

Ответы:

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии.

Муниципальный этап 2017-2018 уч. год. 10 класс.

1. Метеор – это свечение, возникающее при вхождении в атмосферу Земли частицы вещества из космоса (размерами от пылинки до миллиметров). Болид – очень яркий метеор (сгорает частица вещества размером в сантиметры – первые метры). Астероид – каменная либо железная глыба с размерами от метров до сотен километров, движущаяся по замкнутой орбите вокруг Солнца. Комета – ледяная глыба размерами от десятков метров до десятков километров, движущаяся по вытянутой орбите вокруг Солнца. Метеорит – фрагмент астероида, упавший на поверхность планеты. Поскольку ни одного фрагмента Тунгусского космического тела не найдено, название «Тунгусский метеорит» неверно. Считается, что Тунгусское космическое тело – это небольшое ледяное ядро кометы, взрывообразно испарившееся в атмосфере Земли.

За знание каждого термина – 1 балл, за качество изложения – до 1 балла, за знание основной гипотезы о Тунгусском явлении – до 2 баллов. Макс – 8 баллов.

2. Так как параллакс Солнца есть ни что иное, как угловой радиус Земли, видимый с Солнца, следовательно, радиус Солнца во столько же раз больше радиуса Земли, во сколько раз его угловой диаметр больше

$$R_{\odot}/R_{\text{З}} = r_{\odot}/p_0 = 961''/8'' .8 = 109.2$$

параллакса

(знание того, что параллакс – это угловой размер Земли при взгляде с Солнца – 2 балла, знание формулы пропорций 2 балла, вычисление 1 балл). Всего 5 баллов

3. Как известно, светимость звезды определяется законом Стефана-

Больцмана $E = \sigma T^4 4\pi R^2$. Отношение светимостей двух объектов дает равенство

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4} \frac{R_1^2}{R_2^2} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 \frac{R_1^2}{R_2^2} = 1000$$

Отсюда получаем отношение радиуса Солца к радиусу белого

$$\frac{R_1}{R_2} = 40\sqrt{10}$$

Для отношения масс имеем равенство

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1 R_1^3}{\rho_2 R_2^3} = \frac{(40\sqrt{10})^3}{1,5 \cdot 10^6} = \frac{64\sqrt{10}}{150} = \frac{1}{0,74}$$

Таким образом, масса белого карлика составляет 74% от массы Солнца

$$\frac{0,6}{0,0079^3} = 1,21 \cdot 10^6.$$

Рекомендации для жюри: запись закона Стефана-Больцмана оценивается в 4 балла. Вычисление плотности – 4 балла.

4. Решение: Так как плоскость орбиты планеты перпендикулярна плоскости орбит звезд, взаимные затмения звезд хотя и наблюдаются на этой планете, но носят эпизодический характер и не влияют на температурный режим. Мы можем считать, что планета постоянно получает тепло от обеих звезд, каждая из которых излучает как Солнце. Чтобы получать от них столько же энергии, сколько получает Земля от одного Солнца, планета должна располагаться на расстоянии $\sqrt{2} = 1,41$ а.е. от центра масс тесной двойной системы. Для определения периода обращения планеты воспользуемся обобщенным III законом Кеплера, который запишем в следующем виде: $a^3 / T^2 M = 1$. Здесь a — радиус орбиты в астрономических единицах, T — период обращения в годах, M — суммарная масса системы в массах Солнца. Учитывая то, что $a = 1,41$ и $M = 2$, получаем, что период обращения планеты составляет $T = 1,19$ лет.

Рекомендации для жюри: Знание того, что взаимные затмения носят эпизодический характер – 2 балла, Оценка расстояния от планеты до каждой из звезд – 2 балла, знание обобщенного закона Кеплера – 2 балла., вычисление периода 1 балл. Всего 7 баллов

Итого 24 балла.

Всероссийская олимпиада по астрономии Муниципальный этап 2017-2018 уч.г. 11 кл.

1. Типичная звезда главной последовательности с температурой около 6000° – это Солнце. Светимость Солнца $L = 1$. Светимость звезды-гиганта равна $L_r = sT^4 \times 4\pi R^2(1)$, где R – радиус звезды. Светимость Солнца равна $L_c = sT^4 \times 4\pi r^2(1)$, где r – радиус Солнца. Т.к. $L_r = 10^4 L_c$, а температуры равны, получаем, что радиус сверхгиганта в 100 раз больше радиуса Солнца.

За отождествление первой звезды с Солнцем – до 2 баллов. За знание формулы (1) – до 2 баллов. Ход рассуждений – до 2 баллов, вычисления – до 2 баллов. **Макс балл 6.**

2. Звезды находятся на расстоянии $2R$ друг от друга и притягиваются друг к другу с силой

$$F_{\text{пр}} = G \frac{m^2}{(2R)^2} \quad (1)$$

С другой стороны, равная и противоположная ей центробежная сила такова

$$F_{\text{цб}} = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

Приравнивая эти силы, получаем

$$R = \sqrt{\frac{GmT}{16\pi^2}} = 3000 \text{ км}$$

За использование формул (1) и (2) – до 3 баллов за каждую. За правильность вычислений – до 2 баллов. **Макс балл 8.**

3. Как известно, светимость звезды определяется законом Стефана-Больцмана $E = \sigma T^4 4\pi R^2$. Отношение светимостей двух объектов дает равенство

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4} \frac{R_1^2}{R_2^2} = 1000 \quad (1)$$

Для отношения масс имеем равенство

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{1}{1.5 \cdot 10^6} \frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{1}{0.74} \quad (2)$$

Из уравнения (2) получаем значение отношения радиуса Солнца (индекс «1»), к радиусу белого карлика (индекс 2)

$$\frac{R_1}{R_2} = 1.26 \cdot 10^2 \quad (3)$$

Подставляя (3) в (1), находим отношение температур в 4-й степени

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^4 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \cdot 10^{-3} = (1.26)^2 \cdot 10 = 15.88 \approx 16 = 2^4$$

Таким образом, температура поверхности белого карлика вдвое больше чем у Солнца.

Рекомендации для жюри: запись закона Стефана-Больцмана оценивается в 4 балла. Вычисление плотности – 4 балла. **Макс балл - 8**

4. Вначале определим звездную величину Солнца, если бы оно находилось на месте Луны, то есть в 389 раз ближе. Она равна $m_1 = -26.8 - 5 \lg 389 = -39.7$. При этом светимость Солнца равна $3.88 \cdot 10^{26}$ Вт, то есть в $3.88 \cdot 10^{23}$ раз больше, чем у лампы. Следовательно, звездная величина включенной на Луне лампы будет равна: $m_2 = m_1 + 2.5 \lg (3.88 \cdot 10^{23}) = 19.3$. Такую лампу можно было бы увидеть в крупный телескоп, если бы не мешал свет самой Луны. За идею о способе определить звездную величину Солнца на месте Луны – 2 балла. Знание формулы вычисления звездной величины -2 балла, за вычисления 2 балла. **Макс балл 6.**

Итого: 28 баллов максимально.

**Всероссийская олимпиада школьников по астрономии.
Муниципальный этап 2017-2018 уч. год. 9 класс.**

1. Ответ: Около 6000.(3 балла)
2. Ответ: Полярная звезда располагается на угловом расстоянии $\approx 0,75^\circ$ от северного полюса мира, высота которого равна широте места наблюдения. Поэтому для Черкесска высота Полярной звезды составит $44^\circ 14' - 0,75^\circ < h < 44^\circ 14' + 0,75^\circ$ (4 балла. Знание широты Черкесска 2 балла, знание высоты Полярной звезды 2 балла)

3. **Решение:** Периоды и радиусы небесных тел связаны третьим законом Кеплера, который, после уточнения, введенного Ньютоном, имеет вид

$$\frac{T_1^2 M_1 + m_1}{T_2^2 M_2 + m_2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} (1)$$

Пусть индекс 1 относится к паре Земля-Луна, а индекс 2 – к паре Нептун-его спутник. Тогда считаем, что

Дано: $T_1 = 27 \frac{1}{3}$ сут., $T_2 = 5$ сут., $R_1 = 60 * 6370 \text{ km} = 382200$,

$R_2 = 354000 \text{ km}$

Подставляя данные в формулу (1) и проводя вычисления, находим

$$\frac{M_2 + m_2}{M_1 + m_1} = 14,9$$

Если пренебречь массой спутников, получим $M_{\text{Непт}} = 14,9M_{\text{Зем}} .$
(7 баллов. Знание формулы (1) 3 балла, вычисления по этой формуле 2 балла, знание того, что малыми массами планет можно пренебречь – 2 балла)

4. Ответ: $\Delta\varphi = \frac{2r}{R} = \frac{2 \cdot 6,37 \cdot 10^3}{0,378 \cdot 15 \cdot 10^7} = 2,25 \cdot 10^{-4} = 0,8''$, где r - радиус Земли, R - расстояние Марс-Земля. (6 баллов. Знание формулы 2 балла, вычисление 2 балла, перевод радианной меры в градусную 2 балла)

Всего 20 баллов