISBN 978-5-19-010921-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/97489.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБС <https://urait.ru> :
<https://urait.ru/bcode/493818>
<https://urait.ru/bcode/493560>
<https://urait.ru/bcode/492144>
<https://urait.ru/bcode/492668>
<https://urait.ru/bcode/428288>
<https://urait.ru/bcode/495791>
<https://urait.ru/bcode/493500>
<https://urait.ru/bcode/496573>

2. ЭБС IPR BOOKS <https://www.iprbookshop.ru/auth> :
<https://www.iprbookshop.ru/90732.html>
<https://www.iprbookshop.ru/117740.html>
<https://www.iprbookshop.ru/18578.html>
<https://www.iprbookshop.ru/117724.html>
<https://www.iprbookshop.ru/106338.html>
<https://www.iprbookshop.ru/49230.html>
<https://www.iprbookshop.ru/117808.html>
<https://www.iprbookshop.ru/97489.html>

8. Материально-техническое обеспечение

1. Презентации по вопросам лекций хранятся в электронном виде у преподавателей и на платформе MOODL.
2. Задания для самостоятельной/контрольной работы хранятся в электронном виде у преподавателей и на платформе MOODL.
3. Персональный компьютер и видеопроектор (хранятся на кафедре физики и технических дисциплин), а также учебные компьютеры в аудиториях ФМФ.

9. Программное обеспечение

1. Системное: ОС Windows XP, 7 и более.
2. Прикладное ПО: Word, PowerPoint.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022