

**Задания муниципального этапа  
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии  
2024 – 2025 учебный год  
10 класс**

**время выполнения 180 минут  
максимальный балл- 48**

**Задача 1. Телескоп.**

Наш глаз видит звезды не слабее  $6^m$ . А можно ли заметить звезду  $13^m$  в 10-кратный телескоп с объективами диаметром 60 мм?

**Решение:** диаметр зрачка у здорового глаза изменяется в зависимости от освещенности от 2 до 8 мм. Пусть ночью диаметр зрачка составляет около 6 мм. Как видим, диаметр объектива телескопа в 10 раз больше, а значит, количество собранного им света больше в 100 раз - если бы не было потерь света в оптике (отражение и поглощение в стекле), то такой телескоп усиливал бы разрешающую способность глаза на  $5^m$ . **(4 балла)** Но весь ли собранный свет попадает в зрачок наблюдателя? Диаметр выходного зрачка бинокля составляет  $\frac{60}{10} = 6$  мм, поэтому можно считать, что весь. Но даже если половина света теряется, усиление составит не менее  $5^m$ , так что звезды  $13^m$  будут недоступны для наблюдения. **(4 балла)**

**Максимальный балл- 8 баллов**

**Задача 2. Уран.**

Как происходит видимое движение Солнца на небе Урана?

**Решение:**

Ось вращения Урана лежит почти в плоскости его орбиты: планета вращается как бы лёжа на боку. Вблизи каждого полюса можно было наблюдать, как Солнце, описывая спирали над горизонтом, на протяжении четверти уранова года поднимается ежедневно выше и выше, достигая зенита. **(2 балла)** Следующие четверть года Солнце по спирали приближается к горизонту и, наконец заходит. Теперь в течении полугода будет полярная ночь. **(2 балла)** На экваторе смена дня и ночи происходит ежедневно и день равен ночи. **(2 балла)** Солнце там движется почти так же, как и на земном экваторе: разница в том, что на экваторе Земли оно в верхней кульминации может отстоять от зенита не более чем на  $23,5^0$ , а на экваторе Урана оно должно дважды в год удаляться от зенита на  $90^0$  и там на некоторое время замирать у горизонта. Один раз в точке севера, а через полгода- в точке юга. **(2 балла)**

**Максимальный балл- 8 баллов**

### Задача 3. Время остановилось.

Самолёт взлетел и, взяв курс на запад, двигался строго по параллели со скоростью 850 км/ч. Прибыв в аэропорт назначения, пассажиры обнаружили, что время вылета и время прилёта по солнечным часам оказалось одинаковым. На какой географической широте проходил полёт?

**Решение.** Самолёт должен лететь на запад со скоростью вращения Земли:  $v = 40\,000 \text{ км}/24 \text{ часа} = 463 \text{ м/с}$ . (2 балла)

Если указана скорость 463 м/с без вычислений- 1 балл.

Выразим длину параллели  $l$  через длину экватора  $L$  и географическую широту  $\varphi$ :  $l = L \cos \varphi$ . (2 балла)

Выражение для широты:  $\cos \varphi = \frac{850 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с} \cdot 463 \text{ м/с}} \approx 0,51$

Отсюда  $\varphi = \arccos(0,51) = 59,3^\circ$  (4 балла)

**Максимальный балл- 8 баллов**

### Задача 4.

Шаровое скопление содержит миллион звёзд главной последовательности, каждая из которых имеет абсолютную звёздную величину  $M_{ms} = 6$ , а также 10 тыс. красных гигантов с величинами  $M_{rg} = 1$ . Можно ли увидеть это скопление невооружённым взглядом с расстояния 10 пк?

**Решение:** пусть количество звёзд главной последовательности  $N_{gp} = 10^6 = 100 \cdot 100 \cdot 100$ , тогда их суммарная абсолютная звёздная величина на  $5^m + 5^m + 5^m = 15^m$  меньше, чем у одной такой звезды, и составляет  $6^m - 15^m = -9^m$ . Для красных гигантов  $N_{kr} = 10^4 = 100 \cdot 100$ , значит и суммарная величина равна  $1^m - 5^m - 5^m = -9^m$ . (4 балла)

Теперь определим звёздную величину скопления. Поскольку расстояние 10 кпк в 1000 раз превышает расстояние, на котором определяются абсолютные величины (10пк), то видимый блеск будет в  $(1000)^2$  раз меньше абсолютного. Представим это число как  $100 \cdot 100 \cdot 100$ , найдём разность блеска в звёздных величинах:  $5^m + 5^m + 5^m = 15^m$ . Значит суммарный блеск красных гигантов и звёзд главной последовательности по отдельности будет равен  $-9^m + 15^m = 6^m$ . Всё скопление будет казаться в 2 раза ярче звезды  $6^m$ , т.е. вполне доступно нормальному глазу на тёмном небе, только при отсутствии межзвёздного поглощения света.(4 балла)

**Максимальный балл- 8 баллов**

### Задача 5. Движение Альтаира.

Звезда Альтаир, удалена от Солнца на 18 световых лет, движется перпендикулярно лучу зрения со скоростью 15,75 км/с. На сколько угловых секунд (А) переместится она за 100 лет для земного наблюдателя на фоне очень далёких объектов, например квазаров?

**Решение.** В году  $3,156 \cdot 10^7$  секунд, а в столетии  $3,156 \cdot 10^9$  секунд. За это время звезда пройдёт  $15,75 \cdot 3,156 \cdot 10^9 = 49,707 \cdot 10^9$  км =  $49,707 \cdot 10^9 / 150 \cdot 10^6 = 331,38$  а.е. **(4 балла)** По определению парсека, 1 а.е. с расстояния 1 парсек видна под углом в  $1''$ , а расстояние 331,38 видно под углом:

18 св. лет = 5,52 пк,

$$\frac{331,38 \text{ а.е.}}{5,52 \text{ пк}} = 60'' \text{ (4 балла)}$$

**Максимальный балл- 8 баллов**

### Задача 6. Загадочное событие.

Представленная зарисовка была выполнена в средних широтах в 2024 году. Какое событие изображено, когда оно состоялось?



**Решение:** 1. Дан ответ на первый вопрос: парад планет – **3 балла**

2. Дан ответ на второй вопрос: 28 августа – **3 балла**

3. Дан ответ на третий вопрос: восход Солнца – **2 балла**

**Максимальный балл- 8 баллов**