

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технологический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по учебной дисциплине «Астрономия»
для специальности технологического профиля

Челябинск, 2021

РЕЦЕНЗИЯ

**На методические рекомендации учебной дисциплины «АСТРОНОМИЯ»,
разработанную преподавателем Кривошеевой В. В. для специальности
технологического профиля
Южно-Уральского государственного технологического колледжа**

Методические рекомендации по учебной дисциплине «Астрономия» составлены в соответствии с рабочей программой общеобразовательной учебной дисциплины «Астрономия» для специальности технологического профиля.

Практические работы по «Астрономии» способствуют выработке умений применять приобретённые знания для решения задач, анализа теоретического материала, а также решения жизненных задач.

Каждый отчет практической работы включает: номер и название работы, перечень заданий, порядок проведения работы с пошаговым описанием, таблицы, графики, контрольные задания, позволяющие оценить качество усвоения теоретического материала.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по учебной дисциплине «Астрономия» могут быть рекомендованы для использования в учреждениях СПО.

Рецензент:

преподаватель ГБПОУ «Южно-
Уральский многопрофильный
колледж»



Н.А. Полоскова

Н.А. Полоскова

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	5
Перечень практических работ.....	8
Требования к оформлению отчета.....	8
Критерии оценивания.....	9
Содержание работ.....	10
Приложения.....	52
Список литературы.....	55

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Пояснительная записка

Данные методические указания предназначены для проведения практических занятий для студентов 1 курса СПО.

Практические работы предусмотрены рабочей программой дисциплины «Астрономия», для специальностей технологического профиля.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по общеобразовательной учебной дисциплине «Астрономия» направлены на достижение следующих результатов обучения:

личностных:

Л.Р.1 Готовность проявлять российскую гражданскую идентичность, патриотизм, уважение к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, прошлое и настоящее многонационального народа России, уважение государственных символов (герб, флаг, гимн);

Л.Р.4 Сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, а также различных форм общественного сознания, осознание своего места в поликультурном мире;

Л.Р.5 Сформированность основ саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества; готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности;

Л.Р.9 Готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

•метапредметных:

1) умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;

2) умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;

3) владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

4) готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, владение навыками получения необходимой информации из словарей разных типов, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;

5) умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий (далее - ИКТ) в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

6) умение самостоятельно оценивать и принимать решения, определяющие стратегию поведения, с учетом гражданских и нравственных ценностей;

7) владение навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения.

УУД:

Регулятивные универсальные учебные действия

– самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

Познавательные универсальные учебные действия

– выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;

Коммуникативные универсальные учебные действия

– развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств

• предметных:

1. сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;

2. понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;

3. владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой;

4. сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;

5. осознание роли отечественной науки в освоении и использовании космического пространства и развитии международного сотрудничества в этой области.

В ходе выполнения практических работ по общеобразовательной учебной дисциплине создаются условия для формирования общих (и профессиональных) компетенций в соответствии с ФГОС СПО по специальности для специальности для специальности 35.02.12 Садово-парковое и ландшафтное строительство

ОК 02. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 03. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 04. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 05. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 06. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 07. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

Проводить практические занятия целесообразно в порядке изучения программного материала.

Выполнение студентами практических работ направлено на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины; формирование общих компетенций.

Практические занятия проводятся в кабинете общеобразовательной дисциплины технологического профиля.

Контроль и оценка результатов выполнения студентами практических работ направлены на проверку усвоения элементов содержания курса астрономии, освоение умений, навыков, развития общих компетенций, определённых программой учебной дисциплины.

Оценки за выполнение заданий на практических занятиях выставляются по пятибалльной системе и учитываются как показатели текущей успеваемости студентов.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ практической работы	№ Темы	Название практической работы	Количество часов
1	2.2	Изучение звездного неба с помощью подвижной карты	2
2	3.2	Определение конфигурации планет и решение задач по законам движения планет»	2
3	3.4	Анализ физических условий на поверхности планет земной группы	2
4	4.2	Определение основных характеристик звёзд	2
Всего:			8

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЁТА

Каждый студент в рабочей тетради описывает все этапы проведённых практических работ:

- номер и название работы;
- цели работы;
- оборудование;
- краткое описание работы, в которой по необходимости заполняет таблицу, решает задачи, отвечает на вопросы, составляет схемы.

По указанию преподавателя в отчете даются ответы на контрольные вопросы.

- общий вывод по работе.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.

Критерии оценок	Количество баллов			
	5(отлично)	4(хорошо)	3(удовл.)	2(неуд.)
Выполнение задания	В полном объеме, безошибочно	В полном объеме с недочётами	В неполном объеме-не менее 50%	В неполном объеме-менее 50%
Составление таблицы	Составлена полностью, безошибочно	Составлена полностью, с ошибками	Составлена не полностью,	Не составлена
Решение задач	Решены полностью, записаны ответы, показаны единицы измерения	Решены полностью, не записаны ответы, не показаны единицы измерения	Решены не полностью, в объеме-не менее 50%	Не решены
Качество рисунков	Аккуратно, с дополнительными указаниями	Аккуратно, без указаний	Небрежно	Рисунков нет
Ответы на контрольные вопросы	От 85%	От 70%	От 50%	Менее 50%
Грамотность и обоснование выводов	Полный, обоснованный	Полный, необоснованный	Неполный, необоснованный	Выводов нет

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ

Практическая работа № 1

Тема: Изучение звездного неба с помощью подвижной карты

Цели: 1. Научиться определять вид звездного неба в любой момент суток произвольного дня года.

2. Научиться определять координаты звезд.

Оборудование: Подвижная карта звездного неба, накладной круг.

Теоретическая часть.

Вид звёздного неба изменяется из-за суточного вращения Земли. Изменение вида звёздного неба в зависимости от времени года происходит вследствие обращения Земли вокруг Солнца.

На подвижной карте звёздного неба (приложение 1) звёзды показаны чёрными точками, размеры которых характеризуют яркость звёзд, туманности обозначены штриховыми линиями. Северный полюс мира изображён в центре карты. Линии, исходящие от северного полюса мира, показывают расположение кругов склонения. На звёздной карте для двух ближайших кругов склонения угловое расстояние равно 2 ч. Небесные параллели нанесены через 30°. С их помощью можно произвести отсчёт склонения светил. Точки пересечения эклиптики с экватором, для которых прямое восхождение 0 и 12 ч., называются точками весеннего и осеннего равноденствий. По краю звёздной карты нанесены месяцы и числа, а на накладном круге – часы.

Для определения местоположения небесного светила необходимо месяц, число, указанное на звёздной карте, совместить с часом наблюдения на накладном круге.

На карте зенит расположен вблизи центра выреза (в точке пересечения нити, изображающей небесный меридиан с небесной параллелью, склонение которой равно географической широте места наблюдения).

Область карты, заключенная внутри небесного экватора, представляет северную небесную полусферу; остальная часть карты изображает поле южной небесной полусферы. Изображения созвездий южной полусферы растянуты, и их вид несколько отличается от привычного вида тех же созвездий на небе.

По наружному обряду карты, называемому лимбом дат, нанесены календарные числа и названия месяцев года.

Помимо координатной сетки нанесены границы и название созвездий, наиболее яркие звезды в каждом созвездии, туманности и звездные скопления, Млечный Путь.

Внешний обряд круга, называемый часовым лимбом, разделен на 24 часа. Часовой лимб оцифрован в системе среднего времени.

Ход работы:

1. Установить подвижную карту звездного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, видимые в данный момент времени.

2. Установить подвижную карту звездного неба на день и час наблюдения и назвать созвездия, невидимые в данный момент времени.

3. Определить, будут ли видны созвездия Девы, Рака, Весов в полночь 15 сентября?

4. Определить, какие из перечисленных созвездий: Малая Медведица, Волопас, Возничий, Орион – для данной широты будут незаходящими?

5. Определить светила, находящиеся в зените 25 мая в 22 часа?

6. Определить светила, которые кульминируют в 11 часов 5 мая?

7. Найдите на звездной карте и назовите объекты, имеющие координаты:

$$\delta = -9^0, \alpha = 15^h 12^m.$$

$$\delta = +48^0, \alpha = 3^h 40^m.$$

8. Определить экваториальные координаты следующих звезд:

Склонение δ

Прямое восхождение α

α Тельца (Альдебаран)

β Ориона (Ригель)

α Близнецов (Кастор)

α Льва (Регул)

α Волопаса (Арктур)

Общий вывод

Контрольные вопросы.

1. Что изучает астрономия?

2. Нарисуйте схематично небесную сферу и математический горизонт и обозначьте все известные Вам точки на сфере.

3. День весеннего равноденствия.

4. По новому стилю 25 января 1900 г. Какая это дата по старому стилю?

Практическая работа № 2

Тема: Определение конфигурации планет и решение задач по законам движения планет

Цели: 1. Изучить закономерности в движении планет и вычислить их конфигурации.

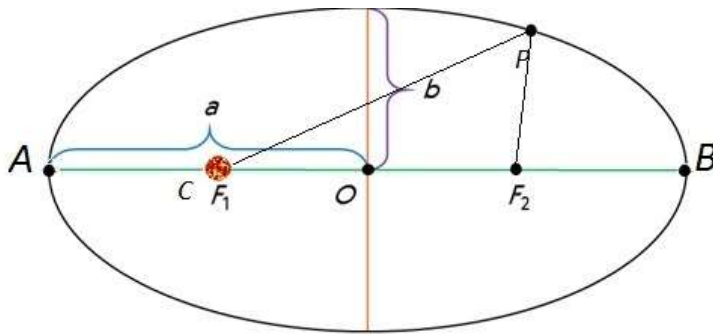
2. Освоить методику решения задач, используя законы движения планет.

Оборудование: калькулятор.

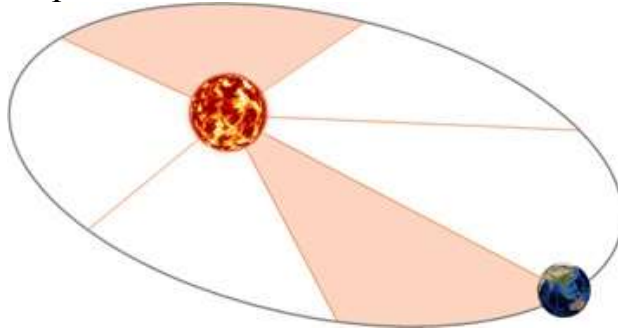
Теоретическая часть.

При решении задач неизвестное движение сравнивается с уже известным путём применения законов Кеплера и формул синодического периода обращения.

Первый закон Кеплера. Все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.



Второй закон Кеплера. Радиус-вектор планеты описывает в равные времена равные площади.



Третий закон Кеплера. Квадраты времен обращения планет относятся как кубы больших полуосей их орбит:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Для определения масс небесных тел применяют **обобщённый третий закон Кеплера** с учётом сил всемирного тяготения:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

где M_1 и M_2 -массы каких-либо небесных тел, а m_1 и m_2 - соответственно массы их спутников.

Обобщённый третий закон Кеплера применим и к другим системам, например, к движению планеты вокруг Солнца и спутника вокруг планеты. Для этого сравнивают движение Луны вокруг Земли с движением спутника вокруг той планеты, массу которой определяют, и при этом массами спутников в сравнении с массой центрального тела пренебрегают. При этом в исходной формуле индекс надо отнести к движению Луны вокруг Земли массой, а индекс 2 –к движению любого спутника вокруг планеты массой. Тогда масса планеты вычисляется по формуле:

$$M_{\text{П}} = \frac{T_{\text{Л}}^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1^3}{a_{\text{Л}}^3} \cdot M_{\text{С}},$$

где $T_{\text{Л}}$ и $a_{\text{Л}}$ - период и большая полуось орбиты спутника планеты, M_{\oplus} - масса Земли.

Формулы, определяющие соотношение между сидерическим (звёздным) T и синодическим периодами S планеты и периодом обращения Земли, выраженными в годах или сутках,

а) для внешней планеты формула имеет вид:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}$$

б) для внутренней планеты:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}$$

Примеры решения задач

Задача 1. Как часто повторяются противостояния Марса, сидерический период которого 1,9 года?

Дано:

$$T=1 \text{ г.}$$

$$T=1,9$$

г.

Найти:

$$S=?$$

Решение: Марс — внешняя планета.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}$$

$$\frac{1}{S} = \frac{T - T_{\oplus}}{T_{\oplus} \cdot T}$$

$$S = \frac{T_{\oplus} \cdot T}{T - T_{\oplus}}$$

$$S = \frac{1,9}{1,9 - 1} = \frac{1,9}{0,9} \approx 2,1 \text{ г.}$$

Ответ: Противостояния Марса повторяются примерно через 2,1 года.

Задача 2. Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты — 422 тыс. км.

Сравним обращение Ио вокруг Юпитера с обращением Луны вокруг Земли. Период обращения Луны $T=27,32$ суток, а среднее расстояние Луны от центра Земли $a=384$ тыс. км. Определим массу Юпитера по отношению к массе Земли. Массу Земли примем за единицу.

Дано:

$$m=M=1$$

$$T=27,32 \text{ сут.}$$

$$a=3,84 \quad *$$

$$10^5 \text{ км}$$

$$T^1=1,77 \text{ сут.}$$

$$a^1=4,22 \quad *$$

$$10^5 \text{ км}$$

Найти:

$$M_{\text{п}}=?$$

Решение:

$$M_{\text{п}} = \frac{T^2}{T_1^2} \cdot \left(\frac{a_1}{a} \right)^3 M_{\oplus}$$

$$M_{\text{п}} = \frac{(27,32)^2 \cdot (4,22 \cdot 10^5)^3}{(1,77)^2 \cdot (3,84 \cdot 10^5)^3} M_{\oplus} \approx 317 M_{\oplus}$$

Ответ: Масса Юпитера составляет примерно 317 масс Земли.

Ход работы

Выполните задания

Задание 1. За какое время Марс, находящийся от Солнца примерно в полтора раза, чем Земля, совершает полный оборот вокруг Солнца?

Задание 2. Вычислить массу Юпитера, зная, что его спутник Ио совершает оборот вокруг планеты за 1,77 суток, а большая полуось его орбиты – 422 тыс. км

Задание 3. Противостояния некоторой планеты повторяются через 2 года. Чему равна большая полуось её орбиты?

Задание 4. Марс дальше от Солнца, чем Земля, в 1.5 раза. Какова продолжительность года на Марсе? Орбиты планет считать круговыми.

Задание 5. Синодический период планеты 500 суток. Определите большую полуось её орбиты и звёздный (сидерический) период обращения.

Задание 6. Определить период обращения астероида Белоруссия если большая полуось его орбиты $a=2,4$ а.е.

Задание 7. Звёздный период обращения Юпитера вокруг Солнца $T=12$ лет. Каково среднее расстояние от Юпитера до Солнца?

Общий вывод.

Контрольные вопросы.

1. Сформулируйте законы, определяющие движения небесных тел.
2. Почему законы Кеплера справедливы и для спутников планет?
3. Конфигурации нижних и верхних планет.
4. Планеты земной группы.
5. Планеты- гиганты.
6. Методы определения расстояний до тел Солнечной системы и размеров этих небесных тел.

Практическая работа №3

Тема: Анализ физических условий на поверхности планет земной группы

Цели: 1. Изучить планеты Земной группы, сравнив все характеристики планет;

Оборудование: комплект инструкционных карт, «паспорт» планет

Теоретическая часть.

Самая близкая к Солнцу и самая маленькая планета солнечной системы — **Меркурий** лишь немного больше Луны. Температура его поверхности колеблется от $+430^{\circ}\text{C}$ днём до -190°C ночью. Это самый большой температурный перепад в солнечной системе. Меркурий покрыт многочисленными кратерами и скалами. Атмосфера практически отсутствует — возможно, причиной тому солнечное излучение, а может быть, небесное тело такого размера просто не в состоянии удерживать плотную газовую оболочку.

Год на нём всего 88 земных суток. Поскольку ось вращения планеты почти не наклонена, год на ней не делится на сезоны.

Венера - вторая планета от Солнца и ближайшая к Земле. Венеру иногда называют «близнецом» нашей планеты: её размеры и масса очень близки к земным. Венера окутана очень плотным слоем облаков, за которыми невозможно разглядеть поверхность. Из-за парникового эффекта она нагревается до 480°C — абсолютный рекорд для солнечной системы. Облака проливаются кислотными дождями и пропускают только 40% солнечного света, поэтому на планете царит вечный сумрак. Сильнейшее атмосферное давление, сезонов на Венере нет. Атмосфера планеты на 94% состоит из углекислого газа, а состав грунта не отличается от других планет земной группы. На Венере много вулканов, но почти нет кратеров — все метеориты сгорают в плотной атмосфере.

День на Венере длится дольше, чем на любой другой планете — около 243 земных суток. Облака Венеры хорошо отражают солнечный свет, поэтому на земном небе планета светится ярче других.

Земля — третья планета от Солнца и крупнейшая в земной группе. Уникальные условия Земли позволили развиваться на планете жизни.

Из-за наклона Земной оси (23,45°) на Земле хорошо различимы сезоны года. Для оборота вокруг своей оси Земле требуется чуть менее 24 часов — это самый короткий день среди планет земной группы.

Земля имеет спутник — Луну. Вращение Луны вокруг своей оси и вокруг Земли синхронно, поэтому Луна всегда обращена к Земле только одной стороной.

Марс меньше Земли почти в два раза. Атмосфера Марса по составу напоминает венерианскую — 95% углекислого газа. Но поскольку она очень тонкая и разреженная, парникового эффекта не возникает, поэтому максимальная температура поверхности планеты — около 0°C, а атмосферное давление в 160 раз меньше, чем на Земле. В составе марсианской атмосферы есть водяной пар, а на полюсах лежат шапки ледников, но жидкой воды на поверхности нет. Низкое содержание кислорода в атмосфере, радиация и пылевые бури, длящиеся по несколько месяцев. На Марсе находится самая высокая гора в солнечной системе — вулкан Олимп, высота которого 27 километров (в три раза выше Эвереста).

Из-за удалённости от Солнца год на Марсе почти в два раза длинней земного. Наклон оси Марса составляет 25,2°, а значит, на нём существуют сезоны.

Марс имеет два спутника — Фобос и Деймос, представляющие собой бесформенные каменные глыбы сравнительно небольших размеров.

Ход работы.

1. Пользуясь справочными данными учебника и приложения 4, заполните таблицу:

Планеты земной группы

Физические характеристики планет	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Масса (в массах Земли)				

Радиус (в радиусах Земли)				
Плотность, кг/м ³				
Среднеерасстояние от Солнца, а. е.				
Период вращения вокруг оси				
Звездный период обращения				
Атмосфера, давление				
Поверхность				
Химический состав				
Температура на поверхности, °С				
Число известных спутников				
Названия спутников				

2. Дополните предложения, пользуясь «паспортом» планет Солнечной системы.

Самая большая планета Солнечной системы -, а самая маленькая ...

Самая тяжелая планета - ..., самая легкая - ...

Самые длинные сутки на планете ..., а самые короткие на ...

Год на планете ... самый длительный, а самый короткий на ...

Самая горячая планета - ..., а самая холодная - ...

Больше всех спутников у планеты ...

Самая далекая планета -..., а самая близкая к Солнцу-...

3. Закончите предложения, касающиеся основных свойств тел Солнечной системы

Форма орбит планет

Большинство планет вращается вокруг своих осей в одном направлении, исключение составляют

На какие группы разделяются планеты по своим физическим и динамическим свойствам:

Самый большой перепад дневной и ночной температур поверхности у планеты

Высокая температуры поверхности Венеры обусловлена

Планета земной группы, средняя температура поверхности которой ниже 0 °С, —

Большая часть поверхности покрыта водой у планеты

В состав облаков входят капельки серной кислоты у планеты

Планета, в атмосфере которой часто происходят глобальные пылевые бури

4. Проведите качественное сравнение свойств планет земной группы и планет-гигантов. Используйте при этом слова: «высокая», «низкая», «большая» и т. п. В выводе укажите принципиальное отличие планет земной группы от планет-гигантов

Характеристики	Планеты земной группы	Планеты-гиганты
Расстояние от Солнца		
Размер		
Масса		
Плотность		
Атмосфера		
Спутники / кольца		

Общий вывод.

Контрольные вопросы.

- 1) Почему температура на поверхности Венеры выше, чем на Меркурии?
- 2) У какой планеты большая часть поверхности покрыта водой?
- 3) Какие физические характеристики планеты нужно знать, чтобы вычислить ее среднюю плотность?
- 4) По каким критериям планеты двух групп имеют наиболее значимые отличия?
- 5) Плотности планет какой группы больше? Чем можно объяснить различия в плотности физических тел?

Практическая работа №4

Тема: Определение основных характеристик звёзд

Цели: 1. Закрепить теоретический материал по теме «Характеристики звёзд», получить практические навыки в работе с диаграммой Герцшпрунга — Рассела. 2. Освоить методику решения задач, используя законы движения планет и карты.

Оборудование: калькулятор, модель небесной сферы, справочные таблицы.

Теоретическая часть.

В 1905гЭйнар Герцшпрунг установил зависимость светимости звезд с их спектральными классами, сопоставляя данные наблюдений. В 1913гГенри Расселтакже независимо установил данную зависимость и представил ее графически. Зависимость "спектр-светимость" получила название *диаграммы Герцшпрунга-Рассела* (приложение 3).

Диаграмма показывает зависимость между абсолютной звёздной величиной, светимостью, спектральным классом и температурой поверхности звезды. По соотношению спектра со светимостью звезды делятся на *три «последовательности»*.

Большинство звезд относится к *главной последовательности* - это последовательность звезд разной массы. Самые большие (*голубые гиганты*) расположены в верхней части, а самые маленькие звезды – *карлики* находятся в нижней части главной последовательности. Звезды главной

последовательности – это звезды похожие на Солнце, в которых водород сгорает в термоядерной реакции.

Красные гиганты и *сверхгиганты* располагаются над главной последовательностью справа, *белые карлики* – под ней слева, поэтому начало левой части главной последовательности представлена голубыми звёздами с массами ~ 50 солнечных, конец правой — красными карликами с массами ~ 0.08 солнечных.

Справа внизу диаграммы - самые тусклые и, как следствие, долгоживущие звезды. К ним в частности относятся наши ближайшие звезды, такие как: Проксима Центавра, Сириус, Альфа Центавра, Лейтен и т.д.

Переход звезд с различной массой с одной последовательности на другую, в ходе изменения их параметров со временем, называется *эволюционным перемещением*. В процессе эволюции проходят стадии от *протозвезд* до конечной стадии (в зависимости от массы) *белых карликов*, *нейтронных звезд* или *черных дыр*.

Диаграмма даёт возможность найти *абсолютную звездную величину* по спектральному классу. Также по диаграмме Герцшпрунга-Рассела можно рассмотреть *эволюцию звезд*.

Для определения расстояний до звезд используется метод параллакса. Угол π , под которым со звезды был бы виден средний радиус земной орбиты a , расположенный перпендикулярно направлению на звезду, называется *годовым параллаксом* звезды. В звездной астрономии расстояния до далеких объектов измеряют в парсеках и световых годах, так как не только километр, но даже астрономическая единица (а.е.) слишком мала для измерения расстояний до звезд. Парсек (пк) — расстояние, параллакс для которого равен $1''$. Световой год (св. г.) — расстояние, которое свет проходит за один год, распространяясь со скоростью $300\,000\text{ км/с}$.

$$1\text{ пак} = 206\,265\text{ а.е.} = 3,26\text{ св.г.} = 30,86 * 10^{13}\text{ км.}$$

$$1\text{ св.г.} = 9.46 * 10^{12}\text{ км} = 63\,240\text{ а.е.} = 0.3\text{ пак.}$$

$$10^3\text{ пак} = 1\text{ кпк (килопарсек)}; 10^6\text{ пак} = 1\text{ Мпк (мегапарсек)}.$$

Очевидно, что расстояние до звезды в парсеках легко вычислить по формуле:

$D = 1/\pi$. Если известны видимая звездная величина и расстояние до звезды, абсолютную звездную величину можно вычислить по формуле: $M = m + 5 - 5 \lg D$, где D — расстояние до звезды в парсеках. Одной из важнейших характеристик звезды является ее масса. Массу звезды в массах Солнца можно вычислить по формуле μ / M , где μ — масса звезды, M — абсолютная звездная величина звезды.

Примеры решения задач.

1. Параллакс звезды Арктур $0,085''$. Определите расстояние до звезды.

Дано:

Решение.

$$\rho = 0,085'' \quad \left| \quad \text{Запишите формулу для определения расстояния: } r = \frac{1}{\rho}$$

г - ? Подставьте значения: $r = \frac{1}{0,085} \approx 11,8 \text{ нк}$

Выразите расстояние в световых годах: $11,8 \cdot 3,26 \approx 38$

Ответ: расстояние до звезды Арктур 38 св. лет.

2. Если бы по орбите Земли двигалась звезда с такой же массой, как у Солнца, каков бы был период её обращения?

Дано:

$A = 1 \text{ а.е.}$

Формула для определения массы двойных звёзд: $m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2}$

$m_1 + m_2 = 2M_{\odot}$

Выразите период обращения звёзд: $T = \sqrt{\frac{A^3}{m_1 + m_2}}$

$T - ?$ Подставьте значения: $T = \sqrt{\frac{1^3}{2}} \approx 0,7$

Ответ: период обращения звёзд был бы равен 0,7 лет.

2. Разберите решение задачи. Во сколько раз Денеб больше Солнца?

Светимость и температуру поверхности звезды выпишите из таблицы приложения 2: «Основные сведения о наиболее ярких звёздах, видимых в России».

Дано:

$L = 16000$

$T = 9800 \text{ К}$

$T_{\odot} = 6000 \text{ К}$

$R - ?$

Решение:

Формула для определения радиуса звезды: $R = \sqrt{L \left(\frac{T_{\odot}}{T} \right)^2}$

Подставьте значения: $R = \sqrt{16000 \left(\frac{6000}{9800} \right)^2} \approx 47$

Ответ: Денеб больше Солнца в 47 раз.

Ход работы.

Используя диаграмму *Герцшпрунга-Рассела* выполните следующие задания.

Задание 1. Звезда главной последовательности имеет температуру поверхности 10 000 К. Какова ее светимость и спектральный класс?

Задание №2. Звезда главной последовательности имеет температуру поверхности 20 000 К. Какова ее светимость и спектральный класс?

Задание №3. Выберите *два* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

1) Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.

2) Звезда Канопус относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 65 раз превышает радиус Солнца.

3) Температура звёзд спектрального класса G в 3 раза выше температуры звёзд спектрального класса A.

4) Солнце относится к спектральному классу В.

5) Звезда Альтаир имеет температуру поверхности 8000 К и относится к звёздам спектрального класса А.

Задание №4. Выберите *два* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

1) Звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.

2) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса К главной последовательности более короткий, чем звезды спектрального класса В главной последовательности.

3) Звёзды-сверхгиганты имеют очень большую среднюю плотность.

4) Звезда Денеб имеет температуру поверхности 8550 К и относится к звездам спектрального класса М.

5) Звезда 40 Эридана В относится к белым карликам, поскольку её масса составляет 0,5 массы Солнца.

Задание 5. Выберите правильное продолжение высказывания.

Звезда на диаграмме Герцшпрунга–Рассела после превращения водорода в гелий перемещается по направлению:

1. вверх по главной последовательности, к голубым гигантам.

2. от главной последовательности к красным гигантам и сверхгигантам.

3. в сторону низких светимостей.

4. в сторону ранних спектральных классов.

5. звезда, в процессе эволюции однажды попавшая на главную последовательность, от нее не отходит.

Решите задачи.

1) *Параллакс звезды Денеб 0,005". Определите расстояние до звезды.*

2) *У двойной звезды период обращения 100 лет. Большая полуось орбиты 40 а.е. Определите сумму масс двойной звезды.*

3) *Во сколько раз Капелла больше Солнца?*

Общий вывод.

Контрольные вопросы.

1. 1. Какие объекты называются звездами в конечной стадии эволюции?

2. От чего зависит цвет звезды?

3. Сколько лет Солнце будет находиться на главной последовательности?

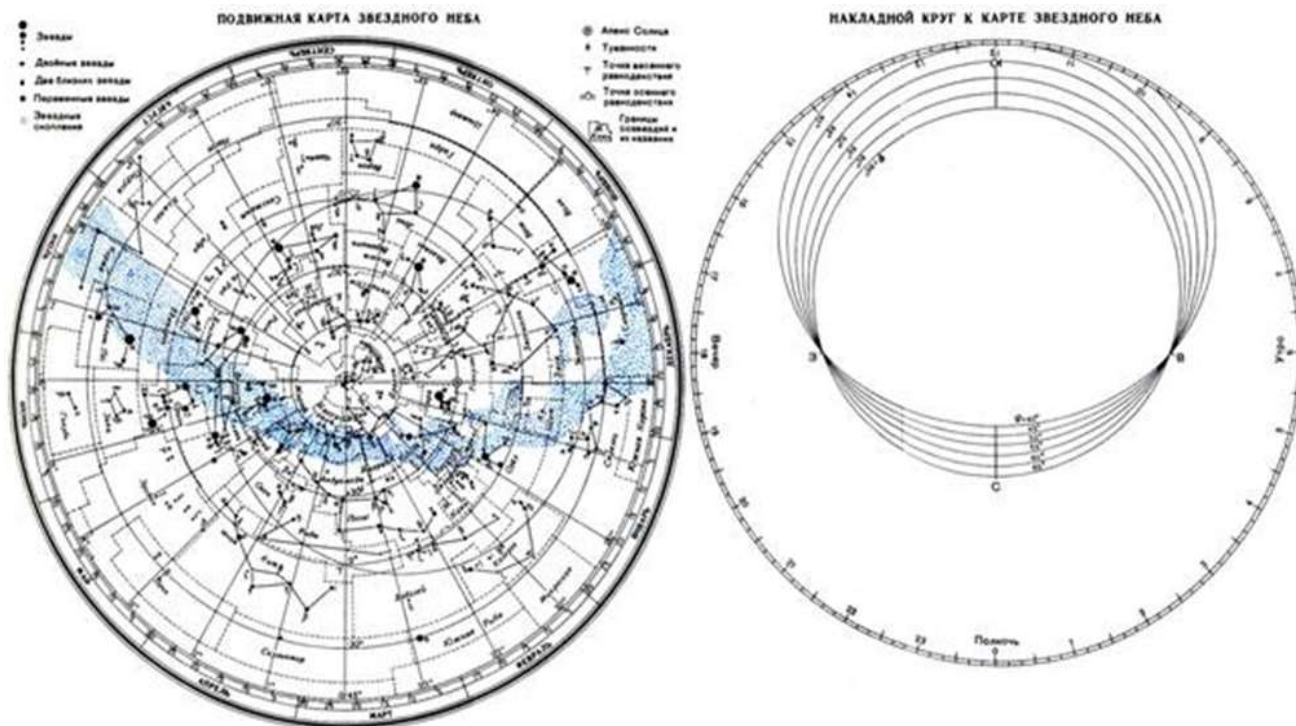
4. Какая звезда горячее: белый или красный карлик?

5. Плотность каких звезд больше: белых карликов или красных гигантов?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Подвижная карта звёздного неба

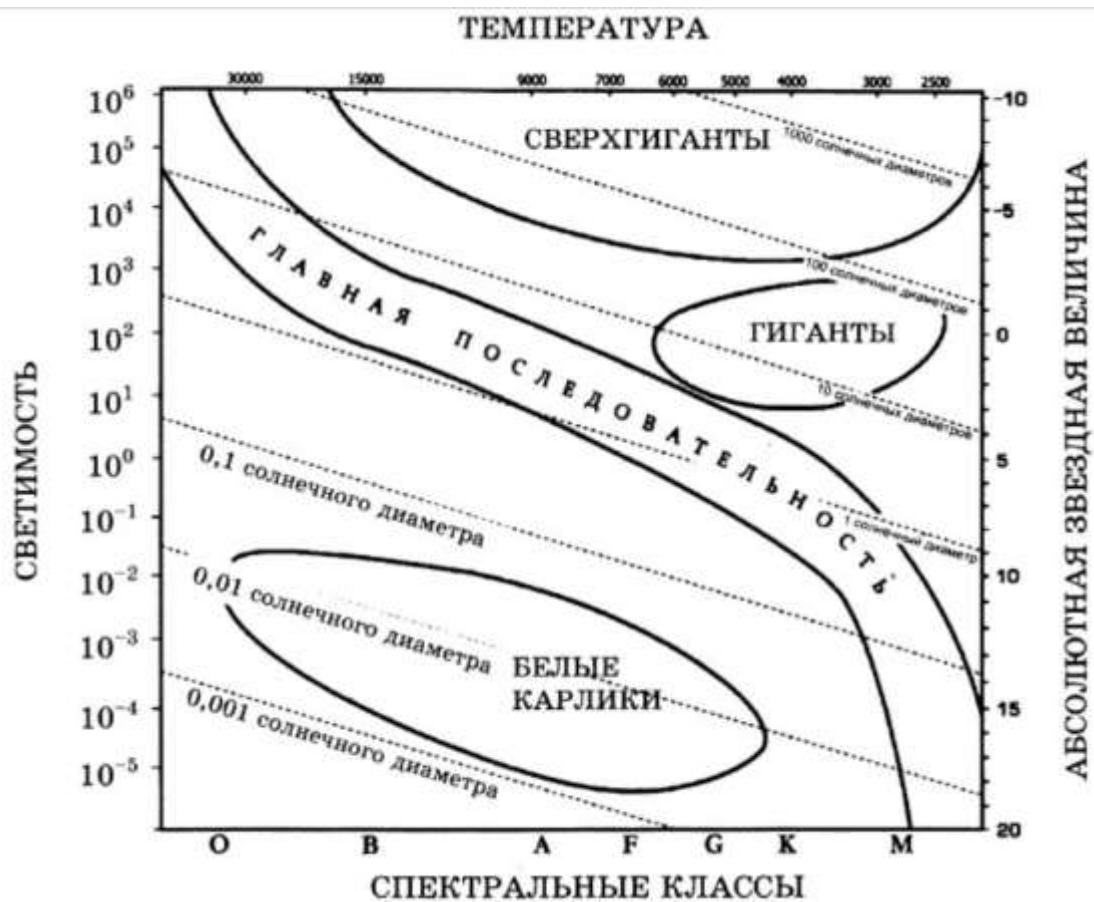


Приложение 2

Основные сведения о наиболее ярких звёздах, видимых в России.

Звезда	Звёздная величина, <i>m</i>	Прямое восхождение		Склонение		Спектральный класс, <i>R</i>	Темпе- ратура, 10^3 K	Расстояние, пк
		ч	мин	град	мин			
α Тельца	1,06	4	33,0	+16	25	K5	3,5	20,8
β Ориона	0,34	5	12,1	—8	15	B8	12,8	330,0
α Возничего	0,21	5	13,0	+45	57	G0	5,2	13,7
α Ориона	0,92	5	52,5	+7	24	M0	3,1	200,0
α Б. Пса	—1,58	6	42,9	—16	39	A0	16,8	2,7
α Близнецов	1,99	7	31,4	+32	00	A0	10,4	13,0
α М. Пса	0,48	7	36,7	+5	21	F5	6,9	3,5
β Близнецов	1,21	7	42,3	+28	09	K0	4,6	10,7
α Льва	1,34	10	05,7	+12	13	B8	13,2	25,6
α Девы	1,21	13	22,6	—10	54	B2	16,8	47,7
α Волосаса	0,24	14	13,4	+19	27	K0	4,1	11,1
α Скорпиона	1,22	16	26,3	—26	19	M0	3,1	52,5
α Лиры	0,14	18	35,2	+38	41	A0	10,6	8,1
α Орла	0,89	19	48,3	+8	44	A5	8,4	5,0
α Лебедя	1,33	20	39,7	+45	06	A2	9,8	290,0

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела



Сравнительная характеристика планет Солнечной системы

Название планеты	Расстояние от Солнца, а. е.	Сидерический период, годы	Орбитальная скорость, км/с	Средний радиус в радиусах Земли	Период вращения	Средняя плотность, г/см ³	Ускорение свободного падения, м/с ²	Масса, в массах Земли	Число спутников	Кольцевая система
Меркурий	0,39	0,24	47,9	0,38	58,7д	5,5	3,7	0,06	—	нет
Венера	0,72	0,61	35,0	0,95	243,1д	5,2	8,9	0,82	—	нет
Земля	1,00	1,00	29,8	1,00	23 ^ч 56 ^м 4с ^с	5,5	9,8	1,0	1	нет
Марс	1,52	1,88	24,1	0,53	24 ^ч 37 ^м 22 ^с	3,9	3,7	0,11	2	нет
Юпитер	5,20	11,86	13,1	11,2	9 ^ч 50 ^м	1,3	25,8	318	не < 63	есть
Сатурн	9,54	29,46	9,6	9,5	10 ^ч 14 ^м	0,7	11,3	95,2	не < 47	есть
Уран	19,19	84,02	6,8	3,9	10 ^ч 49 ^м	1,4	9,0	14,6	не < 27	есть
Нептун	30,07	164,8	5,4	3,9	15 ^ч 48 ^м	1,6	11,6	17,2	не < 13	есть
Плутон	39,52	247,7	4,7	0,2	6,4 д	2,0	0,6?	0,002	не < 1	нет

Литература

Основная литература:

1. Засов, А. В. Астрономия: 10-11 класс : учебник / А. В. Засов, В. Г. Сурдин. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2020. – 299 с. : ил.

Дополнительная литература:

1. Астрономия [Текст] : учебник / Е. В. Алексеева [и др.]. – М. : Академия, 2021. – 256 с. – (Общеобразовательные дисциплины. Профессиональное образование).

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.dic.academic.ru> (Академик. Словари и энциклопедия)
2. <http://www.window.edu.ru>(Единое окно доступа к образовательным ресурсам)
3. <http://www.ru/book> (Электронная библиотечная система)
4. <http://www.astro.websib.ru/>
5. <http://www.myastronomy.ru>
6. <https://sites.google.com/site/astronomlevitan/plakaty>
7. <http://earth-and-universe.narod.ru/index.html>
8. <http://catalog.prosv.ru/item/28633>