



**ОДОБРЕНО:**

Предметной комиссией  
Математических и естественнонаучных  
дисциплин  
Председатель  Е.С.Корытникова  
Протокол № 6 от 17.02.2021 г.

Методической комиссией

Протокол № 3 от 24 февраля 2021 г.

**Составитель:**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» МпК Т.А. Вандышева

Методические указания по выполнению практических работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Астрономия».

Содержание практических работ ориентировано на формирование универсальных учебных действий, подготовку обучающихся к освоению программы подготовки специалистов среднего звена.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	6
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	7
Практическое занятие 1	7
Практическое занятие 2	9
Практическое занятие 3	13
Практическое занятие 4	15
Практическое занятие 5	16
Практическое занятие 6	18
Практическое занятие 7	19
Практическое занятие 8	22

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочей программой учебной дисциплины «Астрономия» предусмотрено проведение практических занятий.

Состав и содержание практических занятий по общеобразовательной подготовке направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование учебных практических умений (умений решать задачи по астрономии), необходимых в последующей учебной деятельности по естественнонаучным дисциплинам.

В рамках практического занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических работ.

Содержание практических работ ориентировано на формирование универсальных учебных действий:

### *Личностных:*

- **ЛР5** Сформированность основ саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества; готовность и способность к самостоятельной, творческой и ответственной деятельности.
- **ЛР9** 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;
- **ЛР14** Сформированность экологического мышления, понимания влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;

### *Метапредметных:*

- **МР4** 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;
- **МР5** Умение использовать средства информационных и коммуникативных технологий (ИКТ) в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

В результате их выполнения должны быть сформированы предметные результаты:

- **ПР1** Сформированность представлений о строении Солнечной системы, эволюции звезд и Вселенной, пространственно-временных масштабах Вселенной;
- **ПР2** Понимание сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;;
- **ПР3** Владение основополагающими астрономическими понятиями, теориями, законами и закономерностями, уверенное пользование астрономической терминологией и символикой.
- **ПР4** Сформированность представлений о значении астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии;
- **ПР5** Осознание роли ответственной науки в освоении и использовании космического пространства и развитие международного сотрудничества в этой области.

Выполнение практических работ по учебной дисциплине «Астрономия» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для выполнения практических работ.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Содержание обучения	Темы практических занятий	Кол-во часов	Планируемые результаты освоения
<b>Раздел 1 Предмет астрономии, основы практической астрономии</b>			
Тема 1.2 Небесная сфера, особые точки небесной сферы	Практическая работа № 1 Принципы определения географической широты и долготы по астрономическим наблюдениям	2	ЛР9, МР5, ПР1
<b>Раздел 2 Законы движения небесных тел</b>			
Тема 2.1 Структура и масштабы Солнечной системы	Практическая работа № 2 Решение задач на законы Кеплера	2	ЛР5, МР4 ПР4, ПР5
Тема 2.2 Методы определения расстояний до тел Солнечной системы	Практическая работа № 3 Определение расстояний до небесных тел и их размеров	2	ЛР9, МР5, ПР1, ПР4
<b>Раздел 3 Солнечная система, методы астрономических исследований</b>			
Тема 3.1 Происхождение Солнечной системы. Система Земля–Луна.	Практическая работа № 4 Работа с подвижной картой звездного неба. Практическая работа № 5 Работа с планом Солнечной системы.	2 2	ЛР4, МР4, МР5, ПР1, ПР2, ПР4
Тема 3.3 Электромагнитное излучение, космические лучи	Практическая работа № 6 Спектральный анализ. Эффект Доплера.	2	ЛР9, МР4, МР5, ПР1, ПР4, ПР5
<b>Раздел 4 Звезды</b>			
Тема 4.1 Звезды. Физико-химические характеристики и их взаимная связь.	Практические работы № 7 Решение задач по теме «Определение расстояний до звезд, параллакс»	2	ЛР4, МР4, МР5, ПР1, ПР2, ПР4.
<b>Раздел 5. Галактики. Строение и эволюция Вселенной</b>			
Тема 5.2. Сверхмассивные черные дыры и активность галактик.	Практическая работа №8 Закон Хаббла. Реликтовое излучение.	3	ЛР5, МР5 ПР3 ЛР9, МР5, ПР1
<b>ИТОГО</b>		<b>17</b>	

### 3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

#### Тема 1.1 Небесная сфера, особые точки небесной сферы, небесные координаты.

#### Практическая работа № 1

#### Принципы определения географической широты и долготы по астрономическим наблюдениям.

**Цель:** закрепить знания по теме, научить решать задачи на определения географической широты, склонения звезд, высоты кульминаций.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- определять высоту и кульминацию светила;
- определять суточные пути звезд относительно небесного экватора
- определять по виду звёздного неба и его вращению наблюдателя находящегося на Северном полюсе Земли;
- Определять каком пункте земного шара не видно ни одной звезды Северного небесного полушария;

**Материальное обеспечение:** карточки с задачами

**Краткие теоретические сведения:**

Высота полюса мира над горизонтом

Рассмотрим, какова высота полюса мира над горизонтом, по рисунку 2.5, где часть небесной сферы и земной шар изображены в проекции на плоскость небесного меридиана. Пусть  $OP$  — ось мира, параллельная оси Земли;  $OQ$  — проекция части небесного экватора, параллельного экватору Земли;  $OZ$  — отвесная линия. Тогда высота полюса мира над горизонтом  $h_P = \angle PON$ , а географическая широта  $j = \angle Q1O1O$ . Очевидно, что эти углы ( $PON$  и  $Q1O1O$ ) равны между собой, поскольку их стороны взаимно перпендикулярны ( $OO1 \perp ON$ , а  $OQ \perp OP$ ). Отсюда следует, что высота полюса мира над горизонтом равна географической широте места наблюдения:  $h_P = j$ . Таким образом, географическую широту пункта наблюдения можно определить, если измерить высоту полюса мира над горизонтом

В зависимости от места наблюдателя на Земле меняется вид звёздного неба и характер суточного движения звёзд.



Рис. 2.5. Высота полюса мира над горизонтом

Проще всего разобраться в том, что и как происходит, на полюсах Земли. Полюс — такое место на земном шаре, где ось мира совпадает с отвесной линией, а небесный экватор — с горизонтом (рис. 2.6). Для наблюдателя, находящегося на Северном полюсе, Полярная звезда видна близ зенита. Здесь над горизонтом находятся только звёзды Северного полушария небесной сферы (с положительным склонением). На Южном полюсе, наоборот, видны только звёзды с отрицательным склонением. В обоих случаях, двигаясь вследствие вращения Земли параллельно небесному экватору, звёзды остаются на неизменной высоте над горизонтом, не восходят и не заходят.

Отправимся с Северного полюса в привычные средние широты. Высота Полярной звезды над горизонтом будет постепенно уменьшаться, одновременно угол между плоскостями горизонта и небесного экватора будет увеличиваться. Как видно из рисунка 2.7, в средних широтах (в отличие от Северного полюса) лишь часть звёзд Северного полушария неба никогда не заходит. Все остальные звёзды как Северного, так и Южного полушария восходят и заходят.

### Высота светила в кульминации

При своём суточном движении светила дважды пересекают небесный меридиан — над точками юга и севера. Момент пересечения небесного меридиана называется кульминацией светила. В момент верхней кульминации над точкой юга светило достигает наибольшей высоты над горизонтом. На рисунке 2.8 показано положение светила в момент верхней кульминации. Как известно, высота полюса мира над горизонтом (угол PON):

$hP = j$ . Тогда угол между горизонтом (NS) и небесным экватором (QQ1) будет равен  $180^\circ - j - 90^\circ = 90^\circ - j$ . Угол MOS, который выражает высоту светила M

в кульминации, представляет собой сумму двух углов: Q1OS и MOQ1. Величину первого из них мы только что определили, а второй является не чем иным, как склонением светила M, равным d.

Таким образом, мы получаем следующую формулу, связывающую высоту светила в кульминации с его склонением и географической широтой места наблюдения:

$$h = 90^\circ - j + d.$$

Зная склонение светила и определив из наблюдений его высоту в кульминации, можно узнать географическую широту места наблюдения.

Продолжим наше воображаемое путешествие и отправимся из средних широт к экватору, географическая широта которого  $0^\circ$ . Как следует из только что выведенной формулы, здесь ось мира располагается в плоскости горизонта, а небесный экватор проходит через зенит. На экваторе в течение суток все светила побывают над горизонтом (рис. 2.9).





Рис. 2.9. Суточное движение светил на экваторе

**Ход работы:**

Ответить на вопросы:

1. В каких точках небесный экватор пересекается с линией горизонта? 2. Как располагается ось мира относительно оси вращения Земли; относительно плоскости небесного меридиана?
3. Какой круг небесной сферы все светила пересекают дважды в сутки? 4. Как располагаются суточные пути звёзд относительно небесного экватора? 5. Как по виду звёздного неба и его вращению установить, что наблюдатель находится на Северном полюсе Земли? 6. В каком пункте земного шара не видно ни одной звезды Северного небесного полушария?

Решить задачи:

1. Географическая широта Киева  $50^\circ$ . На какой высоте в этом городе происходит верхняя кульминация звезды Антарес, склонение которой равно  $-26^\circ$ ? Сделайте соответствующий чертёж.
2. Высота звезды Альтаир в верхней кульминации составляла  $12^\circ$ , склонение этой звезды равно  $+9^\circ$ . Какова географическая широта места наблюдения? Сделайте необходимый чертёж.
3. Определите склонение звезды, верхняя кульминация которой наблюдалась в Москве (географическая широта  $56^\circ$ ) на высоте  $47^\circ$  над точкой юга.
4. Каково склонение звёзд, которые в вашем городе кульминируют в зените; в точке юга? 5. Какому условию должно удовлетворять склонение звезды, чтобы она была незаходящей для места с географической широтой  $j$ ; невосходящей?
6. Докажите, что высота светила в нижней кульминации выражается формулой  $h = j + d - 90^\circ$ .

**Форма представления результата:** выполненные задания в тетради для практических работ.

**Критерии оценки:** -оценка «отлично» выставляется студенту, если выполняется 6 заданий, с приложенным решением к практическим заданиям. -оценка «хорошо» выставляется студенту, если выполняется 5 заданий, с приложенным решением к практическим заданиям. -оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если выполняется 4 задания с приложенным решением к практическим заданиям.

**Тема 2.2 Методы определения расстояний до тел Солнечной системы.**

**Практическая работа № 2 Решение задач на законы Кеплера.**

**Цель:** закрепить знания по теме, научить решать задачи на определение условий видимости тех или иных планет, их синодических и сидерических периодов, масс системы материальных тел по третьему закону Кеплера, размеров небесных тел и расстояний до них.

**Выполнив работу, Вы будете:**

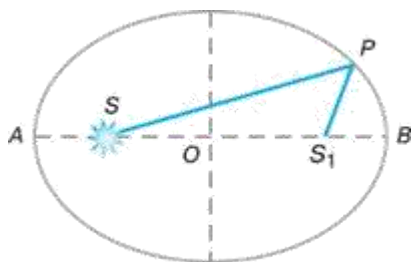
**уметь:**

- решать задачи на определение условий видимости тех или иных планет, их синодических и сидерических периодов;
- решать задачи по законам Кеплера
- определять массу планет.

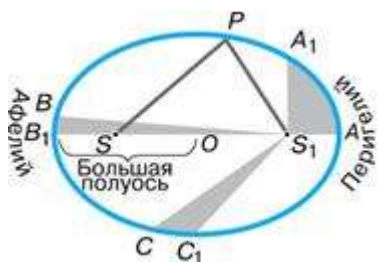
**Материальное обеспечение:** карточки с задачами

**Краткие теоретические сведения:**

**Первый закон Кеплера:** каждая планета обращается вокруг Солнца по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.



**Второй закон Кеплера:** радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает равные площади.



**Третий закон Кеплера**

Квадраты звёздных периодов обращения планет относятся между собой как кубы больших полуосей их орбит.

Формула, выражающая третий закон Кеплера, такова:

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

где  $T_1$  и  $T_2$  — периоды обращения двух планет;  $a_1$  и  $a_2$  — большие полуоси их орбит.

**Ход работы:**

Ответить на вопросы:

1. Какие планеты называются нижними?
2. Какие планеты относятся к нижним, а какие – к верхним?
3. Можно ли наблюдать противостояние Меркурия? Ответ обосновать.
4. Что такое сидерический период обращения?
5. Могут ли совпадать синодический и сидерический периоды какого-либо небесного тела в Солнечной системе? Ответ обосновать.

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

6. Какова форма орбиты небесного тела, если эксцентриситет орбиты  $e = 0$ .

7. Сформулируйте законы Кеплера. Дополните ответ рисунками.

8. Как называется ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты?

9. Дайте определение горизонтального экваториального параллакса светила?

Если точность определений составляет 0,01, можно ли было бы определить линейный размер Меркурия по формуле  $R = D \cdot \sin \rho$ , если бы расстояние до него было 100 а. е.? Ответ обосновать.

Для успешного решения задач необходимо придерживаться следующей последовательности действий:

- 1) внимательно прочитайте условие задачи;
- 2) определить, к какому разделу данной темы относится задача;
- 3) выписать все необходимые для решения задачи формулы;
- 4) при необходимости выполнить дополнительные построения.

Примеры решения расчетных задач

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

Решение:

Очевидно, нужно найти синодический период этой (верхней) планеты.

Для этого воспользуемся формулой:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{T}$$

, где  $T_3$  – сидерический период Земли,  $T$  – сидерический период Марса.

$$S = \frac{T_3 T}{T - T_3} = \frac{1,9}{1} \approx 2,1 \text{ года}$$

Ответ:  $S = 2,1$  года.

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

Задача 2. Вычислите массу Юпитера, зная, что один из его спутников (Ио) обращается вокруг планеты с периодом 1,77 сут. на расстоянии 422 000 км. (Сравните движение Ио вокруг Юпитера с движением Луны вокруг Земли. Период обращения Луны вокруг Земли 27,32 сут., среднее расстояние от Земли составляет 384 000 км).

Решение:

Для решения задачи необходимо воспользоваться третьим уточненным законом Кеплера:

Принимая за первую пару Юпитер с Ио ( $M_1$  – масса Юпитера,  $m_1$  – масса Ио,  $a_1$  – большая полуось орбиты Ио), а за вторую – Землю с Луной ( $M_2$  – масса Земли,  $m_2$  – масса Луны,  $a_2$  – большая полуось орбиты Луны), а также пренебрегая массой спутников по сравнению с массой планет, получим:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_1^3 T_2^2}{a_2^3 T_1^2} = \frac{422000^3 \cdot 27,32^2}{384000^3 \cdot 1,77^2} \approx 317$$

. Ответ:  $M_1 \approx 317 M_2$

Задача 3. Во сколько раз линейный радиус Солнца превышает радиус Земли, если угловой радиус Солнца равен 16'?

Решение:

$$R_{\odot} = \frac{\rho_{\odot}}{p_{\odot}} R_{\oplus}$$

$$R_{\odot} = \frac{16 \cdot 60''}{8,8''} R_{\oplus} \approx 109 R_{\oplus}$$

$$R_{\odot} \quad \rho_{\odot}$$

– радиус Солнца, – видимый угловой радиус Солнца,  $p_{\odot}$  – параллакс Солнца, – радиус Земли.

Ответ: 109 R

Задача 4. Флаг корабля привязан к мачте на высоте 30 метров над уровнем моря. На каком расстоянии  $l$  он будет виден на горизонте? Решение:

Выполним рисунок (рис. 2).

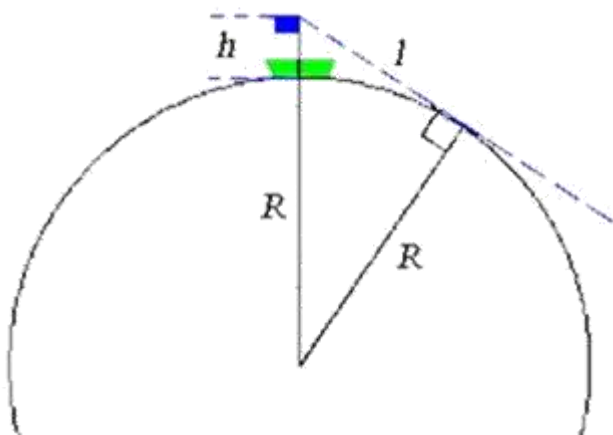


Рис. 2

Здесь  $h$  – высота флага над уровнем моря,  $R$  – радиус Земли. Ясно, что  $(R + h)^2 = R^2 + l^2$ .

Тогда

$$l = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} = \sqrt{(6378+0,03)^2 - 6378^2} = 19,56 \text{ км}$$

если принять за  $R$ , например, средний экваториальный радиус Земли.

Ответ:  $l \approx 19,56$  км.

Задачи.

1. Наилучшая вечерняя видимость Венеры (наибольшее ее удаление к востоку от Солнца) была 5 февраля. Когда в следующий раз наступила видимость Венеры в тех же условиях?
2. Зная, что Сатурн совершает один оборот за 29,7 лет, найдите промежуток времени между его противостояниями.
3. Синодический период обращения одного из астероидов составляет 3 года. Каков звездный период его обращения около Солнца?

4. Найдите среднее суточное движение Меркурия по орбите (величину дуги орбиты, которую он проходит за земные сутки), если синодический период его обращения вокруг Солнца равняется 115,88 суткам.
5. Определите массу Урана в единицах массы Земли, сравнивая движение Луны вокруг Земли с движением спутника Урана – Титанией, обращающегося вокруг него с периодом 8,7 сут. на расстоянии 438 000 км. Период обращения Луны вокруг Земли 27,32 сут., среднее расстояние ее от Земли составляет 384 000 км.
6. Вычислите массу двойной звезды  $\alpha$  Центавра, у которой период обращения компонентов вокруг общего центра масс  $T = 79$  лет, а расстояние между ними 23,5 астрономических единицы (а. е.).
7. Чему равен горизонтальный параллакс Юпитера, когда он находится от Земли на расстоянии 6 а. е.? Горизонтальный параллакс Солнца  $p_0 = 8,8''$ .
8. Наименьшее расстояние Венеры от Земли равно 40 млн. км. В этот момент ее угловой диаметр равен  $32,4''$ . Определите линейный радиус этой планеты.
9. Определите дальность горизонта с маяка высотой 20 метров; с вершины пирамиды Хеопса (156 метров)?
10. Определите радиус Земли, если понижение горизонта с высоты 9 километров равняется 3;

Форма представления результата: выполненные задания в тетради для практических работ.

Критерии оценки: -оценка «отлично» выставляется студенту, если выполняется 6 заданий, с приложенным решением к практическим заданиям. -оценка «хорошо» выставляется студенту, если выполняется 5 заданий, с приложенным решением к практическим заданиям. -оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если выполняется 4 задания с приложенным решением к практическим заданиям.

### Тема 2.2 Методы определения расстояний до тел Солнечной системы.

#### Практическая работа № 3 Определение расстояний до небесных тел и их размеров.

**Цель:** научить вычислять расстояние до планет по горизонтальному параллаксу, а их размеры по угловым размерам и расстоянию.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

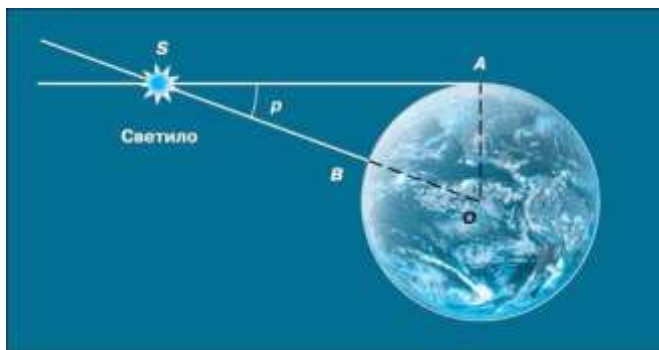
-вычислять расстояние до планет по горизонтальному параллаксу;

**Материальное обеспечение:** карточки с задачами

**Краткие теоретические сведения:**

Определение расстояний в Солнечной системе. Горизонтальный параллакс

Горизонтальным параллаксом ( $p$ ) называется угол, под которым со светила виден радиус Земли, перпендикулярный лучу зрения .



Из треугольника OAS можно выразить величину — расстояние OS = D:

$$D = \frac{R}{\sin p},$$

где R — радиус Земли. По этой формуле можно вычислить расстояние в радиусах Земли, а зная его величину, — выразить расстояние в километрах. Известно, что для малых углов  $\sin p \approx p$ , если угол p выражен в радианах. В одном радиане содержится 206 265". Тогда, заменяя  $\sin p$  на p и выражая этот угол в радианной мере, получаем формулу в виде, удобном для вычислений:

$$D = \frac{206\,265''}{p} R,$$

или (с достаточной точностью)

$$D = \frac{(2 \cdot 10^5)''}{p} R.$$

Определение размеров светил

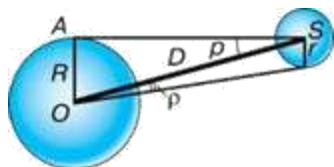


Рис. 3.12. Угловые размеры светила

Зная расстояние до светила, можно определить его линейные размеры, если измерить его угловой радиус r (рис. 3.12). Формула, связывающая эти величины, аналогична формуле для определения параллакса:

$$D = \frac{r}{\sin p}.$$

Учитывая, что угловые диаметры даже Солнца и Луны составляют примерно 30', а все планеты видны невооружённым глазом как точки, можно воспользоваться соотношением:  $\sin r \approx r$ . Тогда:

$$D = \frac{R}{p} \text{ и } D = \frac{r}{p}.$$

Следовательно,

$$r = \frac{p}{R} R.$$

### Ход работы:

Решить задачи:

1. На каком расстоянии от Земли находится Сатурн, когда его горизонтальный параллакс равен 0,9"?
2. Чему равен линейный диаметр Луны, если она видна с расстояния 400 000 км под углом примерно 30'?

3. Чему равен горизонтальный параллакс Юпитера, наблюдаемого с Земли в противостоянии, если Юпитер в 5 раз дальше от Солнца, чем Земля?
4. Расстояние Луны от Земли в ближайшей к Земле точке орбиты (перигее) 363 000 км, а в наиболее удалённой (апогее) — 405 000 км. Определите горизонтальный параллакс Луны в этих положениях.
5. Во сколько раз Солнце больше, чем Луна, если их угловые диаметры одинаковы, а горизонтальные параллаксы равны 8,8" и 57' соответственно?
6. Чему равен угловой диаметр Солнца, видимого с Нептуна?

**Форма представления результата:** выполненные задания в тетради для практических работ.

**Критерии оценки:** -оценка «отлично» выставляется студенту, если выполняется 6 заданий, с приложенным решением к практическим заданиям. -оценка «хорошо» выставляется студенту, если выполняется 5 заданий, с приложенным решением к практическим заданиям.

-оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если выполняется 4 задания с приложенным решением к практическим заданиям.

### Тема 3.1 Происхождение Солнечной системы. Система Земля–Луна. Планеты земной группы.

#### Практическая работа №4 Работа с подвижной картой звездного неба.

**Цель:** систематизировать и углубить знания по теме, отработать моменты восхода и захода, верхней и нижней кульминаций светил по подвижной карте звездного неба

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- работать с картой звездного неба;
- определять горизонтальные координаты;
- определять моменты захода и восхода солнца;
- определять объекты по заданным координатам.

**Оборудование:** подвижная карта звездного неба

Ход работы:

1. Определить экваториальные координаты:

Звезда	Склонение	Прямое восхождение
Алголь(β Персея)		
Кастор(α Близнецов)		
Альдебаран(α Тельца)		
Мицар(ξ Б.Медведицы)		
Альтаир(α Орла)		

2. Определить горизонтальные координаты на 21.00 в день выполнения практической работы:

Звезда	Азимут	Высота
Поллукс (β Близнецов)		
Антарес(α Скорпиона)		
Полярная(α М.Медведицы)		

Арктур( $\alpha$ Волопаса)		
Процион( $\alpha$ М.Пса)		

3. Определить моменты восхода и захода, верхней и нижней кульминаций в день выполнения практической работы:

Звезда	Восход	Заход	В.кульминация	Н.кульминация
Беллятрикс( $\gamma$ Ориона)				
Регул( $\alpha$ Льва)				
Бетельгейзе( $\alpha$ Ориона)				
Ригель( $\beta$ Ориона)				
Вега( $\alpha$ Лиры)				

4. Определить объекты по заданным координатам

Координаты	Объект	Высо та кульминации верхней
20ч 41 мин., + 45		
5 ч 17 мин., +46		
6 ч 45 мин., - 17		
13 ч 25 мин., - 11		
22 ч 58 мин., - 30		

5. Какие созвездия восходят в 22.35 в день проведения практической работы? Заходят? Кульминируют?

**Форма предоставления результата:**

Выполненные задания в тетради для практических работ.

### Тема 3.1 Происхождение Солнечной системы. Система Земля–Луна.

#### Планеты земной группы.

#### Практическая работа №5 Работа с планом Солнечной системы.

**Цель работы:** изучить характеристики планет Солнечной системы, их сходства и особенности.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

-определять планеты и земной группы;

-определять сходства и различия между планетами Земной группы и планетами гигантами;

**Краткие теоретические сведения:**

В центре Солнечной системы находится Солнце, вокруг которого по своим орбитам движутся восемь планет: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. До 2006 г к этой группе планет относится и Плутон, он считался 9-й планетой от Солнца,



однако, из-за его значительной удаленности от Солнца и небольших размеров, он был исключен из этого списка и назван планетой-карликом. Вернее, это одна из нескольких планет-карликов в поясе Койпера. Все указанные выше планеты принято делить на две большие группы: земная группа и газовые гиганты. В земную группу относят такие планеты, как: Меркурий, Венера, Земля, Марс. Они отличаются небольшими размерами и каменной поверхностью, а кроме того, расположены ближе остальных к Солнцу. К газовым гигантам относят: Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун. Для них характерны большие размеры и наличие колец, представляющих собой ледяную пыль и скалистые куски. Состоят эти планеты в основном из газа.

**Ход работы:**

1. Пользуясь справочными данными учебника, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет земной группы

Физические характеристики планет	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Масса (в массах Земли)				
Диаметр (в диаметрах Земли)				
Плотность, кг/м <sup>3</sup>				
Период вращения				
Атмосфера: температура, °С; химический				

3. Заполнив таблицу, сделайте выводы и укажите сходства и различия между планетами-гигантами.

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		

5. Закончите предложения:

Особенности вращения планет-гигантов вокруг оси является то, что они.....

Наличие у Юпитера и Сатурна плотных и протяженных атмосфер объясняется тем, что.....

Спутник Сатурна.....обладает мощной атмосферой, состоящей в основном из азота.

Планеты –гиганты имеют малую среднюю плотность по причине того, что.....

Существование колец обнаружено у планет - гигантов..

Юпитер излучает значительно больше тепловой энергии, чем получает ее от Солнца.

Причиной этого можно считать.....

6. Ответьте на вопросы:

1. Какие планеты входят в состав Солнечной системы?

2. Перечислите планеты в порядке удаления их от Солнца

3. У какой планеты самый большой перепад дневной и ночной температур поверхности ?

4. Чем обусловлена высокая температура на поверхности Венеры?

5. Как называется планета земной группы, средняя температура поверхности которой ниже 00С

6. У какой планеты большая часть поверхности покрыта водой ?

7. У какой планеты в состав облаков входят капельки серной кислоты?

8. Планеты, температура которых бывает выше +4000С ?

9. Планета ,практически не имеющая атмосферы?

**Форма предоставления результата:** выполненные задания в тетради для практических работ.

**Критерии оценки:** оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно заполнены все таблицы

-оценка «хорошо» выставляется студенту, если есть 1-2 ошибки при заполнении таблиц

-оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если есть 3-4 ошибки при заполнении таблиц

### Тема 3.3 Электромагнитное излучение, космические лучи и ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ как источник информации о природе и свойствах небесных тел.

**Практическая работа №6** Спектральный анализ, эффект Доплера.

**Цель работы:** систематизировать и углубить знания по теме.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- определять свойства небесных тел;
- спектральный анализ небесных тел;

**Материальное обеспечение:** карточки с заданиями

**Ход работы:**

**Закончите предложения:**

1. Спектр излучения \_\_\_\_\_
2. Спектр поглощения \_\_\_\_\_
3. Спектральный анализ \_\_\_\_\_
4. Спектрограмма \_\_\_\_\_
5. Непрерывный (сплошной) спектр излучают \_\_\_\_\_
6. Линейчатый спектр образуется при \_\_\_\_\_
7. Спектральными линиями называют \_\_\_\_\_

**Выбрать правильные утверждения:**

- 1) по спектру можно определить температуру звезды;
- 2) по спектру можно определить химический состав звезды
- 3) по спектру можно определить характер рельефа поверхности планеты
- 4) по спектру можно определить звездную величину и светимость звезды

**Вставьте пропущенные слова и продолжите предложения:**

1. Закон смещения Вина записывается в виде формулы-----, где буквами обозначены-----.
2. Закон Вина можно применять не только для оптического диапазона электромагнитного излучения, но и для-----.
3. При движении источника излучения относительно----- возникает эффект Доплера. Сущность эффекта состоит в следующем-----.

**Решить задачи:**

1. Линия водорода с длиной волны 434 нм на спектрограмме звезды оказалась 433,12 нм. К нам или от нас движется звезда и с какой скоростью?
2. В спектре звезды линия, соответствующая длине волны 530 нм, смещена к фиолетовому концу спектра на 53 пм. Определить лучевую скорость звезды.

**Форма предоставления результата:** выполненные задания в тетради для практических работ.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно выполнены все задания
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если есть 1-2 ошибки при выполнении заданий;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если есть 3-4 ошибки при выполнении заданий

**Тема 4.3 Строение Солнца, солнечной атмосферы. Проявление солнечной активности: пятна, вспышки, протуберанцы.**

**Практическая работа №7 Определение расстояния до звезд, параллакс.**

**Цель:** научиться определять основные характеристики звезд (массу, светимость, температуру, расстояние до звезды)

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

- определять расстояния до звезд;
- определять основные характеристики звезд (массу, светимость, температуру, расстояние до звезды)

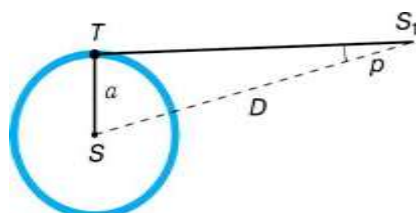
**Материальное обеспечение:** карточки с заданиями

### Теоретический материал.

Годичный параллакс и расстояния до звёзд



Параллактическое смещение звезды



Годичный параллакс звезды

Годичным параллаксом звезды  $p$  называют угол, под которым со звезды можно было бы видеть большую полуось земной орбиты (равную 1 а. е.), перпендикулярную направлению на звезду (рис.).

Расстояние до звезды

$$D = \frac{a}{\sin p},$$

где  $a$  — большая полуось земной орбиты. Заменяв синус малого угла величиной самого угла, выраженной в радианной мере, и приняв  $a = 1$  а. е., получим следующую формулу для вычисления расстояния до звезды в астрономических единицах:

$$D = \frac{206\,265''}{p}.$$

Расстояние до ближайшей звезды, параллакс которой  $p = 0,75''$ , составляет  $D = 270\,000$  а. е. Единицами для измерения столь значительных расстояний являются парсек и световой год.

Парсек — это такое расстояние, на котором параллакс звёзд равен  $1''$ . Отсюда и название этой единицы: пар — от слова «параллакс», сек — от слова «секунда». Расстояние в парсеках равно обратной величине годового параллакса. Например, поскольку параллакс  $\alpha$  Центавра равен  $0,75''$ , расстояние до неё равно  $1,3$  парсека.

Световой год — это такое расстояние, которое свет, распространяясь со скоростью  $300$  тыс. км/с, проходит за год. От ближайшей звезды свет идёт до Земли свыше четырёх лет, тогда как от Солнца около восьми минут, а от Луны немногим более одной секунды.

$$1 \text{ пк (парсек)} = 3,26 \text{ светового года} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3 \cdot 10^{13} \text{ км.}$$

К настоящему времени с помощью специального спутника «Гиппаркос» измерены годовые параллаксы более 118 тыс. звёзд с точностью 0,001".

Таким образом, теперь измерением годового параллакса можно надёжно определить расстояния до звёзд, удалённых от нас на 1000 пк, или 3000 св. лет. Расстояния до более далёких звёзд определяются другими методами.

Ход работы:

1. Запишите соотношения:

А) 1 пк = св.лет

Б) 1 пк = а.е.

В) 1 пк = км

2. Запишите формулы, по которым можно определить расстояния до звезд (в астрономических единицах и парсеках), если известен их параллакс. Решить задачи :

1. Параллакс Веги 0,11". Сколько времени идёт свет от неё до Земли?

2. Сколько лет надо было бы лететь по направлению к созвездию Лиры со скоростью 30 км/с, чтобы Вега стала вдвое ближе?

3. Параллакс Толимана ( $\alpha$  Центавра) 0,754". Сколько времени идёт свет от неё до Земли?

4. Какое предельное расстояние до звезд можно определять методом параллакса, если современная астрономическая аппаратура позволяет измерять угол до 0,001"?

5. Для переменной звезды в максимуме блеска максимум излучения приходился на длину волны 414 нм, а в минимуме блеска – на длину волны

527 нм. Как изменилась температура звезды?

6. Найти размеры звезды Альтаир ( $\alpha$  Орла), если ее светимость равна десяти светимостей Солнца, а температура фотосферы 8400 К.

Заполнить таблицу:

Спектральный класс	Характеристики спектральных классов			Типичные звезды
	цвет	температура	Особенности спектра	
O				
B				
A				
F				
G				
K				
M				
L				

**Форма предоставления результата:** выполненные задания в тетради для практических работ/

### Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно выполнены все задания

-оценка «хорошо» выставляется студенту, если есть 1-2 ошибки при выполнении заданий

-оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если есть 3-4 ошибки при выполнении заданий

## Тема 5.2. Сверхмассивные черные дыры и активность галактик.

### Представление о космологии.

#### Практическая работа №8 Закон Хаббла. Реликтовое излучение.

**Цель работы:** характеризовать спиральные, эллиптические и неправильные галактики; называть их отличительные особенности, размеры, массу, количество звезд; пояснять наличие сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик; определять понятия «квazar»,

«радиогалактика»; характеризовать взаимодействующие галактики; сравнивать понятия «скопления» и «сверхскопления галактик». сравнивать различные позиции относительно процесса расширения Вселенной; оценивать границы применимости закона Хаббла и степень точности получаемых с его помощью результатов

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### уметь:-

- определять виды галактик;
- называть отличительные особенности галактик, размеры, массу, количество звезд;
- пояснять наличие сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик;
- определять понятия «квazar»,

**Материальное обеспечение:** карточки с заданиями

#### Теоретический материал

Для большинства галактик определить расстояние по наблюдениям цефеид оказывается невозможным. В этих случаях пользуются другими методами, среди которых наиболее надёжным считается определение расстояния по закону «красного смещения», открытому в 1929 г. американским астрономом Эдвином Хабблом (1889—1953). Он обнаружил, что в спектрах всех галактик (за исключением туманности Андромеды и других ближайших галактик) линии смещены к красному концу (рис. 6.12). Это «красное смещение» означало, что они удаляются от нашей Галактики.

Сравнив расстояние до галактик со скоростями их удаления, учёный установил, что между этими величинами существует весьма простая зависимость (закон Хаббла):

$$v = H \cdot R,$$

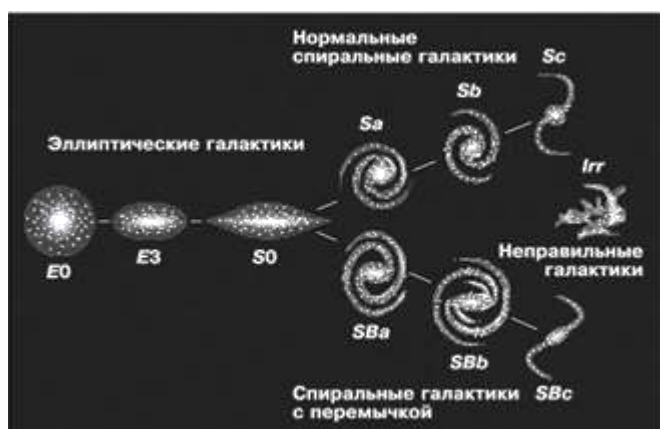
где  $v$  — скорость галактики,  $R$  — расстояние до неё, а  $H$  — коэффициент пропорциональности, называемый теперь постоянной Хаббла. По современным данным, величина  $H$  составляет 72 км/(с•Мпк).

Этот закон дал возможность определить расстояние до наиболее далёких объектов во Вселенной, когда непригодны все другие способы, применяемые в астрономии. Определив скорость галактики по смещению линий в её спектре, можно вычислить расстояние до неё по формуле:

$$R = \frac{v}{H}.$$

К настоящему времени измерены «красные смещения» и определены расстояния до нескольких тысяч галактик. От самых далёких из них свет идёт около 13 млрд лет.

По внешнему виду и структуре галактики весьма разнообразны, однако большинство из них хорошо укладывается в предложенную Хабблом ещё в 1923 г. простую и стройную классификацию (рис. 6.13). Все галактики были разбиты на три типа: эллиптические — E, спиральные — S и неправильные (иррегулярные) — I. Форма эллиптических галактик различна: от почти круглой до очень сильно сплюснутой. В спиральных галактиках выделены два подтипа: нормальные спирали, у которых спиральные рукава начинаются непосредственно из центральной области, и пересечённые спирали, у которых рукава выходят не из ядра, а связаны с перемычкой, проходящей через центр галактики



Ближайшими и самыми яркими оказались две галактики неправильного типа, которые получили названия Большое и Малое Магеллановы Облака (рис. 6.14). Они хорошо видны невооружённым глазом в южном полушарии неподалёку от Млечного Пути. Магеллановы Облака являются спутниками нашей Галактики, расстояние до Большого около 200 тыс. св. лет, до Малого

— 170 тыс. св. лет. Среди всех известных галактик доля неправильных сравнительно невелика — всего 5%. Значительную часть их массы (до половины) составляет газ.

Однако оказалось, что определить точную массу галактик практически невозможно. Согласно исследованиям, почти у каждой из галактик (в том числе и у нашей Галактики) обнаружено существование обширных корон из тёмного вещества, так называемой скрытой массы или тёмной материи. По расчётам, её масса в несколько раз превышает общую массу всех наблюдаемых объектов галактики. Выяснилось также, что между галактиками в их скоплениях находится газ, разогретый до температуры более 10 млн К. Его полная масса сравнима с суммарной массой всех галактик скопления. Такую массу очень горячего газа гравитационные силы галактик могут удерживать лишь в том случае, если в скоплении также существует тёмная материя.

Видимо, тёмная материя частично состоит из большого числа слабосветящихся звёзд и иных объектов, которые существуют на окраинах галактик. Другую её часть может составлять

множество элементарных частиц, подобно нейтрино слабо взаимодействующих с обычным веществом.

**Ход работы:**

**1.Выполнить задания:**

А) На рисунке 14 приведены изображения некоторых туманностей.

Определите, к какому виду они относятся, и охарактеризуйте их.



Крабовидная M27 Лисички Туманность туманность Конская голова

б). На рисунке приведены изображения различных космических объектов. Дайте название каждого из них и поясните, в какой иерархической зависимости они находятся.





В). На рисунке 16 представлено изображение Галактики. Почему изображения одного и того же объекта столь различны? Какую информацию вы можете получить из данных изображений?



атомарный водород



угарный газ



ИК-диапазон

гамма диапазон

## 2. Ответить на вопросы:

1. Можно ли наблюдать другие галактики на небе?
2. Какие методы астрономии позволяют определить расстояния до других галактик и идентифицировать их как другие звездные системы?
3. Сходны ли другие галактики с пространственной структурой нашей Галактики?
4. Чем отличаются другие звездные системы?
5. Какие новые объекты звездного неба обнаружены в других галактиках?



## 3. Заполнить таблицу.

Тип галактики	Процент от общего числа	Структура(графическое изображение)	Особенности состава
Эллиптические			
Спиральные			
Спиральные пересеченные			
Линзовидные			
Неправильные			

## 4. Решить задачи:

1. В галактике с «красным смещением» в спектре, соответствующем скорости удаления  $104 \text{ км/с}$ , вспыхнула сверхновая звезда, видимая звездная величина которой равна  $+18m$ . Какие параметры вы можете определить для галактики по данным сведениям?
2. Определите период обращения Солнца вокруг центра масс Галактики, зная, что орбитальная скорость Солнца  $230 \text{ км/с}$ , а его расстояние до центра масс Галактики составляет  $7200 \text{ пк}$ .

**Форма предоставления результата:** выполненные задания в тетради для практических работ

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно выполнены все задания
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если есть 1-2 ошибки при выполнении заданий
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если есть 3-4 ошибки при выполнении заданий