

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Государственное бюджетное учреждение
дополнительного образования
Краснодарского края
«ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ»

350000 г. Краснодар,
ул. Красная, 76
тел. 259-84-01
E-mail: cro.krd@mail.ru

**Всероссийская олимпиада школьников
по астрономии**

2017-2018 учебный год

Муниципальный этап

9 класс, ответы

**Председатель предметно-методической
комиссии: Тумаев Е. Н., д.ф.-м.н.,
профессор**

Задача 1

Перечислите движения, в которых участвует Луна.

Решение задачи 1

1. Обращение вокруг земли по эллиптической орбите с периодом 27,32166 суток.
2. Поворот плоскости лунной орбиты: ее узлы смещаются на запад, делая полный оборот за 18,6 лет (прецессионное движение).
3. Поворот линии апсид с периодом 8,8 лет на восток.
4. Периодическое изменение наклона лунной орбиты по отношению к эклиптике от $4^{\circ}59'$ до $5^{\circ}19'$.
5. Периодическое изменение размеров лунной орбиты перигея от 356,41 до 369,96 тысяч километров, апогея от 404,18 до 406,74 тысяч километров.
6. Постепенное удаление Луны от Земли вследствие приливного ускорения – примерно на 4 см в год.

Рекомендуемая оценка решения задачи 1

- перечислены любые два вида движений – 2 балла;
- перечислены четыре вида движений – 4 балла;
- перечислены пять видов движения – 6 баллов;
- перечислены шесть видов движения – 8 баллов.

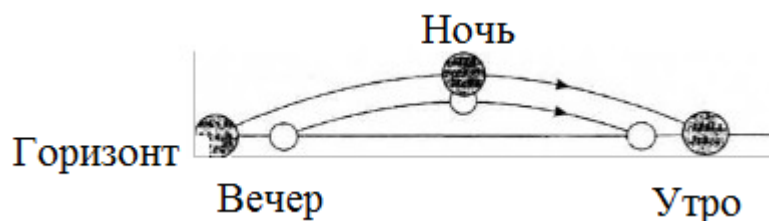
Итого, максимальная оценка решения задачи 1 – 8 баллов.

Задача 2

Наблюдатель, находящийся в средней полосе России, заметил, что вечером Луна вошла одновременно с заходом Солнца, а утром она зашла одновременно с восходом дневного светила. В середине ночи произошло полутеневое лунное затмение. Какой край диска Луны глубже всего погрузился в земную полутень?

Решение задачи 2

Луна движется по орбите вокруг Земли с запада на восток навстречу суточному движению неба. Поэтому видимое перемещение Луны по небу происходит с несколько меньшей скоростью, чем движение других объектов, в том числе земной тени и полутени. Восходя вечером за несколько часов до затмения, Луна находилась западнее полутени, однако не вошла раньше нее. Следовательно, раз дело происходило в северном полушарии, Луна имела меньшее склонение, нежели центр полутени. Аналогично, утром, после затмения, Луна находилась восточнее полутени, но зашла вместе с ней, значит, ее склонение было также меньше.



В этом же можно убедиться из рисунка. Земная полутень и Луна находились на небе одинаковое количество времени, но видимая угловая скорость Луны меньше, чем у полутени. Следовательно, длина ее видимого пути от восхода до захода меньше, и Луна находилась южнее полутени. А это в свою очередь означает, что во время затмения в середине ночи Луна глубже всего погрузилась в полутень своим северным краем.

Рекомендуемая оценка решения задачи 2

Рассуждение о том, что, восходя вечером за несколько часов до затмения, Луна находилась западнее полутени – 2 бала. Вывод о том, что Луна имела меньшее склонение, нежели центр полутени – 2 балла. Вывод о том, что утром, после затмения, Луна находилась восточнее полутени, но зашла вместе с ней, значит, ее склонение было также меньше – 2 балла. Вывод, что Луна глубже всего погрузилась в полутень своим северным краем – еще 2 балла. Итого – 8 баллов.

Задача 3

В спектре звезды линия, соответствующая длине волны $5,5 \cdot 10^{-4}$ мм, смещена к фиолетовому концу спектра на $5,5 \cdot 10^{-8}$ мм. Определить лучевую скорость звезды.

Решение задачи 3

Сдвиг длины волны обусловлен эффектом Доплера, поэтому

$$v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c.$$

Проводя вычисления, получаем

$$v = \frac{5,5 \cdot 10^{-8}(\text{мм})}{5,5 \cdot 10^{-4}(\text{мм})} \cdot 3 \cdot 10^5 \left(\frac{\text{км}}{\text{с}}\right) = 30 \left(\frac{\text{км}}{\text{с}}\right)$$

Рекомендуемая оценка решения задачи 3

Указание, что имеет место эффект Доплера – 2 балла, Формула для вычисления лучевой скорости звезды – 4 балла, правильное числовое значение скорости – 2 балла. Итого – 8 баллов.

Задача 4

Вычислить светимость Сириуса, если известно, что его видимая звездная величина $-1,6^m$, а свет от него идет до Земли 8,7 лет.

Решение задачи 4

Находим расстояние до Сириуса в парсеках

$$r = \frac{8,7}{3,26} \text{ пк} = 2,7 \text{ пк.}$$

Находим абсолютную звездную величину Сириуса, используя формулу

$$M = m + 5 - 5 \lg(r).$$

Тогда

$$M = -1,6 + 5 - 5 \lg(2,7) = 3,4 - 5 \cdot 0,4 = 1,4$$

Используя абсолютную светимость Солнца, находим светимость Сириуса

$$\lg(L) = 0,4(M_c - M) = 0,4(4,8 - 1,4) \approx 1,4$$

$$L = 25$$

Ответ: $L = 25$.

Рекомендуемая оценка решения задачи 4

Определение расстояния до Сириуса в парсеках – 2 балла, вычисление абсолютной звездной величины Сириуса – 2 балла, вычисление светимости Сириуса – 2 балла, правильный числовой ответ – 2 балла. Итого – 8 баллов.

Задача 5

Период обращения двойной звезды равен 100 лет. Большая полуось видимой орбиты $a=2,0''$, а параллакс $\rho=0,05''$. Определите сумму масс и массы каждой из звезд в отдельности, если известно, что звезды отстоят от центра масс на расстояниях, относящихся как 1:4.

Решение задачи 5

Так как отношение расстояний от звезд до центра масс равно

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4},$$

тогда

$$m_1 = 4 \cdot m_2$$

По третьему закону Кеплера

$$m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2} \text{ или } 4m_2 + m_2 = 5m_2 = \frac{A^3}{T^2}.$$

Находим расстояние между компонентами двойной звезды

$$A_{a.e.} = \frac{a}{\rho} = \frac{2.0''}{0.05''} = 40 \text{ a.e.}$$

Находим массы звезд

$$m_2 = \frac{40^3}{10^2 \cdot 5} \approx 1.28$$

$$m_1 = 4 \cdot 1.28 = 5.12$$

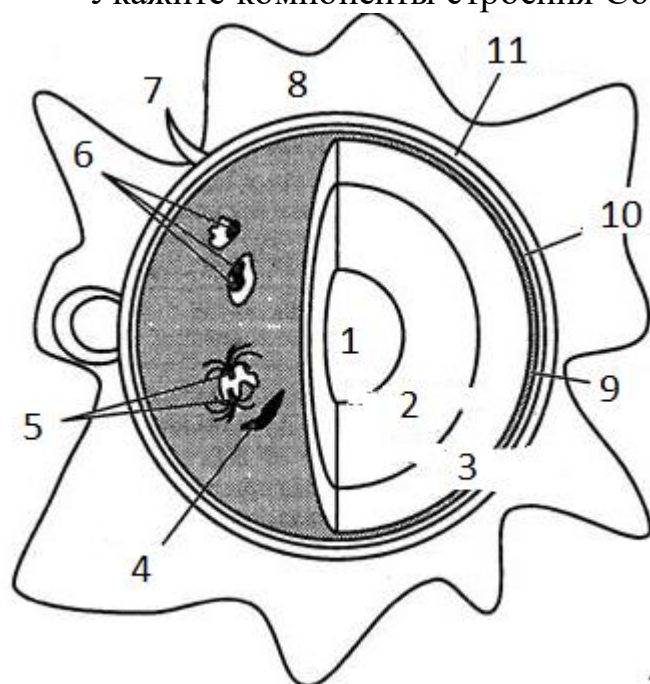
Ответ: $m_1=5.12$ масс Солнца, $m_2=1.28$ масс Солнца

Рекомендуемая оценка решения задачи 5

Нахождение соотношения между массами компонент двойной звезды – 2 балла, формулировка третьего закона Кеплера применительно к задаче – 2 балла, вычисление расстояния между звездами – 2 балла, вычисление масс звезд – 2 бала. Итого – 8 баллов.

Задача 6

Укажите компоненты строения Солнца



- 1 - ядро
- 2 - испускающий слой
- 3 - конвекционный слой
- 4 - филаменты
- 5 - магнитные области
- 6 - пятна
- 7 - протуберанцы
- 8 - корона
- 9 - фотосфера
- 10 - нижняя хромосфера
- 11 - верхняя хромосфера

Рассчитать массу, которую теряет Солнце с солнечным ветром за сутки, если известно, что протоны солнечного ветра достигают Земли за 3.5 дня. При этом на 1 см^3 , на расстоянии 1 а.е. от Солнца, находится в среднем 5 частиц солнечного ветра (протонов).

Решение задачи 6

Из-за солнечного ветра Солнце теряет каждую секунду около одного миллиона тонн вещества. Солнечный ветер состоит в основном из электронов, протонов и ядер гелия (альфа-частиц). Ядра других элементов и неионизированных частиц (электрически нейтральных) содержатся в очень незначительном количестве.

Через сечение 1 м^2 на расстоянии $R=1,5 \cdot 10^{11} \text{ м} = 1 \text{ а.е.}$ от Солнца (земная орбита) в течение суток пролетает $N=n \cdot v_{\text{протон}} \cdot t$ где $n=5 \cdot 10^6 \text{ частиц/м}^3$, а $v=R/t$ – скорость протонов/ Тогда $v=1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}/3,5 \text{ сут} = 4,3 \cdot 10^{10} \text{ м/сут}$. Через всю сферу радиуса R площадью $S=4\pi R^2$ ($2,8 \cdot 10^{23} \text{ м}^2$) в сутки пролетает $N \cdot S$ протонов (масса протона $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$), что соответствует 10^{14} кг/сут .

Рекомендуемая оценка решения задачи 6

Указание правильных названий отдельных компонент Солнца – не более четырех баллов за полный ответ, неполный ответ оценивается пропорциональным количеством баллов (не превышавшим 4 балла), вычисление скорости частиц солнечного ветра – 1 балл, вычисление количества частиц, проходящих через 1 кв. метр в 1 секунду – 1 балл, вычисление суточной потери массы – 2 балла. Итого – 8 баллов.