

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ**  
**2021–2022 УЧЕБНЫЙ ГОД**  
**10 КЛАСС**

Максимальное время выполнения заданий: 2 астрономических часа (120 мин)

Максимальное количество баллов за каждое задание: 8

Максимальная сумма баллов за все задания: 48

Использовать можно: инженерный (научный) калькулятор, канцелярские принадлежности (ручка, карандаш, линейка, резинка для стирания и т. п.), справочные данные, разрешённые к использованию участниками на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Красноярском крае (Приложение 1).

### **1. Метеорные потоки**

Укажите, в каких созвездиях находятся радианты метеорных потоков – точки на небесной сфере, из которых, как кажется вследствие явления перспективы, вылетают метеоры одного потока, двигающиеся на самом деле в пространстве параллельно друг другу:

а) Персеиды; б) Лириды; в) Дракониды; г) Гидриды; д) Тауриды; е) Геминиды; ж) Леониды; з) Геркулиды.

### **2. Длина тени**

Красноярский школьник ростом 1 метр 70 сантиметров задумался, когда в течение года в местный полдень его тень бывает максимальной и минимальной, и какой она при этом достигает длины? Помогите ему ответить на эти вопросы. Географическая широта Красноярска равна  $56^\circ$  с.ш.

### **3. Альтаир или Денеб?**

Какая из этих звёзд: Альтаир (прямое восхождение  $\alpha = 19$  ч 51 мин, склонение  $\delta = +08^\circ 52'$ ) или Денеб (прямое восхождение  $\alpha = 20$  ч 41 мин, склонение  $\delta = +45^\circ 16'$ ) лучше видна из Красноярска (географическая широта  $\varphi = 56^\circ$  с.ш.), и почему?

### **4. Гипергигант**

Звезда R136a1, расположенная в туманности «Тарантул» в Большом Магеллановом Облаке, является звездой с наибольшей известной светимостью – её абсолютная звёздная величина составляет  $M = -12,6^m$ . Какова её светимость, выраженная в светимостях Солнца? Оцените, на каком расстоянии от этой звезды (в а.е.) находится зона обитаемости или «зона Златовласки» – условная область, определяемая из расчёта, что гипотетическая планета, находящаяся в ней, получает столько энергии от звезды, чтобы вода на планете оставалась в жидкой фазе (т.е. примерно столько же энергии, сколько Земля получает от Солнца).

### **5. Затменная переменная**

Главный минимум блеска затменной переменной звезды с периодом  $P = 2,70$  суток для наблюдателя в Красноярске пришёлся точно на местную полночь. Когда он сможет снова зафиксировать такое событие, если ночь в это время года длится с 21 до 03 часов?

### **6. Атмосфера Плутона**

Автоматическая межпланетная станция (АМС) «Новые горизонты» в июле 2015 года достигла Плутона. На полученных с близкого расстояния фотографиях этой карликовой планеты видна голубая дымка в её азотной атмосфере, поверхностное давление которой оказалось в 100 000 раз меньше земного. АМС «Новые горизонты» также уточнила радиус Плутона, который теперь считается равным 1188 км. Оцените массу атмосферы Плутона, если известно, что масса этой карликовой планеты составляет  $1,3 \cdot 10^{22}$  кг.

**Справочные данные,  
разрешённые к использованию участниками  
на муниципальном этапе всероссийской олимпиады школьников по астрономии в Красноярском  
крае и подлежащие к выдаче вместе с условиями задач**

**Основные физические и астрономические постоянные**

Гравитационная постоянная  $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$   
 Скорость света в вакууме  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$   
 Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$   
 Постоянная Стефана-Больцмана  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{К}^{-4}$   
 Масса протона  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$   
 Масса электрона  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$   
 Астрономическая единица  $1 \text{ а.е.} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ м}$   
 Парсек  $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ м}$   
 Постоянная Хаббла  $H = 72 \text{ (км/с)/Мпк}$

**Данные о Солнце**

Радиус  $695\,000 \text{ км}$   
 Масса  $1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$   
 Светимость  $3,88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$   
 Спектральный класс G2  
 Видимая звёздная величина  $-26,78^{\text{m}}$   
 Абсолютная болометрическая звёздная величина  $+4,72^{\text{m}}$   
 Показатель цвета (B–V)  $+0,67^{\text{m}}$   
 Эффективная температура  $5800 \text{ К}$   
 Средний горизонтальный параллакс  $8,794''$   
 Интегральный поток энергии на расстоянии Земли  $1360 \text{ Вт/м}^2$   
 Поток энергии в видимых лучах на расстоянии Земли  $600 \text{ Вт/м}^2$

**Данные о Земле**

Эксцентриситет орбиты  $0,017$   
 Тропический год  $365,24219 \text{ суток}$   
 Средняя орбитальная скорость  $29,8 \text{ км/с}$   
 Период вращения  $23 \text{ часа } 56 \text{ минут } 04 \text{ секунды}$   
 Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года:  $23^\circ 26' 21,45''$   
 Экваториальный радиус  $6378,14 \text{ км}$   
 Полярный радиус  $6356,77 \text{ км}$   
 Масса  $5,974 \cdot 10^{24} \text{ кг}$   
 Средняя плотность  $5,52 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$   
 Объёмный состав атмосферы:  $\text{N}_2$  (78%),  $\text{O}_2$  (21%),  $\text{Ar}$  (~1%)  
 Атмосферное давление на уровне моря  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$  (1 атм)

**Данные о Луне**

Среднее расстояние от Земли  $384400 \text{ км}$   
 Минимальное расстояние от Земли  $356410 \text{ км}$   
 Максимальное расстояние от Земли  $406700 \text{ км}$   
 Эксцентриситет орбиты  $0,055$   
 Наклон плоскости орбиты к эклиптике  $5^\circ 09'$   
 Сидерический (звёздный) период обращения  $27,321662 \text{ суток}$   
 Синодический период обращения  $29,530589 \text{ суток}$   
 Радиус  $1738 \text{ км}$   
 Масса  $7,348 \cdot 10^{22} \text{ кг}$  или  $1/81,3$  массы Земли  
 Средняя плотность  $3,34 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$   
 Визуальное геометрическое альbedo  $0,12$   
 Видимая звёздная величина в полнолуние  $-12,7^{\text{m}}$