

**Задания и решения**  
**2-го дистанционного этапа**  
**Московской астрономической олимпиады**  
**2024–2025 уч. г.**  
**7 класс**

**Задание 1**

Выберите из приведённого списка названия созвездий.

- 1) Жираф
- 2) Гомункул
- 3) Обыкновенный Пёс
- 4) Козерог
- 5) Малый Конь
- 6) Северный Крест
- 7) Северный Треугольник
- 8) Часы
- 9) Вероника
- 10) Южная Рыба

**Ответ:** 1, 4, 5, 8, 10.

**Критерии.** Правильный ответ — **2 балла**. Если не указано одно правильное созвездие или указано одно лишнее — **1 балл**. В остальных случаях — **0 баллов**.

Итого за задачу **2 балла**.

**Задача 2**

Расставьте величины в порядке возрастания.

- 1) 2,45 световых года
- 2) 0,65 парсека
- 3) 183 585 а. е.
- 4)  $1,54 \cdot 10^{13}$  км
- 5) 42,2 млн радиусов Солнца
- 6) 1,3 млрд радиусов Земли

Радиус Земли = 6371 км, радиус Солнца = 696 000 км.

**Ответ:** 6, 4, 2, 1, 3, 5.

**Решение.** Чтобы сравнить величины, нужно их выразить в одной и той же единице измерения, лучше в километрах.

Вспомним также, что  $1 \text{ пк} = 3,086 \cdot 10^{13} \text{ км}$ ,  $1 \text{ пк} = 3,26 \text{ св. лет}$ ,  $1 \text{ а. е.} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ км}$ .

Тогда получаем

$$1) \quad 2,45 \text{ св. года} = \frac{2,45}{3,26} \text{ пк} = \frac{2,45}{3,26} \cdot 3,086 \cdot 10^{13} \text{ км} \approx 2,32 \cdot 10^{13} \text{ км};$$

$$2) \quad 0,65 \text{ пк} = 0,65 \cdot 3,086 \cdot 10^{13} \text{ км} \approx 2,01 \cdot 10^{13} \text{ км};$$

$$3) \quad 183585 \text{ а. е.} = 183585 \cdot 1,496 \cdot 10^8 \text{ км} \approx 2,75 \cdot 10^{13} \text{ км};$$

$$5) \quad 42,2 \text{ млн радиусов Солнца} = 42,2 \cdot 10^6 \cdot 696\,000 \text{ км} \approx 2,94 \cdot 10^{13} \text{ км}$$

$$6) \quad 1,3 \text{ млрд радиусов Земли} = 1,3 \cdot 10^9 \cdot 6371 \text{ км} \approx 8,28 \cdot 10^{12} \text{ км}.$$

**Критерии.** Правильный ответ — **2 балла**, переставлена одна пара соседних значений (6, 4, 1, 2, 3, 5 и т. п.) или ответы в обратном порядке от большего к меньшему — **1 балл**, в остальных случаях — **0 баллов**.

Итого за задачу **2 балла**.

### Задача 3

Какие космические аппараты НЕ были в окрестностях Сатурна?

- 1) Вояджер-1
- 2) Вега-1
- 3) Галилео
- 4) Кассини
- 5) Джотто

**Ответ:** 2, 3, 5.

**Решение.** Первый из знаменитых космических аппаратов миссии «Вояджер» пролетел мимо Юпитера и Сатурна, а «Вояджер-2» — мимо всех планет-гигантов Солнечной системы.

Космический аппарат «Вега-1» был предназначен для исследования планеты Венера, а также ядра кометы Галлея. Он работал в 1984–1986 годах, когда комета Галлея была точно ближе к Солнцу, чем Сатурн.

«Галилео» был запущен для исследования Юпитера и его спутников, до этого он сначала полетел к Венере, а потом два раза пролетел мимо Земли. Но до Сатурна он не долетал.

Главной миссией «Кассини» было исследование Сатурна и его спутников.

Космический аппарат «Джотто» известен как исследователь кометы Галлея, в окрестностях Сатурна он не был.

**Критерии.** Правильный ответ — **2 балла**. Если не указан один космический аппарат или указан один лишний — **1 балл**. В остальных случаях — **0 баллов**.

Итого за задачу **2 балла**.

#### Задача 4

Вариант 1.

Радиус орбиты Юпитера составляет 5,2 а. е., а период его обращения вокруг Солнца равен 11,86 лет. Во сколько раз скорость движения Земли по орбите больше скорости движения Юпитера? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 2,3, также засчитывается 2,2.

Вариант 2.

Радиус орбиты Сатурна составляет 9,5 а. е., а период его обращения вокруг Солнца равен 29,56 лет. Во сколько раз скорость движения Земли по орбите больше скорости движения Сатурна? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 3,1, также засчитывается 3.

Вариант 3.

Радиус орбиты Урана составляет 19,2 а. е., а период его обращения вокруг Солнца равен 84,01 лет. Во сколько раз скорость движения Земли по орбите больше скорости движения Урана? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 4,4, также засчитывается 4,3.

Вариант 4.

Радиус орбиты Нептуна составляет 30,1 а. е., а период его обращения вокруг Солнца равен 164,79 лет. Во сколько раз скорость движения Земли по орбите больше скорости движения Нептуна? Ответ округлите до десятых.

**Ответ:** 5,5, также засчитывается 5,4.

**Решение.** Пусть  $r$  — радиус орбиты планеты,  $T$  — период обращения планеты. За период обращения планета совершает полный оборот, проходя путь  $l = 2\pi r$ . Тогда скорость движения планеты по орбите можно рассчитать как

$$v = \frac{l}{T} = \frac{2\pi r}{T}.$$

Аналогично можно записать для Земли:

$$v_{\oplus} = \frac{2\pi r_{\oplus}}{T_{\oplus}}.$$

В задаче ищется отношение  $v_{\oplus} / v$ . Вычислим его:

$$\frac{v_{\oplus}}{v} = \frac{2\pi r_{\oplus}}{T_{\oplus}} \cdot \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi r_{\oplus}}{T_{\oplus}} \cdot \frac{T}{2\pi r} = \left(\frac{r_{\oplus}}{r}\right) \cdot \left(\frac{T}{T_{\oplus}}\right).$$

Подставим численные значения, например, для 1-го варианта:

$$\frac{v_{\oplus}}{v} = \left(\frac{1 \text{ а. е.}}{5,2 \text{ а. е.}}\right) \cdot \left(\frac{11,86 \text{ лет}}{1 \text{ год}}\right) \approx 2,3.$$

**Критерии.** Правильный ответ — **2 балла**.

Итого за задачу **2 балла**.

### Задача 5

В каких городах день может длиться больше суток?

- 1) Петрозаводск ( $61^{\circ}48'$  с. ш.)
- 2) Архангельск ( $64^{\circ}33'$  с. ш.)
- 3) Кируна ( $67^{\circ}51'$  с. ш.)
- 4) Мурманск ( $68^{\circ}58'$  с. ш.)
- 5) Северодвинск ( $64^{\circ}34'$  с. ш.)
- 6) Норильск ( $69^{\circ}20'$  с. ш.)
- 7) Хаммерфест ( $70^{\circ}40'$  с. ш.)

**Ответ:** 3, 4, 6, 7.

**Решение.** Плоскость земного экватора наклонена к плоскости орбиты Земли под углом  $23^{\circ}26'$ . Поэтому в Северном полушарии на широтах больше  $90^{\circ} - 23^{\circ}26' = 66^{\circ}34'$  возможны полярные ночи и полярные дни. В полярные дни Солнце находится над горизонтом больше суток.

**Критерии.** Правильный ответ — **2 балла**, в остальных случаях — **0 баллов**.

Итого за задачу **2 балла**.

### Задача 6

#### Вариант 1

Линейный размер туманности Кошачий Глаз равен 0,2 световых года. Расстояние до неё равно 1,0 кпк. Определите угловой размер туманности. Ответ выразите в угловых секундах, округлите до целых.

**Ответ:** 13".

#### Вариант 2

Линейный размер туманности Лагуна составляет 21,5 пк, расстояние до неё равно 5200 световых лет. Определите угловой размер туманности. Ответ выразите в угловых минутах, округлите до целых.

**Ответ:** 46'.

#### Вариант 3

Угловой размер туманности Сова составляет  $3,4'$ , расстояние до неё равно 0,62 кпк. Определите её линейный размер. Ответ выразите в световых годах, округлите до целых.

**Ответ:** 2 световых года.

#### Вариант 4

Диаметр шарового скопления Омега Центавра составляет 150 световых лет, расстояние до него равно 4,91 кпк. Определите его угловой диаметр. Ответ выразите в угловых минутах, округлите до целых.

**Ответ:** 32'.

*Указание.* Задачу можно решить и без применения тригонометрических функций.

**Решение.** Обычно угловые размеры объектов глубокого космоса очень малы, поэтому с хорошей точностью справедлива формула

$$\delta [\text{рад}] = \frac{D}{l},$$

где  $\delta$  [рад] — угловой размер объекта, выраженный в радианах,  $D$  — линейный размер объекта,  $l$  — расстояние до объекта. Угловой размер объекта, выраженный в угловых секундах, равен  $\delta'' = \delta[\text{рад}] \cdot 206\,265''$ , а в угловых минутах —  $\delta' = \delta[\text{рад}] \cdot 3438'$ .

Также нужно помнить, что 1 пк = 3,26 св. года.

**Критерии.** Правильный ответ — 2 балла.

Итого за задачу 2 балла.

### Задача 7

Расстояние до Солнца составляет 149,6 млн км, его радиус равен 696 000 км. Его закрывает кучевообразное облако, размер которого 300 м, а расстояние до него — 2,5 км. Если видимый размер облака превышает десятикратный видимый диаметр Солнца, то оно считается слоисто-кучевым, а если меньше — то высококучевым. Какое облако наблюдается?

- Слоисто-кучевое
- Высококучевое
- Перистое
- Грозное

**Ответ:** слоисто-кучевое.

**Решение.**

Угловой диаметр Солнца равен  $\delta_{\odot} = \frac{2 \cdot 696\,000 \text{ км}}{149,6 \cdot 10^6 \text{ км}} \approx 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$ .

Угловой размер облака равен  $\delta = \frac{300 \text{ м}}{2,5 \cdot 10^3 \text{ м}} = 0,12 \text{ рад}$ .

Определим их отношение:  $\frac{\delta}{\delta_{\odot}} = \frac{0,12 \text{ рад}}{9,3 \cdot 10^{-3} \text{ рад}} \approx 12,9$ .

Оно больше 10, поэтому облако слоисто-кучевое.

**Критерии.** Правильный ответ — 2 балла.

Итого за задачу 2 балла.

## Задача 8

### Вариант 1

12 февраля 2025 года будет среда. Сколько суббот пройдет от 12 февраля до 3 июля того же года?

**Ответ:** 20.

**Решение.** 2025 год не будет високосным, поэтому в феврале этого года будет 28 дней. Среда — 3-й день в неделе, суббота — 6-й день. Поэтому суббота, следующая сразу после 12 февраля, наступит  $12 + (6 - 3) = 15$  февраля. Вычислим, сколько дней пройдет от 15 февраля до 15 июля:

$$28 + 31 + 30 + 31 + 30 = 150 \text{ дней.}$$

3 июля наступит на  $(15 - 3) = 12$  дней раньше 15 июля, поэтому от 15 февраля до 3 июля пройдет

$$150 - 12 = 138 \text{ дней.}$$

Разделим 138 на 7 (число дней в неделе) с остатком:

$138 : 7 = 19$  (ост. 5) — от 15 февраля до 3 июля пройдет 19 целых недель и ещё 5 дней, то есть после субботы 15 февраля до 3 июля будет ещё 19 суббот. Итого от 12 февраля до 3 июля пройдет  $19 + 1 = 20$  суббот.

### Вариант 2

7 мая 2025 года будет среда. Сколько вторников пройдет от 7 мая до 1 сентября того же года?

**Ответ:** 16.

**Решение.** Вторник, следующий сразу после среды 7 мая, наступит  $7 + 6 = 13$  мая. Вычислим, сколько дней пройдет от 13 мая до 13 сентября:

$$31 + 30 + 31 + 31 = 123 \text{ дня.}$$

1 сентября наступит на  $(13 - 1) = 12$  дней раньше 13 сентября, поэтому от 13 мая до 1 сентября пройдет

$$123 - 12 = 111 \text{ день.}$$

Разделим 111 на 7 (число дней в неделе) с остатком:

$111 : 7 = 15$  (ост. 6) — от 13 мая до 1 сентября пройдет 15 целых недель и ещё 6 дней, то есть после вторника 13 мая до 1 сентября будет ещё 15 вторников. Итого от 7 мая до 1 сентября пройдет  $15 + 1 = 16$  вторников.

### Вариант 3

16 марта 2025 года будет воскресенье. Сколько четвергов пройдёт от 16 марта до 2 ноября того же года?

**Ответ:** 33.

**Решение.** От воскресенья 16 марта до четверга, следующего сразу после 16 марта, пройдёт 4 дня. Значит, этот четверг наступит  $16 + 4 = 20$  марта. Вычислим, сколько дней пройдёт от 20 марта до 20 ноября:

$$31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 31 + 30 + 31 = 245 \text{ дней.}$$

2 ноября наступит на  $(20 - 2) = 18$  дней раньше 20 ноября, поэтому от 20 мая до 2 ноября пройдёт

$$245 - 18 = 227 \text{ дней.}$$

Разделим 227 на 7 (число дней в неделе) с остатком:

$227 : 7 = 32$  (ост. 3) — от 20 мая до 2 ноября пройдут 32 целые недели и ещё 3 дня, то есть после четверга 20 мая до 2 ноября будет ещё 32 четверга. Итого от 16 марта до 2 ноября пройдёт  $32 + 1 = 33$  четверга.

### Вариант 4

6 января 2025 года будет понедельник. Сколько пятниц пройдёт от 6 января до 30 июня того же года?

**Ответ:** 25.

**Решение.** 2025 год не будет високосным, поэтому в феврале этого года будет 28 дней. Понедельник — 1-й день недели, а пятница — 5-й день. Поэтому пятница, следующая сразу после 6 января, наступит  $6 + (5 - 1) = 10$  января. Вычислим, сколько дней пройдёт от 10 января до 10 июля:

$$31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 = 181 \text{ день.}$$

30 июня наступит на 10 дней раньше 10 июля, поэтому от 10 января до 30 июня пройдёт

$$181 - 10 = 171 \text{ день.}$$

Разделим 171 на 7 (число дней в неделе) с остатком:

$171 : 7 = 24$  (ост. 3) — от 10 января до 30 июня пройдут 24 целые недели и ещё 3 дня, то есть после пятницы 10 января до 30 июня будет ещё 24 пятницы. Итого от 6 января до 30 июня пройдёт  $24 + 1 = 25$  пятниц.

**Критерии.** Правильный ответ — **2 балла**.

Итого за задачу **2 балла**.

## Задача 9

Давайте оценим, насколько сильно звёзды воздействуют на людей.

1. Вычислите силу притяжения среднестатистического человека массой 80 кг к ближайшей звезде (помимо Солнца) Проксиме Центавра, масса которой составляет 0,125 массы Солнца, находящейся от нас на расстоянии 4,25 световых года. Ответ выразите в ньютонах.

Масса Солнца равна  $2 \cdot 10^{30}$  кг.

2. Во сколько раз эта сила меньше силы притяжения человека к Земле?

Ответы представьте в *стандартном виде*  $A \cdot 10^n$ , где  $1 \leq A < 10$ . Число  $A$  округлите до целых.

Сила притяжения между двумя телами, достаточно удалёнными друг от друга, рассчитывается по формуле

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

где  $m_1, m_2$  — массы тел,  $r$  — расстояние между телами,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$  — гравитационная постоянная.

**Ответ:**  $8 \cdot 10^{-13}$  Н,  $1 \cdot 10^{15}$ .

**Решение.**

- 1) Сначала выразим расстояние между человеком и Проксимой Центавра в метрах.

Вспомним, что 1 световой год — это расстояние, которое свет проходит за год. Скорость света равна  $3 \cdot 10^8$  м/с, в году примерно  $365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$  с.

Тогда  $r \approx 4,25 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$  м  $\approx 4,02 \cdot 10^{16}$  м.

Масса Солнца равна  $2 \cdot 10^{30}$  кг. Искомая сила притяжения

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{80 \text{ кг} \cdot 0,125 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{(4,02 \cdot 10^{16} \text{ м})^2} \approx 8 \cdot 10^{-13} \text{ Н}.$$

2. Сила притяжения человека к Земле равна  $F_{\oplus} = mg$ ;

$$F_{\oplus} = 80 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 784 \text{ Н}.$$

Искомое отношение равно  $\frac{784}{8 \cdot 10^{-13}} \approx 1 \cdot 10^{15}$ .

Комментарии тут совершенно ни к чему.

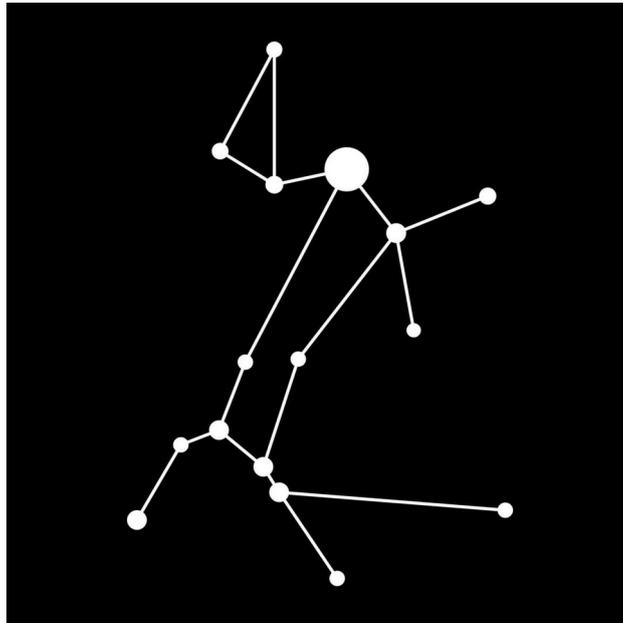
**Критерии.** По **1 баллу** за каждый правильный ответ.

Итого за задачу **2 балла**.

### Задача 10

Назовите звезду, ближайшую к нам из всех звёзд, представленных на рисунке.

- 1) Вега
- 2) Ригель
- 3) Сириус
- 4) Алиот



**Ответ:** Сириус.

**Решение.** На рисунке представлено созвездие Большого Пса. Его ярчайшей звездой является Сириус — ярчайшая звезда неба, а также одна из ближайших к нам. Именно она ближайшая среди всех звёзд на рисунке.

**Критерии.** Правильный ответ — **2 балла**.

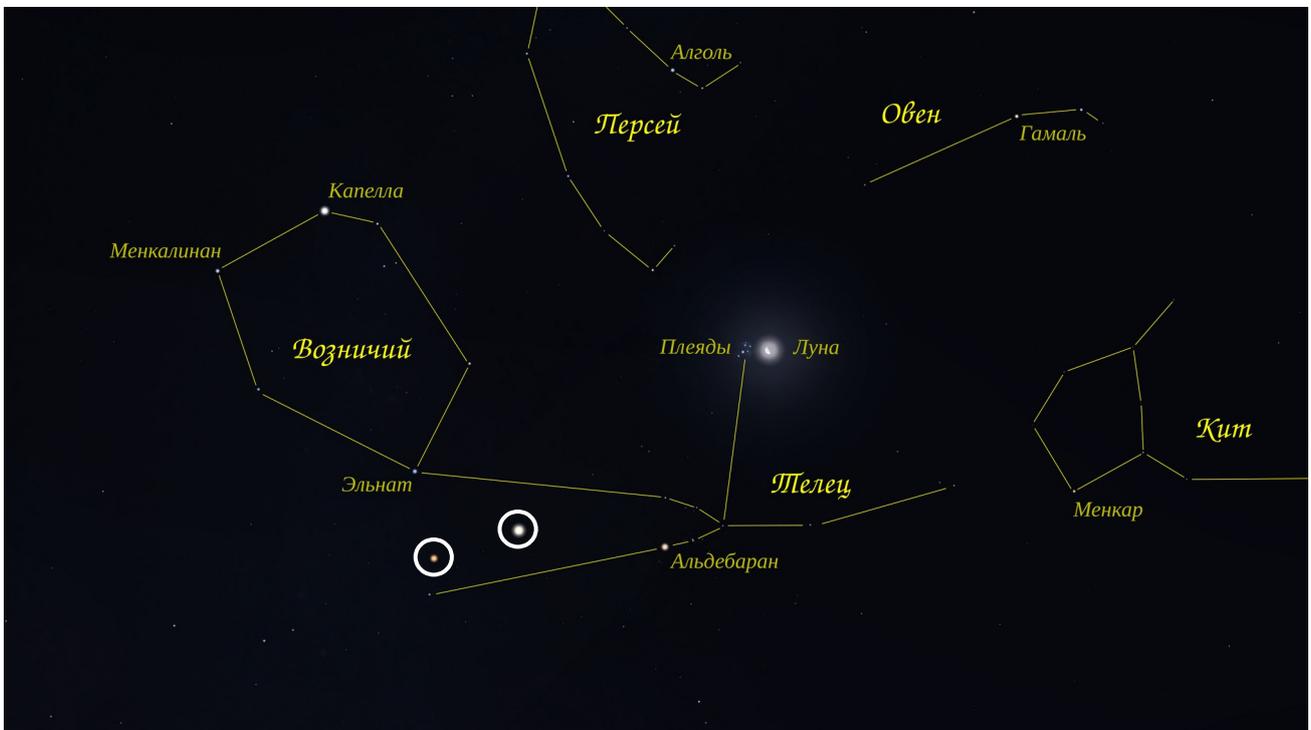
Итого за задачу **2 балла**.

## Задача 11

Отметьте на рисунке яркие планеты.



**Решение.** Оpoznать планеты можно как «лишние» яркие светила внутри границы созвездия Тельца — в его «рогах». На картах звёздного неба этих двух ярких звёзд нет, так что это точно планеты.



**Критерии.** По 1 баллу за каждую верную планету. За каждую неправильную отметку — штраф -1 балл.

Итого за задачу 2 балла.

## Задача 12

В каких созвездиях находятся радианты следующих метеорных потоков?

- 1) Геминиды
  - 2) Эта-Аквариды
  - 3) Ариетиды
  - 4) Тауриды
  - 5) Урсиды
- 
- а) Близнецы
  - б) Большая Медведица
  - в) Водолей
  - г) Овен
  - д) Телец

**Ответ:** 1 — а, 2 — в, 3 — г, 4 — д, 5 — б.

**Решение:** Названия метеорных потоков происходят от латинских названий созвездий: Gemini, Ursa Majoris, Aquarius, Aries, Taurus.

**Критерии.** Правильный ответ — 2 балла.

Итого за задачу 2 балла.