



**Г. И. Малахова  
Е. К. Страут**

# **ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО АСТРОНОМИИ**

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

*Рекомендовано  
Главным управлением школ  
Министерства просвещения СССР*

**ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,  
ПЕРЕРАБОТАННОЕ**

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1984

ББК 74.265.5  
М18

**Галина Ивановна Малахова**  
**Евгений Карлович Страут**

## **ДИДАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО АСТРОНОМИИ**

Редактор *Л. С. Мордовцева*  
Художественный редактор *В. М. Прокофьев*  
Технический редактор *И. В. Квасницкая*  
Корректоры *Н. В. Красильникова, Н. С. Соболева*

ИБ 7813

Сдано в набор 17.06.83. Подписано к печати 16.12.83. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. типограф. № 2. Гарнитура литерат. Печать высокая. Усл. печ. л. 6. Усл. кр.-отт. 6,375. Уч.-изд. л. 3,85. Тираж 345 000 экз. Заказ 627. Цена 10 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 129 846, Москва, ГСП-110, 3-й проезд Марьиной рощи, 41

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Росглавполиграфпрома Государственного комитета РСФСР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

**Малахова Г. И., Страут Е. К.**

М18 **Дидактический материал по астрономии: Пособие для учителя.**— 2-е изд., перераб.— М.: Просвещение, 1984.— 96 с., ил.

Пособие содержит проверочные и контрольные работы, составленные в соответствии с программой и учебником по астрономии.

М  $\frac{4306011200-219}{103(03)-84}$  инф. письмо — 84

ББК 74.265.5  
52

© Издательство «Просвещение», 1979 г.  
© Издательство «Просвещение», 1984 г., с изменениями.

# ПРЕДИСЛОВИЕ

## Методические рекомендации

В пособии предложено два типа работ — проверочные и контрольные. Они предназначены для проверки знаний учащихся по всем темам школьного курса астрономии.

Проверочные работы рассчитаны на 10—15 мин и содержат два вопроса, которые требуют знания материала одного-двух параграфов. Контрольные работы даются на весь урок и включают не менее одной задачи вычислительного характера и два-три вопроса, требующие развернутого ответа. Каждая контрольная работа охватывает материал определенной темы.

Кроме этих видов работ, по всем темам предлагаются работы повышенной трудности, а в тему «Строение Солнечной системы» включены два варианта контрольной работы с выбором ответа. По желанию учитель может составить подобные работы по всем изучаемым темам курса. В конце пособия даны две итоговые контрольные работы (одна повышенной трудности), вопросы которых охватывают материал всего курса астрономии (исключая «Введение»).

Большинство задач пособия снабжены ответами и пояснениями.

Выполняя самостоятельные работы, учащиеся должны пользоваться приложениями, данными в учебнике, и брать из таблиц нужные для решения задач величины.

Чтобы показать методику работы с предлагаемым в пособии материалом, приведем один из возможных вариантов поурочного планирования с использованием данных в книге проверочных и контрольных работ.

### I. Введение

- 1-й урок. Предмет астрономии. Астрономические наблюдения. Телескопы. § 1, 2.
- 2-й урок. Созвездия. Видимое суточное движение звезд. § 3. Проверочная работа 1
- 3-й урок. Звездные карты и небесные координаты. Эклиптика. § 4, 5 (1).
- 4-й урок. Проверочная работа 2. Высота светил в кульминации. Пояснение о способах счета времени и практическом применении астрономии. § 5.
- 5-й урок. Контрольная работа.

### II. Строение Солнечной системы

- 1(6)-й урок. Развитие представлений о Солнечной системе. § 6, 10.
- 2(7)-й урок. Законы Кеплера. § 7
- 3(8)-й урок. Конфигурации и синодические периоды обращения планет § 8.
- 4(9)-й урок. Проверочная работа 1 Закон всемирного тяготения и его следствия. § 9.

- 5(10)-й урок. Проверочная работа 2. Земля. § 11.  
6(11)-й урок. Определение расстояний и размеров тел в Солнечной системе. § 12.  
7(12)-й урок. Контрольная работа.

### III. Физическая природа тел Солнечной системы

- 1(13)-й урок. Методы изучения физической природы небесных тел. § 13.  
2(14)-й урок. Проверочная работа 1. Общие характеристики планет земной группы и Земли. § 14.  
3(15)-й урок. Физические условия на Луне и ее рельеф. § 15.  
4(16)-й урок. Проверочная работа 2. Планеты земной группы. § 16.  
5(17)-й урок. Проверочная работа 3. Планеты-гиганты. Спутники планет. § 17, 18(1).  
6(18)-й урок. Проверочная работа 4. Движение Луны и затмения. § 18.  
7(19)-й урок. Малые тела Солнечной системы. § 19, 20.  
8(20)-й урок. Контрольная работа.

### IV. Солнце и звезды

- 1(21)-й урок. Солнце — ближайшая звезда. § 21(1, 2).  
2(22)-й урок. Солнечная активность. § 21(3).  
3(23)-й урок. Проверочная работа 1. Определение расстояний до звезд. § 22.  
4(24)-й урок. Проверочная работа 2. Двойные и переменные звезды. § 23, 24.  
5(25)-й урок. Важнейшие закономерности звезд. § 25. Обобщающее повторение.  
6(26)-й урок. Проверочная работа 3. Решение задач.  
7(27)-й урок. Контрольная работа.

### V. Строение и эволюция Вселенной

- 1(28)-й урок. Наша Галактика. § 26.  
2(29)-й урок. Диффузная материя. Движение звезд. § 27, 28.  
3(30)-й урок. Проверочная работа 1. Звездные системы и Метагалактика. § 29(1, 2).  
4(31)-й урок. Проверочная работа 2. Обобщающее повторение.  
5(32)-й урок. Планетная и звездная космогония. § 30, 31.  
6(33)-й урок. Итоговая контрольная работа.  
7(34)-й урок. Обобщающая лекция «Современная картина мира». § 29(3), 32.

Использование предлагаемых работ не исключает применения и других форм и методов проверки знаний и умений учащихся, таких, как устный опрос, подготовка докладов и рефератов, выполнение определенных заданий с использованием подвижной карты звездного неба, школьного астрономического календаря, что позволит осуществить те общеобразовательные и воспитательные задачи, которые стоят перед курсом астрономии.

При подготовке второго издания внесены изменения, связанные с усовершенствованием программы курса астрономии. В соответствии с этим сделан акцент на межпредметные связи, на развитие умений применять полученные знания на практике. Задачи и задания, содержащиеся в проверочных работах, помогут учителю выявлять степень сформированности основных умений, требуемых программой, а контрольные работы — уровень знаний учащихся по основным вопросам курса астрономии.

## **I. ВВЕДЕНИЕ**

### **ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1 АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ. ТЕЛЕСКОПЫ. СОЗВЕЗДИЯ. ВИДИМОЕ СУТОЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЗВЕЗД**

#### **В а р и а н т 1**

1. Увеличивает ли телескоп видимые размеры звезд? Ответ поясните.

2. Как располагается ось мира относительно земной оси? Относительно плоскости горизонта?

#### **В а р и а н т 2**

1. Для чего используют телескопы при наблюдении звезд?

2. В каких точках небесный экватор пересекается с линией горизонта?

#### **В а р и а н т 3**

1. Для чего используют телескопы при наблюдении Луны и планет?

2. Где на Земле не видно звезд южного полушария неба?

#### **В а р и а н т 4**

1. Почему при изучении Луны и планет не используют телескопы, которые увеличивают более чем в 500—600 раз?

2. Как относительно горизонта располагаются суточные пути звезд для наблюдателя, находящегося на полюсе Земли?

#### **В а р и а н т 5**

1. Чем различаются оптические системы рефрактора, рефлектора и менискового телескопа?

2. Как располагаются суточные пути звезд относительно небесного экватора?

#### **В а р и а н т 6**

1. Каково назначение объектива и окуляра в телескопе?

2. Какой небесный круг все светила пересекают дважды в сутки?

## ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2

### ЭКЛИПТИКА И «БЛУЖДАЮЩИЕ» СВЕТИЛА. ЗВЕЗДНЫЕ КАРТЫ, НЕБЕСНЫЕ КООРДИНАТЫ

#### В а р и а н т 1

1. Определите по звездной карте экваториальные координаты следующих звезд: 1)  $\alpha$  Весов; 2)  $\beta$  Лиры.

2. Вследствие чего изменяется полуденная высота Солнца в течение года?

#### В а р и а н т 2

1. Найдите на звездной карте и назовите объекты, имеющие координаты: 1)  $\alpha = 15^{\text{h}} 12^{\text{m}}$ ,  $\delta = -9^{\circ}$ ; 2)  $\alpha = 3^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ ,  $\delta = +48^{\circ}$ .

2. Вследствие чего в течение года изменяется положение точек восхода и захода Солнца?

#### В а р и а н т 3

1. Определите по звездной карте экваториальные координаты следующих звезд: 1)  $\alpha$  Большой Медведицы; 2)  $\gamma$  Ориона.

2. Почему на звездных картах не указано положение планет?

#### В а р и а н т 4

1. В каком созвездии находится Луна, если ее координаты:  $\alpha = 20^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ ,  $\delta = -20^{\circ}$ ?

2. В каком направлении происходит видимое годичное движение Солнца относительно звезд?

#### В а р и а н т 5

1. Определите по звездной карте экваториальные координаты следующих звезд: 1)  $\alpha$  Персея; 2)  $\beta$  Кита.

2. В каком направлении происходит видимое движение Луны относительно звезд?

#### В а р и а н т 6

1. Определите по звездной карте созвездие, в котором находится галактика М 31 (изображенная на обложке учебника), если ее координаты:  $\alpha = 0^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ ,  $\delta = +41^{\circ}$ .

2. Как происходит видимое движение планет?

## ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

### В а р и а н т 1

1. Какая звезда могла бы быть Полярной, если бы ось вращения Земли была перпендикулярна плоскости ее орбиты?

2. Солнце только что взошло в Магадане. Видно ли его в Якутске?

### В а р и а н т 2

1. Звезда отстоит от северного полюса мира на  $15^\circ$ . Всегда ли она находится над горизонтом в Ленинграде ( $\varphi = 60^\circ$ )?

2. Прямое восхождение Солнца  $18^h$ . Назовите несколько созвездий, звезды которых кульминируют в южной части неба в полночь в этот день.

### В а р и а н т 3

1. Где Солнце бывает в один и тот же день в полдень выше: в Киеве ( $\varphi_1 = 50^\circ$ ) или в Тбилиси ( $\varphi_2 = 42^\circ$ )? Какова разность высот?

2. 22 декабря в Новосибирске заходит Солнце. Можно ли в это время в Москве видеть созвездие Ориона?

### В а р и а н т 4

1. На каких географических широтах Солнце может быть в полдень в зените?

2. Прямое восхождение Солнца  $12^h$ . Можно ли видеть ночью созвездие Девы?

### В а р и а н т 5

1. На каких географических широтах полуденная высота Солнца никогда не превышает  $23,5^\circ$ ?

2. В Челябинске Луна заходит. Видно ли ее в этот момент в Москве, в Новосибирске? Почему?

### В а р и а н т 6

1. Во время полета самолета штурман отмечает, что высота Полярной звезды остается неизменной. Как в этом случае изобразить на географической карте путь самолета?

2. Солнце находится в созвездии Водолея. Звезды каких созвездий бывают в полночь близ верхней кульминации в этот период года?



## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### В а р и а н т 1

1. Найдите на звездной карте и назовите три самые яркие звезды, расположенные не далее  $10^\circ$  от небесного экватора и имеющие прямое восхождение от 4 до  $8^h$ . Определите их экваториальные координаты.

2. В каком месте Земли в течение года можно увидеть все звезды обоих полушарий?

3. На какой высоте в Киеве ( $\varphi = 50^\circ$ ) происходит верхняя кульминация звезды Антарес ( $\delta = -26^\circ$ )? Сделайте соответствующий чертеж.

4. В каком созвездии находится Солнце сегодня? Каковы его экваториальные координаты?

### В а р и а н т 2

1. Найдите на звездной карте и назовите три самые яркие звезды, расположенные не далее  $10^\circ$  от эклиптики и имеющие прямое восхождение от 10 до  $17^h$ . Определите их экваториальные координаты.

2. На сколько приблизительно изменяется прямое восхождение Солнца в течение месяца? Ответ поясните.

3. Высота звезды Альтаир в верхней кульминации  $12^\circ$ , склонение Альтаира равно  $+9^\circ$ . Какова географическая широта места наблюдения? Сделайте необходимый чертеж.

4. В каком направлении происходит суточное движение звезд близ нижней кульминации для наблюдателя, который находится в средних широтах северного полушария и смотрит на север?

### В а р и а н т 3

1. Определите по карте, какие светила имеют координаты:  
1)  $\alpha = 19^h 29^m$ ,  $\delta = 28^\circ$ ; 2)  $\alpha = 4^h 31^m$ ,  $\delta = 16^\circ 30'$ .

2. Светило восходит в точке востока. Где оно будет через 12 ч?

3. Какова полуденная высота Солнца в Тбилиси ( $\varphi = 42^\circ$ ) в день зимнего солнцестояния?

4. Опишите, как изменилось положение Солнца на небесной сфере с начала учебного года до дня проведения контрольной работы.

#### В а р и а н т 4

1. Координаты точки, где вспыхнул метеор, такие:  $\alpha = 12^{\text{ч}} 00^{\text{м}}$ ,  $\delta = 45^{\circ}$ , а погас он в точке, где  $\alpha = 10^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ ,  $\delta = 0^{\circ}$ . Через какие созвездия пролетел метеор?
2. Прямое восхождение Солнца  $6^{\text{ч}}$ . Когда это бывает? Каково склонение Солнца в это время?
3. Звезда заходит немного южнее точки запада. Где она будет через 12 ч? Можно ли ее будет видеть?
4. В Одессе ( $\varphi = 46^{\circ} 30'$ ) верхняя кульминация звезды наблюдалась на высоте  $27^{\circ}$  над точкой юга. Определите склонение этой звезды.

#### В а р и а н т 5

1. Найдите на звездной карте и назовите три самые яркие звезды, расположенные не далее  $20^{\circ}$  к северу от небесного экватора и имеющие прямое восхождение от 4 до  $6^{\text{ч}}$ . Определите их координаты.
2. Какую часть суток находится над горизонтом светило, расположенное на небесном экваторе?
3. На каких географических широтах высота любой звезды над горизонтом в течение суток остается постоянной?
4. Определите склонение звезды, кульминация которой наблюдается в Москве ( $\varphi = 56^{\circ}$ ) на высоте  $47^{\circ}$  над точкой юга.

#### В а р и а н т 6

1. Начальные координаты искусственного спутника Земли:  $\alpha = 10^{\text{ч}} 20^{\text{м}}$ ,  $\delta = +15^{\circ}$ , конечные:  $\alpha = 14^{\text{ч}} 30^{\text{м}}$ ,  $\delta = +30^{\circ}$ . Через какие созвездия пролетел этот спутник?
2. Склонение Солнца  $\delta = +23,5^{\circ}$ . Когда это бывает? Каково прямое восхождение Солнца в этот момент?
3. Москва и Аддис-Абеба лежат почти на одном меридиане. Географическая широта Москвы  $56^{\circ}$ , Аддис-Абебы  $9^{\circ}$ . Какова разность высот, на которых виден Сириус в момент верхней кульминации в этих городах?
4. В каком месте Земли не видно ни одной звезды северного небесного полушария?

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

### В а р и а н т 1

1. Где Солнце бывает в полдень выше: в Тбилиси ( $\varphi = 42^\circ$ ) в день весеннего равноденствия или в Ленинграде ( $\varphi = 60^\circ$ ) в день летнего солнцестояния? Какова разность высот Солнца?

2. Луна только что взошла во Владивостоке. Поясните, можно ли ее в этот момент видеть во Фрунзе, в Южно-Сахалинске.

3. Какое созвездие в средних географических широтах дольше видно над горизонтом: Ориона или Большой Медведицы? Почему?

4. Вследствие чего в течение года происходит изменение прямого восхождения и склонения Солнца?

### В а р и а н т 2

1. В Одессе ( $\varphi = 46^\circ 30'$ ) в полдень Солнце наблюдалось на высоте  $67^\circ$ . Определите склонение Солнца и дату наблюдения.

2. Где на земном шаре круглый год день равен ночи? Объясните почему.

3. Солнце находится в созвездии Тельца. Звезды каких созвездий будут видны в полночь близ верхней кульминации?

4. Среди каких звезд нужно было бы искать Полярную звезду, если бы ось вращения Земли лежала в плоскости ее орбиты? Ответ поясните.

### В а р и а н т 3

1. Может ли в Москве ( $\varphi = 56^\circ$ ) звезда Кастор, склонение которой равно  $+32^\circ$ , наблюдаться в зените? Ответ поясните.

2. Если Солнце находится в созвездии Девы, то звезды каких созвездий в этом случае будут кульминировать на юге около полуночи?

3. В Караганде Солнце заходит за горизонт. Можно ли его в это время видеть в Хабаровске? В Волгограде? Ответ поясните.

4. Планета находится в созвездии Козерога. Поясните, может ли ее видеть наблюдатель, находящийся на Северном полюсе Земли.

## В а р и а н т 4

1. Известны экваториальные координаты Луны:  $\alpha = 10^\circ$ ,  $\delta = +10^\circ$ . Каковы примерно экваториальные координаты Земли для космонавтов, ведущих наблюдение с Луны?

2. На какой географической широте в день летнего солнцестояния высота Солнца над горизонтом наибольшая?

3. 21 марта в Москве наблюдается восход Солнца. Поясните, можно ли в этот момент в Иркутске видеть созвездие Тельца.

4. Какова высота Проциона ( $\delta = +5^\circ$ ) в верхней кульминации на широте  $\varphi = 52^\circ$ ?

## В а р и а н т 5

1. В каких пределах изменяется полуденная высота Солнца в течение года в Москве ( $\varphi = 56^\circ$ )?

2. В полночь на небесном меридиане наблюдалось созвездие Ориона. В каком примерно созвездии находится Солнце и в какое время года ведется наблюдение?

3. Каково склонение звезд, которые при суточном вращении небесной сферы описывают наибольшие круги?

4. На сколько приблизительно меняется прямое восхождение Луны в течение недели? Ответ поясните.

## В а р и а н т 6

1. На каких географических широтах Солнце может не заходить за горизонт в течение суток? Дайте развернутый ответ.

2. В полночь наблюдалась кульминация звезды Сириус. В какое время года это происходит? В каком примерно созвездии находится в это время Солнце?

3. Две звезды имеют одинаковое прямое восхождение. На какой географической широте эти звезды восходят и заходят одновременно? Ответ поясните.

4. Каково склонение звезды, если ее верхняя кульминация наблюдалась в Киеве ( $\varphi = 50^\circ$ ) на высоте  $67^\circ$ ?

## II. СТРОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

### ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1

#### ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ. КОНФИГУРАЦИИ И СИНОДИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ ОБРАЩЕНИЯ ПЛАНЕТ

##### В а р и а н т 1

1. Чему равна большая полуось орбиты Урана, если звездный период обращения этой планеты вокруг Солнца составляет 84 года?
2. Какие планеты могут наблюдаться в противостоянии? Какие — не могут?

##### В а р и а н т 2

1. Через какой промежуток времени повторяются противостояния Марса, если звездный период его обращения вокруг Солнца равен 1,9 года?
2. Как меняется значение скорости движения планеты при ее перемещении от перигелия к афелию?

##### В а р и а н т 3

1. Чему равен звездный период обращения Венеры вокруг Солнца, если ее верхние соединения с Солнцем повторяются через 1,6 года?
2. В какой точке эллиптической орбиты потенциальная энергия искусственного спутника Земли (ИСЗ) минимальна и в какой — максимальна?

##### В а р и а н т 4

1. Звездный период обращения Юпитера вокруг Солнца составляет 12 лет. Каково среднее расстояние Юпитера до Солнца?
2. К западу или к востоку от Солнца находится Венера, если она наблюдается утром?

##### В а р и а н т 5

1. Определите синодический период обращения Меркурия, зная, что его звездный период обращения вокруг Солнца равен 0,24 года.
2. В какой точке эллиптической орбиты кинетическая энергия искусственного спутника Земли (ИСЗ) максимальна и в какой — минимальна?

## В а р и а н т 6

1. Какой будет звездный период обращения внешней планеты вокруг Солнца, если ее противостояния будут повторяться через 1,5 года?
2. По каким признакам можно выделить внешние планеты?

### ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2

#### ВОЗМУЩЕНИЯ В ДВИЖЕНИИ ПЛАНЕТ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

### В а р и а н т 1

1. Какие тела Солнечной системы испытывают наибольшие возмущения и почему?
2. В чем состояло уточнение Ньютоном III закона Кеплера?

### В а р и а н т 2

1. Почему движение планет происходит не в точности по законам Кеплера?
2. Как определяют массы планет, не имеющих спутников?

### В а р и а н т 3

1. При каких условиях движение небесных тел будет происходить в точности по законам Кеплера?
2. Как зависят периоды обращения спутников от масс планет?

### В а р и а н т 4

1. Какая планета вызывает наибольшие возмущения в движении других тел Солнечной системы и почему?
2. Будут ли одинаковы периоды обращения искусственных спутников Земли и Луны, если спутники находятся на одинаковых расстояниях от центральных тел?

### В а р и а н т 5

1. Какие изменения в движении комет вызывают возмущения со стороны Юпитера?
2. Как можно определить массу Солнца?

### В а р и а н т 6

1. Как было установлено местоположение неизвестной планеты, названной впоследствии Нептуном?

2. Спутники двух планет, имеющих разную массу, обращаются с одинаковым периодом. У какой из планет спутник находится на большем расстоянии?

### ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 3

#### ЗЕМЛЯ, ЕЕ РАЗМЕРЫ, ФОРМА И ДВИЖЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ И РАЗМЕРОВ ТЕЛ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

##### В а р и а н т 1

1. Какими опытами можно доказать вращение Земли вокруг оси?

2. Горизонтальный параллакс Солнца равен  $8,8''$ . На каком расстоянии от Земли (в астрономических единицах) находился Юпитер, когда его горизонтальный параллакс был  $1,5''$ ?

##### В а р и а н т 2

1. Какие измерения, выполненные на Земле, свидетельствуют о ее сжатии?

2. Чему равен горизонтальный параллакс Венеры в момент нижнего соединения? Горизонтальный параллакс Солнца  $8,8''$ , расстояние от Солнца до Венеры  $0,7$  а. е.

##### В а р и а н т 3

1. Какие наблюдения доказывают, что ось вращения Земли не меняет своего направления в пространстве при движении Земли по орбите?

2. Чему равен горизонтальный параллакс Юпитера во время противостояния? Горизонтальный параллакс Солнца  $8,8''$ , расстояние от Солнца до Юпитера  $5$  а. е.

##### В а р и а н т 4

1. В какие месяцы и по какой причине горизонтальный параллакс Солнца имеет максимальное и минимальное значения?

2. Чему равен угловой радиус Марса в противостоянии, если его линейный радиус  $3400$  км, а горизонтальный параллакс  $18''$ ? (Радиус Земли принять равным  $6400$  км.)

##### В а р и а н т 5

1. Наблюдениями установлено параллактическое смещение звезд с годичным периодом. Чем можно объяснить это явление?

2. Чему равен горизонтальный параллакс Марса во время противостояния? Горизонтальный параллакс Солнца  $8,8''$ , расстояние Марса от Солнца  $1,5$  а. е.

## В а р и а н т 6

1. Для чего используется и в чем состоит метод триангуляции?

2. Определите линейный радиус Марса, если известно, что во время великого противостояния его угловой радиус составляет  $12,5''$ , а горизонтальный параллакс равен  $23,4''$ . (Радиус Земли принять равным  $6400$  км.)

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

## В а р и а н т 1

1. На Луне с Земли (расстояние  $3,8 \cdot 10^5$  км) невооруженным глазом можно различить объекты протяженностью  $200$  км. Определите, объекты какого размера будут видны на Марсе невооруженным глазом с расстояния  $10^6$  км.

2. Объясните, как можно определить массу небесных тел.

3. Каким образом телескопические открытия Галилея подтверждали справедливость идей Коперника?

## В а р и а н т 2

1. Во сколько раз изменился угловой диаметр Марса для наблюдателя Земли, если планета перешла из противостояния в соединение? (Орбиту Марса считать окружностью  $R = 1,5$  а. е.)

2. Объясните, как можно определить форму и размеры Земли.

3. В чем отличие системы Коперника от системы Птолемея?

## В а р и а н т 3

1. С какого расстояния космонавт увидит Землю такого же углового размера, какой имеет Луна, наблюдаемая с Земли? (Принять расстояние между Землей и Луной равным  $3,8 \cdot 10^5$  км, радиус Луны  $1,7 \cdot 10^3$  км, радиус Земли  $6,4 \cdot 10^3$  км.)

2. Перечислите и поясните известные вам способы определения расстояний до тел Солнечной системы.

3. В чем заключается значение телескопических открытий Галилея для развития материалистических представлений о мире?

## В а р и а н т 4

1. Горизонтальный параллакс Солнца  $8,8''$ . Поясните, находится ли Марс по ту же сторону от Солнца, что и Земля, или по другую, если его горизонтальный параллакс равен  $18''$ .

2. Опишите закономерность изменения скорости при движении планеты вокруг Солнца.

3. Опишите, почему и как боролась церковь против идей гелиоцентризма.



## В а р и а н т 5

1. Известно, что для земного наблюдателя угловой диаметр Солнца составляет  $30'$ . Определите угловой диаметр Солнца при наблюдении его с Юпитера, если расстояние от Солнца до Юпитера равно 5 а. е.

2. По каким траекториям могут перемещаться небесные тела под действием силы тяготения?

3. Какова роль идей Коперника в развитии астрономии?

## В а р и а н т 6

1. На каком расстоянии от Земли (в астрономических единицах) находится Сатурн, когда его горизонтальный параллакс равен  $0,9''$ ? (Горизонтальный параллакс Солнца составляет  $8,8''$ .)

2. Объясните периодичность приливов и отливов.

3. Назовите последователей Коперника и расскажите о том, какой вклад они внесли в развитие и распространение его учения.

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

## В а р и а н т 1

1. Чему равно расстояние от Земли до Луны, когда ее горизонтальный параллакс равен  $54'$ ?

2. Объясните причину приливов и их роль в эволюции вращения Земли и других небесных тел.

3. Через сколько времени повторяются противостояния малой планеты, если большая полуось ее орбиты равна 2 а. е.?

## В а р и а н т 2

1. Разрешающая способность человеческого глаза  $2'$ . Объекты какого размера различает космонавт на поверхности Земли с космического корабля, летящего на высоте 240 км?

2. Как должна измениться масса Земли, чтобы Луна, оставаясь на прежнем расстоянии, обращалась бы вокруг Земли с большим периодом? Поясните ответ.

3. Планета находится в точке весеннего равноденствия. Через какое время после захода Солнца 23 сентября заходит эта планета? В какой конфигурации находится эта планета?

### В а р и а н т 3

1. Каков будет угловой размер Меркурия, если его наблюдать с расстояния  $10^6$  км?

2. В какое время суток можно наблюдать Марс и Венеру? Чем определяются различия в условиях видимости этих планет?

3. Во сколько раз масса Сатурна больше массы Земли, если известно, что расстояние до его спутника Дианы  $3,78 \cdot 10^5$  км, а период обращения спутника равен 2,75 сут? Расстояние Луны от Земли составляет  $3,8 \cdot 10^5$  км, а период обращения 27,3 сут. (Массами спутников можно пренебречь.)

### В а р и а н т 4

1. Горизонтальный параллакс Марса  $23''$ . Определите угловой радиус Земли, наблюдаемой с Марса в этот момент.

2. Из каких наблюдений можно установить, что орбита Земли не является окружностью?

3. Чему равен период обращения искусственного спутника Земли, если большая полуось его орбиты составляет 6900 км?

### В а р и а н т 5

1. Сравните угловые размеры Юпитера, наблюдаемого с Земли в противостоянии, и Венеры, наблюдаемой с Земли в нижнем соединении.

2. Как должна измениться масса Земли, чтобы спутник, оставаясь на прежнем расстоянии, обращался бы вокруг планеты с меньшим периодом? Поясните ответ.

3. На каком расстоянии от центра Земли должен находиться так называемый стационарный спутник, обращающийся в плоскости земного экватора с периодом, равным периоду вращения Земли?

### В а р и а н т 6

1. Когда с Земли видно большую долю диска Венеры — при максимальном удалении планет друг от друга или при минимальном? Почему?

2. Чем объяснить видимое петлеобразное движение планет? Ответ поясните чертежом.

3. Какова должна быть продолжительность звездного и синодического периодов обращения планеты в том случае, когда эти периоды равны?

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА С ВЫБОРОМ ОТВЕТА

### Инструкция для учащихся

Перед вами контрольная работа с выбором ответа. В нее включено 17 вопросов. На каждый из них дано 5 вариантов ответа, обозначенных буквами *A, B, C, D, E*. Из приведенных ответов необходимо выбрать один, по вашему мнению, правильный.

Для оформления работы приготовьте контрольный листок. Вверху напишите класс и номер школы, где вы учитесь, свою фамилию и имя, вариант выполняемой работы. Далее начертите таблицу по образцу, приведенному ниже. У каждого номера вопроса вы должны поставить крестик против буквы, соответствующей выбранному ответу. Никаких других записей или пояснений не требуется. Черновиком может служить оборотная страница листка.

#### Пример контрольного листка

*Контрольная работа по астрономии  
учащегося 10 А класса школы № 5  
Иванова Петра*

#### В а р и а н т 1.

Номера вопросов	Ответы				
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
1			X		
2	X				
3				X	
4		X			
5					X
6	X				
7			X		
8					X
9				X	
10	X				
11		X			

#### В а р и а н т 1

1. Все утверждения, за исключением одного, характеризуют геоцентрическую систему мира. Укажите исключение.

- A)* Земля находится в центре этой системы или вблизи него.
- B)* Планеты движутся вокруг Земли.
- C)* Суточное движение Солнца происходит вокруг Земли.
- D)* Луна движется вокруг Солнца.
- E)* Суточное движение звезд происходит вокруг Земли.

2. Два взаимно притягивающихся тела находятся на расстоянии 1 м друг от друга. Какая из следующих операций удвоит силу их взаимодействия?

- A)* Увеличение массы одного из них в 2 раза.
- B)* Увеличение массы каждого тела в 2 раза.
- C)* Уменьшение расстояния между ними в 2 раза.
- D)* Увеличение расстояния между ними в 2 раза.
- E)* Увеличение расстояния в 4 раза.

3. Если  $\vec{F}_1$  — сила притяжения, действующая на Землю со стороны искусственного спутника, а  $\vec{F}_2$  — сила, действующая со стороны Земли на спутник, то

- A)  $F_1 \ll F_2$ ;
- B)  $F_1 < F_2$ ;
- C)  $F_1 = F_2$ ;
- D)  $F_1 > F_2$ ;
- E)  $F_1 \gg F_2$ .

4. Параллакс планеты уменьшился в 3 раза. Это произошло вследствие того, что расстояние до нее:

- A) увеличилось в 3 раза;
- B) уменьшилось в 3 раза;
- C) увеличилось в 9 раз;
- D) уменьшилось в 9 раз;
- E) увеличилось в 6 раз.

5. Кто определил соотношение радиусов орбит планет, движущихся вокруг Солнца?

6. Кто развивал представления о строении Вселенной, согласно которым многие миры являются обитаемыми?

Выберите ответы к вопросам 5 и 6 из следующего списка:

- A) Птолемей.
- B) Кеплер.
- C) Коперник.
- D) Галилей.
- E) Бруно.

7. Все утверждения, за исключением одного, приемлемы. Укажите исключение.

Движение планеты вокруг Солнца происходит в точности по эллипсу, если:

- A) отсутствуют возмущения;
- B) рассматривать движение планеты без учета притяжения других планет;
- C) выполняются все три закона Кеплера;
- D) масса планеты мала по сравнению с массой Солнца;
- E) массы всех других планет пренебрежимо малы.

8. Отношение кубов больших полуосей орбит двух планет равно 16. Следовательно, период обращения одной планеты больше периода обращения другой:

- A) в 8 раз;
- B) в 4 раза;
- C) в 2 раза;
- D) в 16 раз;
- E) в 32 раза.

9. Предположим, что диаметр Земли уменьшился в 2 раза, а масса осталась прежней. При этих условиях сила, действующая на человека со стороны Земли, будет:

- A) в 4 раза больше;
- B) в 2 раза больше;

В) в 2 раза больше;

С) та же;

Д) в 2 раза меньше;

Е) в 4 раза меньше.

10. По мнению древних астрономов, планеты отличаются от звезд тем, что

А) движутся по круговым орбитам;

В) не похожи на Землю по своему составу;

С) движутся иногда в направлении, противоположном движению звезд;

Д) движутся вокруг Солнца;

Е) находятся ближе к Земле, чем Солнце.

11. Какие из наблюдаемых явлений могут быть объяснены в рамках геоцентрической теории?

1) Ежедневный восход Солнца на востоке и заход на западе.

2) Вращение звездного неба вокруг полюса мира.

3) Происходящие иногда солнечные затмения.

А) 1 и 2; В) 2 и 3; С) 1 и 3; Д) все; Е) ни одно.

12. Все открытия, за исключением одного, явились вкладом Галилея в развитие гелиоцентрической системы мира Коперника. Укажите исключение.

А) Горы на Луне.

В) Спутники планеты Юпитер.

С) Годичный параллакс звезд.

Д) Фазы Венеры.

Е) Пятна на Солнце.

13. Отношение квадратов периодов обращения двух планет вокруг Солнца равно 8. Следовательно, отношение больших полуосей орбит этих планет равно

А) 8; В) 4; С) 16; Д) 2; Е) 64.

14. Расстояние между Землей и планетой увеличилось в 2 раза. В этом случае для земного наблюдателя:

А) параллакс планеты увеличится в 2 раза, угловой диаметр планеты уменьшится в 2 раза;

В) параллакс планеты уменьшится в 2 раза, угловой диаметр уменьшится в 2 раза;

С) параллакс планеты уменьшится в 2 раза, угловой диаметр увеличится в 2 раза;

Д) параллакс планеты увеличится в 2 раза, угловой диаметр увеличится в 2 раза;

Е) параллакс планеты уменьшится в 2 раза, угловой диаметр увеличится в 4 раза.

15. Гелиоцентрическая система объясняет петлеобразное движение планет:

А) различием скоростей движения Земли и планеты по орбитам;

- В)* суточным вращением Земли;
- С)* сочетанием движения Солнца по эклиптике и движения планет вокруг Солнца;
- Д)* изменением скорости движения планеты по орбите;
- Е)* взаимным притяжением планет.

16. Если планеты перечислить в порядке возрастания их расстояния от Солнца, то этот порядок будет соответствовать увеличению:

- А)* периода вращения планет вокруг своих осей;
- В)* эксцентриситета орбит;
- С)* периода обращения вокруг Солнца;
- Д)* размеров планет;
- Е)* их видимой яркости.

17. Как должен измениться период обращения спутника, если он останется на прежнем расстоянии от планеты, а масса планеты увеличится в 4 раза?

- А)* Увеличится в 2 раза?
- В)* Уменьшится в 2 раза?
- С)* Останется неизменным?
- Д)* Увеличится в 4 раза?
- Е)* Уменьшится в 4 раза?

### Инструкция для учащихся

Перед вами контрольная работа с выбором ответа. В нее включено 17 вопросов. На каждый дано 5 вариантов ответа, обозначенных буквами *A, B, C, D, E*. Из приведенных ответов необходимо выбрать один, по вашему мнению, правильный.

Для оформления работы приготовьте контрольный листок по образцу, указанному ниже. Вверху напишите класс и номер школы, где вы учитесь, свою фамилию и имя, вариант выполняемой работы. Ниже расположите ответы на предложенные вопросы в виде кода, состоящего из цифры (или числа), которая будет указывать порядковый номер вопроса, и следующей за ней буквы, соответствующей правильному ответу. Например, на 12-й вопрос, по вашему мнению, правилен ответ *C*, тогда на контрольном листе следует написать код. 12*C*. Никаких других записей или пояснений не требуется. Черновиком может служить оборотная страница листка.

#### Пример контрольного листка

*Контрольная работа по астрономии  
учащегося 10 А класса школы № 5  
Иванова Петра*

В а р и а н т 2

Ответы: 1*C*; 2*A*, 14*E* и т. д.

#### В а р и а н т 2

1. Три закона движения планет:

*A*) прямо следовали из наблюдений за движением планеты Марс;

*B*) использовались Ньютоном для вывода закона всемирного тяготения;

*C*) получены только после того, как Кеплер провел тщательный анализ данных наблюдений;

*D*) широко обсуждались в начале XVII века;

*E*) использовались Коперником при построении гелиоцентрической системы.

2. Предположим, что диаметр Земли стал в 2 раза больше, а ее масса осталась прежней. При этих условиях сила, действующая со стороны Земли на человека, который находится на ее поверхности, будет

*A*) в 4 раза больше;

*B*) в 2 раза больше;

*C*) той же;

*D*) в 2 раза меньше;

*E*) в 4 раза меньше.

3. Все утверждения, за исключением одного, приемлемы. Укажите исключение.

*A*) Земля движется быстрее, когда она находится ближе к Солнцу.

В) Орбита Земли лежит в плоскости, проходящей через центр Солнца.

С) Линия, соединяющая Землю и Солнце, описывает равные площади за период с 21 по 23 марта и с 21 по 23 декабря.

Д) Солнце находится точно в центре орбиты Земли.

Е) Земля движется медленнее, когда она находится дальше от Солнца.

4. Укажите, какой из следующих фактов опровергает гипотезу о неподвижности Земли и движении Солнца вокруг нее:

А) ежедневная кульминация Солнца;

В) движение звезд, наблюдаемое в течение ночи;

С) движение Солнца на фоне звезд, происходящее в течение года;

Д) ежедневный восход и заход Солнца;

Е) ни один из этих фактов.

5. Наблюдения Галилея дали целый ряд доказательств неправильности представлений о Вселенной, которые отстаивала церковь в средние века. Приведенные ниже утверждения, за исключением одного, являются такими доказательствами. Укажите исключение.

А) Движение четырех светящихся объектов вокруг Юпитера.

В) Фазы Венеры, похожие на лунные.

С) «Блуждание» планет среди звезд.

Д) Открытие солнечных пятен.

Е) Неровный вид лунной поверхности.

6. Какая из предложенных ниже последовательностей является верной для расположения Земли, Юпитера, Марса, Луны и Солнца в порядке возрастания их масс?

А) Луна, Земля, Марс, Солнце, Юпитер.

В) Луна, Марс, Земля, Юпитер, Солнце.

С) Марс, Земля, Луна, Юпитер, Солнце.

Д) Луна, Юпитер, Марс, Земля, Солнце.

Е) Луна, Земля, Юпитер, Марс, Солнце.

7. Древние астрономы принципиальное отличие планет от звезд видели в том, что планеты:

А) ярче звезд;

В) больше похожи на Землю;

С) «блуждают» среди звезд;

Д) ближе к Земле;

Е) движутся вокруг Солнца.

8. Без какого из следующих утверждений немыслима гелиоцентрическая теория?

А) Планеты обращаются вокруг Солнца.

В) Солнце имеет шарообразную форму.

С) Земля имеет шарообразную форму.

Д) Планеты обращаются вокруг Земли.



Е) Земля вращается вокруг своей оси.

9. Если  $\vec{F}_1$  — сила притяжения, действующая на Солнце со стороны Земли, а  $\vec{F}_2$  — сила, действующая со стороны Солнца на Землю, то

А)  $F_1 \gg F_2$ ;

В)  $F_1 > F_2$ ;

С)  $F_1 = F_2$ ;

Д)  $F_1 \ll F_2$ ;

Е)  $F_1 < F_2$ .

10. Угловой диаметр планеты, наблюдаемой с Земли, увеличился в 4 раза. Следовательно, расстояние между Землей и планетой:

А) увеличилось в 4 раза;

В) уменьшилось в 4 раза;

С) увеличилось в 2 раза;

Д) уменьшилось в 2 раза;

Е) уменьшилось в 8 раз.

11. По орбите Земля движется

А) быстрее, когда она находится ближе к Солнцу;

В) быстрее ночью;

С) с постоянной скоростью;

Д) быстрее, когда она ближе к Луне.

Е) Все указанные утверждения неверны.

12. Отношение квадратов периодов обращения двух планет вокруг Солнца равно 64. Следовательно, большая полуось орбиты одной планеты меньше большой полуоси другой планеты:

А) в 64 раза; В) в 32 раза; С) в 16 раз; Д) в 4 раза, Е) в 2 раза.

13. Известно, что ускорение силы тяжести на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли. Предположим, что при неизменной массе радиус Луны стал равен земному. В этом случае:

А) отношение ускорения сил тяжести на Земле и Луне станет больше;

В) отношение ускорений сил тяжести на Земле и Луне станет меньше;

С) отношение ускорений сил тяжести на Земле и Луне останется прежним;

Д) ускорения сил тяжести на Земле и Луне будут одинаковы.

Е) Все указанные утверждения неверны.

14. Какой из следующих фактов опровергает гипотезу о неподвижности Земли и движении Солнца вокруг нее?

А) Каждый день Солнце восходит в восточной части неба и заходит в западной.

В) В течение ночи мы видим движение звезд.

С) Солнце совершает полный оборот на фоне звезд в течение года.

Д) Иногда происходят затмения Солнца.

Е) Ни одно из этих утверждений.

15. Какой из следующих наблюдательных факторов сыграл решающую роль в том, что гелиоцентрическая система Коперника не была принята в XVI веке?

А) В телескоп наблюдались фазы Венеры.

В) Параллакс звезд никогда не наблюдался.

С) Галилей наблюдал 4 спутника, движущихся вокруг Юпитера.

Д) Венера никогда не наблюдалась далее  $48^\circ$  от Солнца.

Е) Календарь не согласовывался со сменой времен года.

16. Предположим, что обнаружены 3 планеты, обращающиеся вокруг какой-то звезды и имеющие следующие характеристики:

Планета	Период обращения	Масса
1	14 лет	10 масс Земли
2	188 лет	17 масс Земли
3	50 лет	0,5 массы Земли

На основе законов Кеплера расположите эти планеты в порядке возрастания их расстояния от звезды. Если начать с ближайшей к звезде планеты, то их порядок таков:

А) 1—2—3; В) 2—3—1; С) 3—1—2; Д) 2—1—3; Е) 1—3—2.

17. На фотографии, полученной с длительной экспозицией, пути звезд представляют собой дуги окружностей. Астроном, который разделяет точку зрения Птолемея, объяснит эти дуги:

А) вращением Земли вокруг своей оси;

В) смещением звезд вследствие годичного движения Земли;

С) петлеобразным движением планет;

Д) наклоном земной оси;

Е) вращением небесной сферы.

### **III. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

#### **ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1**

#### **МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ**

##### **В а р и а н т 1**

1. Какие характеристики небесных тел могут быть определены на основе анализа их спектров?
2. Чем обусловлены различия в плотности атмосфер планет?

##### **В а р и а н т 2**

1. К какому виду относятся спектры Солнца и звезд? Чем объясняется такой вид спектра?
2. Можно ли с поверхности Земли выполнять наблюдения в рентгеновских и гамма-лучах? Ответ поясните.

##### **В а р и а н т 3**

1. Какие характеристики спектра звезды используются для определения ее температуры?
2. С помощью каких инструментов производят наблюдения в радиодиапазоне?

##### **В а р и а н т 4**

1. Какие данные о физической природе планет можно получить на основе спектрального анализа?
2. Какие методы применяют для изучения рельефа планет и их спутников?

##### **В а р и а н т 5**

1. Какие изменения происходят в спектре объекта, который движется по лучу зрения?
2. Какие сведения о планетах могут быть получены методом радиолокации?

##### **В а р и а н т 6**

1. Каким образом можно обнаружить движение звезды в пространстве?
2. Как можно установить состав атмосферы планеты?

## ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2

### ЗЕМЛЯ. ЛУНА

#### В а р и а н т 1

1. Назовите основные слои земной атмосферы.
2. Каковы результаты изучения обратной стороны Луны?

#### В а р и а н т 2

1. Чем объясняется наличие у Земли радиационного пояса?
2. Каковы результаты исследования химического состава вещества Луны?

#### В а р и а н т 3

1. Какие частицы входят в состав внутренней части радиационного пояса Земли?
2. Чем объясняются значительные перепады температуры на лунной поверхности ото дня к ночи?

#### В а р и а н т 4

1. Какие частицы входят в состав внешней части радиационного пояса Земли?
2. Чем объясняется отсутствие атмосферы у Луны?

#### В а р и а н т 5

1. Какие явления, обусловленные наличием у Земли магнитного поля, наблюдаются в верхних слоях атмосферы?
2. Каковы структура и физические свойства верхнего слоя лунной поверхности?

#### В а р и а н т 6

1. Какую роль в жизни Земли играет ее атмосфера и озоновый слой?
2. Каким образом можно судить о различии возраста кратеров, наблюдаемых на Луне?

**ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 3**  
**ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ**

**В а р и а н т 1**

1. Чему равен угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Марса? Расстояние от Марса до Солнца 1,5 а. е., угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Земли, равен 30'.

2. Что общего у планет земной группы и чем они отличаются от планет-гигантов?

**В а р и а н т 2**

1. Угловой диаметр Марса во время великого противостояния (расстояние 55 млн. км) равен 25". Каково расстояние до планеты, когда ее угловой диаметр 14"?

2. В чем причины более высокой температуры атмосферы Венеры по сравнению с земной?

**В а р и а н т 3**

1. Чему равен угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Венеры? Расстояние Венеры от Солнца 0,7 а. е., угловой диаметр Солнца, наблюдаемого с Земли, равен 30'.

2. Почему на Марсе происходят более резкие, чем на Земле, колебания температуры в течение суток?

**В а р и а н т 4**

1. Горизонтальный параллакс Венеры равен 10". Каков ее угловой радиус, если считать, что линейные размеры Венеры и Земли одинаковы?

2. Что общего у Земли и Марса? Чем они отличаются друг от друга?

**В а р и а н т 5**

1. На каком расстоянии от Венеры находится автоматическая станция, если угловой диаметр планеты составляет 0,5° (линейный диаметр Венеры 12 100 км)?

2. Какие открытия о рельефе Марса сделаны с помощью автоматических станций?

## В а р и а н т 6

1. С какого расстояния космонавт увидит Землю такого же углового размера, какой имеет Солнце, наблюдаемое с Земли (30')? Известно, что диаметр Солнца в 109 раз больше диаметра нашей планеты.

2. Охарактеризуйте сходство и различие атмосфер Земли и Венеры (химический состав, температура, давление, облачность, парниковый эффект).

### ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 4

#### ПЛАНЕТЫ-ГИГАНТЫ. СПУТНИКИ ПЛАНЕТ

## В а р и а н т 1

1. Перечислите общие свойства планет-гигантов.

2. С какого расстояния космонавт смог бы увидеть Большое Красное пятно Юпитера невооруженным глазом, если известно, что поперечник пятна составляет около 40 000 км, а разрешающая способность глаза 2'?

## В а р и а н т 2

1. Расскажите о химическом составе атмосфер планет-гигантов.

2. Чему равен наибольший угловой диаметр Фобоса — спутника Марса при наблюдении его с поверхности планеты (линейный диаметр Фобоса 20 км, расстояние до него 6000 км)?

## В а р и а н т 3

1. Какие наблюдения доказывают, что кольца Сатурна не являются сплошными?

2. Во сколько раз освещенность Солнцем Плутона меньше, чем освещенность Земли, если известно, что она убывает обратно пропорционально квадрату расстояния?

## В а р и а н т 4

1. Что нового о спутниках Марса установили с помощью автоматических межпланетных станций?

2. С какого расстояния угловой размер Юпитера будет таким же, какой имеет Луна, наблюдаемая с Земли?

## В а р и а н т 5

1. Чем объясняется наличие у Юпитера и Сатурна плотных и протяженных атмосфер?

2. В телескоп на Луне можно различить объекты протяженностью 1 км. Объекты какого размера можно увидеть в тот же телескоп на Юпитере? (Расстояние до Луны  $3,8 \cdot 10^5$  км, до Юпитера — 5,2 а. е.)

## В а р и а н т 6

1. Что характерно для вращения спутников планет вокруг своей оси?

2. Каков угловой диаметр спутника Юпитера Ио при наблюдении его с космического аппарата, находящегося от спутника на расстоянии 576 000 км, если известно, что линейные размеры Ио и Луны одинаковы?

## ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 5

### ФАЗЫ ЛУНЫ. ЗАТМЕНИЯ. РЕЛЬЕФ ЛУНЫ

## В а р и а н т 1

1. Можно ли с обратной стороны Луны видеть полное солнечное затмение? Ответ поясните

2. Море Кризисов имеет диаметр около 400 км. Можно ли его видеть с Земли (т е с расстояния  $3,8 \cdot 10^5$  км) невооруженным глазом, разрешающая способность которого составляет 2'?

## В а р и а н т 2

1. Вчера наблюдалось лунное затмение. Может ли через 3 месяца произойти солнечное затмение? Ответ поясните.

2. Угловой диаметр кратера Коперник на Луне равен 40". Расстояние до Луны  $3,8 \cdot 10^5$  км. Каков линейный диаметр этого кратера?

## В а р и а н т 3

1. Нарисуйте, как выглядит Луна в последней четверти. В какое время суток она видна в этой фазе?

2. При наблюдениях с Земли на Луне (расстояние  $3,8 \cdot 10^5$  км) можно различить невооруженным глазом объекты протяженностью 200 км. Может ли космонавт, пролетающий на высоте 190 км над лунной поверхностью, различить стоящий на Луне космический корабль диаметром 3 м?

#### В а р и а н т 4

1. Какое явление будут наблюдать находящиеся на Луне космонавты, когда с Земли видно лунное затмение?

2. Искусственный спутник обращается на расстоянии 170 км от поверхности Луны. Каково максимальное угловое расстояние от Луны, на котором спутник виден земному наблюдателю? (Линейный радиус Луны 1700 км, угловой 15').

#### В а р и а н т 5

1. Луна видна в последней четверти. Может ли через неделю быть лунное затмение? Ответ поясните.

2. Угловой диаметр лунного кратера при наблюдениях его с Земли (расстояние  $3,8 \cdot 10^5$  км) равен 30". На каком расстоянии от Луны должен пролететь космический корабль, чтобы космонавт, находящийся на его борту, увидел этот кратер невооруженным глазом, разрешающая способность которого 2'?

#### В а р и а н т 6

1. Какие наблюдения доказывают, что на Луне происходит смена дня и ночи?

2. Цирк Клавий на Луне имеет диаметр около 200 км. Каковы его угловые размеры при наблюдении с Земли (расстояние  $3,8 \cdot 10^5$  км)?

#### ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 6

#### АСТЕРОИДЫ И МЕТЕОРИТЫ. КОМЕТЫ И МЕТЕОРЫ

#### В а р и а н т 1

1. Как можно отличить на звездном небе астероид от звезды?

2. Почему хвосты всех комет направлены в сторону, противоположную Солнцу?

#### В а р и а н т 2

1. Какой вывод мировоззренческого характера можно сделать на основе изучения химического состава метеоритов?

2. Можно ли на Луне наблюдать метеоры? Ответ поясните.



### В а р и а н т 3

1. Где в Солнечной системе располагаются орбиты большинства астероидов? Чем орбиты некоторых астероидов отличаются от орбит больших планет?
2. Чем обусловлено образование хвостов комет?

### В а р и а н т 4

1. Какие явления наблюдаются при полете в атмосфере тел с космической скоростью?
2. По каким орбитам движутся в Солнечной системе кометы?

### В а р и а н т 5

1. Какие бывают метеориты по химическому составу?
2. В каком состоянии находится вещество, составляющее ядро кометы и ее хвост?

### В а р и а н т 6

1. Какова форма большинства астероидов? Каковы их размеры?
2. Существуют ли различия между метеором и метеоритом?

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### В а р и а н т 1

1. Во время противостояния на Марсе в телескоп видны объекты протяженностью 150 км. Объекты какого размера позволяет различать тот же телескоп на расстоянии, равном максимальному удалению Марса от Земли? (Орбиту Марса считать окружностью радиусом 1,5 а. е.) Поясните решение чертежом.

2. Солнечное затмение произошло в августе. Может ли следующее затмение быть в ноябре того же года? Дайте развернутый ответ.

3. Каковы физические условия на поверхности Венеры и в ее атмосфере? Укажите, какие из описываемых сведений были получены с помощью космических аппаратов.

## В а р и а н т 2

1. Нептун находится от Солнца на расстоянии 30 а. е. Чему равен его горизонтальный параллакс в момент противостояния, если параллакс Солнца  $8,8''$ ?

2. Какое полное затмение (солнечное или лунное) продолжительнее? Почему?

3. Укажите характерные особенности планет земной группы и планет-гигантов. Перечислите планеты, относящиеся к этим группам.

## В а р и а н т 3

1. Каков линейный диаметр кольца Сатурна, если с расстояния  $1,3 \cdot 10^9$  км оно видно под углом  $40''$ ?

2. Луна видна в последней четверти. Через какое время может произойти солнечное затмение, через какое — лунное? Ответ поясните чертежом.

3. Охарактеризуйте методы, применяемые для изучения планет.

## В а р и а н т 4

1. Гора Олимп на Марсе имеет высоту 27 км. Под каким углом ее можно было бы наблюдать с Фобоса (расстояние 9400 км), если она видна на краю диска планеты?

2. Сравните суточные колебания температуры на Венере, Земле и Марсе. Объясните причины различия этих колебаний.

3. Опишите, как изменяется скорость кометы при движении по орбите и вид крупных комет с момента появления до исчезновения. Ответ дополните рисунком.

## В а р и а н т 5

1. Орбиты двух комет лежат в плоскости земной орбиты, наименьшие их расстояния от Солнца равны 0,5 и 2 а. е. Каждая из комет имеет хвост длиной 150 млн. км. Могут ли эти кометы зацепить своим хвостом Землю? Полезно сделать чертеж.

2. Вчера наблюдалось лунное затмение. Когда можно ожидать ближайшее солнечное затмение? Следующее лунное?

3. Опишите природу Юпитера. Что нового мы узнали об этой планете благодаря космическим аппаратам?

## В а р и а н т 6

1. Какова ширина кольца Юпитера, если с космического корабля, находящегося от него на расстоянии  $3,48 \cdot 10^5$  км, оно было видно под углом  $1^{\circ}26'$ ?

2. Какие из перечисленных явлений можно наблюдать на Луне: метеоры, кометы, затмения, полярные сияния? Ответ поясните.

3. Для чего применяется в астрономии метод радиолокации? Поясните одно из этих применений подробнее.

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

## В а р и а н т 1

1. В момент противостояния Юпитер удален от Земли на 628 млн. км; угловой диаметр его тогда равен  $47,2''$ . Определите линейный радиус Юпитера.

2. Как определили, что некоторые астероиды имеют неправильную форму?

3. Опишите физические условия на Марсе. Учитывая химический состав его атмосферы, объясните, почему температура на поверхности этой планеты не опускается ниже 148 К.

## В а р и а н т 2

1. С борта космического корабля, который находится на расстоянии 120 км от поверхности Луны, космонавт наблюдает объект, имеющий протяженность 60 м. Каков угловой диаметр объекта?

2. Наблюдая планету с Земли, какие газы легче обнаружить в ее атмосфере: те, которые есть в земной атмосфере, или те, которых в земной атмосфере нет?

3. Опишите природу Луны. Чем отличается вид неба, движение Солнца и звезд для наблюдателей, находящихся на Луне и Земле?

## В а р и а н т 3

1. Объекты какого размера может различить на поверхности Земли космонавт с высоты 220 км, если острота его зрения  $2'$ ?

2. Объясните, почему великие противостояния Марса происходят на летние месяцы.

3. Что является общим для процессов, лежащих в основе образования облаков на различных планетах?

#### В а р и а н т 4

1. Оцените примерную ширину метеорного потока Персеид (в километрах), зная, что метеоры наблюдаются с 16 июля по 22 августа.

2. Как можно оценить линейные размеры астероида, если его угловые размеры нельзя измерить даже при наблюдении в телескоп?

3. Сравните химический состав планет-гигантов и планет земной группы. Объясните причину существующих различий.

#### В а р и а н т 5

1. Низменность Атлантида на Венере имеет поперечник около 2500 км. С какого расстояния ее можно было бы видеть невооруженным глазом (разрешающая способность  $2'$ ), если бы на Венере не было облачности?

2. Почему солнечные затмения, которые случаются чаще, чем лунные, видны реже?

3. Опишите физические условия на поверхности и в атмосфере Венеры. Объясните, почему у поверхности этой планеты поддерживается столь высокая температура.

#### В а р и а н т 6

1. Какова должна быть разрешающая способность оптического прибора, чтобы различить фазы Венеры на минимальном ее расстоянии от Земли  $4 \cdot 10^7$  км? Диаметр Венеры 12 000 км.

2. Какое физическое явление используется для определения возраста земных и лунных пород? Какая закономерность данного явления позволяет использовать его для этих целей?

3. Опишите природу кометы. Какие физические процессы происходят в ее ядре, голове и хвосте при приближении кометы к Солнцу?

## **IV. СОЛНЦЕ И ЗВЕЗДЫ**

### **ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1**

#### **СОЛНЦЕ — БЛИЖАЙШАЯ ЗВЕЗДА**

##### **В а р и а н т 1**

1. Какие основные химические элементы и в каком соотношении входят в состав Солнца?
2. Чем объясняется наблюдаемая на Солнце грануляция?

##### **В а р и а н т 2**

1. Каков период вращения Солнца вокруг оси и в чем состоит особенность этого вращения?
2. При каких процессах на Солнце возникают корпускулярные потоки и космические лучи?

##### **В а р и а н т 3**

1. За счет каких источников энергии излучает Солнце? Какие при этом происходят изменения с его веществом?
2. Какой слой Солнца является основным источником видимого излучения?

##### **В а р и а н т 4**

1. В каких пределах изменяется температура Солнца от его центра до фотосферы?
2. Какие явления на Земле связаны с проявлением солнечной активности?

##### **В а р и а н т 5**

1. Чем объясняется понижение температуры в области солнечных пятен?
2. Какие наблюдения позволяют определить химический состав Солнца?

##### **В а р и а н т 6**

1. Какими способами осуществляется перенос энергии из недр Солнца наружу?
2. Какими методами определяют период вращения Солнца?

**ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2**  
**СПЕКТРЫ, ТЕМПЕРАТУРЫ, СВЕТИМОСТИ ЗВЕЗД**  
**И РАССТОЯНИЯ ДО НИХ**

**В а р и а н т 1**

1. Параллакс Проциона  $0,28''$ . Сколько времени идет свет от этой звезды до Земли?
2. В чем главная причина различия спектров звезд?

**В а р и а н т 2**

1. Во сколько раз звезда первой величины ярче самых слабых звезд, видимых невооруженным глазом (шестой величины)?
2. Как определяют расстояние до звезд?

**В а р и а н т 3**

1. Во сколько раз звезда 3,4 звездной величины слабее, чем Сириус, имеющий видимую звездную величину  $-1,6$ ?
2. В каких пределах меняется светимость звезд?

**В а р и а н т 4**

1. Во сколько раз планета, имеющая видимую звездную величину  $-3$ , ярче звезды второй звездной величины?
2. Какие единицы используют при измерении расстояний до звезд?

**В а р и а н т 5**

1. Расстояние до звезды Бетельгейзе 652 св. лет. Чему равен ее параллакс?
2. От чего зависит цвет звезды?

**В а р и а н т 6**

1. Параллакс Альтаира  $0,20''$ . Чему равно расстояние до этой звезды в парсеках и световых годах?
2. Какова максимальная и минимальная температура звезд?

ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 3

**ДВОЙНЫЕ И ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ.**

**РАЗНООБРАЗИЕ ЗВЕЗДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ИХ ЗАКОНОМЕРНОСТИ**

**В а р и а н т 1**

1. Во сколько раз Арктур больше Солнца, если светимость Аркура 100, а температура 4500 К?
2. Чем объясняется изменение яркости некоторых двойных звезд?

**В а р и а н т 2**

1. Какова средняя плотность красного сверхгиганта, если его диаметр в 300 раз больше солнечного, а масса в 30 раз больше, чем масса Солнца?
2. От чего зависит светимость звезды?

**В а р и а н т 3**

1. Если бы по орбите Земли двигалась звезда с такой же массой, как у Солнца, каков был бы ее период обращения?
2. Чем объясняется изменение яркости цефеид?

**В а р и а н т 4**

1. Во сколько раз красный гигант больше красного карлика, если их светимость отличается в  $10^8$  раз?
2. Какие характеристики звезд можно определить, исследуя двойные звезды?

**В а р и а н т 5**

1. На каком расстоянии от центра галактики находится сверхновая звезда, если ее угловое расстояние от центра галактики  $3'$ , а от нас она удалена на  $10^7$  пк?
2. Чем можно объяснить изменение яркости новых звезд?

**В а р и а н т 6**

1. Во сколько раз отличаются светимости двух звезд одинакового цвета, если радиус одной из них больше, чем у другой, в 25 раз?
2. Что остается на месте вспышки сверхновой звезды?

В а р и а н т 1

1. Какие слои различают внутри Солнца и в его атмосфере?
2. Абсолютная звездная величина Солнца равна  $+5$ . Определите расстояние, на котором оно будет наблюдаться как звезда 15-й звездной величины.
3. Каким способом можно определить массу двойной звезды?

В а р и а н т 2

1. Опишите явления вспышки на Солнце и геофизические процессы, которые с ней связаны.
2. Параллакс звезды равен  $0,01''$ , ее видимая звездная величина  $+10$ . Какова ее абсолютная звездная величина?
3. Как определить расстояние до звезд?

В а р и а н т 3

1. Опишите разнообразие физических характеристик звезд. Сравните их с характеристиками нашего Солнца. Сделайте вывод.
2. Чему равен период вращения Солнца, если наблюдениями установлено, что пятно, расположенное близ экватора, сместилось за 3 суток на  $40^\circ$ ?
3. Каким образом можно определить полное излучение Солнца?

В а р и а н т 4

1. Какие виды солнечного излучения вам известны? Какие из них не достигают поверхности Земли и почему?
2. Со звезды Капелла большая полуось земной орбиты, перпендикулярная лучу зрения, видна под углом  $0,07''$ . Годичный параллакс звезды Процион  $0,28''$ . Какая из этих звезд дальше от нас и во сколько раз? Поясните ответ и сделайте чертеж.
3. Что такое звезда? Чем звезды отличаются от планет по физической природе?



## В а р и а н т 5

1. Перечислите и кратко опишите проявления активности Солнца. С чем связана основная причина этих явлений?

2. Каковы по сравнению с Землей размеры солнечного пятна, которое можно увидеть на поверхности Солнца невооруженным глазом, если разрешающая способность глаза 2'? (Радиус Солнца  $7 \cdot 10^5$  км, радиус Земли 6400 км, угловой радиус Солнца 15'.)

3. От чего зависит светимость звезды? Опишите эту зависимость качественно и количественно.

## В а р и а н т 6

1. Каков основной химический состав Солнца и звезд? Что является источником их энергии?

2. Во сколько раз ускорение силы тяжести на уровне фотосферы Солнца больше ускорения силы тяжести на поверхности Земли, если масса Солнца в 333 000 раз больше массы Земли, а его радиус в 109 раз превосходит радиус Земли?

3. В спектре одной звезды наблюдаются интенсивные линии поглощения водорода, в спектре другой — некоторых молекул (в частности, оксида титана). Температура какой из этих звезд выше и почему?

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

### В а р и а н т 1

1. Какое излучение и при каких процессах возникает в недрах Солнца? Как изменяется вид излучения по мере перехода от внутренних слоев Солнца к наружным?

2. Как определить расстояние до звезд, годичный параллакс которых нельзя измерить? Дайте развернутый ответ.

3. Нарисуйте график изменения лучевой скорости одной из компонент двойной звезды. От чего и как может меняться вид этого графика?

### В а р и а н т 2

1. Параллакс звезды равен 0,5". Определите, во сколько раз эта звезда дальше от нас, чем Солнце. Ответ поясните.

2. Какие характеристики Солнца связаны с действием гравитационных сил? Какие явления, происходящие на нем, обусловлены наличием магнитного поля?

3. В чем разница между свечением Солнца, планеты и кометы?

### В а р и а н т 3

1. Какова «солнечная постоянная» для Марса? Для Земли эта постоянная равна  $1400 \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Расстояние Марса от Солнца 1,5 а. е.

2. Какова должна быть температура звезды, чтобы при одинаковых с Солнцем размерах она имела светимость, в 100 раз большую?

3. От чего зависит форма кривой изменения видимой яркости затменно-двойной звезды?

### В а р и а н т 4

1. Яркость двойной звезды уменьшилась на одну звездную величину. Какая часть фотосферы центральной звезды закрыта, если считать, что затмевающий ее спутник света не дает?

2. Где на Солнце температура выше: в фотосфере или в короне? В чем причина этого явления?

3. Как доказать, что Солнце по своей светимости является обычной звездой?

### В а р и а н т 5

1. Звезда имеет одинаковую с Солнцем температуру, но ее диаметр в 2 раза меньше солнечного. На каком расстоянии от этой звезды должна находиться планета, чтобы получать от нее столько же энергии, сколько Земля получает от Солнца?

2. При каких процессах на Солнце возникают корпускулярные потоки и космические лучи? Чем они отличаются друг от друга?

3. Параллакс Альтаира равен  $0,20''$ . Расстояние до Веги 29 св. лет. Какая из этих звезд дальше от нас и во сколько раз?

### В а р и а н т 6

1. Параллакс звезды равен  $0,16''$ . Во сколько раз эта звезда дальше от нас, чем Солнце?

2. В каком агрегатном состоянии находится вещество в недрах Солнца? Каковы примерно его температура и плотность?

3. Какова должна быть скорость вещества, чтобы оно могло покинуть белый карлик, масса которого  $10^{30}$  кг, а радиус  $2 \cdot 10^4$  км?

## **V. СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ**

### **ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 1**

#### **НАША ГАЛАКТИКА. ДИФФУЗНАЯ МАТЕРИЯ**

##### **В а р и а н т 1**

1. Чем различаются рассеянные и шаровые скопления?
2. Определите пространственную скорость движения звезды, лучевая и тангенциальная составляющие которой соответственно равны  $+30$  и  $29$  км/с. Под каким углом к лучу зрения наблюдателя движется эта звезда?

##### **В а р и а н т 2**

1. Какие объекты входят в состав нашей Галактики?
2. Вычислите модуль и направление лучевой скорости звезды, если в ее спектре линия, соответствующая длине волны  $5,5 \cdot 10^{-4}$  мм, смещена к фиолетовому концу на расстояние  $5,5 \cdot 10^{-8}$  мм.

##### **В а р и а н т 3**

1. Какова структура нашей Галактики?
2. Определите тангенциальную составляющую скорости звезды, если ее годичный параллакс равен  $0,05''$ , а собственное движение  $0,15''$ .

##### **В а р и а н т 4**

1. По каким признакам различаются между собой диффузные и планетарные туманности?
2. Звезда движется в пространстве со скоростью  $50$  км/с в сторону наблюдателя под углом  $30^\circ$  к лучу зрения. Чему равны лучевая и тангенциальная составляющие скорости звезды?

##### **В а р и а н т 5**

1. Как проявляет себя межзвездная среда?
2. Каковы значение и направление смещения линии в спектре звезды, удаляющейся от наблюдателя со скоростью  $15$  км/с, если соответствующая этой линии спектра длина волны равна  $6 \cdot 10^{-4}$  мм?

## В а р и а н т 6

1. Какие источники радиоизлучения известны в нашей Галактике?

2. Чему равно собственное движение звезды, находящейся на расстоянии 15 пк от наблюдателя, если тангенциальная составляющая ее скорости равна 25 км/с?

### ПРОВЕРОЧНАЯ РАБОТА 2

#### ЗВЕЗДНЫЕ СИСТЕМЫ — ГАЛАКТИКИ И МЕТАГАЛАКТИКА

### В а р и а н т 1

1. Как определяют расстояния до галактик?

2. Можно ли увидеть на небе невооруженным глазом туманность Андромеды, если расстояние до нее составляет  $5 \cdot 10^5$  пк, а линейный диаметр  $3,5 \cdot 10^4$  пк? Разрешающая способность глаза  $2'$ .

### В а р и а н т 2

1. Чем различаются по составу спиральные и эллиптические галактики?

2. На каком расстоянии находится галактика, если скорость ее удаления составляет  $2 \cdot 10^4$  км/с? (Постоянную Хаббла принять равной 100 км/(с · Мпк).)

### В а р и а н т 3

1. Какие внегалактические источники радиоизлучения известны в настоящее время?

2. Какова скорость удаления галактики, находящейся от нас на расстоянии  $3 \cdot 10^8$  пк? (Постоянную Хаббла принять равной 100 км/(с · Мпк).)

### В а р и а н т 4

1. Что является источником радиоизлучения в радиогалактиках?

2. Каков линейный диаметр галактики, если она видна под углом в  $1^\circ$ , а расстояние до нее составляет  $2,4 \cdot 10^5$  пк?

## В а р и а н т 5

1. Чем объясняется красное смещение в спектрах галактик?
2. Каково расстояние до галактики, если в ней обнаружена новая звезда, видимая звездная величина которой  $+18$ , а абсолютная звездная величина равна  $-7$ ?

## В а р и а н т 6

1. На какие основные типы можно разделить галактики по их внешнему виду и форме?
2. Галактика, находящаяся на расстоянии 150 Мпк, имеет видимый угловой диаметр  $20''$ . Сравните ее линейные размеры с размерами нашей Галактики.

## ИТОГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

### В а р и а н т 1

1. Планетарная туманность в созвездии Лиры имеет угловой диаметр  $83''$  и находится на расстоянии 660 пк. Каковы линейные размеры туманности в астрономических единицах?
2. Какие сведения о небесных телах можно получить, используя радиотелескопы? Дайте развернутый ответ.
3. Опишите строение и состав Галактики.

### В а р и а н т 2

1. Параллакс звезды Прорион  $0,28''$ . Расстояние до звезды Бетельгейзе 652 св. года. Какая из этих звезд и во сколько раз находится дальше от нас?
2. Какие небесные светила и явления можно наблюдать без приборов, какие требуют применения телескопа? Приведите пример невидимого, но изученного астрономического объекта или явления.
3. Что такое звезда? Чем обусловлено равновесное состояние большинства звезд?

### В а р и а н т 3

1. Во сколько раз изменился угловой диаметр Венеры, наблюдаемой с Земли, в результате того, что планета перешла с минимального расстояния на максимальное? Орбиту Венеры считать окружностью радиусом 0,7 а. е.

2. Поясните, в чем состоит различие в природе свечения звезды, планеты и туманности.

3. Какие практические потребности человечества привели к появлению астрономии в древности? Для чего астрономия нужна в наши дни?

### В а р и а н т 4

1. Какого углового размера будет видеть нашу Галактику (диаметр которой составляет  $3 \cdot 10^4$  пк) наблюдатель, находящийся в галактике М 31 (туманность Андромеды) на расстоянии  $6 \cdot 10^5$  пк?

2. Чем отличаются по своим физическим характеристикам звезды, относящиеся к различным последовательностям на диаграмме Герцшпрунга — Рессела?

3. Какую роль сыграли астрономические открытия для развития физики в прошлом и в настоящее время? Приведите несколько примеров.

### В а р и а н т 5

1. Разрешающая способность невооруженного глаза 2'. Объекты какого размера может различить космонавт на поверхности Луны, пролетая над ней на высоте 75 км?

2. Каковы причины появления солнечных пятен?

3. Какие практические применения космонавтики вам известны?

### В а р и а н т 6

1. Во сколько раз Солнце больше Луны, если их угловые диаметры одинаковы, а горизонтальные параллаксы соответственно равны  $8,8''$  и  $57''$ ?

2. Что такое планета? Чем планеты отличаются от звезд по физическим характеристикам?

3. Какие вы знаете способы определения расстояний до небесных тел?

## ИТОГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПОВЫШЕННОЙ ТРУДНОСТИ

### В а р и а н т 1

1. Параллакс звезды равен  $0,08''$ . Во сколько раз эта звезда дальше от нас, чем Солнце?

2. Что является источником информации о состоянии небесных объектов? Опишите один из способов получения этой информации подробнее.

3. Каков был бы синодический период обращения Луны, если бы ее движение вокруг Земли происходило бы с той же скоростью, но в противоположную сторону?

4. Что определяет скорость эволюции звезды?

### В а р и а н т 2

1. Какой будет видимая звездная величина Солнца, если его удалить на расстояние 100 пк? Абсолютная звездная величина Солнца +5.

2. Сравните химический состав планет земной группы и планет-гигантов. Поясните причины их различия.

3. Какова должна быть скорость вещества, чтобы оно могло улететь от Солнца? (Принять массу Солнца равной  $2 \cdot 10^{30}$  кг, а радиус  $7 \cdot 10^5$  км.)

4. Как должна была бы вращаться вокруг оси Луна, чтобы одна ее половина всегда освещалась Солнцем?

### В а р и а н т 3

1. Звезда имеет одинаковую с Солнцем температуру, но радиус ее в 5 раз больше солнечного. На каком расстоянии от звезды (в а. е.) должна находиться планета, чтобы получать столько же энергии, сколько получает от Солнца Земля?

2. Какими методами изучают распределение в Галактике звезд и межзвездного вещества?

3. Можно ли с Северного полюса Земли наблюдать солнечное затмение, происходящее 22 декабря?

4. При каких процессах во Вселенной образуются тяжелые элементы?

## В а р и а н т 4

1. На каком расстоянии должен находиться астероид диаметром 100 км, чтобы можно было различить его угловые размеры, если разрешающая способность невооруженного глаза  $2'$ ?

2. Какие фундаментальные наблюдательные факты указывают на то, что во Вселенной происходит процесс эволюции?

3. На каком расстоянии можно увидеть Солнце в телескоп, позволяющий заметить звезды  $20$ -й звездной величины, если известно, что абсолютная звездная величина Солнца равна  $+5$ ?

4. Почему Млечный Путь проходит не точно по большому кругу небесной сферы?

## В а р и а н т 5

1. Годичный параллакс Веги  $0,11''$ . Расстояние до звезды Бетельгейзе 652 св. года. Какая из этих звезд дальше от Земли и во сколько раз?

2. Если полное лунное затмение произойдет сегодня, то можно ли будет наблюдать его с Южного полюса Земли? Дайте развернутый ответ.

3. Какими способами осуществляется передача энергии из недр Солнца наружу и далее на Землю? Какие изменения при этом претерпевает излучение Солнца?

4. Какое состояние вещества является преобладающим во Вселенной? Какие химические элементы являются наиболее распространенными во Вселенной, какие — на Земле? Не противоречит ли это выводам о материальном единстве мира?

## В а р и а н т 6

1. Высота крупнейшего вулкана на Марсе 27 км. С какого расстояния его может различить космонавт, если эта гора видна на краю диска планеты? (Разрешающая способность глаза составляет  $2'$ .)

2. Какие химические элементы в основном входят в состав Солнца? Сравните химический состав Солнца и Земли. Объясните причины их различия.

3. Какие наблюдения нужно провести, чтобы доказать, что кометы не находятся в земной атмосфере, как это полагали в древности?

4. Покажите, что законы природы, открытые на Земле, справедливы и в космическом пространстве.



## ОТВЕТЫ И РЕШЕНИЯ

### I. Введение

#### Проверочная работа 1

**Вариант 1.** 1. Нет. Вследствие большой удаленности звезды видны в телескоп как точки даже при наибольшем возможном увеличении. 2. Ось мира параллельна земной оси. С плоскостью горизонта она составляет угол, равный географической широте места наблюдения.

**Вариант 2.** 1. Телескопы используют для того, чтобы собрать больше света и увидеть более слабые звезды. 2. В точках востока и запада.

**Вариант 3.** 1. Чтобы получить увеличенное изображение Луны и планет. Это позволяет изучать детали поверхности. 2. На Северном полюсе Земли.

**Вариант 4.** 1. Движение воздуха, заметное при большом увеличении, вызывает искажения изображения. 2. Параллельно плоскости горизонта.

**Вариант 5.** 1. В рефракторе свет собирается линзой, в рефлекторе — вогнутым зеркалом, в менисковом телескопе вместе с зеркалом используется линза-мениск, которая исправляет искажения, вносимые зеркалом. 2. Параллельно небесному экватору.

**Вариант 6.** 1. Объектив собирает свет и строит изображение, которое рассматривается через окуляр. 2. Небесный меридиан.

#### Проверочная работа 2<sup>1</sup>

**Вариант 1.** 1. 1)  $\alpha = 14^{\circ} 45'$ ,  $\delta = +15^{\circ} 30'$ , 2)  $\alpha = 18^{\circ} 45'$ ,  $\delta = +33^{\circ}$   
2. Вследствие изменения склонения Солнца.

**Вариант 2.** 1. 1)  $\beta$  Весов; 2)  $\delta$  Персея. 2. Вследствие изменения склонения Солнца.

**Вариант 3.** 1. 1)  $\alpha = 11'$ ,  $\delta = +62'$ , 2)  $\alpha = 5^{\circ} 20'$ ,  $\delta = +6^{\circ}$ . 2. Потому что планеты перемещаются из созвездия в созвездие.

**Вариант 4.** 1. В созвездии Козерога. 2. Против суточного вращения небесной сферы.

**Вариант 5.** 1. 1)  $\alpha = 3^{\circ} 15'$ ,  $\delta = +50'$ , 2)  $\alpha = 0^{\circ} 40'$ ,  $\delta = -19^{\circ} 30'$ . 2. Против видимого суточного движения звезд (с запада на восток).

**Вариант 6.** 1. Галактика М 31 (туманность Андромеды) находится в созвездии Андромеды. 2. Планеты перемещаются петлеобразно.

#### Проверочная работа повышенной трудности

**Вариант 1.** 1. По звездной карте можно определить, что в этом случае Полярной должна быть звезда, отстоящая от нынешней Полярной на  $23,5^{\circ}$  и находящаяся в созвездии Дракона (вблизи полюса эклиптики). 2. Нет, так как Якутск лежит западнее Магадана.

**Вариант 2.** 1. Высота полюса мира в Ленинграде составляет  $60^{\circ}$ , следовательно, все звезды, которые отстоят от полюса мира менее чем на  $60^{\circ}$ , всегда в Ленинграде находятся над горизонтом. 2. В полночь на юге через меридиан проходят созвездия, у которых прямое восхождение звезд отличается от прямого восхождения Солнца на  $12^{\circ}$ , т. е. равно  $6^{\circ}$ . Это будут созвездия Ориона, Близнецов, Тельца, Возничего.

<sup>1</sup> В качестве ответов приведены координаты звезд, взятые из «Школьного астрономического календаря», для проверки результатов, полученных учащимися.

**Вариант 3.** 1. В полдень Солнце в Тбилиси выше, чем в Киеве, на  $8^\circ$ . Разность высот равна разности географических широт этих городов. 2. В момент, когда Солнце заходит в Новосибирске, в Москве еще день, поэтому созвездие Ориона в Москве видеть нельзя.

**Вариант 4.** 1. Солнце в полдень в зените может быть на широтах до  $23^\circ 30'$  к северу и к югу от земного экватора, поскольку склонение Солнца меняется от  $+23^\circ 30'$  до  $-23^\circ 30'$ . 2. В указанный момент Солнце находится в созвездии Девы (что определяется по звездной карте), следовательно, созвездие Девы видеть нельзя.

**Вариант 5.** 1. На полюсах Земли. 2. Луна уже зашла в Новосибирске, который находится восточнее Челябинска, но видна в Москве, которая расположена западнее.

**Вариант 6.** 1. Географическая широта остается неизменной, — следовательно, самолет летит вдоль экватора или параллели. 2. По звездной карте видно, что диаметрально противоположными Водолею являются созвездия Льва, Секстанта и Чаши.

#### Контрольная работа

**Вариант 1.** 1.  $\beta$  Ориона ( $\alpha = 5^h 10^m$ ,  $\delta = -8^\circ$ );  $\alpha$  Ориона ( $\alpha = 5^h 50^m$ ,  $\delta = +7^\circ$ );  $\alpha$  Малого Пса ( $\alpha = 7^h 35^m$ ,  $\delta = +5^\circ$ ). 2. На экваторе, где одновременно видно половину северного и половину южного полушария звездного неба. 3.  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ ;  $h = 14^\circ$ . 4. Против соответствующей даты на звездной карте (например, 22 октября) находят положение Солнца на эклиптике и определяют его координаты:  $\alpha = 14^\circ$ ,  $\delta = -12^\circ$ . В созвездии Девы.

**Вариант 2.** 1.  $\alpha$  Льва ( $\alpha = 10^h 05^m$ ,  $\delta = +12^\circ$ );  $\alpha$  Девы ( $\alpha = 13^h 20^m$ ,  $\delta = -11^\circ$ );  $\alpha$  Скорпиона ( $\alpha = 16^h 25^m$ ,  $\delta = -26^\circ$ ). 2. В течение года Солнце проходит полный круг по эклиптике, т. е. его прямое восхождение меняется в пределах от 0 до  $24^h$ . Следовательно, в течение месяца прямое восхождение Солнца меняется на  $2^h$ . 3.  $\varphi = 90^\circ - h + \delta$ ,  $\varphi = 87^\circ$ . 4. Над точкой севера точное движение светил происходит с запада на восток.

**Вариант 3.** 1. 1)  $\beta$  Лебедя; 2)  $\alpha$  Тельца. 2. Светило будет заходить в точке запада. 3. Склонение Солнца в день зимнего солнцестояния  $\delta = -23^\circ 30'$ . Следовательно, полуденная высота Солнца  $h = 90^\circ - 42^\circ - 23^\circ 30' = 24^\circ 30'$ . 4. По звездной карте следует найти положение Солнца на эклиптике 1 сентября и в день проведения контрольной работы (например, 27 октября). 1 сентября Солнце находилось в созвездии Льва и имело склонение  $\delta = +10^\circ$ . Двигаясь по эклиптике, Солнце 23 сентября пересекло небесный экватор и перешло в южное полушарие, 27 октября оно находится в созвездии Весов и имеет склонение  $\delta = -13^\circ$ .

**Вариант 4.** 1. По звездной карте устанавливают, что метеор пролетел через созвездия Большой Медведицы, Малого Льва, Льва и Секстанта. 2. В день летнего солнцестояния. Склонение Солнца в это время  $\delta = +23^\circ 30'$ . 3. Нельзя, звезда будет находиться под горизонтом немного южнее точки востока. 4.  $\delta = h + \varphi - 90^\circ$ ,  $\delta = -16^\circ 30'$ .

**Вариант 5.** 1.  $\alpha$  Тельца ( $\alpha = 4^h 30^m$ ,  $\delta = +16^\circ$ );  $\gamma$  Ориона ( $\alpha = 5^h 20^m$ ,  $\delta = +5^\circ$ ) и  $\alpha$  Ориона ( $\alpha = 5^h 50^m$ ,  $\delta = +7^\circ$ ). 2. Светило находится над горизонтом ровно половину суток. 3. На Северном и Южном полюсах Земли. 4.  $\delta = h + \varphi - 90^\circ$ ,  $\delta = +13^\circ$ .

**Вариант 6.** 1. По звездной карте устанавливают, что спутник пролетел через созвездия Льва, Волосы Вероники и Волопаса. 2. В день летнего солнцестояния. Прямое восхождение Солнца в это время  $\alpha = 6^h$ . 3. Высоту Сириуса в Москве и Аддис-Абебе вычисляют по формуле:  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ . Поскольку разность высот равна разности географических широт этих городов, то  $h_1 - h_2 = \varphi_1 - \varphi_2 = 47^\circ$ . 4. На Южном полюсе Земли.

#### Контрольная работа повышенной трудности

**Вариант 1.** 1. Полуденная высота Солнца в Тбилиси в день весеннего равноденствия  $h_1 = 90^\circ - 42^\circ = 48^\circ$ , а в Ленинграде в день летнего солнцестояния  $h_2 = 90^\circ - 60^\circ + 23^\circ 30' = 53^\circ 30'$ . Следовательно, в Ленинграде Солнце выше на  $5,5^\circ$ . 2. В Южно-Сахалинске, который находится восточнее Владивостока, можно видеть, а во Фрунзе, который находится значительно западнее Владивос-

тока, нельзя. 3. Созвездие Большой Медведицы для средних широт является незаходящим, созвездие Ориона частично лежит в южном полушарии и его звезды в средних широтах восходят и заходят. Следовательно, созвездие Большой Медведицы дольше видно над горизонтом, чем Орион. 4. Изменение прямого восхождения происходит вследствие годичного обращения Земли, а склонения — вследствие наклона ее оси вращения.

**Вариант 2.** 1.  $\delta = h + \varphi - 90^\circ$ ,  $\delta = +23^\circ 30'$ . Такое склонение у Солнца бывает в день летнего солнцестояния, — следовательно, наблюдение проводилось 22 июня. 2. На земном экваторе, поскольку здесь суточный путь Солнца всегда делится горизонтом точно пополам. 3. Звезды, прямое восхождение которых на 12 ч отличается от прямого восхождения звезд созвездия Тельца, т. е. у которых  $\alpha = 16 - 17^h$ . Это созвездия Геркулеса, Северной Короны, Змееносца, Скорпиона. 4. Полярную звезду нужно было бы искать среди звезд, находящихся на эклиптике (в зависимости от направления оси).

**Вариант 3.** 1. Склонение звезд, кульминирующих в зените в Москве, должно удовлетворять равенству  $\delta = \varphi = 56^\circ$ . Следовательно, Кастор не может наблюдаться в Москве в зените. 2. Звезды, у которых прямое восхождение около  $1^h$ , т. е. звезды, прямое восхождение которых отличается на 12 ч от прямого восхождения звезд созвездия Девы. Это звезды созвездий Кита, Рыб, Андромеды. 3. Хабаровск расположен восточнее Караганды, и Солнца там не видно. Волгоград лежит западнее, там день и Солнце видно. 4. Нет, поскольку созвездие Козерога целиком находится в южном полушарии звездного неба.

**Вариант 4.** 1. Для космонавтов, ведущих наблюдения с Луны, Земля находится примерно в противоположной точке небесной сферы с координатами:  $\alpha = 22^h$ ,  $\delta = -10^\circ$ . 2. В день летнего солнцестояния Солнце находится в зените в северном полушарии на широте  $23^\circ 30'$ . 3. В тот момент, когда в Москве восходит Солнце, в Иркутске, который лежит восточнее, уже день и звезд видеть нельзя. 4.  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ ,  $h = 43^\circ$ .

**Вариант 5.** 1.  $h = 90^\circ - 56^\circ \pm 23,5^\circ$ . От  $h_1 = 10,5^\circ$  до  $h_2 = 57,5^\circ$ . 2. В это время, как видно по звездной карте, Солнце может находиться в созвездии Стрельца (или Змееносца), а бывает это в декабре, в начале зимы. 3. Наибольшие круги описывают светила, лежащие на небесном экваторе, т. е. склонение которых равно  $0^\circ$ . 4. Поскольку Луна совершает оборот вокруг Земли примерно за месяц, то за неделю ее прямое восхождение изменится приблизительно на  $6^h$ .

**Вариант 6.** 1. За полярными кругами, на которых Солнце в нижней кульминации один раз в году бывает на горизонте. 2. Это бывает зимой, в конце декабря. Солнце находится в созвездии Стрельца. 3. Это происходит на экваторе. 4.  $\delta = h - 90^\circ + \varphi$ ,  $\delta = +27^\circ$ .

## II. Строение Солнечной системы

### Проверочная работа 1

**Вариант 1.** 1. Если принять расстояние Земли от Солнца и период ее обращения за 1, то по III закону Кеплера  $a = \sqrt[3]{84^2}$  а. е.  $= 19,2$  а. е. 2. Внешние планеты могут. Внутренние (Меркурий и Венера) не могут.

**Вариант 2.** 1. Через промежуток времени, называемый синодическим периодом:  $S = \frac{T \cdot T_{\odot}}{T - T_{\odot}}$ ,  $S = \frac{1,9 \cdot 1}{0,9}$  г.  $\approx 2,1$  г., или 780 сут. 2. Уменьшается согласно

II закону Кеплера: в перигелии она максимальна, в афелии — минимальна.

**Вариант 3.** 1.  $T = \frac{S \cdot T_{\odot}}{S + T_{\odot}}$ ,  $T = \frac{1,6 \cdot 1}{2,6}$  г.  $\approx 0,61$  г., или 223 сут. 2. Максимальная в апогее — точке орбиты, которая наиболее удалена от центра Земли, а минимальная — в перигее, где спутник ближе всего к Земле.

**Вариант 4.** 1. Если принять расстояние Земли от Солнца и период ее обращения за 1, то по III закону Кеплера  $a = \sqrt[3]{12^2}$  а. е.  $\approx 5$  а. е. 2. К западу от Солнца.

**Вариант 5.** 1.  $S = \frac{T \cdot T_{\oplus}}{T_{\oplus} - T}$ ,  $S = \frac{0,24 \cdot 1}{0,76}$  г.  $\approx 0,32$  г., или 117 сут. 2. Максимальная в перигее, где скорость спутника наибольшая, а минимальная в апогее, где скорость его наименьшая.

**Вариант 6.** 1.  $T = \frac{S \cdot T_{\oplus}}{S - T_{\oplus}}$ ,  $T = \frac{1,5 \cdot 1}{0,5}$  г. = 3 г. 2. а) По условиям видимости — они видны на любом угловом расстоянии от Солнца; б) по более медленному видимому перемещению среди звезд.

#### Проверочная работа 2

**Вариант 1.1.** Астероиды, кометы и пылевые частицы вследствие малой массы. 2. Во введении в формулу III закона Кеплера множителя, учитывающего суммарную массу Солнца и планеты.

**Вариант 2. 1.** В Солнечной системе не одна планета, а много, и каждая из них испытывает со стороны других возмущения. 2. По возмущениям, которые вызывает планета в движении пролетающих недалеко от нее комет, астероидов или космических аппаратов.

**Вариант 3. 1.** В случае если существуют лишь два взаимно притягивающихся тела. 2. Чем больше масса, тем меньше периоды спутников.

**Вариант 4. 1.** Юпитер, так как его масса наибольшая. 2. Нет, так как массы центральных тел различны.

**Вариант 5. 1.** Изменяются вид, орбита и период обращения кометы. 2. На основе уточненного закона Кеплера, сравнивая движение Луны вокруг Земли с движением Земли вокруг Солнца, можно получить массу Солнца, выраженную в массах Земли.

**Вариант 6. 1.** Рассчитано на основе возмущений, которые Нептун вызывал в движении планеты Уран. 2. У планеты, масса которой больше.

#### Проверочная работа 3

**Вариант 1. 1.** По отклонению падающих тел к востоку и с помощью маятника Фуко. 2.  $\frac{D_1}{D_2} = \frac{p_2}{p_1}$ ,  $D_1 = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{1,5''} \approx 5,9 \text{ а. е.}$

**Вариант 2. 1.** Градусные измерения, проведенные на различных широтах. 2. Расстояние от Земли до Венеры в момент нижнего соединения равно 0,3 а. е., следовательно:  $p_1 = \frac{D_2 p_2}{D_1}$ ,  $p_1 = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{0,3 \text{ а. е.}} \approx 29''$

**Вариант 3. 1.** Неизменное положение Полярной звезды, вокруг которой наблюдается вращение звездного неба. 2. Расстояние от Земли до Юпитера в момент противостояния равно 4 а. е., следовательно:

$$p_1 = \frac{D_2 p_2}{D_1}, p_1 = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{4 \text{ а. е.}} = 2,2''$$

**Вариант 4. 1.** В начале июля параллакс Солнца имеет минимальное значение, поскольку Солнце находится на наибольшем расстоянии от Земли, в начале января — максимальное. 2.  $q = p \frac{r}{R}$ ,  $q = \frac{18'' \cdot 3400 \text{ км}}{6400 \text{ км}} \approx 9,6''$

**Вариант 5. 1.** Обращением Земли вокруг Солнца, которое происходит с годичным периодом. 2. Расстояние от Земли до Марса во время противостояния равно 0,5 а. е.; следовательно,  $p_1 = \frac{D_2 p_2}{D_1}$ ,  $p_1 = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 8,8''}{0,5 \text{ а. е.}} = 17,6''$

**Вариант 6. 1.** Для определения расстояний (на Земле и в космическом пространстве), которые нельзя непосредственно измерить. Он состоит в вычислении сторон треугольника по известным из измерений одной стороне и прилегающих углов. 2.  $r = \frac{Rq}{p}$ ,  $r = \frac{6400 \text{ км} \cdot 12,5''}{23,4''} \approx 3420 \text{ км.}$

## Контрольная работа

**Вариант 1.** 1.  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$ ,  $r_1 = \frac{200 \text{ км} \cdot 10^6 \text{ км}}{3,8 \cdot 10^5 \text{ км}} \approx 530 \text{ км}$ . 2. На основе уточ-

ненного закона Кеплера или по возмущениям в движении других тел.

**Вариант 2.** 1. Уменьшился в 5 раз, так как расстояние между Землей и Марсом в противостоянии равно 0,5 а. е., а в соединении — 2,5 а. е.

**Вариант 3.** 1.  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$ ,  $D_2 = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 6,4 \cdot 10^3 \text{ км}}{1,7 \cdot 10^3 \text{ км}} \approx 1,4 \cdot 10^6 \text{ км}$ .

**Вариант 4.** 1. Поскольку горизонтальный параллакс Марса больше горизонтального параллакса Солнца, то Марс находится к Земле ближе, чем Солнце, т. е. он расположен по ту же сторону от Солнца, что и Земля. 2. Скорость планеты максимальна в перигелии, постепенно она уменьшается по мере удаления планеты от Солнца. Минимальное значение скорости имеет в афелии, а затем снова увеличивается.

**Вариант 5.** 1.  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $q_2 = \frac{30' \cdot 1 \text{ а. е.}}{5 \text{ а. е.}} = 6'$  2. По эллипсу, параболе или

гиперболе в зависимости от начальной скорости тела

**Вариант 6.** 1  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $D_2 = \frac{8,8'' \cdot 1 \text{ а. е.}}{0,9''} \approx 9,8 \text{ а. е.}$

Контрольная работа повышенной трудности

Указание. При расчетах удобно принимать число секунд в радиане равным  $(2 \cdot 10^5)''$ , это число мало отличается от точного значения, равного  $206\,265''$ ,

**Вариант 1.** 1.  $D = \frac{206\,265'' r}{q''}$ ,  $D = \frac{6,4 \cdot 10^3 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{54 \cdot 60''} \approx 4 \cdot 10^5 \text{ км}$ .

3. По III закону Кеплера  $T = \sqrt{2^3} \text{ г.} = 2,8 \text{ г}$  Далее, используя формулу  $S = \frac{T \cdot T_{\oplus}}{T - T_{\oplus}}$ , получим:  $S = 1,56 \text{ г}$

**Вариант 2.** 1.  $r = \frac{Dq''}{206\,265''}$ ,  $r = \frac{240 \text{ км} \cdot 120''}{(2 \cdot 10^5)''} = 0,144 \text{ км} \approx 140 \text{ м}$ . 2. Мас-

са Земли должна уменьшиться, что следует из III (уточненного) закона Кеплера.

3. Через 12 ч Планета находится в противостоянии

**Вариант 3.** 1.  $q = \frac{206\,265'' r}{D}$   $2q = \frac{4900 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{10^6 \text{ км}} = 980'' = 16'20''$ .

2. Марс можно наблюдать в любое время ночи (в зависимости от его конфигурации), а Венеру — только утром или вечером. Различия в условиях видимости определяются тем, что Марс — внешняя планета, а Венера — внутренняя.

3. Используя формулу уточненного III закона Кеплера, получим:  $M_C =$

$= \frac{a_D^3 T_D^3 M_{\oplus}}{a_L^3 T_D^2}$  Приняв массу Земли за 1, имеем:  $M_C = \frac{3,78^3 \cdot 10^{15} \cdot 27,3^2}{3,8^3 \cdot 10^{15} \cdot 2,75^2}$ ,  $M_C =$

$= 100$  массам Земли.

**Вариант 4.** 1. Угловой радиус Земли, наблюдаемой с Марса, численно равен его параллаксу в этот момент, т. е.  $23''$  2. Из наблюдений угловых размеров Солнца 3. Используя данные о Луне ( $T_L = 656 \text{ ч}$ ,  $a_L = 3,8 \cdot 10^5 \text{ км}$ )

и формулу III закона Кеплера, получим:  $T_C = \sqrt{\frac{656^2 \cdot 69^3 \cdot 10^6}{3,8^3 \cdot 10^{15}}}$ ,  $T_C = 1,6 \text{ ч}$ .

**Вариант 5.** 1.  $q = \frac{206\,265'' r}{D}$ ,  $q_{Ю} = \frac{1,4 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{6,2 \cdot 10^8 \text{ км}} \approx 45''$ ;  $q_B =$

$= \frac{1,2 \cdot 10^4 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{4,2 \cdot 10^7 \text{ км}} \approx 57''$  2. Масса Земли должна увеличиться, что сле-

дует из III (уточненного) закона Кеплера. 3. Используя III закон Кеплера, сравним движение спутника с движением Луны, тогда  $a_1 = a_2 \sqrt[3]{\frac{T_1^2}{T_2^2}}$ ,  $a_1 = 3,8 \times 10^5 \text{ км} \sqrt[3]{\frac{(1 \text{ сут.})^2}{(27 \text{ сут.})^2}} \approx 42 \text{ 200 км}$ .

**Вариант 6. 1.** Большую долю диска Венеры видно при ее максимальном удалении от Земли, когда она обращена к нам своей освещенной стороной. 2. Петлеобразное движение планет объясняется тем, что мы наблюдаем их с движущейся Земли. 3.  $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$ , откуда следует, что  $S = T_2 = 2 \text{ года}$ .

Контрольная работа с выбором ответа

**Вариант 1.** 1 D. 2 A. 3 C. 4 A. 5 B. 6 E. 7 D. 8 B. 9 A. 10 C. 11 D. 12 C. 13 D. 14 B. 15 A. 16 C. 17 B.

**Вариант 2.** 1 C. 2 E. 3 D. 4 E. 5 C. 6 B. 7 C. 8 A. 9 C. 10 B. 11 A. 12 D. 13 A. 14 E. 15 B. 16 E. 17 E.

### III. Физическая природа тел Солнечной системы

Проверочная работа 1

**Вариант 1.** 1. Химический состав, температура, скорость движения. 2. Массой планеты и температурой.

**Вариант 2.** 1. Они имеют линейчатый спектр. Поглощением света в их атмосферах. 2. Нельзя, поскольку эти излучения поглощаются атмосферой Земли.

**Вариант 3.** 1. Распределение энергии в спектре и наличие линий поглощения различных элементов. 2. С помощью радиотелескопов.

**Вариант 4.** 1. Химический состав атмосферы и ее температуру. 2. Фотографические и визуальные наблюдения поверхности и радиолокационные исследования.

**Вариант 5.** 1. Изменение положения линий поглощения и излучения. 2. Рельеф поверхности, скорость вращения и орбитального движения.

**Вариант 6.** 1. По изменению положений линий в ее спектре. 2. По линиям поглощения в ее спектре.

Проверочная работа 2

**Вариант 1.** 1. Тропосфера, стратосфера, ионосфера, геокорона. 2. Завершен глобальный обзор Луны, установлено, что на Луне преобладает поверхность материкового типа.

**Вариант 2.** 1. Существованием магнитного поля. 2. В морских районах преобладают породы, сходные с земными базальтами, в материковых — анортозитовые; лунные минералы сходны с теми, которые на Земле образуются в отсутствие воды и кислорода.

**Вариант 3.** 1. Протоны. 2. Большой пористостью и малой теплопроводностью верхнего слоя Луны.

**Вариант 4.** 1. Электроны. 2. В 6 раз меньшим, чем на Земле, ускорением силы тяжести.

**Вариант 5.** 1. Полярные сияния. 2. Структура пористая, прочность малая, в вакууме частицы, составляющие верхний слой, слипаются.

**Вариант 6.** 1. Предохраняет все живое от губительного воздействия ультрафиолетовых и космических лучей. 2. По степени разрушенности и последовательности их формирования.

Проверочная работа 3

**Вариант 1.** 1.  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $q_1 = \frac{30' \cdot 1 \text{ а. е.}}{1,5 \text{ а. е.}} = 20'$ . 2. Большая плотность, малые размеры, медленное вращение вокруг оси, малое число спутников, преобладание оксидов тяжелых элементов в составе твердого тела планеты.

**Вариант 2. 1.**  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $D_2 = \frac{5,5 \cdot 10^7 \text{ км} \cdot 25''}{14''} \approx 9,8 \cdot 10^7 \text{ км}$ . 2. В существ-

вовании парникового эффекта в атмосфере, богатой углекислым газом и имеющей постоянный облачный слой.

**Вариант 3. 1.**  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $q_1 = \frac{30' \cdot 1 \text{ а. е.}}{0,7 \text{ а. е.}} \approx 43'$ . 2. Вследствие разреженности и сухости атмосферы.

**Вариант 4. 1.**  $q \approx \frac{r}{D}$ , а  $p \approx \frac{R}{D}$ , но поскольку  $r = R$ , то  $q = 10''$ . 2. Смена времен года, наличие атмосфер, химический состав литосферы. Различная продолжительность сезонов, различные плотность и состав атмосферы и температурного режима в ней.

**Вариант 5. 1.** Зная линейный диаметр Луны (3400 км) и ее расстояние от Земли ( $3,8 \cdot 10^5$  км) и учитывая, что угловые размеры Луны и Венеры равны:  $\frac{r_1}{D_1} = \frac{r_2}{D_2}$ , получаем:  $D_1 = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 12100 \text{ км}}{3400 \text{ км}} \approx 1,35 \cdot 10^6 \text{ км}$ .

2. Кратеры метеоритного и вулканического происхождения, каньоны, барханы.

**Вариант 6. 1.**  $\frac{r_1}{D_1} = \frac{r_2}{D_2}$ ,  $D_2 = \frac{1 \text{ а. е.}}{109} \approx 0,009 \text{ а. е.}$  2. В атмосфере Венеры преобладает углекислый газ, а в земной атмосфере — азот и кислород. Температура на Венере выше, а ее суточные колебания практически отсутствуют. Давление в атмосфере Венеры примерно в 100 раз выше. Облачность значительна, парниковый эффект велик.

Проверочная работа 4

**Вариант 1. 1.** Малая плотность, большие размеры, преобладание в составе гелия, водорода и его соединений, быстрое вращение вокруг оси, большое число спутников. 2.  $q = \frac{206\ 265'' r}{D}$ ;  $D = \frac{40\ 000 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{120''} \approx 6,7 \cdot 10^7 \text{ км}$ .

**Вариант 2. 1.** В составе атмосфер планет-гигантов преобладает водород, гелий, метан и аммиак. 2.  $q = \frac{206\ 265'' r}{D}$ ,  $q = \frac{20 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{6\ 000 \text{ км}} \approx 667'' = 11' 7''$

**Вариант 3. 1.** Спектральные наблюдения. Они показывают, что внутренние и внешние части кольца вращаются с различной скоростью в соответствии с III законом Кеплера. 2. Расстояние до Плутона 40 а. е., следовательно, освещенность Плутона будет меньше в  $40^2 = 1600$  раз.

**Вариант 4. 1.** Установлены размеры спутников, обнаружены метеоритные кратеры на их поверхности. 2.  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$ ,  $D_2 = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 1,4 \cdot 10^5 \text{ км}}{3400 \text{ км}} \approx 1,56 \times 10^7 \text{ км}$ .

**Вариант 5. 1.** Большой массой планет. 2.  $r_1 = \frac{1 \text{ км} \cdot 5,2 \cdot 1,5 \cdot 10^8 \text{ км}}{3,8 \cdot 10^5 \text{ км}} \approx 2000 \text{ км}$ .

**Вариант 6. 1.** У большинства известных спутников планет периоды вращения совпадают с периодами обращения вокруг планет, поэтому спутники всегда обращены к планете одной стороной. 2. Угловой диаметр Луны, наблюдаемой с расстояния  $3,8 \cdot 10^5$  км, равен  $30'$ . Тогда  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $q_1 = \frac{30' \cdot 3,8 \cdot 10^5 \text{ км}}{5,76 \cdot 10^5 \text{ км}} \approx 20'$ .

Проверочная работа 5

**Вариант 1. 1.** Поскольку с обратной стороны Луны Землю не видно, то затмение наблюдать нельзя. 2. Можно. Из формулы  $q = \frac{206\ 265'' r}{D}$  следует, что  $q = \frac{400 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{3,8 \cdot 10^5 \text{ км}} \approx 211'' = 3' 31''$

**Вариант 2. 1.** Не может, так как периоды, когда случаются затмения, повторяются через полгода. 2.  $r = \frac{D_0}{206\,265''}$ ,  $r = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 40''}{(2 \cdot 10^5)''} \approx 76 \text{ км}$ .

**Вариант 3. 1. Утром 2.**  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$ ,  $r_1 = \frac{200 \text{ км} \cdot 190 \text{ км}}{3,8 \cdot 10^5 \text{ км}} = 0,1 \text{ км} = 100 \text{ м}$ . Следовательно, различить нельзя.

**Вариант 4. 1. Солнечное затмение. 2.**  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{r_1}{r_2}$ ,  $q_1 = \frac{15 \cdot 60'' \cdot 170 \text{ км}}{1700 \text{ км}} = 90''$ .

**Вариант 5. 1.** Лунное затмение происходит в момент полнолуния. В данном случае через неделю будет новолуние, поэтому затмения не случится. 2.  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $D_1 = \frac{3,8 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 30''}{2 \cdot 60''} = 9,5 \cdot 10^4 \text{ км}$ .

**Вариант 6. 1.** Перемещение видимой границы освещенного и не освещенного Солнцем полушария Луны по ее поверхности, наблюдаемое при изменении лунных фаз. 2.  $q = \frac{206\,265'' r}{D}$ ,  $q = \frac{200 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{3,8 \cdot 10^5 \text{ км}} \approx 105'' = 1'45''$

### Проверочная работа 6

**Вариант 1. 1.** По перемещению относительно звезд. 2. Вследствие давления солнечного излучения и действия солнечного ветра.

**Вариант 2. 1.** В состав других небесных тел входят только те химические элементы, которые известны на Земле. Это является одним из доводов в пользу материального единства Вселенной. 2. Нет, вследствие отсутствия атмосферы.

**Вариант 3. 1.** Между орбитами Марса и Юпитера. Орбиты отличаются большим эксцентриситетом. 2. Выделением газов вследствие нагревания ядра, действием солнечного ветра и давлением света.

**Вариант 4. 1.** Нагревание, испарение и разрушение тела, сопровождаемое звуком 2. По вытянутым (с большим эксцентриситетом) эллиптическим орбитам.

**Вариант 5. 1.** Метеориты бывают железные, содержащие 90% железа, и каменные, в составе которых преобладает оксид кремния. 2. Ядро кометы — твердое тело, состоящее из смеси замерзших газов и твердых частиц тугоплавких веществ, хвост — разреженный газ и пыль.

**Вариант 6. 1.** Неправильная. Наиболее крупные имеют диаметр в несколько сотен километров, остальные — меньше. 2. Метеор — явление, возникающее при полете небольшого тела с космической скоростью в атмосфере Земли. Метеорит — обломок астероида, упавший на Землю.

### Контрольная работа

**Вариант 1. 1.**  $D_1 = 0,5 \text{ а. е.}$   $D_2 = 2,5 \text{ а. е.}$   $\frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2}$ ,  $r_2 = \frac{150 \text{ км} \cdot 2,5 \text{ а. е.}}{0,5 \text{ а. е.}} = 750 \text{ км}$ . 2. Солнечное затмение наступает тогда, когда момент пересечения Лунной плоскости земной орбиты совпадает с моментом новолуния. Такие условия повторяются примерно через полгода. Следовательно, в ноябре того же года, т. е. через 4 месяца, затмения не будет.

**Вариант 2. 1.**  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{D_2}{D_1}$ ,  $p_2 = \frac{8,8'' \cdot 1 \text{ а. е.}}{29 \text{ а. е.}} \approx 0,3''$ . 2. Полное лунное затмение продолжительнее. Чтобы Луна прошла сквозь всю земную тень, требуется значительное время, тогда как лунная тень, имеющая меньшие размеры, быстро проходит через данный пункт Земли.

**Вариант 3. 1.**  $q = \frac{206\,265'' r}{D}$ ,  $r = \frac{1,3 \cdot 10^9 \text{ км} \cdot 40''}{(2 \cdot 10^5)''} = 2,6 \cdot 10^5 \text{ км}$ . 2. Поскольку солнечное затмение происходит в новолуние, а лунное — в полнолуние, то до солнечного затмения — неделя, а до лунного — три недели.



**Вариант 4.** 1.  $q = \frac{206\ 265'' r}{D}$ ,  $q = \frac{27\ \text{км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{9400\ \text{км}} \approx 600'' = 10'$ . 2. На Мар-

се суточные колебания температуры наибольшие, что объясняется малой плотностью его атмосферы, на Венере они практически отсутствуют из-за большой плотности атмосферы и медленного вращения вокруг оси. Минимальная температура на Марсе меньше, поскольку он дальше от Солнца. 3. Скорость меняется согласно II закону Кеплера.

**Вариант 5.** 1. Может лишь первая, поскольку хвост всегда направлен в сторону, противоположную Солнцу. 2. Ближайшее солнечное затмение следует ожидать через 2 недели, а лунное только через полгода.

**Вариант 6.** 1.  $q = \frac{206\ 265'' r}{D}$ ,  $r = \frac{3,48 \cdot 10^5\ \text{км} \cdot (5,16 \cdot 10^3)''}{(2 \cdot 10^5)''} \approx 8900\ \text{км}$ .

2. Ввиду отсутствия на Луне атмосферы там нельзя наблюдать метеоры и полярные сияния. Кометы видеть можно, солнечные затмения — тоже.

Контрольная работа повышенной трудности

**Вариант 1.** 1.  $r = \frac{Dq}{206\ 265''}$ ,  $r = \frac{6,28 \cdot 10^8\ \text{км} \cdot 47,2''}{(2 \cdot 10^5)'' \cdot 2} \approx 7,4 \cdot 10^4\ \text{км}$ . 2. По изменению их видимой яркости. 3. Температура не опускается ниже 148 К потому,

что при конденсации углекислого газа, происходящей при этой температуре, выделяется энергия.

**Вариант 2.** 1.  $q = \frac{206\ 265'' r}{D}$ ,  $q = \frac{60\ \text{м} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{1,2 \cdot 10^5\ \text{м}} = 100''$ . 2. Те, которых

нет, поскольку в спектре их линии поглощения не экранируются линиями поглощения, возникающими в земной атмосфере. 3. Суточное движение Солнца и звезд более медленное, и они могут быть видны одновременно вследствие отсутствия атмосферы.

**Вариант 3.** 1.  $r = \frac{Dq}{206\ 265''}$ ,  $r = 220\ \text{км} \cdot \frac{(2 \cdot 60)''}{(2 \cdot 10^5)''} \approx 0,130\ \text{км} = 130\ \text{м}$ .

2. Расстояние между эллиптическими орбитами Земли и Марса различно в разных точках. Минимально оно в том месте, которое Земля проходит летом. 3. Общим в основе образования облаков на различных планетах является процесс конденсации и кристаллизации химических веществ, составляющих атмосферы планет.

**Вариант 4.** 1. Его ширина не менее длины пути, пройденного за это время (37 сут) Землей, что составляет примерно 1/10 часть длины всей орбиты:

$L = \frac{2\pi R}{10}$ ,  $L = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 10^8\ \text{км}}{10} \approx 9,4 \cdot 10^7\ \text{км}$ . 2. Зная расстояние от Зем-

ли и от Солнца и приняв некоторую среднюю величину отражательной способности поверхности астероида, можно оценить его линейные размеры. 3. Причина заключается в дифференциации вещества газопылевого облака, окружавшего Солнце, в результате чего около Солнца остались лишь тяжелые химические элементы, а газы ушли на окраины Солнечной системы.

**Вариант 5.** 1.  $D = \frac{206\ 265'' r}{q}$ ,  $D = \frac{2500\ \text{км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{120''} \approx 4 \cdot 10^6\ \text{км}$ . 2. Пото-

му что лунные затмения можно наблюдать на территории того полушария Земли, где Луна находится над горизонтом, а солнечное — только в узкой полосе, по которой проходит тень Луны. 3. Высокая температура поддерживается за счет парникового эффекта, создаваемого основной составляющей атмосферы Венеры — углекислым газом.

**Вариант 6.** 1.  $q = \frac{206\ 265'' r}{D}$ ,  $q = \frac{12\ 000\ \text{км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{4 \cdot 10^7\ \text{км}} = 60'' = 1'$ . 2. Ра-

диоактивный распад. Независимость скорости распада от физических условий.

#### IV. Солнце и звезды

##### Проверочная работа 1

**Вариант 1.** 1. Водород с примесью 10% атомов гелия. 2. Конвективными движениями.

**Вариант 2.** 1. На экваторе 25 сут., близ полюсов 30 сут. Различие периодов вращения характерно для жидких и плотных газообразных тел. 2. При хромосферных вспышках.

**Вариант 3.** 1. Термоядерные реакции превращения водорода в гелий. 2. Фотосфера.

**Вариант 4.** 1. От 15 000 000 до 6000 К. 2. Полярные сияния, магнитные бури, уровень ионизации верхних слоев атмосферы.

**Вариант 5.** 1. Подавлением конвекции магнитным полем. 2. Спектральные.

**Вариант 6.** 1. Лучеиспусканием и конвекцией. 2. Наблюдением за перемещением солнечных пятен.

##### Проверочная работа 2

**Вариант 1.** 1.  $D = \frac{1}{p}$ , 1 пк = 3,26 св. г  $D = \frac{3,26}{0,28}$  св. г  $\approx 11,6$  св. лет. Свет идет 11,6 года. 2. В различии температуры и давления в атмосферах звезд.

**Вариант 2.** 1.  $\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}$  В  $2,512^5$ , т. е. в 100 раз. 2. По измерению годичного параллакса.

**Вариант 3.** 1.  $\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}$  В  $2,512^5$ , т. е. в 100 раз. 2. От  $1,3 \cdot 10^{-5}$  до  $5 \cdot 10^5$ .

**Вариант 4.** 1.  $\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1}$ . В  $2,512^5$ , т. е. в 100 раз. 2. Парсеки (1 пк = 3,26 св. г. =  $3 \cdot 10^{13}$  км)

**Вариант 5.** 1.  $p = \frac{1}{D}$ ,  $p = \frac{3,26 \text{ св. г.}}{652 \text{ св. г.}} = 0,005''$  2. Цвет звезды зависит от температуры ее фотосферы.

**Вариант 6.** 1.  $D = \frac{1}{p}$ ,  $D = \frac{1}{0,20''}$ ,  $D = 5$  пк, или 16,3 св. г. 2. От 3000 до 100 000 К.

##### Проверочная работа 3

**Вариант 1.** 1.  $\frac{R}{R_{\odot}} = \sqrt{L} : \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^2$ ,  $\frac{R}{R_{\odot}} = \sqrt{100} : \left(\frac{4500 \text{ К}}{6000 \text{ К}}\right)^2$ ,  $\frac{R}{R_{\odot}} \approx 18$ .  
2. Затмением одной звезды другой.

**Вариант 2.** 1.  $q = \frac{m}{V}$ ,  $\frac{q_1}{q_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{V_2}{V_1}$ ;  $q_1 = 1400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{30}{300^3} \approx 1,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .  
2. От температуры и размеров звезды.

**Вариант 3.** 1. Используя III закон Кеплера, примем период обращения Земли за 1. Тогда  $\frac{(m_1 + 0) T_1^2}{(m_1 + m_1) T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$ , или  $1 = \frac{1}{2T_2^2}$  Откуда  $T_2 = \sqrt{\frac{1}{2}}$  г =

= 0,71 г 2. Периодическим изменением размеров звезды и ее температуры.

**Вариант 4.** 1. Поскольку звезды имеют одинаковый цвет, их температура тоже одинакова, а различие светности вызвано различием площади светящейся поверхности. Следовательно,  $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$ ,  $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{10^8} = 10^4$  2. Мас-  
су, а в случае если звезда является затменной, то и размеры.

**Вариант 5. 1.**  $r = \frac{D_0}{206\,265''}$ ,  $r = \frac{10^7 \text{ пк} \cdot 3 \cdot 60''}{(2 \cdot 10^5)''} = 9 \cdot 10^3 \text{ пк}$ . 2. Главным

образом изменением размеров звезды.

**Вариант 6. 1.** Поскольку цвет звезд одинаков, то одинаковы их температуры, поэтому  $\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 = 25^2$ , в 625 раз. 2. Нейтронная звезда (пульсар) и туманность.

Контрольная работа

**Вариант 1. 2.**  $M = m + 5 - 5 \lg D$ .  $\lg D = \frac{m - M}{5} + 1 = 3$ .  $D = 10^3 \text{ пк}$ .

3. Необходимо измерить период обращения, большую полуось видимой орбиты и параллакс двойной звезды и провести вычисления по III закону Кеплера.

**Вариант 2. 2.**  $M = m + 5 + 5 \lg p''$ ,  $M = 5$ . 3. Измерить годичный параллакс или установить абсолютную величину звезды и сравнить ее с видимой.

**Вариант 3. 2.** Если за 3 сут. пятно сместилось на  $40^\circ$ , то полный оборот ( $360^\circ$ ) оно сделает за 27 сут. 3. Зная солнечную постоянную и вычислив площадь поверхности шара, радиус которого равен расстоянию от Земли до Солнца, можно рассчитать полное излучение Солнца.

**Вариант 4. 2.** Капелла в 4 раза дальше Проциона, так как  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{0,07''}{0,28''} = \frac{1}{4}$

3. Главное отличие звезд от планет в том, что значительно большая масса звезды приводит к увеличению температуры в ее недрах до такого уровня, при котором протекают термоядерные реакции, являющиеся источником энергии звезд.

**Вариант 5. 2.** Линейные размеры пятна, имеющего угловой диаметр  $2'$ , можно определить, зная линейные размеры Солнца и его угловой радиус:

$$\frac{d}{R} = \frac{q_1}{q_2}, \quad d = \frac{7 \cdot 10^5 \text{ км} \cdot 2'}{15'} \approx 10^5 \text{ км}, \text{ т. е. пятно примерно в 8 раз больше}$$

Земли. 3. Светимость звезды прямо пропорциональна квадрату радиуса звезды и 4-й степени температуры ее поверхности.

**Вариант 6. 1.** Водород и гелий. Термоядерные реакции. 2. В 27,9 раза больше земного. 3. Температура первой выше, при высокой температуре молекулы не могут существовать.

Контрольная работа повышенной трудности

**Вариант 1. 1.** В недрах Солнца в ходе термоядерных реакций возникает гамма-излучение. Переходя от внутренних слоев к наружным, кванты теряют энергию, и излучение становится менее жестким. 2. Необходимо определить абсолютную звездную величину по спектральным характеристикам или периоду изменения яркости (для цефеид) и сравнить ее с измеренной видимой звездной величиной. 3. График представляет собой синусоиду (в случае круговой орбиты). Изменяется в зависимости от эксцентриситета орбиты и ее ориентации по отношению к земному наблюдателю.

**Вариант 2. 1.** В случае если параллакс равен  $1''$ , расстояние до звезды в 206 265 раз ( $2 \cdot 10^5$ ) больше радиуса земной орбиты. При параллаксе, равном  $0,5''$ , это расстояние еще в 2 раза больше, т. е. в  $4 \cdot 10^5$  раз. 2. С действием гравитационных сил связана шаровая форма и стационарность Солнца (стабильность размеров). Наличие магнитного поля обуславливает возникновение пятен, вспышек, характер движения протуберанцев. 3. Солнце является источником излучения, планета отражает солнечный свет и дает инфракрасное тепловое излучение, а комета не только отражает свет, но и светится за счет флюоресценции, обусловленной воздействием солнечного излучения.

**Вариант 3. 1.** Солнечная постоянная для Марса будет меньше. Поскольку расстояние его от Солнца в 1,5 раза больше, чем у Земли, то постоянная

уменьшится в  $1,5^2 = 2,25$  раза и будет составлять  $\approx 622 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$ . 2. Согласно формуле, связывающей светимость с температурой и площадью светящейся поверхности:  $T = T_{\odot} \sqrt[4]{100}$ ,  $T = 18960 \text{ К}$ . 3. От формы, размеров и ориентации как самих компонентов, так и их орбит.

**Вариант 4.** 1. Яркость звезды уменьшилась в 2,5 раза; следовательно, закрыта  $1/2,5$  часть фотосферы звезды. 2. Температура в короне выше за счет передачи ее частицам дополнительной энергии газами конвективной зоны Солнца. 3. Нужно рассчитать видимую звездную величину Солнца на расстоянии одной из ближайших звезд, имеющих тот же спектральный класс.

**Вариант 5.** 1. Светимость звезды в 4 раза меньше светимости Солнца. Следовательно, и расстояние от планеты до звезды должно быть в 4 раза меньше. 2. При вспышках (взрывных, нестационарных процессах) Различаются скоростями, которые приобрели частицы. 3. Расстояние до Альтаира составляет 5 пк или примерно 16 св. лет. Значит Вега приблизительно вдвое дальше Альтаира

**Вариант 6.** 1. При расстоянии 1 пк звезда находится от нас в 206 265 раз дальше, чем Солнце. В данном случае расстояние составляет примерно 6 пк. Следовательно, эта звезда приблизительно в  $1,2 \cdot 10^6$  раз дальше от нас, чем Солнце. 2. Вещество в недрах Солнца — это плотная и горячая плазма (газ). Температура около  $1,5 \cdot 10^7 \text{ К}$ , давление  $2 \cdot 10^{18} \text{ Па}$ . 3.  $v = \sqrt{2gR}$ ,

$$g = \frac{GM}{R^2}, \text{ тогда } v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}, v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 10^{30} \text{ кг}}{2 \cdot 10^7 \text{ м}}} \approx 2,6 \times$$

$$\times 10^6 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2,6 \cdot 10^3 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

## V. Строение и эволюция Вселенной

Проверочная работа 1

**Вариант 1.** 1. Количеством звезд, входящих в скопление, и их распределением в пространстве. 2.  $v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2}$ ,  $v = 42 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ ,  $\cos \alpha = \frac{30}{42}$ ,  $\alpha = 44,5^\circ$ .

**Вариант 2.** 1. Звезды, их скопления, газопылевые туманности, межзвездный газ. 2.  $v = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} c$ ,  $v = \frac{5,5 \cdot 10^{-8} \text{ мм}}{5,5 \cdot 10^{-4} \text{ мм}} \cdot 3 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ . Поскольку линии смещены к фиолетовому концу, то звезда приближается к нам.

**Вариант 3.** 1. Спиральная. 2.  $v = 4,74 \mu D$ , или  $v = 4,74 \frac{\mu}{p} v$ ,  $v = 4,74 \frac{\text{км}}{\text{с}} \times \frac{0,15''}{0,05''} \approx 14 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ .

**Вариант 4.** 1. По форме. 2.  $v_t = v \sin \alpha$ ,  $v_r = \sqrt{v^2 - v_t^2}$ ,  $v_t = 50 \frac{\text{км}}{\text{с}} \cdot \frac{1}{2} = 25 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ ,  $v_r = \sqrt{50^2 - 25^2} \frac{\text{км}}{\text{с}} \approx 43 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

**Вариант 5.** 1. Ослабляется излучение, идущее от звезд в силу его рассеяния и поглощения, а также происходит покраснение цвета звезд. 2. Смещение

происходит к красному концу спектра на  $\Delta \lambda = \lambda \frac{v}{c}$ ,  $\Delta \lambda = \frac{6 \cdot 10^{-4} \text{ мм} \cdot 15 \frac{\text{км}}{\text{с}}}{3 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ мм}$ .

**Вариант 6. 1.** Звезды, туманности и межзвездный водород. 2.  $\mu = \frac{v}{4,74 D}$ ,

или  $\frac{v\rho}{4,74 \frac{\text{км}}{\text{с}}}$ ,  $\mu = \frac{25 \frac{\text{км}}{\text{с}}}{4,74 \frac{\text{км}}{\text{с}} \cdot 15 \text{ пк}} \approx 0,35''$ .

Проверочная работа 2

**Вариант 1. 1.** По видимой звездной величине цефеид или других звезд, абсолютная звездная величина которых известна, и по красному смещению.

2.  $q = \frac{206\,265'' r}{D}$ ,  $q = \frac{3,5 \cdot 10^4 \text{ пк} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{5 \cdot 10^5 \text{ пк}} = (1,4 \cdot 10^4)''$ , что больше  $120''$

поэтому видеть невооруженным глазом можно.

**Вариант 2. 1.** В эллиптических галактиках нет туманностей и звезд сверхгигантов. 2.  $r = \frac{v}{H}$ ,  $r = \frac{2 \cdot 10^4 \frac{\text{км}}{\text{с}}}{100 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}} = 200 \text{ Мпк}$ .

**Вариант 3. 1.** Радиогалактики и квазары. 2.  $v = Hr$ ,  $v = 100 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}} \times \times 300 \text{ Мпк} = 3 \cdot 10^4 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ .

**Вариант 4. 1.** Нейтральный и ионизованный водород, а также электроны, тормозящиеся в магнитном поле. 2.  $r = \frac{Dq}{206\,265''}$ ,  $r = \frac{2,4 \cdot 10^5 \text{ пк} \cdot 3600''}{(2 \cdot 10^5)''} \approx \approx 4,3 \cdot 10^3 \text{ пк}$ .

**Вариант 5. 1.** Увеличением расстояний между всеми галактиками (за исключением нескольких ближайших). 2.  $\lg D = \frac{m - M}{5} + 1$ ,  $\lg D = 6$ .  $D = 10^6 \text{ пк}$ .

**Вариант 6. 1.** Спиральные, эллиптические и неправильные. 2.  $r = \frac{Dq}{206\,265''}$ ,  $r = \frac{20'' \cdot 1,5 \cdot 10^8 \text{ пк}}{(2 \cdot 10^5)''} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ пк}$ , что примерно в 2 раза меньше размеров нашей Галактики.

Итоговая контрольная работа

**Вариант 1. 1.**  $r = \frac{Dq}{206\,265''}$ ,  $1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.}$ ,  $r = \frac{660 \cdot 206\,265 \text{ а. е.} \cdot 83''}{206\,265''} \approx \approx 5,5 \cdot 10^4 \text{ а. е.}$

**Вариант 2. 1.**  $p \approx \frac{1}{D}$ ;  $D_1 = \frac{1}{0,28} \approx 3,6 \text{ пк}$ ;  $D_2 = \frac{652 \text{ св. г}}{3,26 \text{ св. г}} = 200 \text{ пк}$ .  $\frac{D_2}{D_1} = \frac{200 \text{ пк}}{3,6 \text{ пк}}$  Бетельгейзе примерно в 56 раз дальше Прорциона.

**Вариант 3. 1.**  $D_{\min} = 1 \text{ а. е.} - 0,7 \text{ а. е.} = 0,3 \text{ а. е.}$   $D_{\max} = 1 \text{ а. е.} + 0,7 \text{ а. е.} = 1,7 \text{ а. е.}$   $\frac{D_{\max}}{D_{\min}} = 5,6$ . Уменьшился в 5,6 раза. 2. Звезда является источником излучения, планета отражает свет, а туманность и отражает свет (пылевая компонента), и имеет люминесцентное свечение (газовая компонента).

**Вариант 4. 1.**  $q = \frac{206\,265'' r}{D}$ ,  $q = \frac{3 \cdot 10^4 \text{ пк} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{6 \cdot 10^5 \text{ пк}} = 10\,000''$  2. Массой, размерами, температурой и стадиями своего развития (возрастом).

**Вариант 5. 1.**  $r = \frac{Dq}{206\,265''}$ ,  $r = \frac{75 \text{ км} \cdot 2 \cdot 60''}{(2 \cdot 10^5)''} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ км} = 45 \text{ м}$ .

2. Нарушение конвекции вследствие воздействия магнитного поля.

**Вариант 6. 1.**  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$ ,  $\frac{r_1}{r_2} = \frac{57 \cdot 60''}{8,8''} \approx 389$ . 2. Главное отличие — масса

тел, что обуславливает различие всех других физических характеристик.

Итоговая контрольная работа повышенной трудности

**Вариант 1. 1.**  $D = \frac{1}{\rho}$ ,  $D = \frac{1}{0,08}$  пк. 1 пк = 206 265 а. е.  $D = \frac{206\,265 \text{ а. е.}}{0,08} \approx$

$\approx 2,5 \cdot 10^6$  а. е., т. е. в  $2,5 \cdot 10^6$  раз. 2. Их излучение во всем диапазоне электромагнитных колебаний. 3. Разница между синодическим и звездным месяцами была бы той же — 2,2 сут, но синодический был бы короче, т. е. 25,1 сут. 4. Ее масса и связанная с ней интенсивность протекания термоядерных реакций.

**Вариант. 2. 1.**  $m = M - 5 + 5 \lg D$ .  $m = 5 - 5 + 5 \cdot 2 = 10$ . 2. Причиной различия химического состава этих двух групп планет является, видимо, дифференциация вещества в протопланетном облаке, в результате которой тяжелые элементы остались вблизи Солнца, а водород и гелий ушли на окраину облака. Поскольку содержание тяжелых элементов во Вселенной мало, то планеты земной группы обладают небольшой массой. 3.  $v = \sqrt{2gR}$ ,  $g = \frac{GM}{R^2}$ ,

тогда  $v = \sqrt{2G\frac{M}{R}}$   $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{7 \cdot 10^8 \text{ м}}} \approx 6,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

4. Период вращения вокруг оси должен быть равен периоду обращения вокруг Солнца, т. е. 1 году

**Вариант 3. 1.**  $\frac{L}{L_{\odot}} = \frac{r^2}{r_{\odot}^2}$ ,  $\frac{D^2}{D_{\odot}^2} = \frac{L}{L_{\odot}}$ .  $D = \frac{1 \text{ а. е.} \cdot 5}{1} = 5 \text{ а. е.}$  2. Под-

счетом числа звезд в малых участках неба, исследованием собственного излучения межзвездного вещества и поглощения им излучения звезд. 3. Нет, поскольку 22 декабря с Северного полюса Земли не видно Солнца. 4. При вспышках новых и сверхновых звезд.

**Вариант 4. 1.**  $D = \frac{206\,265'' r}{q}$ ,  $D = \frac{100 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{2 \cdot 60''} \approx 1,7 \cdot 10^5 \text{ км}$ . 2. Крас-

ное смещение и реликтовое излучение. 3.  $\lg D = \frac{m - M}{5} + 1$ ,  $\lg D = 4$ ,  $D = 10^4$  пк 4. Потому что Солнце расположено не точно в плоскости Галактики, а вблизи нее.

**Вариант 5. 1.** Расстояние до Веги около 9 пк, а до Бетельгейзе 200 пк; стало быть, Бетельгейзе примерно в 22 раза дальше. 2. Полярная ночь на Южном полюсе, когда можно наблюдать лунное затмение, продолжается с 21 марта по 23 сентября. Если дата приходится на этот период, то затмение наблюдать можно. 3. Передача энергии из недр Солнца осуществляется главным образом лучесопределением. В конвективной зоне перенос энергии происходит и посредством конвекции. Теплопроводность не вносит существенного вклада в процесс передачи энергии, поскольку газы — плохие проводники тепла. Излучение постепенно превращается из жесткого гамма-излучения в видимое. 4. Во Вселенной преобладает плазма. Наиболее распространенными элементами являются водород и гелий, а на Земле — кислород, кремний и металлы.

**Вариант 6. 1.**  $q = \frac{206\,265'' r}{D}$ ,  $D = \frac{27 \text{ км} \cdot (2 \cdot 10^5)''}{120''} = 45\,000 \text{ км}$ . 2. В состав

Солнца входят в основном водород и гелий, которых на Земле мало, а преобладают на Земле кислород и металлы. Различия сложились в процессе формирования планет из протопланетного облака. 3. Наблюдения параллактического смещения и суточного движения вместе со звездами.



