

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
*Краткие решения Муниципальный этап, 2024*

**Всероссийская олимпиада школьников**

**по АСТРОНОМИИ**

**Муниципальный этап**

**9 класс**

**Краткие решения**

**ВАРИАНТ 1**

Максимальное количество баллов – 48.

**Задача 1.**

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (6 баллов). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (2 балла вывод).*

**Задача 2.**

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния» и «суперлуния» (негативное изображение).



## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния» 25.02.2024 и «суперлуния» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

*Решение:* Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны (2 балла). Обозначим через  $Q$  – апогейное расстояние,  $q$  – перигейное; через  $D$ - видимый угловой диаметр в «суперлуние»,  $d$  – оный в «микролуние».

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё,  $D=l/q$ ,  $d=l/Q$  (1 балл). Тогда соотношение для эксцентриситета  $e=(Q-q)/(Q+q)$  эквивалентно  $e=(D-d)/(D+d)$  (3 балла). Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.

Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим  $e=0.05$ , что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 (2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов).

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны  $l$  для решения не требуется.

### Задача 3.

Для наблюдателя на Земле звезда 1 имеет экваториальные координаты  $\alpha_1=01^h00^m$  и  $\delta_1=0^\circ$ , а звезда 2  $\alpha_2=07^h00^m$  и  $\delta_2=0^\circ$ . Расстояние до звезды 1 - 30 световых лет, а расстояние до звезды 2 - 40 световых лет. Найдите линейное расстояние между звездами 1 и 2.

*Решение:* прежде всего заметим, что плоский угол между звёздами для наблюдателя составляет  $90^\circ$  (3 балла), поэтому для решения применима простая теорема Пифагора. Тогда расстояние между звёздами  $l$  это гипотенуза прямоугольного треугольника (2 балла пояснение или рисунок). Поэтому  $l=\sqrt{30^2+40^2}=50$  св. лет (3 балла верные вычисления).

### Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, следит за двумя звёздами. Звезда А имеет экваториальные координаты  $\alpha_1=01^h00^m$  и  $\delta_1=60^\circ$ , а звезда Б  $\alpha_2=01^h00^m$  и  $\delta_2=-60^\circ$ . Звезда А взошла в  $3^h$  местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

*Решение:* Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в  $3^h$  (8 баллов за любые верные рассуждения).

Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см<sup>3</sup>. Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

Решение: Плотность звезды

$$\rho = M / ((4/3)\pi R^3), \text{ (2 балла)}$$

откуда

$$R = [M / ((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3 \cdot 2 \cdot 10^{33} / ((4/3) \cdot 3.14 \cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ см, (2}$$

балла) что составляет  $3R_{\odot}$ .

Вычислим светимость звезды:  $L = 4\pi R^2 \sigma T^4 = (R/R_{\odot})^2 (T/T_{\odot})^4 = 9 \cdot 7.7 = 69 L_{\odot}$ . (4 балла)

### Задача 6.

Новая звезда в спокойном состоянии имела блеск 13<sup>m</sup>, но во время вспышки увеличила яркость на 3<sup>m</sup>. Увидит ли наблюдатель в школьный телескоп диаметром 6см эту звезду во время вспышки?

Решение: Для точечных объектов (коими являются звёзды при наблюдении с малым увеличением) пропускание пропорционально площади собирающей поверхности или квадрату апертуры,  $S \sim D^2$ ,  $S_1/S_2 = (D_1/D_2)^2$  (2 балла).

При использовании телескопа выигрыш составит  $(60/6)^2 = 100$  раз (1 балл вычисления). 100 раз это 5<sup>m</sup> (2 балла) поэтому мы увидим звёзды вплоть до  $6+5=11^m$  (1 балл). Яркость новой в момент вспышки  $13-3=10^m$  (1 балл), так что при пропускании 11<sup>m</sup> это будет доступный для наблюдения объект (1 балл вывод).

### Справочные данные:

1а.е.=1.496·10<sup>8</sup> км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца 2·10<sup>30</sup> кг, Земли 6·10<sup>24</sup> кг, Марса 6·10<sup>23</sup> кг Луны 7·10<sup>22</sup> кг; Радиус Солнца – 6.96·10<sup>5</sup> км.

Гравитационная постоянная G=6.67·10<sup>-11</sup>

Н\*м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>; Скорость света 3·10<sup>5</sup>(км/с)

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом +6<sup>m</sup>.

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
*Краткие решения Муниципальный этап, 2024*

**Всероссийская олимпиада школьников**

**по АСТРОНОМИИ**

**Муниципальный этап**

**9 класс**

**Краткие решения**

**ВАРИАНТ 2**

Максимальное количество баллов – 48.

**Задача 1.**

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния» и «суперлуния» (негативное изображение).



## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния» 25.02.2024 и «суперлуния» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

*Решение:* Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны (2 балла). Обозначим через  $Q$  – апогейное расстояние,  $q$  – перигейное; через  $D$ - видимый угловой диаметр в «суперлуние»,  $d$  – оный в «микролуние».

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё,  $D=l/q$ ,  $d=l/Q$  (1 балл). Тогда соотношение для эксцентриситета  $e=(Q-q)/(Q+q)$  эквивалентно  $e=(D-d)/(D+d)$  (3 балла). Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.

Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим  $e=0.05$ , что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 (2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов).

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны  $l$  для решения не требуется.

### Задача 2.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan-ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запаздывает относительно момента перигелия кометы?.

*Решение:* Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (6 баллов). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (2 балла вывод).

### Задача 3.

Для наблюдателя на Земле звезда 1 имеет экваториальные координаты  $\alpha_1=01^{\text{h}}00^{\text{m}}$  и  $\delta_1=0^\circ$ , а звезда 2  $\alpha_2=07^{\text{h}}00^{\text{m}}$  и  $\delta_2=0^\circ$ . Расстояние до звезды 1 - 30 световых лет, а расстояние до звезды 2 - 40 световых лет. Найдите линейное расстояние между звездами 1 и 2.

*Решение:* прежде всего заметим, что плоский угол между звёздами для наблюдателя составляет  $90^\circ$  (3 балла), поэтому для решения применима простая теорема Пифагора. Тогда расстояние между звёздами  $l$  это гипотенуза прямоугольного треугольника (2 балла пояснение или рисунок). Поэтому  $l=\sqrt{30^2+40^2}=50$  св. лет (3 балла верные вычисления).

### Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, следит за двумя звёздами. Звезда А имеет экваториальные координаты  $\alpha_1=01^{\text{h}}00^{\text{m}}$  и  $\delta_1=60^\circ$ , а звезда Б  $\alpha_2=01^{\text{h}}00^{\text{m}}$  и  $\delta_2=-60^\circ$ . Звезда А взошла в  $3^{\text{h}}$  местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

## **ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

*Краткие решения Муниципальный этап, 2024*

*Решение: Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в  $3^h$  (8 баллов за любые верные рассуждения).*

*Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.*

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
*Краткие решения Муниципальный этап, 2024*

**Задача 5.**

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см<sup>3</sup>. Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

*Решение: Плотность звезды*

$$\rho = M/((4/3)\pi R^3), \text{ (2 балла)}$$

*откуда*

$$R = [M/((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3 \cdot 2 \cdot 10^{33} / ((4/3) \cdot 3.14 \cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ см, (2 балла)}$$

*что составляет  $3R_{\odot}$ .*

$$\text{Вычислим светимость звезды: } L = 4\pi R^2 \sigma T^4 = (R/R_{\odot})^2 (T/T_{\odot})^4 = 9 \cdot 7.7 = 69 L_{\odot}. \quad \text{(4 балла)}$$

**Задача 6.**

Новая звезда в спокойном состоянии имела блеск 13<sup>m</sup>, но во время вспышки увеличила яркость на 3<sup>m</sup>. Увидит ли наблюдатель в школьный телескоп диаметром 6см эту звезду во время вспышки?

*Решение: Для точечных объектов (коими являются звёзды при наблюдении с малым увеличением) проницание пропорционально площади собирающей поверхности или квадрату апертуры,  $S \sim D^2$ ,  $S_1/S_2 = (D_1/D_2)^2$  (2 балла).*

*При использовании телескопа выигрыш составит  $(60/6)^2 = 100$  раз (1 балл вычисления). 100 раз это 5<sup>m</sup> (2 балла) поэтому мы увидим звёзды вплоть до  $6+5=11^m$  (1 балл). Яркость новой в момент вспышки  $13-3=10^m$  (1 балл), так что при проницании 11<sup>m</sup> это будет доступный для наблюдения объект (1 балл вывод).*

**Справочные данные:**

1а.е.=1.496·10<sup>8</sup> км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца 2·10<sup>30</sup> кг, Земли 6·10<sup>24</sup> кг, Марса 6·10<sup>23</sup> кг Луны 7·10<sup>22</sup> кг;

Радиус Солнца – 6.96·10<sup>5</sup> км.

Гравитационная постоянная G=6.67·10<sup>-11</sup> Н\*м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>;

Скорость света 3·10<sup>5</sup>(км/с)

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом +6<sup>m</sup>.