

**Ключи, критерии оценивания заданий
муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
2024-2025
Астрономия
9 класс
Максимальный балл 48**

Задача 1 (8 баллов)

Юный астроном из Великого Новгорода решил вести дневник астрономических наблюдений. Вот некоторые выдержки из его дневника.

	Дата наблюдения	Время наблюдения	Что наблюдал
1	21 марта	12:00	наблюдал полную Луну
2	18 апреля	10:00	одновременно наблюдал Луну и Солнце
3	14 октября	23:00	Сатурн в фазе первой четверти
4	8 декабря	21:00	Марс в созвездии Малой Медведицы
5	1-4 декабря		Луна не восходит пять дней

Нет ли ошибок в записях дневника? Если есть ошибка (ошибки), то укажите причину, почему данное наблюдение (или наблюдения) можно считать ошибкой.

1. Первая запись ошибочна. В полнолунии Луна удалена от Солнца на 180° .	2 б.
2. Третья запись неверна. Сатурн – внешняя планета, фаз не может быть.	2 б.
3. Четвертая запись не верна. Марс всегда находится вблизи эклиптики, а Малая Медведица от эклиптики далеко.	2 б.
4. Пятая запись не верна. Луна восходит каждый день.	2 б.

Задача 2 (8 баллов)

Расстояние от Земли до некоторой малой планеты изменяется от 2,4 а.е. до 4,4 а.е. Считая, что направление вращения малой планеты совпадает с земным, и орбита ее круговая, определите сидерический и синодический периоды малой планеты с земных сутках.

1. Пояс астероидов (малых планет) расположен между орбитами Марса и Юпитера. Значит, малая планета является для Земли внешней.	1 б.
2. Наименьшее расстояние между Землей и малой планетой может быть, когда она находится в противостоянии.	2 б.

- Земля
 - малая планета

<p>Наибольшее расстояние между Землей и малой планетой может быть, когда она находится в верхнем соединении с Солнцем.</p>  <p>Допускается только словесное описание, или только приведение рисунка.</p>	
<p>Из рисунков ясно, что диаметр орбиты малой планеты равен сумме минимального и максимального расстояний между ней и Землей. Таким образом, большая полуось орбиты малой планеты, равная радиусу в приближении круговых орбит равна: $(2,4 + 4,4)/2 = 3,4$ а. е.</p>	1 б.
<p>Из третьего закона Кеплера найдем сидерический период: $T = \sqrt{a^3} = \sqrt{3,4^3} = 6,27$ з.г. ~ 2290 земных суток.</p>	2 б.
<p>Синодический период верхней планеты связан с сидерическим следующим соотношением:</p> $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{T}$ <p>Следовательно $S = \frac{T \cdot T_3}{T - T_3} = \frac{1 \cdot 6,27}{6,27 - 1} = 1,19$ з.г. ~ 435 земных суток.</p>	2 б.

Задача 3 (8 баллов)

Радиопульсар PSR 1257+12, находящийся в созвездии Девы, имеет массу, равную 1,5 массам Солнца, и радиус, равный $\frac{1}{50000}$ радиуса Солнца. Какую массу имеет столовая ложка (15 миллилитров) вещества этого пульсара? Средняя плотность Солнца составляет $1,4 \text{ г/см}^3$.

<p>1. Плотность радиопульсара ρ – это отношение массы звезды M к объему звезды V:</p> $\rho = \frac{M}{V}$	1 б.
<p>2. Объем звезды пропорционален кубу радиуса R звезды:</p> $V = \frac{4}{3}\pi R^3 \text{ или } V \sim R^3$	1 б.
<p>3. Найдем отношение плотности радиопульсара к плотности Солнца ρ_{\odot}</p> $\frac{\rho}{\rho_{\odot}} = \frac{M}{M_{\odot}} \cdot \frac{R_{\odot}^3}{R^3} = 1,5 \times (50000)^3 \approx 1,875 \cdot 10^{14}$ <p>Таким образом, плотность радиопульсара</p> $\rho = 1,4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \times 1,875 \cdot 10^{14} \approx 2,625 \cdot 10^{14} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	3 б.
<p>4. Так как $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$, то масса столовой ложки вещества радиопульсара составляет</p> $2,625 \cdot 10^{14} \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \times 15 \text{ см}^3 = 39,4 \cdot 10^{14} \text{ г} = 39,4 \cdot 10^{11} \text{ кг} = 3,9 \text{ млрд т.}$ <p>Верный ответ, выраженный в любых единицах измерения оценивается в полный балл.</p>	3 б.

Задача 4 (8 баллов)

Верно ли утверждение, что в астрономический полдень дня летнего солнцестояния Солнце для наблюдателя в Великом Новгороде находится на той же высоте, что и для наблюдателя в городе Ньюкасл (Австралия) в астрономический полдень дня осеннего равноденствия.

Ньюкасл, Австралия $32^{\circ}55'$ ю.ш., $151^{\circ}45'$ в.д.

Великий Новгород $58^{\circ}32'$ с.ш., $31^{\circ}17'$ в. д.

1. В астрономический полдень Солнце находится в верхней кульминации.	1 б.
2. Склонение Солнца меняется в течение года. В день осеннего равноденствия оно равно 0° , а в день летнего солнцестояния склонение Солнца максимально и равно $23^{\circ}26'$. <i>Допускается использование величины $23,5^{\circ}$.</i>	2 б.
3. Высоту Солнца в верхней кульминации для Великого Новгорода в день летнего солнцестояния находим по формуле $h_1 = 90^{\circ} - \varphi_1 - \delta = 90^{\circ} - 58^{\circ}32' + 23^{\circ}26' = 54^{\circ}54'$	2 б.
4. Высота Солнца в день осеннего равноденствия в верхней кульминации для Ньюкасла, находящегося в южном земном полушарии $h_2 = 90^{\circ} + \varphi_2 - \delta = 90^{\circ} - 32^{\circ}55' + 0^{\circ} = 57^{\circ}05'$	2 б.
5. Утверждение неверно - в Ньюкасле Солнце поднимается выше.	1 б.

Задача 5 (8 баллов)

В телескоп, фокусное расстояние объектива которого равно 50 см, вместо окуляра установили астрокамеру с диагональю 5,74 мм. Можно ли запечатлеть такой оптико-электронной системой астеризм созвездия Треугольник целиком?

Рисунок представлен в заданиях.

1. Астеризм – легко узнаваемая на небе фигура из звезд. Созвездия – участки звездного неба, на которые разделена небесная сфера для удобства ориентирования.	1 б.
2. Поле зрения телескопа, в фокусной плоскости которого стоит матрица размером d , а фокусное расстояние равно f найдем как $\alpha = 2 \arctg\left(\frac{d}{2 \cdot f}\right) = 2 \arctg\left(\frac{5,74}{2 \cdot 500}\right) \sim 0,7^{\circ}$	4 б.
3. Угловой размер созвездия и астеризма можно определить по карте. По оси прямых восхождений: цена деления равна $1/3$ часа, т.е. 5° . По оси склонений цена деления 2° .	2 б.
4. Из рисунка видно, что любой из размеров астеризма превышает 5° . Получить на одном кадре изображение всего астеризма созвездия треугольник не получится.	1 б.

Задача 6 (8 баллов)

Прогуливаясь по Марсу, марсопроходец Василий встретил на своем пути марсианское ущелье. Решив его исследовать, он случайно уронил в него фонарик. Имея в своем распоряжении прочную веревку длиной 30 м, он решил оценить, хватит ли ее длины, чтобы опуститься на дно ущелья и достать фонарик. Василий бросил в ущелье камень и определил, что до дна камень летел 4 с. Сможет ли Василий достать фонарик? Учтите, что на крепежные узлы Василию придется потратить 0,5 м веревки.

1. Глубину ущелья H найдем из условия свободного падения тела в поле тяжести Марса $H = \frac{gt^2}{2},$ g – ускорение свободного падения на Марсе; t – время падения.	2 б.
2. Ускорение свободного падения на Марсе можно выразить через данные о массе M и радиусе R Марса $g = \frac{GM}{R^2}.$	2 б.
3. Подставляя все данные в формулы 1 и 2, находим глубину ущелья $H = \frac{GMt^2}{2R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,42 \cdot 10^{23} \cdot 4^2}{2 \cdot 3390^2 \cdot 10^6} = 29,8 \text{ м.}$	2 б.
4. С учетом узлов длины шнура не хватит.	2 б.