

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

## Всероссийская олимпиада школьников

### по АСТРОНОМИИ

#### Муниципальный этап

11 класс

#### Краткие решения

Максимальное количество баллов – 48.

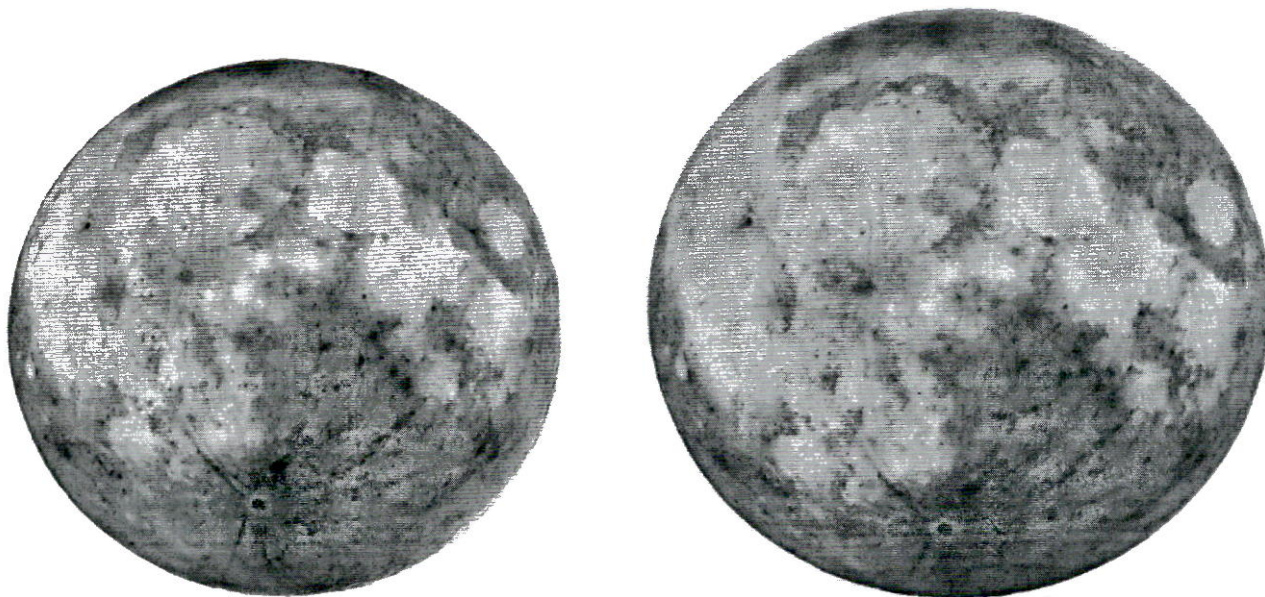
#### Задача 1.

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 запаздал 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).



9

**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 полнолуннию 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.

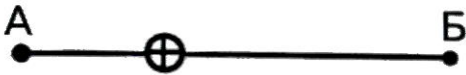
Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим  $e=0.05$ , что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 (2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов).

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

### Задача 3.

Есть две галактики 1 и 2 с координатами  $\alpha_1 = 8^h$ ,  $\delta_1 = +10^\circ$  и  $\alpha_2 = 20^h$ ,  $\delta_2 = -10^\circ$  соответственно. Красное смещение для галактики 1 составляет 0.1, а для галактики 2 - 0.2. Найдите расстояние между их центрами.

**Решение:**



Зная координаты галактик из условия задачи, можно сказать, что они лежат в одной плоскости диаметрально противоположно по отношению к Земле (3 балла).

Расстояние между центрами галактик можно найти, сложив расстояние до галактики А с расстоянием до галактики Б:  $D = d_A + d_B$ .

По закону Хаббла:  $V = H_0 \cdot D$  или  $c \cdot z = H_0 \cdot D$ , где  $V$  - скорость удаления галактики,  $c$  - скорость света,  $z$  - красное смещение галактики,  $H_0$  - постоянная Хаббла,  $D$  - расстояние до галактики.

Тогда для галактики А:  $d_A = (c \cdot z_A) / H_0$ ,

а для галактики Б:  $d_B = (c \cdot z_B) / H_0$ .

Формула для нахождения расстояния между центрами галактик примет вид:

$$D = ((c \cdot z_A) / H_0) + ((c \cdot z_B) / H_0) = (c / H_0) \cdot (z_A + z_B). \text{ (3 балла формулы)}$$

Подставив значения, получим:

$$D = (3 \cdot 10^5 / 70) \cdot (0.1 + 0.2) = 1.286 \text{ Мпк. (2 балла вычисления и ответ)}$$

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

## Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, следит за двумя звездами. 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<sup>h</sup> 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<sup>h</sup> (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.

## 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  $3R_\odot$ .

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

## Задача 6.

Одна компонента двойной звезды имеет яркость 5<sup>m</sup>, а вторая 7<sup>m</sup>. Во сколько раз суммарный блеск двойной звезды ярче второй компоненты?

*Решение:* Примем освещенность  $E$ , создаваемую слабой компонентой за единицу. Тогда яркая компонента будет давать освещенность в  $(2.512)^2$  раза больше – 6.31 $E$ . (4 балла) Суммарная освещенность 7.31  $E$ , т.е. суммарный блеск двойной в 7.31 раза больше блеска слабой компоненты. (4 балла)

## Справочные данные:

1 а.е. =  $1.496 \cdot 10^8$  км; 1 пк = 206265 а.е;

Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг, Земли  $6 \cdot 10^{24}$  кг, Марса  $6 \cdot 10^{23}$  кг Луны  $7 \cdot 10^{22}$  кг;

Радиус Солнца –  $6.96 \cdot 10^5$  км.

Гравитационная постоянная  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  Н\*м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>;

Постоянная Хаббла 70 (км/с)/Мпк

Скорость света  $3 \cdot 10^5$  (км/с)

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

**Всероссийская олимпиада школьников**

**по АСТРОНОМИИ**

**Муниципальный этап**

**10 класс**

**Краткие решения**

**ВАРИАНТ 2**

**Максимальное количество баллов – 48.**

**Задача 1.**

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микронуния» 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.

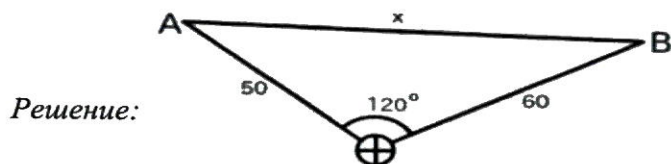
## Задача 2.

Комета C/2023A3 Цзыциньшань-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 3.

Наблюдатель с Земли следит за двумя звездами. Расстояние до звезды А - 50 световых лет, а расстояние до звезды В - 60 световых лет. Угол между звездой А, Землей и звездой В равен  $120^\circ$ . Найти линейное расстояние между звездами А и В.



Линейное расстояние между звездами А и В можно найти по теореме косинусов, как третью сторону треугольника.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \alpha},$$

где  $a$  и  $b$  - известные расстояния до звезд(стороны треугольника);  $\alpha$  - угол между ними (4 балла).

Тогда, подставив все данные в формулу, получим:

$$c = \sqrt{50^2 + 60^2 - 2 \cdot 50 \cdot 60 \cdot \cos 120^\circ} = \sqrt{9100} = 95.4 \text{ световых лет (4 балла вычисления).}$$

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, продолжает следить за двумя звездами из задачи 3. При этом 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 взойдет 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 взойдет в  $3^{\text{h}}$  (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.*

### Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы  $10\,000\text{K}$  и средней плотностью  $0.5\text{ г/см}^3$ . 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  $3R_\odot$ .*

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

### Задача 6.

Одна компонента двойной звезды имеет яркость  $5^{\text{m}}$ , а вторая  $7^{\text{m}}$ . Во сколько раз суммарный блеск двойной звезды ярче второй компоненты?

*Решение: Примем освещенность  $E$ , создаваемую слабой компонентой за единицу. Тогда яркая компонента будет давать освещенность в  $(2.512)^2$  раза больше –  $6.31E$ . (4 балла) Суммарная освещенность  $7.31E$ , т.е. суммарный блеск двойной в  $7.31$  раза больше блеска слабой компоненты. (4 балла)*

### Справочные данные:

$1\text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^8\text{ км}$ ;  $1\text{ пк} = 206265\text{ а.е.}$ ;  
Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}\text{ кг}$ , Земли  $6 \cdot 10^{24}\text{ кг}$ , Марса  $6 \cdot 10^{23}\text{ кг}$  Луны  $7 \cdot 10^{22}\text{ кг}$ ;  
Радиус Солнца –  $6.96 \cdot 10^5\text{ км}$ .  
Гравитационная постоянная  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}\text{ Н*м}^2/\text{кг}^2$ ;  
Скорость света  $3 \cdot 10^5\text{ (км/с)}$

## 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 полнолуннию 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.

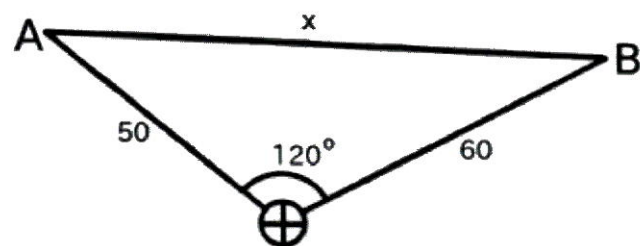
Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим  $e=0.05$ , что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 (2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов).

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

### Задача 3.

Наблюдатель с Земли следит за двумя звездами. Расстояние до звезды А - 50 световых лет, а расстояние до звезды В - 60 световых лет. Угол между звездой А, Землей и звездой В равен  $120^\circ$ . Найти линейное расстояние между звездами А и В.

*Решение:*



Линейное расстояние между звездами А и В можно найти по теореме косинусов, как третью сторону треугольника.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \alpha},$$

где  $a$  и  $b$  - известные расстояния до звезд (стороны треугольника);  $\alpha$  - угол между ними (4 балла).

Тогда, подставив все данные в формулу, получим:

$$c = \sqrt{50^2 + 60^2 - 2 \cdot 50 \cdot 60 \cdot \cos 120^\circ} = \sqrt{9100} = 95.4 \text{ световых лет (4 балла вычисления).}$$

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, продолжает следить за двумя звездами из задачи 3. При этом 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.

### Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы  $10\,000\text{K}$  и средней плотностью  $0.5\text{ г/см}^3$ . Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

*Решение:* Плотность звезды

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

откуда

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

что составляет  $3R_\odot$ .

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

### Задача 6.

Одна компонента двойной звезды имеет яркость  $5^m$ , а вторая  $7^m$ . Во сколько раз суммарный блеск двойной звезды ярче второй компоненты?

*Решение:* Примем освещенность  $E$ , создаваемую слабой компонентой за единицу. Тогда яркая компонента будет давать освещенность в  $(2.512)^2$  раза больше –  $6.31E$ . (4 балла) Суммарная освещенность  $7.31E$ , т.е. суммарный блеск двойной в  $7.31$  раза больше блеска слабой компоненты. (4 балла)

### Справочные данные:

$1\text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^8 \text{ км}$ ;  $1\text{ пк} = 206265 \text{ а.е.}$

Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ , Земли  $6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ , Марса  $6 \cdot 10^{23} \text{ кг}$  Луны  $7 \cdot 10^{22} \text{ кг}$ ;

Радиус Солнца –  $6.96 \cdot 10^5 \text{ км}$ .

Гравитационная постоянная  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ ;

Скорость света  $3 \cdot 10^5 \text{ (км/с)}$



**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<sub>0</sub>.*

$$\text{Вычислим светимость звезды: } L = 4\pi R^2 \sigma T^4 = (R/R_0)^2 (T/T_0)^4 = 9 \cdot 7.7 = 69 L_0. \quad \text{(4 балла)}$$

**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~D<sup>2</sup>, S<sub>1</sub>/S<sub>2</sub>=(D<sub>1</sub>/D<sub>2</sub>)<sup>2</sup> (2 балла).*

*При использовании телескопа выигрыш составит (60/6)<sup>2</sup>=100 раз (1 балл вычисления). 100 раз это 5<sup>m</sup> (2 балла) поэтому мы увидим звёзды вплоть до 6+5=11<sup>m</sup> (1 балл). Яркость новой в момент вспышки 13-3=10<sup>m</sup> (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>.

## 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

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 Цыцзиньшань-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 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 1 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 взойшла 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*

**Всероссийская олимпиада школьников**

**по АСТРОНОМИИ**

**Муниципальный этап**

**9 класс**

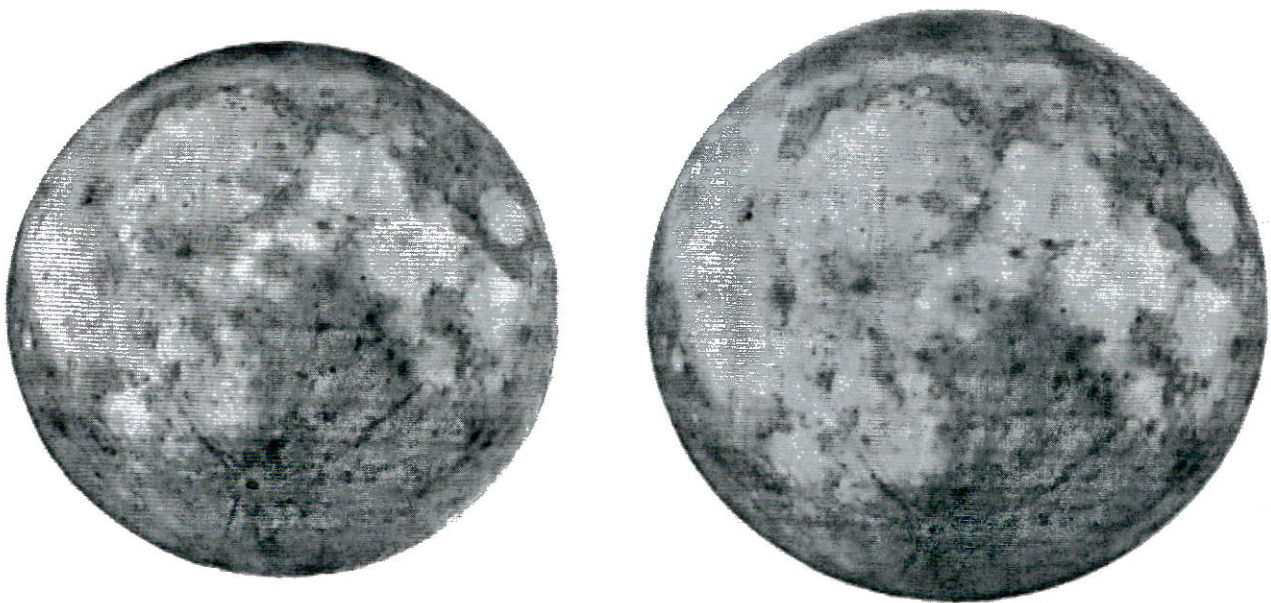
**Краткие решения**

**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

### 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  $3R_{\odot}$ .

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

### 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 диаметр 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*

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 полнолуннию 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 вошла 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

Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

9 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 1

Максимальное количество баллов – 48.

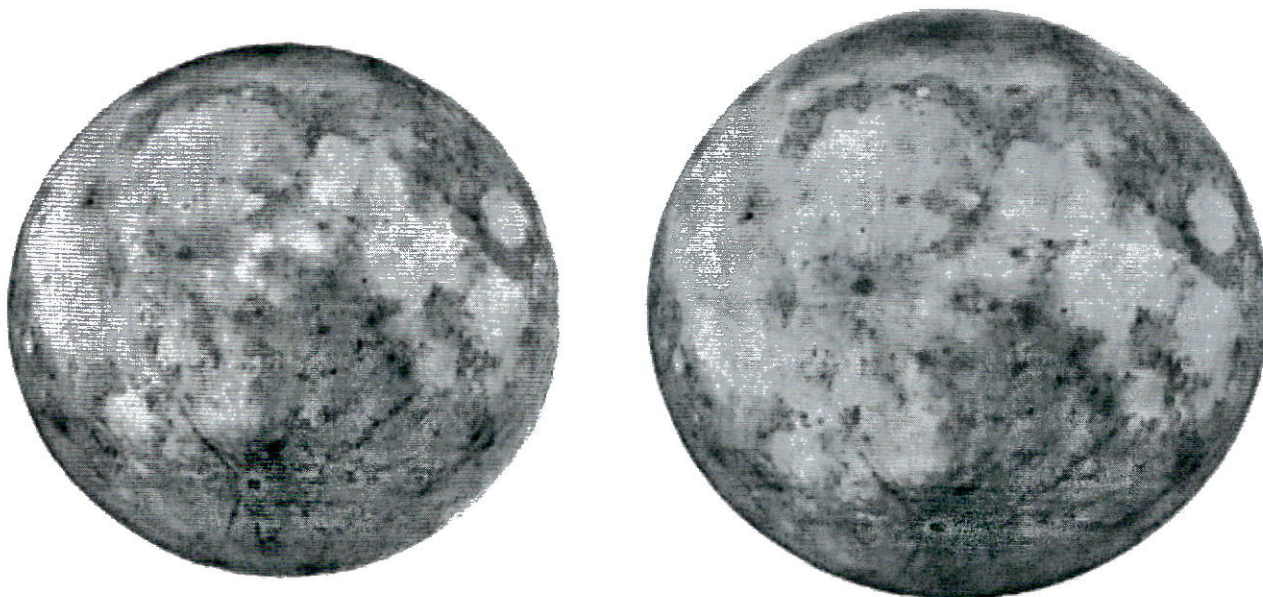
**Задача 1.**

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 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*



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

**Задача 5.**

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

*Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. (8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан).*

**Задача 6.**

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

*Решение: Радиус Солнца  $R=0.0047$  а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы  $q=a(1-e)$ , афелийное же  $Q=a(1+e)$  это указанные в условии 1000 а.е. (2 балла за систему уравнений). Решая, получим  $e=(Q+q)/(Q-q)$ ,  $e=0.999991$  (1 балл решение). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ  $e<0.999991$  (1 балл ответ в виде неравенства). Из той же системы найдём большую полуось  $a\approx 500$  а.е. (2 балла).*

**Справочные данные:**

1а.е.= $1.496\cdot 10^8$  км; 1пк=206265 а.е;

Масса Солнца  $2\cdot 10^{30}$  кг, Земли  $6\cdot 10^{24}$  кг, Марса  $6\cdot 10^{23}$  кг Луны  $7\cdot 10^{22}$  кг;

Радиус Солнца –  $6.96\cdot 10^5$  км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты  $64.8^\circ$ .

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – бмм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом  $+6^m$ .

Гравитационная постоянная  $G=6.67\cdot 10^{-11}$  Н\*м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>;

Скорость света  $3\cdot 10^5$  км/с.

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

*Решение:* На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гнома будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.

**(8 баллов за верные рассуждения и ответ).**

*Примечание 1:* на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения –  $90^\circ$  и  $270^\circ$ , скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

*Примечание 2:* если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

*Примечание 3:* Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

### Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

*Решение:* Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это  $64.8^\circ$  северной и южной широты, т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

**В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную формулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.**

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

**Всероссийская олимпиада школьников**

**по АСТРОНОМИИ**  
**Муниципальный этап**

**8 класс**

**Краткие решения**  
**ВАРИАНТ 4**

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.**

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году  $365.25/29.51=12.4$  лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. (8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)*

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 6.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

*Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. (8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан).*

### Справочные данные:

1 а.е.= $1.496 \cdot 10^8$  км; 1 пк= $206265$  а.е;

Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг, Земли  $6 \cdot 10^{24}$  кг, Марса  $6 \cdot 10^{23}$  кг Луны  $7 \cdot 10^{22}$  кг; Радиус Солнца –  $6.96 \cdot 10^5$  км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты  $64.8^\circ$ .

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом  $+6^m$ .

Гравитационная постоянная  $G=6.67 \cdot 10^{-11}$

$\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ ; Скорость света  $3 \cdot 10^5$  км/с.

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

промежутков

определить

невозможно.

(8 баллов за верные рассуждения и ответ).

*Примечание 1: на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения –  $90^\circ$  и  $270^\circ$ , скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).*

*Примечание 2: если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.*

*Примечание 3: Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.*

## Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

*Решение: Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это  $64.8^\circ$  северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.*

*В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную формулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.*

## Задача 5.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году  $365.25/29.51=12.4$  лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. (8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)*

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

## Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

8 класс

Краткие решения

ВАРИАНТ 3

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 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 2.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

*Решение: Радиус Солнца  $R=0.0047$  а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы  $q=a(1-e)$ , афелийное же  $Q=a(1+e)$  это указанные в условии 1000 а.е. (2 балла за систему уравнений). Решая, получим  $e=(Q+q)/(Q-q)$ ,  $e=0.999991$  (1 балл решение). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ  $e<0.999991$  (1 балл ответ в виде неравенства).*

*Из той же системы найдём большую полуось  $a\approx 500$  а.е. (2 балла).*

### Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

*Решение: На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих*

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

**Задача 5.**

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

*Решение:* Радиус Солнца  $R=0.0047$  а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы  $q=a(1-e)$ , афелийное же  $Q=a(1+e)$  это указанные в условии 1000 а.е. (2 балла за систему уравнений). Решая, получим  $e=(Q+q)/(Q-q)$ ,  $e=0.999991$  (1 балл решение). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ  $e<0.999991$  (1 балл ответ в виде неравенства).

Из той же системы найдём большую полуось  $a\approx 500$  а.е. (2 балла).

**Задача 6**

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).

**Справочные данные:**

1а.е.= $1.496\cdot 10^8$  км; 1пк= $206265$  а.е;

Масса Солнца  $2\cdot 10^{30}$  кг, Земли  $6\cdot 10^{24}$  кг, Марса  $6\cdot 10^{23}$  кг Луны

$7\cdot 10^{22}$  кг; Радиус Солнца –  $6.96\cdot 10^5$  км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты  $64.8^\circ$ .

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом  $+6^m$ .

Гравитационная постоянная  $G=6.67\cdot 10^{-11}$

$\text{Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$ ; Скорость света  $3\cdot 10^5$  км/с.

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

*Решение:* На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.  
(8 баллов за верные рассуждения и ответ).

*Примечание 1:* на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения –  $90^\circ$  и  $270^\circ$ , скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

*Примечание 2:* если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

*Примечание 3:* Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

### Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

*Решение:* Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это  $64.8^\circ$  северной и южной широты, т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную формулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.



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

**Всероссийская олимпиада школьников**

**по АСТРОНОМИИ**

**Муниципальный этап**

**8 класс**

**Краткие решения**

**ВАРИАНТ 2**

**Максимальное количество баллов – 48.**

**Задача 1.**

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

*Решение: В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. (8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан).*

**Задача 2.**

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть- ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году  $365.25/29.51=12.4$  лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдет примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. (8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)*

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 5.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

*Решение:* Радиус Солнца  $R=0.0047$  а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы  $q=a(1-e)$ , афелийное же  $Q=a(1+e)$  это указанные в условии 1000 а.е. (2 балла за систему уравнений). Решая, получим  $e=(Q+q)/(Q-q)$ ,  $e=0.999991$  (1 балл решение). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ  $e<0.999991$  (1 балл ответ в виде неравенства).

Из той же системы найдём большую полуось  $a\approx 500$  а.е. (2 балла).

### Задача 6.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

*Решение:* В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. (8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан).

### Справочные данные:

1 а.е. =  $1.496 \cdot 10^8$  км; 1 пк = 206265 а.е;

Масса Солнца  $2 \cdot 10^{30}$  кг, Земли  $6 \cdot 10^{24}$  кг, Марса  $6 \cdot 10^{23}$  кг Луны  $7 \cdot 10^{22}$  кг; Радиус Солнца –  $6.96 \cdot 10^5$  км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты  $64.8^\circ$ .

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6 мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом  $+6^m$ .

Гравитационная постоянная  $G=6.67 \cdot 10^{-11}$

$\text{Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ ; Скорость света  $3 \cdot 10^5$  км/с.

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 3.

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

*Решение:* На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.  
(8 баллов за верные рассуждения и ответ).

*Примечание 1:* на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения –  $90^\circ$  и  $270^\circ$ , скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

*Примечание 2:* если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

*Примечание 3:* Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

### Задача 4.

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

*Решение:* Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это  $64.8^\circ$  северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную формулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

## Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

8 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.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть - ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году  $365.25/29.51=12.4$  лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. (8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)*

## ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

### Задача 5.

Есть семейство комет, «царапающих Солнце». Их перигелийное расстояние сопоставимо с размером нашего центрального светила, потому многие такие кометы разрушаются при прохождении перигелия, как это случилось в конце октября 2024 года с кометой C/2024S1. Полагая, что подобная комета имеет афелийное расстояние 1000 а.е., определите диапазон возможных эксцентриситетов и период её обращения.

*Решение:* Радиус Солнца  $R=0.0047$  а.е. для таких комет это минимально возможное перигелийное расстояние кометы  $q=a(1-e)$ , афелийное же  $Q=a(1+e)$  это указанные в условии 1000 а.е. (2 балла за систему уравнений). Решая, получим  $e=(Q+q)/(Q-q)$ ,  $e=0.999991$  (1 балл решение). При зафиксированном афелийном расстоянии это максимально возможный эксцентриситет, т.е. ответ  $e<0.999991$  (1 балл ответ в виде неравенства). Из той же системы найдём большую полуось  $a\approx 500$  а.е. (2 балла).

### Задача 6.

Дни солнцестояний в славянской традиции называли «солнцеворот». Поясните этимологию (происхождение) этого слова.

*Решение:* В дни стояний Солнце переходит от увеличения (летом) или уменьшения (зимой) полуденной высоты к обратному движению (с т.з. высоты верхней кульминации), как бы разворачивается. Отсюда такое название. (8 баллов за верные рассуждения и ответ. В рассуждении обязательно должно быть прокомментировано изменение полуденной высоты, иначе полный был не может быть засчитан).

### Справочные данные:

1 а.е.= $1.496\cdot 10^8$  км; 1 пк= $206265$  а.е;

Масса Солнца  $2\cdot 10^{30}$  кг, Земли  $6\cdot 10^{24}$  кг, Марса  $6\cdot 10^{23}$  кг Луны  $7\cdot 10^{22}$  кг;

Радиус Солнца –  $6.96\cdot 10^5$  км.

Наклон оси вращения Марса к плоскости его орбиты  $64.8^\circ$ .

Продолжительность синодического лунного месяца 29.51 средних солнечных суток, сидерического – 27.32 суток.

Диаметр зрачка человека – 6мм. Предельная звёздная величина, наблюдаемая невооружённым глазом  $+6^m$ .

Гравитационная постоянная  $G=6.67\cdot 10^{-11}$  Н\*м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>;

Скорость света  $3\cdot 10^5$  км/с.

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

**Задача 3.**

Имеются горизонтальные солнечные часы с вертикальным гномоном. В них циферблатом является горизонтальная плоскость, которой перпендикулярен отбрасывающий тень элемент (гномон).

Где на Земле такие солнечные часы в дни равноденствий «не будут работать»? Обязательно дайте развёрнутый и аргументированный ответ.

*Решение:* На экваторе Земли в дни равноденствия Солнце движется по первому вертикалу. Поэтому от восхода до полудня тень от вертикального гномона будет на западе, после полудня – на востоке и «классическим» способом время внутри этих промежутков определить невозможно.  
(8 баллов за верные рассуждения и ответ).

*Примечание 1:* на самом деле в такой ситуации время определить всё же можно – по длине тени. Если участник указывает этот вариант (при этом поясняя, что азимут тени будет принимать лишь два значения –  $90^\circ$  и  $270^\circ$ , скачкообразно изменяясь в полдень) задачу следует считать полностью и верно решённой (8 баллов).

*Примечание 2:* если в качестве ответа указан экватор, но не пояснено, почему (нет указания на постоянное положение тени и/или движение по 1-му вертикалу), то за задачу ставится не более 4 баллов.

*Примечание 3:* Полюса не могут считаться верным ответом, поскольку в дни равноденствий Солнце там уже над горизонтом (из-за конечных размеров диска и рефракции) и гномон вполне будет отбрасывать тень при ясной погоде.

**Задача 4.**

На каких марсианских широтах наступает полярная ночь и полярный день? Угловыми размерами Солнца и рефракцией пренебречь.

*Решение:* Если пренебречь размерами Солнца и рефракцией, то полярная ночь (Солнце хотя бы раз в год невосходящее светило) и полярный день (незаходящее) будут наступать между широтами Полярных кругов и полюсами. Для Марса широты Полярных кругов это  $64.8^\circ$  северной и южной широты. т.е. широты численно равны углу между осью вращения и плоскостью орбиты.

В 3 балла следует оценить вывод или верно записанную формулу для невосходящих/незаходящих светил и ещё в 2 балла сам факт того, что в периоды п.д. и п.н. Солнце суть незаходящее/невосходящее светило (т.е. аргументацию применения этих формул). Оставшиеся 3 балла даются за верные вычисления. Если указывается только одно полушарие, то задача не может быть оценена выше, чем в 6 баллов.

# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

## Всероссийская олимпиада школьников

### по АСТРОНОМИИ

#### Муниципальный этап

7 класс

#### Краткие решения

Максимальное количество баллов – 48.

#### Задача 1.

Как Вы думаете, почему в названиях многих созвездий Южного полушария встречаются приборы и инструменты? Перечислите известные Вам подобные созвездия.

*Решение: Для именования созвездий мы используем традицию Старого Света, поэтому южное небо было «систематизировано» только в эпоху Великих географических открытий (2 балла). И на нём закономерно присутствуют приборы, так или иначе этим открытиям (и вообще научным достижениям того времени) способствовали (1 балл). В качестве примеров можно привести созвездия Телескоп, Микроскоп, Наугольник, Секстант, Октант, Квадрант, Треугольник, Часы и даже Столовая гора (в честь горы, на которой находилась обсерватория французского астронома Никола Луи де Лакайля на Капском полуострове) (по 1 баллу за каждое верно названное созвездие).*

#### Задача 2.

В западной традиции есть фразеологизм "Once at the Blue Moon", т.е. крайне редко, почти никогда. Голубой Луной (т.е. чем-то, что почти невозможно увидеть - ведь мы не наблюдаем Луну реально голубой) называют второе за календарный месяц полнолуние. Как часто случается «Голубая Луна»?

*Решение: Можно использовать продолжительность года для определения промежутка между периодами «Голубой Луны». В году  $365.25/29.51=12.4$  лунных месяца. То есть за 2.5 года как раз накопится «лишний» лунный месяц (из-за которого и получается два полнолуния в календарный месяц). Можно рассуждать иначе. Каждый месяц даты полнолуний смещаются примерно на 1 день. Для следующей «Голубой Луны» полнолуние должно сместиться на месяц и опять попасть на 1 и 30 (или 2 и 31) числа. Это произойдёт примерно за 30 месяцев – те же 2.5 года. (8 баллов за любое приводящее к верному ответу логичное рассуждение)*