

А. П. Попова

**ТЕСТОВАЯ ТЕТРАДЬ**  
— ПО —

**АСТРОНОМИИ**

**11 КЛАСС**



URSS

**А. П. Попова**

# **ТЕСТОВАЯ ТЕТРАДЬ ПО АСТРОНОМИИ**

**11 КЛАСС**



**URSS**

**МОСКВА**

**Попова Алевтина Петровна**

**Тестовая тетрадь по астрономии. 11 класс.**

М.: ЛЕНАНД, 2019. — 104 с.

С возобновлением преподавания астрономии как учебного предмета возникает *острая необходимость* в методических пособиях для учителей физики. Предлагаемая тестовая тетрадь — учебное пособие по курсу астрономии. Она предназначена для самостоятельной работы учащихся 10–11 классов и составлена по основным темам школьного курса астрономии. Тетрадь можно использовать также как пособие при подготовке к олимпиадам для учащихся 9 классов.

Текст построен таким образом, чтобы идти от простого к сложному. В каждой теме есть задачи разного уровня сложности. К каждой из них приводится подробный ответ, содержащий и краткий теоретический материал.

Учитель может рекомендовать использовать тетрадь как на уроке, так и для проверки степени усвоения каждой темы. Тетрадь можно использовать при работе в классах, обучающихся по базовой программе, а также в классах с углубленным изучением физико-математических дисциплин.

Рабочая тетрадь позволит сделать процесс изучения науки о Вселенной более эффективным и интересным. Многие задания, приводимые в пособии, апробированы автором, учащиеся которой, используя их, успешно участвуют в олимпиадах по астрономии разного уровня.

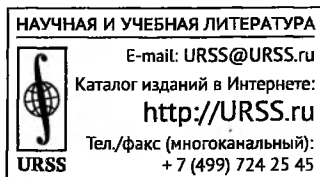
Формат 60×90/16. Печ. л. 6,5. Зак. № АО-2087.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».

117312, Москва, проспект Шестидесятилетия Октября, 11А, стр. 11.

**ISBN 978–5–9710–5459–7**

© ЛЕНАНД, 2018



Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.

# Оглавление

<b>Тема 1. Практические основы астрономии .....</b>	<b>4</b>
<b>Тема 2. Всеволновая астрономия.....</b>	<b>10</b>
<b>Тема 3. Движение Луны и затмения.....</b>	<b>15</b>
<b>Тема 4. Время и календарь .....</b>	<b>21</b>
<b>Тема 5. Конфигурация планет Солнечной системы и законы Кеплера.....</b>	<b>27</b>
<b>Тема 6. Элементы космонавтики .....</b>	<b>33</b>
<b>Тема 7. Малые тела Солнечной системы.....</b>	<b>41</b>
<b>Тема 8. Солнце и его характеристики .....</b>	<b>47</b>
<b>Тема 9. Звёзды. Основные характеристики .....</b>	<b>51</b>
<b>Тема 10. Переменные звёзды .....</b>	<b>56</b>
<b>Тема 11. Нестационарные звёзды .....</b>	<b>61</b>
<b>Тема 12. Наша Галактика и внегалактические объекты .....</b>	<b>66</b>
<b>Тема 13. Определение расстояний в астрономии.....</b>	<b>73</b>
<b>Тема 14. Строение и структура Вселенной.....</b>	<b>77</b>
<b>Ответы .....</b>	<b>83</b>
<b>Информационные источники.....</b>	<b>102</b>



## Тема 1

# Практические основы астрономии

### ЗАДАНИЕ 1. СОЗВЕЗДИЯ. ТЕСТ

Правильный ответ впишите в таблицу.

ВОПРОС	1	2	3	4	5
ОТВЕТ					

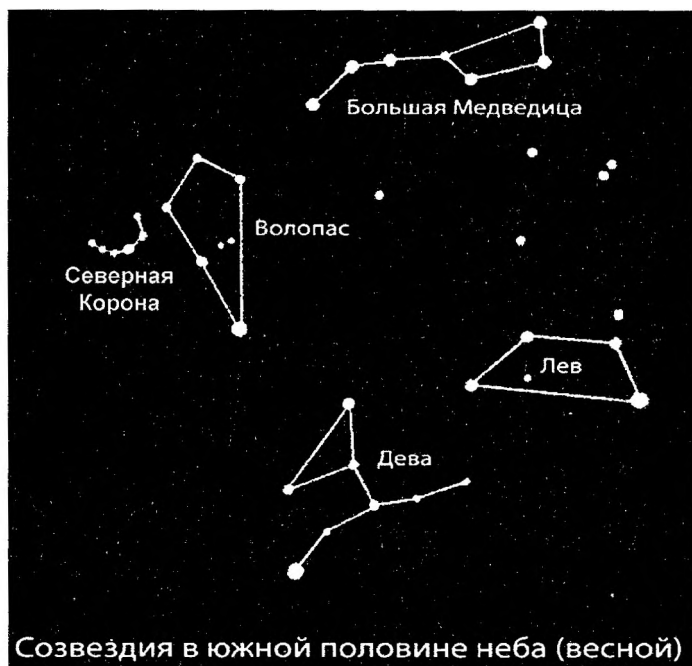
**1. Что такое созвездие? Выберите точное определение (обведите в рамку).**

- А) Группа ярких звёзд, расположенных рядом на небе.
- Б) Участок неба с группой ярких звёзд.
- В) Группа звёзд физически связанных друг с другом, например имеющих одинаковое происхождение.
- Г) Созвездие — это условно определенный участок неба, в пределах которого оказались светила, находящиеся от нас на разных расстояниях.

**2. Где бы вы искали Полярную звезду, если бы вы находились на экваторе?**

- А) В точке зенита.
- Б) На высоте  $45^\circ$  над горизонтом.
- В) На горизонте.
- Г) На высоте, равной географической широте места наблюдения.

**3. Как называется главная звезда в созвездии «Северная Корона»?**



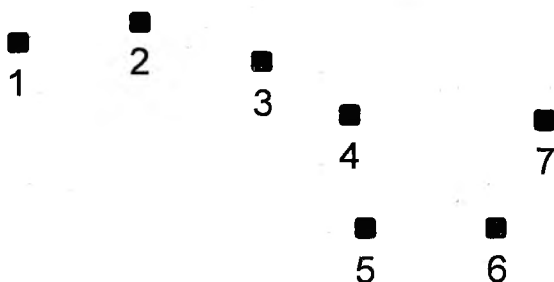
- А) Вега.
- Б) Тубан.
- В) Арктур.
- Г) Гемма.

**4. «Ясной ночью на Млечном Пути  
Северный Крест постарайся найти»**

— это созвездие...

- А) Лебедь;
- Б) Волопас;
- Г) Орёл;
- Г) Северная Корона.

5. Назовите пару звёзд, указывающую на Полярную звезду.



А) Две звезды: 1–2.

Б) Две звезды: 6–7.

В) Звёзды: 4–5.

Г) Звёзды: 3–4.

## ЗАДАНИЕ 2. НЕБЕСНАЯ СФЕРА И КООРДИНАТЫ

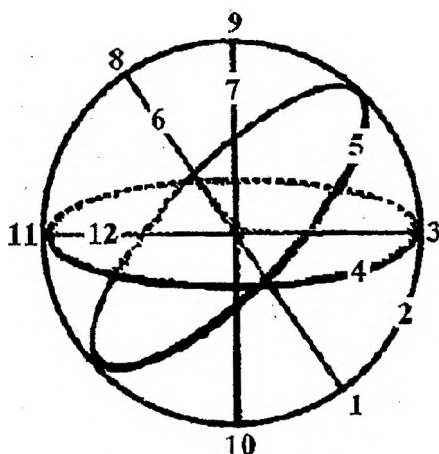
6. Можно ли долететь до созвездия? Ответ обоснуйте.

7. Известно, что звёзды и созвездия лучше наблюдать тогда, когда они находятся высоко над горизонтом, в наших широтах — в южной половине неба. **Определите по карте, можно ли наблюдать и когда звёзды, перечисленные ниже. Заполните таблицу.**

Название звезды	Созвездие	Месяц, время
Сириус		
Спика		
Арктур		
Антарес		

**ЗАДАНИЕ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

8. Небесная сфера — это...



9. Обозначьте основные точки небесной сферы, отмеченные цифрами 1, 3, 8, 9, 10 и 11 на рисунке и запишите их название в таблицу.

Обозначение точек небесной сферы	Название точек небесной сферы



**10. Будет ли Полярная звезда полярной для наблюдателя, находящегося на поверхности Марса. Напишите ответ и обоснуйте его.**

.....

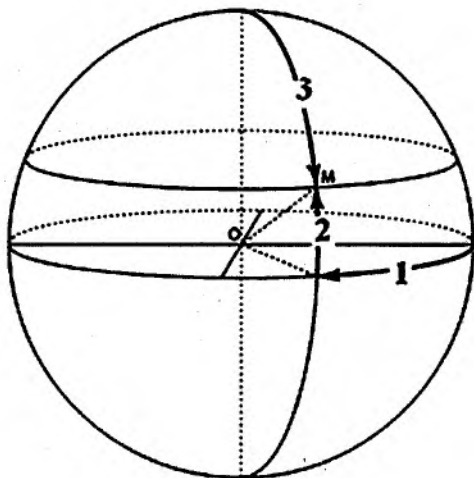
.....

.....

**11. Внесите в таблицу названия кругов небесной сферы.**

Определение круга	Название круга
Большой круг небесной сферы, перпендикулярный оси мира	
Большой круг небесной сферы, перпендикулярный отвесной линии	
Большой круг небесной сферы, проходящий через точки полюса и зенита	

**12. Назовите координату, отмеченную цифрой 3 на рисунке и пределы измерения этой координаты.**



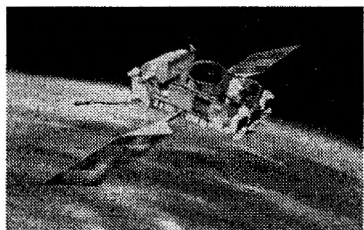
- А) Высота, от  $0^\circ$  до  $\pm 90^\circ$ .
- Б) Зенитное расстояние, от  $0^\circ$  до  $\pm 90^\circ$ .
- В) Зенитное расстояние, от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .
- Г) Высота, от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .

**13. Какова высота Полярной звезды в Челябинске, широта  $\varphi = 55^\circ$ ? Ответ пояснить.**

- А)  $45^\circ$ . Б)  $35^\circ$ . В)  $55^\circ$ . Г)  $85^\circ$ .

**14. Назовите координату, которая представляет собой угол при зените между вертикалом и южной стороной небесного меридиана?**

- А) Высота.
- Б) Азимут.
- В) Зенитное расстояние.
- Г) Склонение.



## Тема 2

### Всеволновая астрономия

#### ЗАДАНИЕ 1. ТЕСТ

Правильный ответ запишите в таблицу

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОТВЕТ										

**1. Какое из перечисленных электромагнитных излучений имеет наибольшую длину волны?**

- А) Инфракрасное.
- Б) Видимое.
- В) Ультрафиолетовое.
- Г) Рентгеновское.

**2. Телескоп служит:**

- А) для увеличения углового размера небесного объекта;
- Б) для усиления блеска звёзд;
- В) для увеличения углового расстояния между небесными объектами;
- Г) для всего вышеперечисленного.

**3. Термин «всеволновая астрономия» означает:**

- А) прозрачность земной атмосферы для всех волн электромагнитного излучения, приходящего из космоса;
- Б) изучение небесных объектов во всем диапазоне шкалы электромагнитного спектра;

В) изучение невидимых диапазонов электромагнитного спектра у небесных светил;

Г) астрономия, изучающая только видимый диапазон.

**4. С одинаковыми или разными скоростями распространяются в вакууме все излучения шкалы электромагнитного спектра?**

А) Каждое излучение имеет свою скорость.

Б) Ультрафиолетовое — имеет самую большую скорость.

В) Инфракрасное излучение — самую маленькую скорость.

Г) Все излучения имеют в вакууме скорость, равную 300 000 000 м/с.

**5. Электромагнитное излучение с длиной волны 550 нм в вакууме воспринимается как...**

А) радиоволны;

Б) инфракрасное излучение;

В) видимый свет;

Г) ультрафиолетовое излучение.

**6. Некоторые радиоволны не достигают земной поверхности из-за...**

А) солнечного ветра;

Б) атмосферных явлений;

В) недостатка разрешения;

Г) ионосферы.

**7. Разрешающая способность глаза, то есть восприятие двух звёзд (точечных источников) отдельно, равна минимальному углу зрения:**

А) 1 секунда;

Б) 1 минута;

В) 10 минут;

Г) 1 градус.

**8. При наблюдении полной Луны в телескоп правую половину объектива закрыли рукой. Как изменился вид Луны в телескопе?**

- А) Никак не изменится.
- Б) Будет видна левая половина диска Луны.
- В) Изображение станет темнее.
- Г) Будет видна правая половина диска Луны.

**9. Телескоп «Кека» снабжен зеркалом диаметра 10 м, а Паломарский — 5 м. Во сколько раз различается количество звёзд, видимых в эти телескопы?**

- А) В 6 раз больше звёзд.
- Б) В 2 раза больше звёзд.
- В) В 3 раза больше звёзд.
- Г) В 4 раза больше звёзд.

**10. Какая область электромагнитного спектра излучения доступна глазу человека?**

- А) От 390 нм до 760 нм.
- Б) От 10 нм до 390 нм.
- В) От 0,01 нм до 10 нм.
- Г) От 0,76 мкм до 15 мкм.

## **ЗАДАНИЕ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**11. Оптический телескоп состоит из двух оптических частей — объектива и окуляра. Для чего они предназначены?**

Объектив предназначен для:

---

---

---

Окуляр предназначен:

## 12. Продолжить определения.

Телескоп-рефрактор — это

Телескоп-рефлектор — это

## ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

### 13. Задача 1

Какое увеличение необходимо, чтобы при наблюдении Юпитер (видимый диаметр 40") был такой же величины, как Луна, видимая невооруженным глазом?

*Решение:*

### 14. Задача 2

Если окуляр при фокусном расстоянии объектива в 160 см даст увеличение в 200 раз, то какое увеличение он даст при фокусном расстоянии объектива в 12 м?

**Решение:**

---

---

---

### 15. Задача 3

В одном из рассказов С. Лема о пилоте Пирксе («Условный рефлекс») действие происходит на обратной стороне Луны. С. Лем пишет: «Пиркс понял, что ему говорит русский: на этой стороне долгие лунные ночи не освещает большой фонарь Земли.

— А инфракрасные очки тут не помогут? — спросил он. Пнин улыбнулся.

— Инфракрасные очки? Какой в них толк, коллега...».

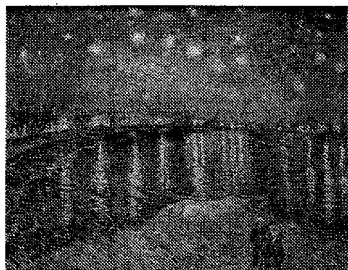
**ВОПРОС.** Возможно ли использовать инфракрасные очки (прибор ночного видения) ночью на Луне? Ответ пояснить.

**Решение:**

---

---

---



## Тема 3

### Движение Луны и затмения

#### ЗАДАНИЕ 1. НАБЛЮДЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. В ясную погоду в течение трех дней понаблюдайте, как выглядит Луна, и зарисуйте ее положение относительно находящихся рядом ярких звезд, отметив время наблюдения.

--	--	--

**Какие выводы из наблюдений можно сделать?**

А) Луна движется (не движется) относительно звёзд.

Б) Движение Луны относительно звёзд происходит в направлении...

2. Синодический месяц Луны — это



3. Через какое время (приблизительно) после солнечного затмения может наступить затмение лунное?

---

---

4. Если в процессе движения вокруг Земли Луна находится на небе в противоположном направлении от Солнца, то эта фаза называется... (указать название фазы)

---

---

и Луна на небе видна на... (указать сторону горизонта и время суток, когда ее можно наблюдать).

---

---

5. В какое время суток наблюдается Луна через неделю после новолуния? В какой стороне горизонта ее можно наблюдать в данной фазе (указать фазу Луны)? В каких фазах можно ожидать солнечное и лунное затмение?

**Ответ:**

---

---

6. О каком небесном теле идет речь?

Всю ночь за облаками

Светил фонарь с рогами.

**Объяснить опisku автора.**

---

---

7. Если в процессе движения вокруг Земли Луна находится на небе в направлении на Солнце, то эта фаза называется... (ука-

зять название фазы) и Луна на небе видна на... (указать сторону горизонта и время суток).

---

**8. В какое время суток наблюдается Луна через неделю после новолуния и в какой стороне горизонта ее можно наблюдать в данной фазе (указать фазу Луны).**

**9. В своем движении на небе Луна время от времени покрывает своим диском ту или иную звезду. С какого края диска Луны следует ожидать «покрытие» и с какого «открытие» звезды?**

**10. Покрытия звёзд Луной происходят таким образом, что наблюдатель видит «исчезновение» звезды при покрытии происходит почти мгновенно — словно кто-то «выключил» звезду. Объясните это явление.**

**11. Когда на Земле 11–12 августа наблюдается много падающих «звёзд»-метеоров (Персеиды), могут ли наблюдаться они с поверхности Луны? Ответ обосновать.**

**12. 15 февраля в полнолуние произойдет соединение Луны и Марса. С помощью подвижной звёздной карты установите, в каком созвездии и рядом с какой яркой звездой будет находиться Марс?**

**13. В рассказе японского писателя Акутагавы есть такой эпизод:**

«После одного из боев броненосец в сопровождении пяти кораблей медленно шел к бухте Чэнхэ. На море уже опустилась ночь. С левого борта над горизонтом висел большой красный серп Луны...» (пер. В. Гривнина).

**Вопросы:**

- А) Каким курсом шел броненосец?  
Б) Нарисуйте, как выглядел лунный серп?

**14.** Из-за наклона орбиты Луны к эклиптике Луна может оказаться не только в зодиакальных созвездиях, но и в некоторых других, например, в созвездии Ориона. Могут ли быть солнечные затмения, когда Луна в Орионе? **Поясните свой ответ.**

**15.** Может ли во время лунного затмения происходить покрытие Юпитера Луной? Покрытие Венеры Луной?

**ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ. Запишите ответ в таблицу**

ВОПРОС	1	2	3	4
ОТВЕТ				

**1.** Какая лунная фаза изображена на фотографии? В какое время суток можно наблюдать такую Луну?

- А) Первая четверть, вечером.  
Б) Первая четверть, утром.  
В) Последняя четверть, вечером.  
Г) Последняя четверть, утром.



**2.** Могут ли быть кольцеобразные затмения Луны?

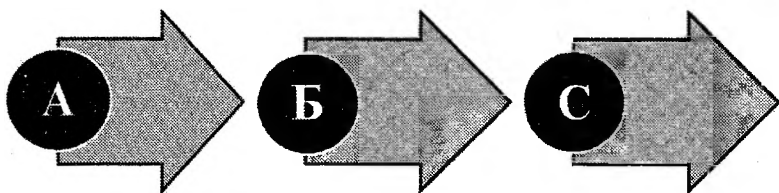
- А) Могут.  
Б) Да, так как угловой радиус Земли и Луны одинаков.  
В) Нет, так как угловой радиус земной тени больше углового радиуса Луны.

Г) Нет, так как угловой размер Солнца примерно равен угловому размеру Луны.

**3. В начале синодического месяца («молодая» Луна) Луна видна слева от Солнца в виде узкого серпа и наблюдается:**

- А) После захода Солнца в восточной стороне неба.
- Б) После захода Солнца в западной стороне неба.
- В) После захода Солнца в южной стороне неба.
- Г) перед восходом Солнца в восточной стороне неба.

**4. Явление, которое может произойти, если три небесных тела в некоторый момент времени располагаются друг относительно друга в последовательности, указанной на схеме: буквой А обозначена Земля, буквой В — Луна, буквой С — Солнце.**



- А) Солнечное затмение.
- Б) Лунное затмение.
- В) Соединение.
- Г) Противостояние.

### ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

#### Задача 1

Человек, идущий по улице, видит яркую планету рядом с полной Луной. Что это может быть за планета?

**Решение:**

---

---

**Задача 2**

«Белым и ровным светом наполнял комнату. Я встал подошел к окну — за окном все было снежно и безмолвно. В туманном небе на головокружительной высоте стояла одинокая Луна, и вокруг нее переливался желтоватый круг. Было так светло, что ясно чернели стрелки ходиков. Они показывали два часа».

**Решение:**

---

---

**ИНТЕРЕСНЫЙ ФАКТ**

Обычно, на каждый календарный месяц выпадает по одному полнолуннию, но так как фазы Луны сменяются немного быстрее, чем 12 раз в году, иногда случаются и **вторые полнолуния** за месяц, называемые **голубой Луной**.



## Тема 4

### Время и календарь

#### ЗАДАНИЕ 1. ТЕСТ.

Запишите правильный ответ в таблицу

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОТВЕТ										

#### 1. Звёздные сутки — это...

- А) угловое расстояние точки весеннего равноденствия;
- Б) промежуток времени полного оборота Земли вокруг оси;
- В) время полного оборота Земли вокруг оси относительно звёзд;
- Г) время от верхней кульминации точки весеннего равноденствия.

#### 2. Средние солнечные сутки...

- А) на 3 мин 56 с длиннее звёздных суток;
- Б) на 3 мин 56 с короче звёздных суток;
- В) на 4 мин короче звёздных суток;
- Г) продолжительность солнечных и звёздных суток одинакова.

3. В момент нижней кульминации Капеллы прямое восхождение = 5 ч 10 мин, определить звёздное время в этот момент?

А)  $S = 18$  ч 30 мин.

Б)  $S = 17$  ч 40 мин.

В)  $S = 18$  ч 10 мин.

Г)  $S = 17$  ч 10 мин.

**4. Разность долгот двух мест равна разности времен в этих пунктах. Вопрос — каких солнечных или звёздных времен?**

А) Безразлично:  $\lambda_2 - \lambda_1 = Tm_2 - Nm_1 = S_2 - S_1$ .

Б) Солнечных:  $\lambda_2 - \lambda_1 = Tm_2 - Tm_1$ .

В) Звёздных:  $\lambda_1 - \lambda_2 = S_1 - S_2$ .

Г) Безразлично:  $\lambda_2 - \lambda_1 = Tm_2 - S_1$ .

**5. В момент верхней кульминации звезды Капеллы прямое восхождение ее было равно:  $\alpha = 5$  ч 10 мин. Определите звёздное время в этот момент?**

А)  $S = 2$  ч 20 мин.

Б)  $S = 3$  ч 10 мин.

В)  $S = 5$  ч 10 мин.

Г)  $S = 1$  ч 50 мин.

**6. При пересечении линии перемены даты с запада на восток...**

А) календарное число уменьшается на две единицы;

Б) календарное число уменьшается на две единицы;

В) календарное число не изменяется;

Г) календарное число уменьшается на единицу.

**7. В местный полдень путешественник отметил 14 ч 13 мин по гринвичскому времени. Географическая долгота места наблюдения равна...**

- А) 2 ч 13 мин з. д.;
- Б) 2 ч 13 мин в. д.;
- В) 5 ч 35 мин з. д.;
- Г) 5 ч 35 мин в. д.

**8. Торжественное открытие Пулковской обсерватории состоялось 7 августа 1839 года по старому стилю. По новому стилю это...**

- А) 20 августа 1839 г.;
- Б) 21 августа 1839 г.;
- В) 19 августа 1839 г.;
- Г) 18 августа 1839 г.

**9. Уравнением времени называется...**

- А) разница между всемирным и поясным временем;
- Б) разница между декретным и поясным временем;
- В) разница между поясным и летним временем;
- Г) разница между средним и истинным солнечным временем.

**10. Поясное, декретное, местное, всемирное время — это разное время или разные системы счета времени?**

- А) Одно и то же время.
- Б) Одно и то же время, но в разных системах счета времени.
- В) Разное время.
- Г) Одно и то же физическое время, но разные системы счета времени.

## **ЗАДАНИЕ 2**

Установите соответствие между астрономическим термином «ВРЕМЯ» из первого столбца и его значением — второго столбца, запишите в таблицу выбранные буквами под соответствующими цифрами:





**ЗАДАНИЕ 3**

Укажите високосные годы по старому и новому стилю:

№ п/п	Годы	Старый стиль	Новый стиль
1	1600		
2	1700		
3	1800		
4	1900		
5	2000		
6	2016		
7	2018		

**ЗАДАНИЕ 4. ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Поясное время — это...

---

---

Всемирное время — это...

---

---

Истинное солнечное время —

---

---

Тропический год —

---

---

По какому календарю мы живем?

---

---

Декретное время — это

---

---

**ЗАДАНИЕ 5. ЗАДАЧИ**

<b>ЗАДАЧИ</b>	<b>РЕШЕНИЕ</b>
<p>1. Полное затмение Солнца должно было произойти в пункте с долготой <math>\lambda = 2^{\text{h}}30^{\text{m}}</math> в 9 ч 27 мин гринвичского времени. Уравнение времени в этот день было <math>\eta = -9^{\text{m}}</math>. Произошло затмение до момента истинного полудня или после момента истинного полудня?</p>	
<p>2. Определить приближенное значение уравнения времени 1 ноября, если в этот день Солнце взошло в 7 ч 07 мин, а зашло в 16 ч 21 мин по среднему времени</p>	
<p>3. В какой день года проводилось наблюдение в Новосибирске (<math>\varphi = 55^\circ</math>), если полуденная высота Солнца оказалась равной <math>32^\circ 15'</math>?</p>	
<p>4. Исаак Ньютон родился 4 января 1643 г по новому стилю. Какова дата его рождения по старому стилю</p>	



## Тема 5

# Конфигурация планет Солнечной системы и законы Кеплера

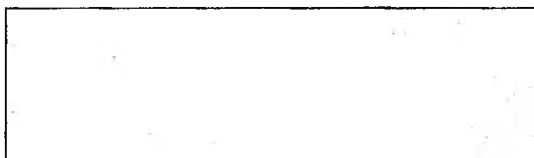
### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Сидерический период обращения планеты вокруг Солнца — это...

2. Синодический период обращения планеты вокруг Солнца — это...

3. Напишите уравнение синодического движения для внутренних планет.

4. Напишите уравнение синодического движения для внешних планет.



5. Сформулируйте первый закон Кеплера.

6. Сформулируйте второй закон Кеплера.

7. О каких периодах обращения, синодических или сидерических (звёздных), идет речь в третьем законе Кеплера?

8. Какие спутники Юпитера называют «галилеевыми»? Ответ поясните.

9. На какой планете и почему Солнце восходит на западе и заходит на востоке? Ответ поясните.

10. Можно ли видеть большие планеты в Малой Медведице, Цефее, Кассиопее и других околополярных созвездиях? Ответ поясните.



1. Составьте последовательность из букв для планет **в порядке возрастания** их видимой яркости на небосводе, если А — Венера (наибольшая элонгация), Б — Марс (великое противостояние), В — Марс (среднее противостояние), Д — Юпитер (среднее противостояние).

2. Планета, открытая в 1846 году по предсказаниям Леверье и Адамса и подтвердившая справедливость закона тяготения Ньютона, это

- А) Плутон;
- Б) Юпитер;
- В) Уран;
- Г) Нептун.

3. Бурная вулканическая деятельность обнаружена на спутнике Юпитера:

- А) Ганимед;
- Б) Европа;
- В) Каллисто;
- Г) Ио.

4. На какой планете Солнечной системы самые долгие солнечные сутки?

- А) Меркурий.
- Б) Венера.
- В) Юпитер.
- Г) Марс.

5. По орбите Земля движется быстрее, если:

- А) она находится ближе к Луне;
- Б) она находится ближе к Солнцу;
- В) ночью;
- Г) днем.

6. Расположить планеты в порядке увеличения средней плотности:

- А — Земля;
- Б — Марс;
- В — Юпитер;
- Г — Сатурн.

7. Три закона движения планет открыл:

- А) английский физик Исаак Ньютон;
- Б) итальянский физик Галилео Галилей;
- В) немецкий астроном Иоганн Кеплер;
- Г) польский астроном Николай Коперник.

8. В каком направлении движутся планеты вокруг Солнца по своим орбитам?

- А) Все планеты движутся в одном направлении, как Земля (прямо).
- Б) Все планеты движутся в прямом направлении, кроме Венеры и Урана.
- В) Все планеты движутся в обратном направлении, чем Земля.
- Г) Некоторые планеты движутся в прямом направлении, некоторые — в обратном.



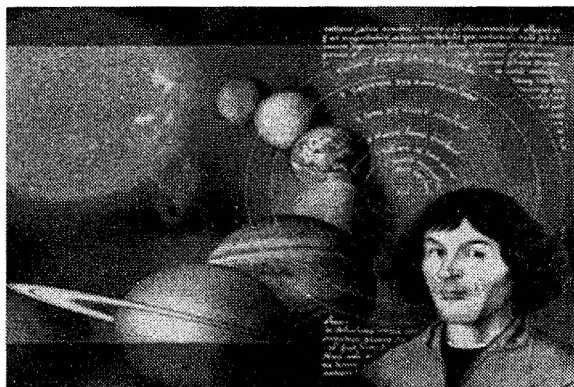
9. На схеме представлены расположение трех небесных тел. Укажите конфигурацию планеты, если А — планета Меркурий; В — Солнце; С — Земля.

- А) Нижнее соединение.
- Б) Верхнее соединение.
- В) Западная элонгация.
- Г) Восточная элонгация.



10. Планета, которую «открыл» Николай Коперник — это...

- А) Сатурн;
- Б) Уран;
- В) Землю;
- Г) Нептун;
- Д) нет правильного ответа.



**ЗАДАНИЕ 4. НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ**  
 Соотнесите написанное в столбцах 1 и 2. (Запишите в таблицу ответов цифры из столбца 2, которые соответствуют утверждениям из первого списка.)

1	2	3	4	5

ПЛАНЕТА	ХАРАКТЕРИСТИКА
Нептун	А. Большое красное пятно
Венера	Б. Самая холодная планета
Марс	В. Плотность меньше плотности воды
Юпитер	Г. Полярные шапки
Сатурн	Д. Дожди из серной кислоты



## Тема 6

### Элементы КОСМОНАВТИКИ

#### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Что такое «КОСМОНАВТИКА»?

---

---

2. О каком событии говорится в следующем отрывке, когда оно произошло?

И Человечество застыло в изумленье:  
Летающий в небе серебристый шар —  
Рук человеческих великое творенье —  
Был послан от Земли Вселенной в дар.

---

---

3. Какие космические корабли принимали участие в программе ЭПАС? Расшифруйте сокращенное название программы.

---

---

4. Что такое орбитальная станция и когда впервые была запущена первая орбитальная станция?

---

---

5. Нижний предел высот искусственных спутников Земли около **200 км**, а искусственные спутники Луны летали на высоте

всего около 15 км. Почему так резко отличались высоты ИСЗ и ИСЛ?

---

---

6. Выполняется ли закон сохранения механической энергии для спутника, движущегося по эллиптической орбите?

---

---

7. Какие превращения энергии происходят при переходе спутника из апогея в перигей?

---

---

8. Как заряжены искусственные спутники?

---

---

9. Ракеты и космические аппараты с почти всех космодромов в мире запускаются на восток, по направлению вращения Земли. Только израильтяне делают запуски на запад, затрачивая дополнительное горючее. Почему Израиль запускает космические ракеты на запад, а все остальные — на восток?

---

---

10. Показывают ли фазы искусственные спутники Земли?

---

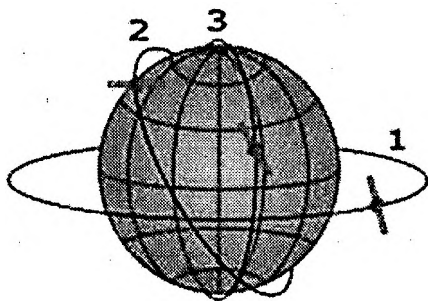
---

11. На рисунке представлены орбиты, по которым могут двигаться космические аппараты в зависимости от скорости,

которую им сообщает ракета-носитель. По какой из приведенных траекторий могут двигаться аппараты, чья скорость будет немного меньше, чем вторая космическая скорость?

- А) 2.
- Б) 1.
- В) 3.
- Г) 4.

12. Назовите типы орбит спутников, обозначенные цифрами.



1 —

---

2 —

---

3 —

---

## ЗАДАНИЕ 2. ЗАДАЧИ

### Задача 1

Рассчитайте время полета по полуэллиптической орбите до Марса.

**Решение:****Задача 2**

Спутник «Молния» в перигее удален от центра Земли на 7000 км, а апогее — на 46 000 км. Вычислите период обращения спутника вокруг Земли и эксцентриситет его орбиты.

**Решение:****ЗАДАНИЕ 3. СООТВЕТСТВИЕ: «КОСМОНАВТИКА»**

Соотнесите имена первого столбца с текстом второго. Ответ занесите в таблицу

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7
ОТВЕТ							

1. Комета Галлея	<p>А) Работая учителем в школе, в свободное время он читал, думал, вычислял, фантазировал, мечтал о покорении человеком космоса. Он впервые дал описание жидкостной ракеты, в которой горючим является жидкий водород, а окислителем — жидкий кислород.</p> <p>Б) Она выдержала 48 оборотов вокруг Земли и провела почти трое суток в космосе, где вела бортовой журнал и делала фотографии горизонта, которые позже были использованы для обнаружения аэрозольных слоев в атмосфере.</p>
2. Алексей Леонов	
3. Синхронные спутники	
4. В. Терешкова	
5. К. Циолковский	
6. С. Королёв	
7. Герман Титов	

В) В 1986 году ее исследовала целая «флотилия» межпланетных станций: две советские «Вега-1» и «Вега-2», западноевропейский аппарат «Джотто» и две японские станции — «Суисей» и «Саки-гаке».

Г) 06 августа 1961 начался полет советского космического корабля «Восток-2» и длился 1 сутки 1 час 18 минут. Во время этого полета космонавт... выполнил первую киносъемку Земли из Космоса.

Д) Спутники, у которых период обращения кратный периоду вращения Земли.

Ж) Через люк шлюзового устройства космонавт, одетый в мягкий защитный скафандр, вышел из корабля. За бортом он провел 12 минут. Эти 12 минут показали, что в космосе можно работать. Это произошло в 1965 году.

Е) С его именем связаны все достижения в завоевании космоса: первый искусственный спутник; ракета, доставившая вымпел на Луну; автоматическая станция, сфотографировавшая ее обратную сторону; пилотируемые космические корабли. Он провожал в полет каждого космонавта и давал советы во время полета, молниеносно принимая единственно правильное решение в любой обстановке

#### ЗАДАНИЕ 4. ТЕСТ

Правильные ответы запишите в таблицу:

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОТВЕТ										

**1. Какие виды теплопередачи возможны внутри космического корабля?**

А) Из-за невесомости не будет естественной конвекции, теплопроводность и лучеиспускание не зависят от невесомости.

- Б) Из-за невесомости не будет естественной конвекции и теплопроводности.
- В) Все виды теплопередачи возможны.
- Г) Из-за невесомости все виды теплопередачи невозможны.

**2. Можно ли запустить спутник, чтобы он оказался неподвижным относительно звёзд?**

- А) Можно на геостационарную орбиту.
- Б) Нельзя.
- В) Можно, надо только, чтобы он располагался на таком расстоянии от Земли, где сила притяжения к Земле и Луне одинакова.
- Г) Можно на синхронную орбиту.

**3. Почему искусственные спутники выгоднее запускать с низких широт?**

- А) Вблизи экватора сила тяжести меньше.
- Б) Слой атмосферы вблизи экватора меньше, чем на средних широтах.
- В) При этом в большей степени используется линейная скорость вращения планеты.
- Г) Вблизи экватора сила тяжести больше.

**4. Как связаны скорости спутника в перигее и апогее эллиптической орбиты с геоцентрическими расстояниями в этих точках?**

- А) Отношение скоростей прямо пропорционально отношению геоцентрических расстояний.
- Б) Отношение скоростей обратно пропорционально отношению геоцентрических расстояний.
- В) Квадраты скоростей относятся как кубы геоцентрических расстояний.
- Г) Никак не связаны.

**5. Справедливы ли законы Паскаля и Архимеда внутри космического корабля, находящегося в свободном полете?**

- А) Справедлив только закон Паскаля.
- Б) Справедливы оба закона.
- В) Не справедливы оба закона.
- Г) Справедлив только закон Архимеда.

**6. Страна, которой принадлежал космический аппарат, сфотографировавший впервые обратную сторону Луны?**

- А) Франция.
- Б) США.
- В) СССР.
- Г) Китай.

**7. Под каким углом к горизонту должен быть запущен космический аппарат, чтобы он полетел по параболической орбите?**

- А) Под любым углом.
- Б) Вертикально вверх.
- В) Под углом  $60^\circ$  к горизонту.
- Г) Под углом  $45^\circ$  к горизонту.

**8. Чем замечателен для космонавтики 1959 год?**

- А) Выход человека в открытый космос.
- Б) Полет первого человека в космос.
- В) Полет к Луне.
- Г) Полет к Венере.

**9. Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели: кто автор этих строк?**

- А) М. Ломоносов.
- Б) А. Леонов.
- В) С. Королёв.
- Г) Циолковский.



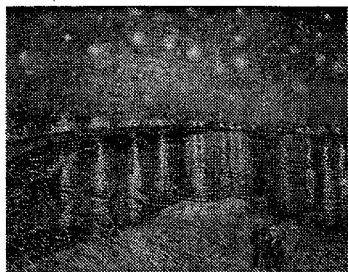
**10. На какой орбитальной станции был впервые апробирован космический душ?**

А) Салют-2.

Б) Салют-6.

В) Скайлэб.

Г) Салют-5.











## Тема 7

### Малые тела Солнечной системы

#### ЗАДАНИЕ 1

Какой из перечисленных объектов является материальным телом, а какой — явлением, связанным с пролетом в атмосфере?

**Ответ впишите в прямоугольники.**

Астероид	Метеор	Метеорит	Болид
 	 	 	 

#### ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

**Ответы запишите в таблицу**

1. Небесные тела Солнечной системы, обращающиеся вокруг Солнца по орбитам, близким к круговым, между орбитами Юпитера и Марса, называются:

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

**2. В результате вторжения в плотные слои атмосферы метеорного тела на небе наблюдается летящий огненный шар. Это:**

- А) астероид;
- Б) болид;
- В) метеорит;
- Г) комета;
- Д) метеор.

**3. Какова форма и размеры большинства астероидов?**

- А) Круглая.
- Б) Шарообразная.
- В) Неправильной формы.
- Г) Неизвестно.

**4. Когда был открыт первый астероид?**

- А) В 1823 г.
- Б) В 1843 г.
- В) В 1801 г.
- Г) В 1810 г.

**5. Космическое тело, упавшее на поверхность Земли, называется:**

- А) метеорное тело;
- Б) метеорит;
- В) болид;
- Г) астероид.

**6. Как можно на звёздном небе отличить астероид от звезды?**

- А) По форме.
- Б) По движению.
- В) Никак.
- Г) По блеску.

**7. Кометы Солнечной системы движутся по:**

- А) параболе;
- Б) гиперболе;
- В) эллипсу;
- Г) кругу.

**8. Как меняется значение скорости движения кометы при ее перемещении от перигелия к афелию?**

- А) Не изменяется. Б) Уменьшается. В) Увеличивается.
- Г) Скорость кометы не зависит от положения на орбите.

**9. Очередное приближение кометы Галлея к Солнцу в XXI веке ожидается в:**

- А) в 2061 году;
- Б) в 2071 году;
- В) в 2081 году;
- Г) в 2051 году.

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОТВЕТ									

**10. Созвездие, в котором расположен радиант следующих метеорных потоков:**

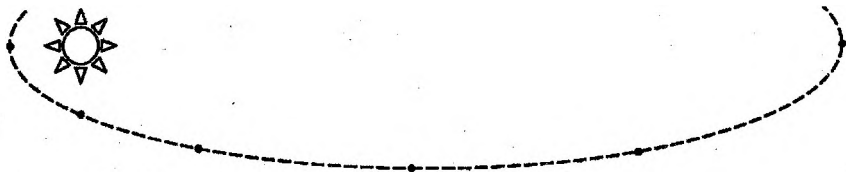
- А) Геминиды;
- Б) Леониды;
- В) Биелиды;
- Г) Аквариды.

Ответ запишите в таблицу:

А)	
Б)	
В)	
Г)	

**ЗАДАНИЕ 3****ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАЛЫХ ТЕЛ**

1. Нарисуйте на схеме хвост кометы в разных положениях относительно Солнца и укажите стрелками направление движения кометы.

**ЗАДАНИЕ 4. ЗАДАЧИ****Задача 1**

Наибольшее расстояние от Солнца до кометы составляет 35,4 а. е., а наименьшее — 0,6 а. е. Прохождение ее вблизи Солнца наблюдалось в 1986 г. Определить большую полуось орбиты и год, в котором произошло ее предыдущее прохождение вблизи Солнца.

**Решение:****Задача 2**

Космический зонд «Розетта», находясь на орбите вокруг кометы Чурюмова—Герасименко, обнаружил, что комета в среднем каждую секунду испаряет в пространство примерно стакан воды. Считая, что комета практически полностью состоит из воды, оцените, какое время она еще будет существовать. Масса кометы Чурюмова—Герасименко равна  $10^{13}$  кг.

**Решение:****ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ О МАЛЫХ ТЕЛАХ  
СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ. Самые-самые...**

<b>Самый большой астероид...</b>	Самый большой астероид в Солнечной системе — это <b>Веста</b> после «повышения статуса» Цереры: она с 2006 года была переведена в разряд карликовых планет
<b>Самый яркий астероид...</b>	<b>Веста</b> является единственным объектом пояса астероидов, который можно наблюдать невооруженным глазом
<b>Самая известная комета...</b>	Самой известной кометой является <b>комета Галлея</b> , видимая с Земли каждые 75–76 лет. Любой человек может наблюдать ее дважды в своей жизни. Названа в честь астронома Эдмунда Галлея. Во время появления в 1986 комета Галлея стала первой кометой, исследованной с помощью космических аппаратов
<b>Известный писатель Марк Твен писал о комете Галлея...</b>	«Я пришел в этот мир с кометой и уйду тоже с ней, когда она прилетит в следующем году».
<b>Комета, которую впервые посетили космические аппараты...</b>	12 ноября 2014 года в 16:02 по Гринвичу (в 19:02 по московскому времени) посадочный модуль «Филы» соприкоснулся с поверхностью <b>кометы Чурюмова—Герасименко</b> и начал свою исследовательскую миссию
<b>Самый крупный метеорит...</b>	<b>Гоба</b> — крупнейший из найденных метеоритов (Намибия) — весит более 60 тонн,

	диаметр составляет около 3 метров. Состоящий на 84 % из железа, метеорит считается самым большим самородком этого металла, найденным на Земле
<b>Самый первый из признанных метеоритов...</b>	Палласово железо название первого из найденных железо-каменных метеоритов. Глыба весом почти 700 килограмм была найдена в 1749 году. Метеорит был назван «Палласово железо» в честь академика П. С. Палласа, который описал его в 1773 году как «самородное железо» и железо-каменные метеориты такого класса стали называть палласитами
<b>Самый крупный метеорит, выпавший на территории России...</b>	Один из крупнейших метеоритов мира упал в Приморском крае в горах Сихотэ-Алинь в феврале 1947 года. Самый крупный осколок метеорита Сихоте-Алинь весит около 1745 кг. Химический анализ показал 94 % долю железа в составе метеорита
<b>Астероид Воронеллия получил название в честь...</b>	В честь Бориса Александровича Воронцова-Вельяминова, автора учебника «Астрономия. 11 класс». Астероид был открыт в 1978 году



## Тема 8

### Солнце и его характеристики

#### ЗАДАНИЕ 1. ТЕСТ

**1. Расстояние от Земли до Солнца называется:**

- А) световой год;
- Б) парсек;
- В) астрономическая единица;
- Г) годичный параллакс.

**2. Солнце вращается вокруг своей оси...**

- А) в направлении движения планет вокруг него;
- Б) против направления движения планет;
- В) солнце не вращается;
- Г) вращаются только его отдельные части.

**3. Какого химического элемента больше всего на Солнце?**

- А) Гелия.
- Б) Кислорода.
- В) Железа.
- Г) Водорода.

**4. Количество пятен на Солнце измеряется...**

- А) в угловых градусах;
- Б) в километрах;
- В) в числах длины;
- Г) числом Вольфа.



**5. Ученый, впервые определивший неравномерное вращение Солнца — это...**

- А) У. Гершель;
- Б) Г. Галилей;
- В) Я. Гевелий;
- Г) Э. Галлей.

**6. Какой стадией закончит свой жизненный путь Солнце?**

- А) Белым карликом.
- Б) Нейтронной звездой.
- В) Чёрной дырой.
- Г) Красным карликом.

**7. Что называют атмосферой Солнца?**

- А) Корону.
- Б) Фотосферу.
- В) Хромосферу.
- Г) Всё перечисленное.

**8. Зависит ли форма короны Солнца, во время солнечных затмений, от числа пятен на поверхности?**

- А) Не зависит.
- Б) Форма короны всегда одинакова.
- В) В годы минимума форма короны вытянута в экваториальной области.
- Г) Форма короны остается постоянной.

**9. Распределите солнечные слои, начиная с внешнего:**

- А) фотосфера;
- Б) корона;
- В) хромосфера;
- Г) ядро.

**10. Рентгеновское излучение от Солнца не наблюдается на поверхности Земли, так как рентгеновские лучи...**

- А) отражает назад корона Солнца;
- Б) поглощает межпланетная пыль;
- В) отклоняет магнитное поле Земли;
- Г) поглощает атмосфера Земли.

## **ЗАДАНИЕ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

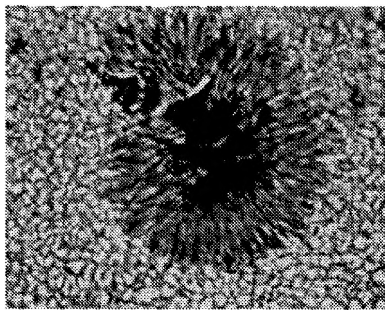
**11. Перечислите самые заметные объекты, которые визуально можно наблюдать на диске Солнца:**

1

2

3

**12. Солнечные пятна — это...**



**13. Продолжить определение:**  
**Солнечная грануляция — это...**

**14. Хромосфера — это...**

15. Что такое протуберанцы?

---

---

16. Солнечный ветер — это...

---

---

### ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

#### 17. Задача 1

Устойчивая низкоширотная группа пятен скрылась за западным краем диска Солнца 15 февраля 2009 года. Когда она вновь пройдет через центральный меридиан Солнца?

**Решение:**

---

---

#### 18. Задача 2

Число Вольфа равно 200 и число групп 15. Сколько пятен на Солнце?

**Решение:**

---

---

#### 19. Задача 3

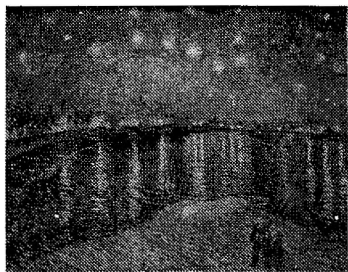
Можно ли видеть на Солнце пятно, размером вдвое большее по диаметру, чем Земля (конечно, через темный фильтр) в зрительную трубу с увеличением в 20 раз? Разрешающую силу глаза считать равной  $3'$ .

**Решение:**

---

---

---



## Тема 9

### Звёзды. Основные характеристики

#### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Светимость звезды — это...

---

---

---

2. Звёздная величина — это...

---

---

---

3. Абсолютная звёздная величина — это...

---

---

4. Диапазон изменения размеров звёзд...

---

---

---

5. Звезда — это...

---

---

---

**ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ**

**Выберите правильный ответ и запишите в таблицу:**

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОТВЕТ										

**1. По какой из приведенных ниже формул определяется абсолютная звёздная величина?**

А)  $M = m + 5 - 5 \lg r$ .

Б)  $M = m + 0,4 - 5 \lg r$ .

В)  $M = m + 5 \lg r$ .

Г)  $M = m + 5 + 5 \lg r$ .

**2. Видимая звёздная величина характеризует:**

А) видимые размеры звезды;

Б) видимый блеск звезды;

В) истинную массу звезды;

Г) истинную плотность вещества.

**3. К какому спектральному классу относится Солнце?**

А) Класс М.

Б) Класс F.

В) Класс А.

Г) Класс G.

**4. Составьте последовательность в порядке увеличения эффективной температуры поверхности звёзд, если: 1 — Вега, 2 — Альдебаран, 3 — Капелла, 4 — Ригель.**

А) 3214.

Б) 1243.

В) 4231.

Г) 1324.

**5. Звёзды поздних спектральных классов с низкой светимостью называются:**

- А) красные гиганты;
- Б) красные карлики;
- В) белые карлики;
- Г) субкарлики.

**6. Диаграмма Герцшпрунга—Рессела представляет зависимость между:**

- А) массой и спектральным классом звезды;
- Б) спектральным классом и радиусом;
- В) массой и радиусом;
- Г) светимостью и эффективной температурой.

**7. Область белых карликов на диаграмме Герцшпрунга—Рессела расположена:**

- А) в верхней левой части диаграммы;
- Б) в верхней правой части диаграммы;
- В) в нижней левой части диаграммы;
- Г) в нижней правой части диаграммы.

**8. Какая из приведенных ниже формул связывает блеск светил и видимые звёздные величины?**

А)  $\lg \frac{m_2}{m_1} = 0,4(E_1 - E_2)$ ;

Б)  $\lg \frac{E_1}{E_2} = 0,4(m_2 - m_1)$ ;

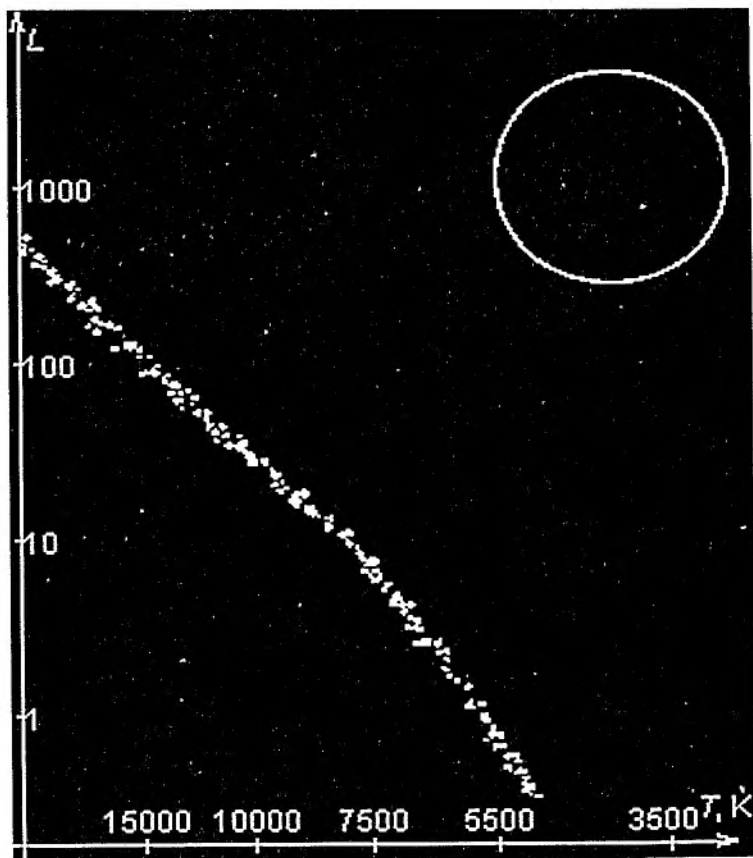
В)  $0,4 \lg \frac{E_1}{E_2} = m_2 - m_1$ .

**9. Красные гиганты — это звёзды:**

- А) малых светимостей и больших температур поверхности;
- Б) больших светимостей и высоких температур;
- В) малых радиусов и больших светимостей;
- Г) больших светимостей и низких температур поверхности.

**10. В выделенной области диаграммы Герцшпрунга—Рассела находятся:**

- А) красные сверхгиганты;
- Б) голубые гиганты;
- В) желтые карлики;
- Г) белые карлики.



### ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

#### Задача 1

Мощность излучения с единицы поверхности желтой звезды больше аналогичной величины для красной звезды в 16 раз. Во сколько раз температура желтой звезды больше температуры красной?

*Решение:*

---

---

#### Задача 2

Во сколько раз отличаются светимости двух звёзд одинакового цвета, если радиус одной из них больше, чем другой, в 40 раз?

*Решение:*

---

---

#### Задача 3

Поверхность Солнца близка по своим свойствам к абсолютно чёрному телу. Определите температуру солнечной поверхности и мощность излучения единицы поверхности, если максимум лучеиспускательной способности приходится на длину волны 0,48 мкм.

*Решение:*

---

---

---





## Тема 10

### Переменные звёзды

#### ЗАДАНИЕ 1

Подберите тип двойных звёзд к описанию

Установите соответствие между астрономическим ОПРЕДЕЛЕНИЕМ из первого столбца и его значением — второго столбца, запишите в таблицу выбранные буквами под соответствующими цифры.

1. Двойственность звёзд выявляется при наблюдении в телескоп	А) Астрометрические двойные
2. Двойственность системы обнаруживается по НЕЛИНЕЙНОМУ ДВИЖЕНИЮ яркого компонента: периодическое отклонение от прямолинейной траектории то в одну, то в другую сторону	Б) Затменно-двойные или затменно-переменной
3. Двойная природа определяется по спектру.	В) Оптически двойные
4. Звёзды, периодически затмевающие друг друга и периодически меняющие блеск — это...	Г) Спектрально-двойные
5. Пары звёзд, случайно оказавшиеся рядом: в одном направлении на небе и физически не связаны друг с другом	Д) Визуально-двойные

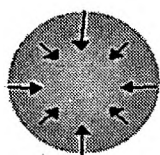
1	2	3	4	5

**ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ.****Определение типа переменных звёзд****Ответы запишите в таблицу:**

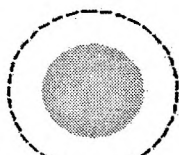
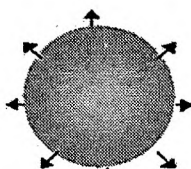
ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОТВЕТ									

**1. Определите тип переменных звёзд, представленных на рисунке:**

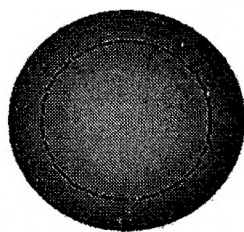
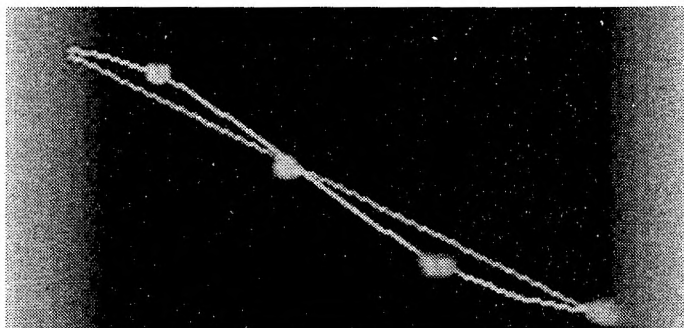
- А) затменно-двойные;  
 Б) визуально-двойные;  
 В) физически-переменные;  
 Г) цефеиды.



Сжатие

 $R_{\max}, T_{\min}, L_{\min}$ 

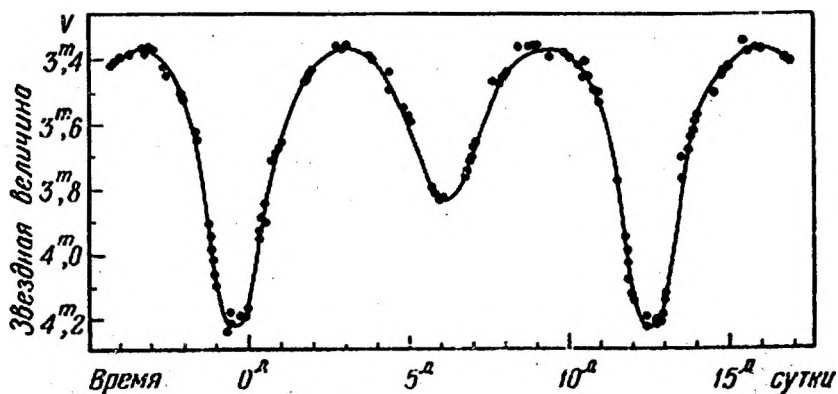
Расширение

 $R_{\min}, T_{\max}, L_{\max}$ 

**2. Какой тип двойной звёздной системы характеризует представленная картинка:**

- А) затменно-двойные;
- Б) визуально-двойные;
- В) астрометрические двойные.
- Г) цефеиды.

**3. Определите тип переменной звёзд, представленный на графике:**



- А) цефеиды;
- Б) затменно-переменные;
- В) сверхновые;
- Г) алголи.

**4. Маяками Вселенной называют:**

- А) голубые сверхгиганты;
- Б) цефеиды;
- В) пульсары;
- Г) красные сверхгиганты.

**5. Расставить звёзды в порядке увеличения кратности, если**

- А — альфа ( $\alpha$ ) Близнецов,
- Б — альфа ( $\alpha$ ) Центавра,
- В — бета ( $\beta$ ) Лебедя,
- Г — эпсилон ( $\epsilon$ ) Лир.

**6. К периодическим физическим переменным звёздам относятся:**

- А) двойные звёзды;
- Б) затменно-переменные звёзды;
- В) пульсары;
- Г) цефеиды.

**7. В каких единицах нужно выразить большую полуось  $a$  и период  $T$  в нижеприведенной формуле:**

$$m_1 + m_2 = \frac{a^3}{\pi^3 T^2} M_{\odot}$$

- А)  $a$  — км,  $T$  — год;
- Б)  $a$  — а. е.,  $T$  — год;
- В)  $a$  — а. е.,  $T$  — сутки.

**8. Блеск цефеиды изменяется в результате:**

- А) пульсаций звезды;
- Б) затмений в двойной системе;
- В) вспышки звезды;
- Г) рождения звезды.

**9. Третий уточненный закон И. Кеплера позволяет определить у звёзд:**

- А) светимость;
- Б) массу;
- В) радиус;
- Г) расстояние.

**10. Двойная звезда Сириус ( $\alpha$  Большого Пса) имеет период обращения компонентов вокруг центра масс 50 лет, а большую полуось 20 а. е. Сумма масс компонентов в массах Солнца равна:**

- А) 4,15 масс Солнца;
- Б) 32,1 масс Солнца;
- В) 2,42 масс Солнца;
- Г) 3,20 масс Солнца.

### **ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ**

#### **Задача 1**

Вычислить массу двойной звезды  $\alpha$  Центавра, у которой  $\pi = 0,75''$ ,  $P = 79$  лет, угловые размеры большой полуоси  $a = 17,6''$ .

**Решение:**

---

#### **Задача 2**

Каково расстояние до галактики, если в ней обнаружена цефеида с периодом 10 суток, а ее видимая звёздная величина  $m = +23$ ?

**Решение:**

---

---



## Тема 11

# Нестационарные звёзды

### ЗАДАНИЕ 1. СООТВЕТСТВИЕ

Установите соответствие между астрономическим ОПРЕДЕЛЕНИЕМ из ВТОРОГО столбца и его значением — из ПЕРВОГО столбца, запишите в таблицу под буквами выбранные соответствующие цифры:

1. Белый карлик	А) самый интересный и необычный объект изучения астрономии. Эти сверхмассивные объекты Вселенной обладают такой силой гравитации, что не отпускают от себя даже частицы света — фотоны
2. Нейтронные звёзды	Б) Гипотетический процесс испускания и рассеивания разнообразных элементарных частиц, преимущественно фотонов, чёрной дырой. Предсказан теоретически Стивеном Хокингом. В силу закона сохранения энергии, этот процесс сопровождается уменьшением массы чёрной дыры, т. е. ее «испарением»
3. Сверхновые звёзды	В) После того как в стареющей звезде выгорит весь водород, ее ядро сжимается и разогревается, — это способствует расширению ее внешних слоев. Эффективная температура звезды падает, и она превращается в красного гиганта. Разреженная оболочка звезды, очень слабо связанная с ядром <b>образует планетарную</b> туманность, которая со временем рассеивается в пространстве. На месте красного гиганта остается очень компактная звезда, называемая...

4. Чёрная дыра	Г) Звёзды, формирующиеся после того, как у массивной звезды заканчивается топливо, и она разрушается. В результате создается сильный взрыв — сверхновая и остается ядро с большой плотностью, продолжающее разрушаться. Гравитация так сильно давит на материал, что заставляет протоны и электроны сливаться, чтобы предстать в виде нейтронов
5. Излучение Хокинга	Д) Гигантский взрыв, являющийся финалом эволюции массивной звезды, выделяющей энергию, которую Солнце вырабатывает за миллиарды лет, свидетельствует о появлении...

ПЕРВЫЙ	1	2	3	4	5
ВТОРОЙ					

## ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

Заполните таблицу, выбрав верный ответ

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОТВЕТ										

### 1. Белые карлики, нейтронные звёзды и чёрные дыры являются...

- А) типичными звёздами главной последовательности;
- Б) последовательными стадиями эволюции массивных звёзд;
- В) конечными стадиями звёзд различной массы;
- Г) начальными стадиями образования звёзд различной массы.

### 2. Необычные звёзды радиусом около 10 км, плотность которых фантастическая и равна $2 \cdot 10^{17}$ кг/м<sup>3</sup>, называются:

- А) электронные звёзды;
- Б) нейтронные звёзды;
- В) протонные звёзды;
- Г) белые звёзды.

**3. Расположите объекты в порядке увеличения их линейных размеров:**

- А) белый карлик;
- Б) коричневый карлик;
- В) красный гигант;
- Г) красный карлик;
- Д) нейтронная звезда.

**4. Где на диаграмме Герцшпрунга—Ресселя расположены чёрные дыры?**

- А) внизу слева от главной последовательности;
- Б) справа внизу главной последовательности;
- В) в верхнем правом углу диаграммы;
- Г) чёрные дыры не отражены на диаграмме.

**5. Как называют невидимый сверхплотный объект диаметром 3–5 км?**

- А) Протозвезда.
- Б) Чёрная дыра.
- В) Пульсар.
- Г) Нейтронная звезда.

**6. Гравитационный радиус небесных тел зависит от:**

- А) гравитационной постоянной;
- Б) свойства звезды;
- В) массы звезды;
- Г) температуры звезды.

**7. Сферой Шварцшильда называется сфера:**

- А) бесконечного радиуса;
- Б) нулевого радиуса;
- В) с силой тяжести приближающейся к нулю;
- Г) с силой тяжести приближающейся к бесконечности.



**8. Какие звёзды называются новыми звёздами?**

- А) молодые, только начавшие свою эволюцию;
- Б) неоднократно взрывающиеся при исчерпании ядерного горючего;
- В) пульсирующие звёзды с большим периодом;
- Г) старые звёзды.

**9. Параметр, от которого зависит конечная стадия эволюции звёзд — это...**

- А) масса;
- Б) размеры;
- В) химический состав;
- Г) температура.

**10. Где на диаграмме «спектр—светимость» расположены звёзды красные карлики?**

- А) внизу слева от главной последовательности;
- Б) справа внизу на главной последовательности;
- В) в верхнем правом углу диаграммы;
- Г) красные карлики не отражены на диаграмме.

**ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ****Задача 1**

Новая звезда в Персея 1901 г. за двое суток увеличила блеск от 12 до 2 звёздной величины. Во сколько раз она в среднем стала ярче за сутки?

**Решение:****Задача 2**

Сверхновая, вспыхнувшая в галактике M51, имела видимую звёздную величину в максимуме блеска  $15,1^m$ . Считая, что

абсолютные звёздные величины всех сверхновых одинаковы и равны ( $-15,0^m$ ), определить расстояние до галактики.

**Решение:**

---

### **Задача 3**

Новая звезда в момент вспышки имела видимую звёздную величину  $3,2^m$ . Вычислите расстояние до нее, если известно, что большинство новых звёзд этого типа имеют абсолютную звёздную величину ( $-8^m$ ).

**Решение:**

---

### **Задача 4**

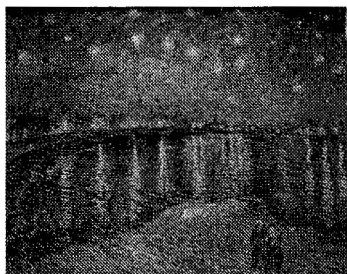
В 1987 году в Большом Магеллановом облаке вспыхнула сверхновая звезда, которая в максимуме имела видимую звёздную величину  $m = +3$ . Определить абсолютную звёздную величину сверхновой, если расстояние до БМО  $R = 52$  кпк. Сравнить с типичными абсолютными звёздными величинами сверхновых.

**Решение:**

---

### **ИНТЕРЕСНЫЙ ФАКТ. Звучание чёрных дыр**

Во время пересечения материей центра горизонта событий возникает булькающий звук. Этот звук является преобразованием энергии движения в звуковые волны. В 2003 году астрономы с помощью космической рентгеновской обсерватории «Чандра» зафиксировали звуковые волны, исходящие от сверхмассивной чёрной дыры.



## Тема 12

### Наша Галактика и внегалактические объекты

#### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Галактика — это...

---

---

---

2. Перечислите объекты, входящие в состав Галактики.

А)

---

Б)

---

В)

---

Г)

---

3. Звёздные скопления — это...

---

---

---



**1. Кто и когда открыл мир галактик?**

- А) У. Гершель.
- Б) Г. Рассел.
- В) Э. Хаббл.
- Г) Э. Герцшпрунг.
- Д) И. Кеплер.
- Е) Э. Галлей.

**2. Самыми старыми образованиями в галактике являются:**

- А) нейтронные звёзды;
- Б) голубые сверхгиганты;
- В) белые карлики;
- Г) рассеянные звёздные скопления;
- Д) шаровые звёздные скопления.

**3. Галактики какого типа наиболее старые?**

- А) Спиральные.
- Б) Эллиптические.
- В) Неправильные.
- Г) Все одного возраста.

**4. Радиус Вселенной можно оценить с помощью закона:**

- А) И. Ньютона;
- Б) А. Фридмана;
- В) А. Пушкина;
- Г) Хаббла.

**5. Наша Галактика относится к типу галактик:**

- А) неправильных;
- Б) спиральных;
- В) эллиптических;
- Г) сейфертовских.

**6. Наше Солнце расположено в Галактике:**

- А) В центре;
- Б) В ядре;
- В) В плоскости ближе к краю;
- Г) В плоскости ближе к центру.

**7. В каких областях галактики наиболее интенсивно идет звездообразование?**

- А) В планетарных туманностях.
- Б) В газово-пылевых туманностях.
- В) В скоплениях нейтрального водорода.
- Г) Везде.
- Д) В гигантских молекулярных облаках.

**8. Линзовидные галактики обозначаются по классификации галактик по Хаббл:**

- А) E0; Б) Sa; В) Ir; Г) S0; Д) SBa.

**9. К какому типу галактик можно отнести туманность Андромеды (галактику M31)?**

- А) Гигантская, эллиптическая.
- Б) Гигантская, пересеченная спиральная.
- В) Гигантская, нормальная, спиральная.
- Г) Гигантская, неправильная.

**10. Светлые газовые диффузные туманности:**

- А) представляют собой более плотные, чем окружающая среда, облака межзвёздной пыли;
- Б) имеют спектры излучения, содержащие линии ионизированного H, He, O и других элементов;
- В) повсеместно присутствуют в межзвёздном пространстве;
- Г) имеют спектры, повторяющие спектры освещающих их горячих звёзд.

### ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

#### Задача 1

Галактика удаляется от нас со скоростью 6000 км/с. Если она имеет видимый угловой размер  $2'$ , то ее линейные размеры составляют...

#### Решение:

---

---

#### Задача 2

Каков линейный диаметр галактики Малое Магелланово Облако, спутника нашей Галактики, если ее видимый угловой размер  $220'$ , а расстояние до нее 195 000 световых лет?

#### Решение:

---

---

#### Задача 3

Если в галактике обнаружена новая звезда с видимой звёздной величиной равной  $+17^m$  и с абсолютной звёздной величиной ( $-7^m$ ), то расстояние до нее составит...

#### Решение:

---

---

#### Задача 4

В спектре галактики линия водорода ( $\lambda = 656,3$  нм) смещена к красному концу спектра на  $\Delta\lambda = 21,9$  нм. Вычислить скорость удаления галактики и расстояние до нее.

**Решение:****Задача 5**

Расположить галактики в порядке возрастания относительно содержания газа, если А — линзовидные, В — неправильные, С — спиральные, D — эллиптические галактики.

**Решение:****ЗАДАНИЕ 4. УТВЕРЖДЕНИЯ**

**Строение и типы галактик...** Обведите ответ «да» или «нет». (Если ты согласен с утверждением — обведи кружком «да» в клеточке таблицы ответов, а если не согласен — обведи «нет»).

Да	Нет	1. Мы живем в неправильной галактике
Да	Нет	2. Молодые звёзды в спиральных галактиках находятся вблизи плоскости диска
Да	Нет	3. Рассеянные скопления богаты молодыми голубыми звёздами
Да	Нет	4. По звёздному населению эллиптические галактики похожи на шаровые звёздные скопления нашей Галактики
Да	Нет	5. Туманность Андромеды является частью нашей Галактики
Да	Нет	6. Шаровые звёздные скопления богаты молодыми голубыми звёздами
Да	Нет	7. Шаровые звёздные скопления состоят из старых звёзд



**ЗАДАНИЕ 5. ВОССТАНОВЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ**

**Инструкция:** соотнесите написанное в столбцах 1 и 2. (Запишите в таблицу ответов цифры из столбца 2, которые соответствуют утверждениям из первого списка.)

ГАЛАКТИКИ	ОПИСАНИЕ
А) Эллиптические E	1. Галактики отличаются большим количеством межзвёздного газа и молодых ярких звёзд — голубых гигантов и сверхгигантов
Б) Линзообразные	2. Они не обнаруживают ни спиральной, ни эллиптической структуры, чаще всего имеют асимметричную форму и клочковатую структуру
В) Спиральные — S	3. Галактики, для которых характерно радиоизлучение аномально большой мощности по сравнению с нормальными галактиками и с очень яркими и весьма активными ядрами
Г) Лацертиды	4. Галактики с четко выраженной сферической (эллипсоидной) структурой и уменьшающейся к краям яркостью, состоят из звёзд красных и желтых гигантов, красных и желтых карликов, нет пылевой материи
Д) Неправильные — Ir	5. Тип галактик промежуточный между эллиптическими и спиральными в классификации Хаббла — это классы галактик S0, SB0, E8
Е) Сейфертовские	6. У большинства таких галактик нет никаких признаков существования межзвёздного вещества, признаков недавнего звёздообразования и основное население галактик — старые звёзды. Это — один из видов галактик с активными ядрами, получивший свое название от источника BL Ящерицы (лат. BL Lacertae)

Столбец 1	А	Б	В	Г	Д	Е
Столбец 2						



## Тема 13

### Определение расстояний в астрономии

#### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Годичный параллакс звезды — это

---

---

---

2. В каких единицах измеряется параллакс звёзд?

---

---

3. Линейные единицы измерения расстояния до звезды — это...

1)

---

2)

---

3)

---

4)

---

4. Собственное движение звёзд — это

---

---

5. Формула, связывающая расстояние до звезды в парсеках (пк) и параллакс этой звезды в градусной мере — секундах ("):

## ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

1. Как называется исторически сложившаяся единица измерения расстояний в астрономии, приблизительно равная среднему расстоянию от Земли до Солнца?

- А) Астрономическая единица.
- Б) Парсек.
- В) Протуберанец.
- Г) Квазар.

2. Ученый, впервые определивший расстояния до ближайших ярких звезд Вега и Альтаир — это...

- А) Э. Галлей;
- Б) Э. Хаббл;
- В) В. Струве;
- Г) У. Гершель.

### 3. Закончите фразы:

Если формула для вычисления расстояния  $D$  до звезды записана в виде:

- А)  $D = 206\,265''/\pi'' \cdot 1,5 \cdot 10^8$ , то расстояние получается...
- Б) Если  $D = 206265''/\pi'' \cdot 3,26$ , то расстояние получается...
- В) Если  $D = 1/\pi''$ , то расстояние  $D$  получается...

4. Ученый, который впервые обнаружил собственное движение у звезд — Арктур ( $\alpha$  Волопаса), Альдебарана ( $\alpha$  Тельца) и Сириуса ( $\alpha$  Большого Пса).

- А) У. Гершель.
- Б) Э. Галлей.
- В) Э. Хаббл.
- Г) Дж. Бруно.

**5. Расположите меры расстояния в порядке возрастания:**

- А) световой год;
- Б) парсек;
- В) астрономическая единица;
- Г) мегапарсек.

**6. Расстояние, которое проходит свет за один год, называется...**

- А) звёздная величина;
- Б) парсек;
- В) астрономическая единица;
- Г) световой год.

### **ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ**

**Задача 1**

Какая звезда и во сколько раз ближе к нам Денеб  $\alpha$  Лебедя) расстояние до которой 3260 св. лет, или Арктур ( $\alpha$  Волопаса) годичный параллакс которого равен  $0,089''$ ?

**Решение:**

---

**Задача 2**

Звезда 83 Геркулеса находится от нас на расстоянии  $D = 100$  пк, ее собственное движение составляет  $\mu = 0,12''$ . Какова тангенциальная скорость этой звезды?

**Решение:**

---

---

**Задача 3**

Собственное движение звезды Каптейна, находящейся на расстоянии 4 пк, составляет  $8,8''$  в год, а лучевая скорость 242 км/с. Определите пространственную скорость звезды.

**Решение:**

---

---

**Задача 4**

Параллакс первой звезды равен  $0,02''$ , вторая находится на расстоянии 40 пк от Солнца, третья — на  $2 \cdot 10^7$  а. е., четвертая — на 125 св. лет. Расположите звёзды в порядке увеличения расстояний.

**Решение:**

---

---

---



## Тема 14

# Строение и структура Вселенной

### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. Метагалактика — это...

---

---

2. Реликтовое излучение — это...

---

---

---

3. Сформулируйте закон Хаббла...

---

---

---

4. Какие изменения указывают на то, что Вселенная расширяется?

---

---

5. Физический смысл постоянной Хаббла — это...

---

---

6. Космология — это...

---



---

7. Темная материя — это...

---



---

8. Сила препятствует расширению Вселенной — это...

---



---

9. Расширение Вселенной означает, что...

---



---

## ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

Верный ответ вставьте в таблицу.

ВОПРОС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОТВЕТ										

1. Скорости разбегания галактик:

- А) пропорциональны их возрасту;
- Б) пропорциональны расстоянию от центра Вселенной;
- В) обратно пропорциональны расстоянию от центра Вселенной;
- Г) пропорциональны расстоянию от наблюдателя;
- Д) не подчиняются никакой закономерности.

2. С помощью постоянной Хаббла можно определить ... ..  
... .. Вселенной.

- А) радиус;
- Б) массу;

- В) возраст;
- Г) среднюю температуру.

**3. В спектрах далеких галактик спектральные линии смещены относительно их нормального положения...**

- А) в фиолетовую сторону;
- Б) в красную сторону;
- В) в красную или фиолетовую сторону в зависимости от их скорости;
- Г) спектральные линии не смещены.

**4. Красное смещение, открытое Хабблом в XX веке соответствует тому, что:**

- А) все наблюдаемые на небе галактики удаляются от Земли, наша Галактика находится в центре Вселенной;
- Б) все галактики удаляются от нашей Галактики с одинаковыми скоростями;
- В) наша Галактика находится в сверхскоплении галактик, от которых удаляются все остальные галактики;
- Г) все галактики, в том числе и наша Галактика, удаляются друг от друга с различными скоростями, чем больше расстояние между галактиками, тем скорость взаимного удаления больше.

**5. На основании экспериментальных фактов о расширении Вселенной и наличии реликтового излучения по теории эволюции горячей Вселенной можно сделать вывод, что**

- А) все элементы во Вселенной образовались одновременно;
- Б) в первые минуты существования Вселенной образовались только водород и гелий, все другие элементы образовались в результате эволюции звёзд;
- В) в первые минуты существования Вселенной образовались более тяжелые элементы, которые потом за миллиарды лет распались на более легкие элементы;



Г) все элементы Вселенной образовались одновременно и в настоящее время находятся в межгалактическом газе, постепенно они аккрецируют на звёзды.

**6. Как называется учение о Вселенной как целом и Метагалактике как части целого:**

- А) космогония;
- Б) космология;
- В) астрономия;
- Г) космонавтика.

**7. Ученый впервые выдвинувший научную гипотезу, что на начальной стадии эволюции Вселенная была «горячей»:**

- А) Г. Гамов;
- Б) Э. Хаббл;
- В) У. Уилсон;
- Г) А. Фридман.

**8. Какая молекула преобладает среди молекул межзвёздной среды:**

- А) вода;
- Б) аммиак;
- В) кислород;
- Г) водород.

**9. Укажите правильную последовательность стадий эволюции Вселенной:**

- А) образование химических элементов тяжелее гелия;
- Б) инфляционное расширение;
- В) формирование звёзд первого поколения;
- Г) рождение вещества.

1) А–Г–В–Б; 2) В–А–Б–Г; 3) Г–А–Б–В; 4) Б–Г–В–А.

**10. Космологическая сингулярность — это...**

- А) состояние Вселенной в прошлом, которое характеризуется бесконечно малыми размерами и бесконечно высокой плотностью;
- Б) структурное соответствие объектов;
- В) критическое состояние в развитии Вселенной, из которого она скачком переходит в новое устойчивое более упорядоченное состояние;
- Г) асимметрия космических объектов.

**ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ****Задача 1**

Характерное время регулярных изменений блеска квазара 3С273 около 10 лет. Оценить собственные размеры этого квазара.

---

---

---

**Задача 2**

На какой длине волны приходит к нам излучение атомов межзвёздного водорода от галактики, удаленной на расстояние 1300 Мпк? (Постоянную Хаббла считать равной 75 км/(с Мпк). Длина волны излучения неподвижного источника — 0,21 м.

---

---

---

**Задача 3**

У квазара 3С9 отношение длин волн  $\Delta\lambda / \lambda_0 = 3$ . Определите его скорость, расстояние до него и время, за которое свет от квазара дойдет до нас.

---

---

---

**ЗАДАНИЕ 4. УТВЕРЖДЕНИЯ**

Обведите ответ «да» или «нет»: если вы согласны с утверждением — обведите кружком «да» в клеточке таблицы ответов, а если не согласен — обведи «нет».

ДА—НЕТ	1. В первую секунду после начала расширения Вселенной было преобладание частиц над античастицами
ДА—НЕТ	2. Вблизи сингулярности во Вселенной существовали молекулы и атомы?
ДА—НЕТ	3. Наша Галактика является центром, из которого идет расширение Вселенной
ДА—НЕТ	4. Местная группа — группа галактик, включающая нашу Галактику
ДА—НЕТ	5. Космическое электромагнитное излучение позволяет изучать эпоху, предшествующую рекомбинации?

## Ответы

### Тема 1. Практические основы астрономии

#### ЗАДАНИЕ 1. СОЗВЕЗДИЯ. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5
Ответ	Г	В	Г	А	Б

#### ЗАДАНИЕ 2. НЕБЕСНАЯ СФЕРА И КООРДИНАТЫ

Вопрос	Ответ
6	Г) Созвездие — это условно определенный участок неба, в пределах которого оказались светила, находящиеся от нас на разных расстояниях.
7	Выражение «долететь до созвездия» лишено смысла.

#### ЗАДАНИЕ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**8. Небесная сфера** — это воображаемая сферическая поверхность произвольного радиуса, в центре которой находится наблюдатель.

9.

1, 8	Южный и северный полюс мира ( $P'$ – $P$ )
3	Точка юга $S$
9	Точка зенита $Z$
10	Точка надира $Z'$
11	Точка севера $N$

10. Полярная звезда будет видна, но она не будет полярной на Марсе.

11.

Большой круг небесной сферы, перпендикулярный оси мира	Небесный экватор
Большой круг небесной сферы, перпендикулярный отвесной линии	Математический горизонт
Большой круг небесной сферы, проходящий через точки полюса и зенита	Небесный меридиан

12. Верный ответ: В) Зенитное расстояние, от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ .

13. Теорема о высоте полюса мира: В)  $55^\circ$ .

14. Верный ответ: Б) Азимут.

## Тема 2. Всеволновая астрономия

### ЗАДАНИЕ 1. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	А	Г	Б	Г	В	Г	Б	В	Г	А

### ЗАДАНИЕ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

11. **Объектив** телескопа собирает свет от наблюдаемого объекта и строит его изображение. **Окуляр** телескопа работает как мощная лупа, позволяя наблюдателю изучать построенное в фокальной плоскости изображение.

12. **Линзовые телескопы.** Линзовый объектив преломляет лучи света, и собирает их в точке, именуемой фокусом объектива.

**Зеркальные телескопы.** У простых зеркальных телескопов, телескопов-рефлекторов, объектив — это сферическое зеркало, которое собирает световые лучи и отражает их с помощью дополнительного зеркала в сторону окуляра — линзы, в фокусе которой строится изображение.

### ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

13	№ 1	Если принять средний видимый диаметр Луны принять равным 30 угловых минут, то необходимое увеличение $n_x = 30 \cdot 60'' / 40'' = 45$ .
14	№ 2	$n^x_1 = F_1 / f; f = 1600 \text{ мм} / 200 = 8 \text{ мм};$ $n_2 = 12\,000 \text{ мм} / 8 \text{ мм} = 1500^x.$ <b>Ответ:</b> Окуляр дает увеличение в 1500 раз при фокусном расстоянии объектива 12 м.
15	№ 3	Приборы ночного видения реагируют на разницу потоков в инфракрасной области спектра, которые определяются разницей в температурах на поверхности Луны. Лунной ночью температура поверхности понижается примерно до 110 К и температурная разница почти отсутствует, поэтому ночью на Луне инфракрасные очки не функционируют.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Наибольшее увеличение, допускаемое телескопом при хороших атмосферных условиях:  $n_m = 2D$ , а наименьшее или равнозрачковое увеличение  $n_z = D/6$ , где  $D$  — диаметр объектива, выраженный в миллиметрах.

**ИНТЕРЕСНЫЙ ФАКТ.** Удивительно, но... если бы можно было видеть гамма-лучи, энергия которых более чем в миллион раз больше энергии квантов видимого света, то Луна казалась бы **ярче, чем Солнце!**

### Тема 3. Движение Луны и затмения

#### ЗАДАНИЕ 1. НАБЛЮДЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2. **Синодический месяц** (от греч. *synodos* — соединение), промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны (например, новолуниями).

3. Через половину **синодического** месяца.

4. Фаза называется **полнолунием** и Луна на небе видна всю ночь.

5. Вечером, Первая четверть на западной стороне; солнечное затмение — в **новолунии**, лунное затмение — **полнолуние**.

6. Луна всю ночь видна в фазе **полнолуния**, но не в форме серпа.

7. Фаза **новолуние**, не видна.

8. Первая четверть, вечером, на западной стороне небосвода.

9. «Покрытие» на восточном крае лунного диска и «открытие» — на западном крае диска Луны.

10. Луна не имеет атмосферы, поэтому «исчезновение» звезды при покрытии происходит почти мгновенно.

11. Не могут из-за отсутствия атмосферы у Луны.

12. Марс будет находится в созвездии Льва рядом со звездой альфа Льва — Регулом.

13. Ночью серп Луны можно наблюдать над западной стороной горизонта. Значит, броненосец плыл на север.

14. Не могут. Солнечные затмения случаются, когда Луна и Солнце относительно Земли.

оказываются на одной линии и Луна загораживает Солнце от земного наблюдателя. Таким образом, в момент затмения направления на Луну и на Солнце с Земли одинаковые, т. е. Луна и Солнце находятся на небе в одном направлении и, следовательно, в одном созвездии. Чтобы солнечное затмение произошло тогда, когда Луна в Орионе, необходимо, чтобы и Солнце в этот момент было в Орионе, что невозможно, т. к. Солнце движется по эклиптике и бывает только в 13 созвездиях.

15. Да, нет.

**ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ**

Вопрос	1	2	3	4
Ответ	А	В	Б	А

**ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ**

<b>№ 1</b>	Луна в полнолунии видна всю ночь и рядом может быть только внешняя яркая планета: это могут быть Марс или Юпитер
<b>№ 2</b>	По времени (два часа ночи) — это фаза полнолуния. В это время Луна «стояла на головокружительной высоте» — следовательно, Луна была в кульминации, окно направлено на юг

**Тема 4. Время и календарь****ЗАДАНИЕ 1. ТЕСТ**

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	В	А	Г	А	В	Г	Б	В	Г	Г

**ЗАДАНИЕ 2. НАЙТИ СООТВЕТСТВИЕ**

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ответ	М	Ж	Б	К	А	З	В	Д	Г	И	Е

**ЗАДАНИЕ 3. Укажите високосные годы, из ниже перечисленных, по старому и новому стилю**

<b>Годы</b>	<b>1600</b>	<b>1700</b>	<b>1800</b>	<b>1900</b>	<b>2000</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>
<b>Старый стиль</b>	да	да	да	да	да	да	да
<b>Новый стиль</b>	нет	нет	нет	нет	да	да	нет



## ЗАДАНИЕ 4. ДАЙТЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

<b>Поясное время — это...</b>	Местное среднее солнечное время центрального меридиана каждого часового пояса
<b>Всемирное время» — это...</b>	местное среднее солнечное время на нулевом (Гринвичском) меридиане (То, UT — Universal Time)
<b>Истинное солнечное</b>	<p>Истинные солнечные сутки — <math>T_{\odot}</math> — промежуток времени между двумя последовательными нижними кульминациями центра диска истинного Солнца на меридиане наблюдателя: <i>время оборота Земли вокруг оси относительно истинного Солнца.</i></p> <p>Начало истинных солнечных суток — истинная полночь — момент нижней кульминации центра диска истинного Солнца</p>
<b>Тропический год — это...</b>	<p>промежуток времени между последовательными прохождением Солнца через точку весеннего равноденствия</p> <p>(<math>\gamma</math>) — <i>время оборота Земли вокруг Солнца относительно точки</i>, тропический год = 365,2422 средних солнечных суток</p>
<b>По какому календарю мы живем?</b>	Сейчас мы живем по григорианскому календарю
<b>Декретное время — это...</b>	поясное время плюс один час, введенное специальным указом — «Декретом» от 24 января 1918 года

**ЗАДАНИЕ 5. ЗАДАЧИ**

<b>ЗАДАЧИ</b>	<b>ОТВЕТЫ</b>
<b>№ 1</b>	До момента истинного полудня: в $11^{\text{h}} 44^{\text{m}} 51^{\text{s}}$ .
<b>№ 2</b>	$\eta = 11^{\text{h}} 44^{\text{m}} - 12^{\text{h}} =$ $= -16^{\text{m}}. [(16^{\text{h}} 21^{\text{m}} + 7^{\text{h}} 07^{\text{m}}) / 2 = 11^{\text{h}} 44^{\text{m}}]$
<b>№ 3</b>	Примерно 18 марта.
<b>№ 4</b>	Разность при переходе на новый стиль в 1643 г. была 10 дней. Следовательно, от 4.01.1643 г. нужно отнять 10 дней = -6 дней; поэтому $31.12 - 6 = 25$ декабря 1642 г. по старому стилю.

**Тема 5. Конфигурация планет и законы Кеплера****ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

<b>7</b>	О сидерических
<b>8</b>	Ио, Европа, Ганимед, Каллисто впервые открыл Г. Галилей
<b>9</b>	На Венере, обратное вращение вокруг оси
<b>10</b>	Нет — это не зодиакальные: планеты обращаются вокруг Солнца по зодиакальным созвездиям

**ЗАДАНИЕ 2. ЗАДАЧИ**

<b>Задачи</b>	<b>№ 1</b>	<b>№ 2</b>	<b>№ 3</b>
<b>Ответы</b>	$T = 3,7$ года.	$T \approx 12$ лет.	В 2011 году.

**ЗАДАНИЕ 3. ТЕСТ**

<b>Вопрос</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Ответ</b>	ВЕДА	Г	Г	Б	Б	ГВБА	В	А	Б	В

**ЗАДАНИЕ 4. СООТВЕТСТВИЕ**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Б	Д	Г	А	В

**Тема 6. Элементы космонавтики****ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

<b>Вопрос</b>	<b>Ответ</b>
<b>1</b>	КОСМОНАВТИКА (от космос и греч. nautike — искусство мореплавания, кораблевождение) (астронавтика), совокупность отраслей науки и техники для исследования и освоения космоса и внеземных объектов
<b>2</b>	Запуск первого искусственного спутника Земли состоялся 4 октября 1957 года. Дата 4 октября 1957 года вошло в историю планеты, как начало космической эры
<b>3</b>	ЭПАС, экспериментальный полет космических кораблей «Аполлона» и «Союза» (июль 1975), осуществлена стыковка, совместные научные исследования и взаимные переходы экипажей.
<b>4</b>	Орбитальная станция, это космический аппарат, для длительного пребывания людей в космосе. Первая орбитальная станция, запущенная на орбиту в СССР в 1971 году, называлась «Салют-1»
<b>5</b>	Искусственный спутник Земли не может двигаться на высотах меньших 200 км, так как из-за сопротивления атмосферы время его жизни будет мало (несколько суток или даже несколько часов)
<b>6</b>	Механическая энергия спутника, движущегося в вакууме, остается постоянной величиной
<b>7</b>	В апогее потенциальная энергия наибольшая; при переходе в перигей часть потенциальной энергии переходит в кинетическую
<b>8</b>	С востока Израиль окружен недружелюбными государствами, падение ступеней ракет на территорию которых,

	может спровоцировать военный конфликт. А если ракета летит на запад, ступени падают в Средиземное море
9	ИСЗ приобретают положительный заряд в результате облучения их космическими лучами, состоящими преимущественно из протонов и альфа — частиц
10	Конфигурации искусственных спутников Земли и Луны совпадают. Изменение фазы оказывает влияние на изменение блеска ИСЗ

11. По эллиптическим траекториям: А) 2.

12. Орбиты: 1 — экваториальные; 2 — наклонные; 3 — полярные.

## ЗАДАНИЕ 2. ЗАДАЧИ

ЗАДАЧИ	ОТВЕТЫ
№ 1	$t = \frac{T_2}{2} \sqrt{\frac{a^3}{a_3^3}} = 0,71 \text{ года}$
№ 2	$T = 11,85 \text{ ч}$

## ЗАДАНИЕ 3. СООТВЕТСТВИЕ: «КОСМОНАВТИКА»

Первый столбец	1	2	3	4	5	6	7
Второй столбец	В	Ж	Д	Б	А	Е	Г

## ЗАДАНИЕ 4. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	А	Б	В	Б	А	В	А	В	Г	Б

## Тема 7. Малые тела Солнечной системы

### ЗАДАНИЕ 1

АСТЕРОИД	МЕТЕОР	МЕТЕОРИТ	БОЛИД
• МАТЕРИАЛЬНОЕ ТЕЛО	• ЯВЛЕНИЕ В АТМОСФЕРЕ	• МАТЕРИАЛЬНОЕ ТЕЛО	• ЯВЛЕНИЕ — большой яркий метеор

### ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

Ответы запишите в таблицу

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ответ	В	Б	В	В	Б	Г	В	Б	А

### Вопрос 10

А)	Близнецы
Б)	Лев
В)	Андромеда
Г)	Водолей

### ЗАДАНИЕ 3

1. Хвост кометы должен быть всегда направлен по радиусу в сторону от Солнца.
2. По мере удаления от Солнца размер хвоста уменьшается.
3. На афелийном расстоянии остается одно туманное пятно.

### ЗАДАНИЕ 4. ЗАДАЧИ

№ 1	Примерно в 1910 году; $a = 18$ а. е.
№ 2	Объем стакана составляет примерно $V = 200\text{--}250$ мл, что соответствует массе воды, равной $m = 200\text{--}250$ г. Комета полностью испарится через $t = M/m = 10^{13}/0,2 = 5 \cdot 10^{13}$ с. <b>Ответ:</b> $t \approx 1,5$ млн лет

## Тема 8. Солнце и его характеристики

### ЗАДАНИЕ 1. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	В	А	Г	Г	Б	А	Г	В	БВАГ	Г

### ЗАДАНИЕ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

11. № п/п	Визуально заметные объекты на Солнце
1	Темные пятна на поверхности Солнца
2	Протуберанцы
3	Более светлые, чем вся поверхность Солнца, факелы

12. Солнечные пятна — это...	Пятна на Солнце — это области выхода в слой фотосферы Солнца сильнейших магнитных полей, которые подавляют конвективные движения вещества и способствуют снижению потока переноса тепловой энергии в этих областях
13. Солнечная грануля- ция — это...	Потоки плазмы из конвективной зоны, которые достигают фотосферы Солнца, создают отдельные гранулы (ячейки). Гранулы являются видимыми вершинами отдельных колонн плазмы и образуют зернистую структуру, называемую <b>грануляцией</b>
14. Хромосфе- ра — это...	Хромосфера — внешняя оболочка Солнца, окружающая фотосферу. Название связано с ее красноватым цветом, вызванным тем, что в видимом спектре доминирует красная H-альфа линия излучения водорода. Сфера цвета
15. Что такое протубе- ранцы?	Протуберанцы (от лат. protubero — вздуваюсь) — плотные конденсации холодного (по сравнению с солнечной короной) вещества, которые поднимаются и удерживаются над поверхностью Солнца магнитным полем. Газ протуберанцев, как и газ хромосферы, состоит в основном из излучений водорода, поэтому протуберанцы имеют характерный красный цвет
16. Солнечный ветер — это...	Солнечный ветер — поток ионизированных частиц (в основном гелиево-водородной плазмы), истекающий из солнечной короны со скоростью 300–1200 км/с в окружающее космическое пространство

### ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

17. № 1	13 марта 2009 года
18. № 2	50 пятен
19. № 3	Угловые размеры пятна через зрительную трубу: $\alpha = (2 \cdot 12\,800 \cdot 206\,265'' \cdot 20) / 15 \cdot 10^7 \approx 704''$ , или $\approx 11'$ . Ответ: можно увидеть

## Тема 9. Звёзды. Основные характеристики

### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Светимость звезды	Светимость звезды — полная энергия, излучаемая звездой в одну секунду. Светимость звезды можно выразить в ваттах, но чаще ее выражают в светимостях Солнца
Звёздная величина	Безразмерная числовая характеристика яркости объекта. Звёздная величина характеризует количество квантов света, дошедшее от рассматриваемого светила до фотоприемника
Абсолютная звездная величина	Звездную величину, которую имела бы звезда, находясь от нас на расстоянии 10 парсеков, называют абсолютной звездной величиной и обозначают буквой <i>M</i>
Диапазон изменения размеров звезд.	Радиусы звёзд варьируются в больших пределах: звёзды-карлики могут иметь радиусы <b>в 10 раз меньше</b> солнечного, а звёзды-гиганты <b>в 1000 раз больше</b> . Как следствие, светимость может быть как в 10 тысяч раз меньше, так и в 100 тысяч раз больше, чем у Солнца
Звёзды — это	раскаленные газовые шары, источником энергии и излучения в которых являются термоядерные реакции, главным образом превращение водорода в гелий. Этот процесс происходит в центре звезды, где температура достигает 15 миллионов Кельвинов

### ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	А	Б	Г	2314	А	Г	В	Б	Г	А

**ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ**

ЗАДАЧИ	РЕШЕНИЯ
№ 1	В 2 раза
№ 2	В 1600 раз
№ 3	$T = \frac{2900 \text{ К} \cdot \text{мкм}}{0,48 \text{ мкм}} \approx 6000 \text{ К}$

**Тема 10. Переменные звёзды****ЗАДАНИЕ 1**

Подберите тип двойных звёзд к описанию

1	2	3	4	5
Д	А	Г	Б	В

**ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ.**

Определение типа переменных звёзд

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	Г	В	Б	Б	СБДА	Г	Б	А	Б	Г

**ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ**

№ 1	$M_1 + M_2 = \alpha^3 / \pi^3 \cdot P^2$ . $M_1 + M_2 \approx 2,1$ массы Солнца.
№ 2	Расстояние до звезды: $\log D = 0,2 (m - M_v) + 1$ . Средняя абсолютная звёздная величина Цефеиды: $M_v = -(2,8 \log P + 1,4)$ . <b>Ответ:</b> $D = 2,75 \cdot 10^6$ пк.

**Тема 11. Нестационарные звёзды****ЗАДАНИЕ 1. СООТВЕТСТВИЕ**

Первый	1	2	3	4	5
Ворой	В	Г	Д	А	Б



## ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	В	Б	ДАБГВ	Г	Б	В	Г	Б	А	Б

## ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

ЗАДАЧИ	РЕШЕНИЕ
<b>№ 1</b>	В 100 раз
<b>№ 2</b>	Абсолютная звёздная величина: $M = m + 5 - 5 \log D$ , т. е. $\log D = (m + 5 - M)/5$ ; расстояние: $D \approx 10^7$ пк
<b>№ 3</b>	$D \approx 1738$ пк
<b>№ 4</b>	Абсолютная звёздная величина $M = m + 5 - 5 \lg D$ , $M = m + 5 - 5 \lg 52\,000 = -15,6$ . Абсолютная звёздная величина сверхновой звезды 1987 года в БМО была $(-15,6^m)$ . Типичные абсолютные звёздные величины при вспышках сверхновых $-17^m$ – $-19^m$ , поэтому вспышка 1987 года была «слабой»

## Тема 12. Наша Галактика и внегалактические объекты

### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Вопрос	Ответ
<b>1</b>	<b>Гала́ктика</b> — гравитационно-связанная система из звёзд и звёздных скоплений, межзвёздного газа, пыли и темной материи. Все объекты в составе галактики участвуют в движении относительно общего центра масс
<b>2</b>	А) Звёзды — основное «население» галактики; Б) Туманности: газ и пыль; В) Рассеянные скопления; Г) Шаровые скопления
<b>3</b>	<b>Звёздное скопление</b> — гравитационно связанная группа звёзд, имеющая общее происхождение и движущаяся в гравитационном поле, как единое целое. Некоторые звёздные скопления содержат и газ и пыль

4	<p>А) <b>Рассеянные звёздные скопления</b> — неправильной формы, шаровые имеют четкую шарообразную форму;</p> <p>Б) <b>Рассеянные скопления</b> можно обнаружить только в галактиках спиральной или неправильной формы в галактическом диске — в рукавах — шаровые концентрируются в гало около ядра галактик;</p> <p>В) <b>Возраст шаровых</b> скоплений во много раз превышает рассеянные, составляя от 10 миллиардов лет и выше;</p> <p>Г) <b>Шаровые скопления</b> содержат от десятков тысяч до миллиона звёзд, концентрация которых увеличивается к центру, для них характерно отсутствие газа и пыли, рассеянные скопления содержат значительно меньше звёзд, чем шаровые и, как правило, располагаются вблизи газовых облаков</p>
5	<p>1 Галактическое ядро.</p> <p>2 Сферическая составляющая (иногда называется гало), заполняющая сферический объем из очень старых, <b>неярких</b> звёзд с небольшой массой виде шаровых скоплений.</p> <p>3 Звёздный диск — плоская составляющей галактики, в которой располагаются звезды ранних спектральных классов О и В, звезды рассеянных скоплений, темные пылевые туманности</p>

## ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	В	Д	Б	Г	Б	В	Д	Г	В	Г

## ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

<b>№ 1</b>	Закон Хаббла: $r = v/H \approx 80$ Мпк; Размер галактики $\approx 46,5$ кпк
<b>№ 2</b>	$d = (r \cdot \alpha) / 206\,265 \approx 12\,479$ св. л.
<b>№ 3</b>	$\lg r = m + 5 - M \rightarrow r \approx 6,3 \cdot 10^5$ пк
<b>№ 4</b>	$v = (\Delta\lambda/\lambda) \cdot c = 10\,011$ км/с; $r = v/H \approx 134$ Мпк
<b>№ 5</b>	<p><b>Д, А, С, В.</b></p> <p>Наименьшее количество газа наблюдается в эллиптических галактиках, далее идут линзовидные</p>

	и спиральные, больше всего газа в виде отдельных облаков размером около 1 кпк и массой порядка $10^7$ масс Солнца, в неправильных галактиках, и в этих облаках наблюдается интенсивное звездообразование
--	--

#### ЗАДАНИЕ 4. УТВЕРЖДЕНИЯ

##### Строение и типы галактик...

1	2	3	4	5	6	7
нет	да	да	да	нет	нет	да

#### ЗАДАНИЕ 5. Задание на восстановление соответствия

№ 1	А	Б	В	Г	Д	Е
№ 2	4	5	1	6	2	3

### Тема 13. Определение расстояний в астрономии

#### ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1	Угол ( $\pi$ ), под которым со звезды был бы виден средний радиус земной орбиты ( $a$ ), расположенный перпендикулярно направлению на звезду
2	В угловых секундах ( $\pi''$ )
3	1) Астрономическая единица (а. е.); 2) Световой год (св. г.); 3) Парсек (пк); 4) Километр (км)
4	Собственное движение звезды ( $\mu$ ) — это угловое перемещение звезды на небесной сфере за год. Собственное движение измеряется в секундах дуги в год $\mu$ (″/год)
5	$D = 1/\pi''$

**ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ**

Вопрос	1	2	3	4	5	6
Ответ	А	В	А) километры; Б) световой год; В) парсек	Б	ВАБГ	Г

**ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ**

<b>№ 1</b>	Ближе Арктур в 89 раз, чем Денеб
<b>№ 2</b>	$v \approx 57 \text{ км/с}$
<b>№ 3</b>	$v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2}$ ; $v_t^2 = 4,74 \mu/\pi$ . Поэтому $v \approx 294 \text{ км/с}$
<b>№ 4</b>	4–2–1–3

**Тема 14. Строение и структура Вселенной****ЗАДАНИЕ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

<b>1</b>	Наблюдаемую часть Вселенной, доступная для изучения, называют <b>Метагалактикой</b> . Метагалактику составляют различные наблюдаемые структурные элементы: скопления галактик, галактики, звёзды, сверхновые, квазары и т. д.
<b>2</b>	Реликтовое излучение — это фоновое микроволновое излучение, одинаковое во всех направления и имеет спектр, характерный для абсолютно чёрного тела при температуре $\approx 3 \text{ К}$
<b>3</b>	Скорости удаления галактик возрастают пропорционально расстоянию до них: $V = H \cdot R$ — (значение $H = 75 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}$ )
<b>4</b>	«Красное смещение» спектральных линий внегалактических туманностей и галактик указывает на то, что все эти туманности и галактики удаляются от нас с огромными скоростями.
<b>5</b>	Инверсия постоянной Хаббла названа временем Хаббла — эта величина соответствует возрасту Вселенной, $t_H = \frac{r}{V} = \frac{1}{H_0}$

6	<b>Космология</b> (греч. kosmos — вселенная, logos — слово, учение) — раздел астрономии, наука о Вселенной как едином связном целом и всей охваченной астрономическими наблюдениями области вселенной как части этого целого
7	<b>Темная материя</b> — гипотетическая форма материи, которая не испускает электромагнитного излучения и не взаимодействует с ним, ее возможно по создаваемым ею гравитационным эффектам
8	Расширение тормозится силами тяготения: так как каждой галактике приходится преодолевать притяжение, действующее со стороны остальных галактик
9	Все галактики удаляются друг от друга, т. е. Вселенная в целом расширяется, но это не означает, что они разбегаются именно от нашей Галактики как от центра

## ЗАДАНИЕ 2. ТЕСТ

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ	Г	В	Б	Г	Б	Б	А	Г	Б-Г-В-А	А

## ЗАДАНИЕ 3. ЗАДАЧИ

№ 1	Размер источника излучения не должен в этом случае превышать 10 световых лет, то есть расстояние, которое проходит свет от дальнего края до ближнего края объекта за 10 лет. Оценка размеров <b>не зависит от механизма изменения</b> блеска.
№ 2	$v = c \cdot \Delta\lambda / \lambda_0 \rightarrow \Delta\lambda = r \cdot H \cdot \lambda_0 / c = 6,82 \cdot 10^{-2} \text{ м.},$ $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 \rightarrow \lambda = \Delta\lambda + \lambda_0 \rightarrow \lambda =$ $= (6,82 \cdot 10^{-2} + 0,21) \text{ м} = 0,28 \text{ м}$
№ 3	Скорость $v = c \cdot [(\Delta\lambda / \lambda_0)^2 - 1] / [(\Delta\lambda / \lambda_0)^2 + 1] =$ $= 24 \cdot 10^4 \text{ км/с} = 24 \cdot 10^7 \text{ м/с};$ $r = 3200 \text{ Мпк}; t = 10\,432 \cdot 10^6 \text{ лет} \approx 10,4 \cdot 10^9 \text{ лет}$

**ЗАДАНИЕ 4. УТВЕРЖДЕНИЯ**

<b>Да</b>	<b>1.</b> Наблюдения реликтового фона показали, что первоначальный избыток частиц по сравнению с античастицами составлял ничтожную долю (одну миллиардную) от их общего числа. Именно из этих «избыточных» протонов и нейтронов в основном состоит вещество современной наблюдаемой Вселенной
<b>Нет</b>	<b>2.</b> В условиях очень высокой температуры вблизи сингулярности не могли существовать не только молекулы и атомы, но даже и атомные ядра; существовала лишь равновесная смесь разных элементарных частиц
<b>Нет</b>	<b>3.</b> Вселенная расширяется, но центр расширения отсутствует: из любой точки Вселенной картина расширения будет представляться той же самой, а именно, все галактики будут иметь красное смещение, пропорциональные расстоянию до них. Само пространство как бы раздувается
<b>Да</b>	<b>4.</b> В окрестностях нашей Галактики, в пределах полутора мегапарсек от нее, расположены около 40 галактик, которые образуют МЕСТНУЮ группу
<b>Нет</b>	<b>5.</b> До момента рекомбинации, который наступил примерно через миллион лет после начала расширения. Вселенная была непрозрачной для квантов света. Поэтому с помощью электромагнитного излучения нельзя заглянуть в эпоху, предшествующую рекомбинации

**УТВЕРЖДЕНИЯ:**

1	2	3	4	5
Да	Нет	Нет	Да	Нет

## Информационные источники

- Беляков М. Ф. Ориентирование на местности без карты. М.: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1955.
- Воронцов-Вельяминов Б. А., Страут Е. К. Астрономия. 11 кл. М.: Дрофа, 2018.
- Задачи Московской астрономической олимпиады. 2006–2015. М., 2015.
- Левитан Е. П. Астрономия: Учеб. для 11 кл. М.: Просвещение, 2007.
- Порфирьев В. В. Астрономия: Учеб. для 11 кл. М.: Просвещение, 2003.
- Кирик Л. А., Бондаренко К. П. Астрономия: разноуровневые самостоятельные работы с примерами решения задач. М.: Илекса, 2005.
- Липунов В. М. В мире двойных звёзд // Библиотечка «Квант». Вып. 52. М.: Наука, 1986; 2-е изд. М.: URSS, 2009.
- Попова А. П. Астрономия в образах и цифрах. М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2014.
- Страут Е. К. Астрономия. Дидактические материалы для средней общеобразовательной школы. М.: Владос, 2000.
- Сурдин В. Г. Астрономические задачи с решениями: Учебное пособие. М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2018.
- Физикон. Открытая астрономия. Версия 2.6 (мультимедийный курс).
- Шатовская Н. Е. Играем в астрономию. Марафон-2012. (Спецвыпуск к XI Московскому педагогическому марафону учебных предметов; диск.)
- Чаругин В. М. Астрономия. 10–11 классы: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый уровень. М.: Просвещение, 2018.

Фотографии, использованные в заголовках:

- Темы 1; 3–13 — В. Ван Гог «Звёздная ночь над Роной»;
- тема 2 — Compton Gamma Ray Observatory (NASA image);
- тема 14 — Первая фотография Галактики Андромеды, полученная Исааком Робертсом.