

XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2019-2020 УЧ. ГОД
XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ
КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ
11 КЛАСС

УСЛОВИЯ РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КРИТЕРИИ

Задание подготовил доцент кафедры физики и математики КГУ им. К.Э. Циолковского М.С. Красин

1. «Подвижная карта звёздного неба 11» (8 баллов). По подвижной карте звёздного неба определите склонение и прямое восхождение звезды Спика (4 балла), а также склонение и прямое восхождение Солнца 5 мая 2019 года (4 балла). Обязательно поясните, как Вы смогли это определить с помощью подвижной карты.

1. «Подвижная карта звёздного неба 11». Ответ на первый вопрос: Звезда Спика является звездой α из созвездия Дева. Если провести прямую линию через Полярную звезду и Спикку, то эта прямая на внешней части подвижной карты проходит между отметками 13 ч и 14 ч, ближе к отметке 13 ч, учитывая масштаб можно сказать, что прямое восхождение Спика равно 13ч 25мин. Можно заметить, что Спика расположена между окружностями, соответствующими кругам склонения 0° и -30° , ближе к 0° , учитывая масштаб можно сказать, что склонение Спика равно -12° . **Ответ на второй вопрос:** На подвижной карте положение Солнца 5 мая можно определить, если провести линию, соединяющую Полярную звезду и дату 5 мая на внешней окружности. Точка пересечения этой линии с линией эклиптики укажет положение Солнца. Координаты Солнца в этот день находим, как и для Спика. Получаем, что прямое восхождение Солнца в этот день приблизительно равно 2ч 55мин, а склонение 17° .

Рекомендуемые критерии оценки: Если координаты Спика указаны с погрешностью не более 10 мин и 5° , то ставить 2 балла. Если ошибка не более 20 мин и 10° , то ставить 1 балл. Если дано обоснование, то добавить 2 балла. Если задание не выполнено, но указано, что Спика является самой яркой звездой созвездия Девы (α Девы), то ставить 1 балл. Если по ошибке найдены правильные координаты другой звезды, оценку снизить в 2 раза.

Баллы для Солнца определяются аналогично.

2. «Список небесных объектов 11» (8 баллов). Церера, Плутон, Веста, Хаумеа, Макемаке, Эрида. Один из перечисленных здесь объектов является лишним? Какой? (3 балла). Почему? (2 балла). Дайте краткую характеристику тому классу космических тел, которому принадлежит большинство перечисленных здесь объектов. (3 балла).

2. «Список небесных объектов 11». Ответ на первый вопрос: Лишним объектом является Веста. **Ответ на второй вопрос:** Потому что она относится к классу астероидов, а остальные объекты – карликовые планеты. **». Ответ на третий вопрос:** К классу карликовых планет относятся небесные объекты, которые 1) вращаются по орбите вокруг Солнца; 2) имеют достаточную массу, для того, чтобы под действием сил гравитации поддерживать форму близкую к сферической форму, в отличие от малых тел Солнечной системы; 3) не являются спутниками планеты; 4) не могут, в отличие от планет, расчистить район своей орбиты от других объектов.

Рекомендуемые критерии оценки: Если указана Веста, то добавить 3 балла? Если дано обоснование, то добавить 2 балла. Если сказано, что карликовые планеты имеют круглую (сферическую) форму, то добавить 1 балл. Если сказано, что они

обращаться вокруг Солнца, а на вокруг планеты, то добавить 1 балл. Если сказано о том, что эти планеты не могут расчистить свои окрестности от более мелких тел, то добавить 1 балл.

Если указано, что лишним объектом является Церера, то ставить 1 балл. Если в качестве обоснования сказано, что Церера лишняя, т.к. в отличие от других объектов она расположена в главном поясе астероидов, то добавить 3 балла.

3. «Далёкий объект 11» (8 баллов). Один из довольно крупных объектов Солнечной системы движется по эллиптической приближаясь к Солнцу на расстояние приблизительно 76 а.е. и удаляясь от него приблизительно на 1000 а.е. Ответьте на следующие вопросы: Что такое а.е.? (1 балл) Как называются наименьшее и наибольшее расстояния от орбиты небесного тела до Солнца? (1 балла). Каков эксцентриситет орбиты этого объекта? (2 балл) Сколько лет на нём длится один год (каков период его обращения вокруг Солнца)? (3 балла) Что это за объект? (1 балл)

3. «Далёкий объект 11». Ответ на первый вопрос: а.е. – это астрономическая единица, среднее расстояние от Земли до Солнца. . **Ответ на второй вопрос:** перигелийное и афелийное расстояния. **Ответ на третий вопрос:** $e = \frac{OF}{a}$ или

$e = \frac{r_a - r_n}{r_a + r_n} = \frac{1000 - 76}{1000 + 76} = 0,86$. **Ответ на четвёртый вопрос:** Используя третий закон

Кеплера, получаем $T = T_{\oplus} \cdot \sqrt{\left(\frac{r_a + r_n}{2a_{\oplus}}\right)^3} = 12500$ лет. **Ответ на пятый вопрос:**

Седна.

Рекомендуемые критерии оценки: Общие оценки следуют из баллов, указанных в описании задачи. При отсутствии правильного ответа, но наличии правильных промежуточных рассуждений, расчётов рекомендуется добавлять некоторое количество баллов, но не более половины от максимального, указанного за этот этап решения.

4. «Изменение блеска 11» (8 баллов). Космические путешественники высадились на планете, обращающейся вокруг звезды, входящей в двойную звёздную систему. Среднее расстояние между этими звёздами равно 200 а.е. Из-за эллиптичности орбит звёзд расстояние между ними изменяется в 10 раз. Во сколько раз изменяются яркость второй звезды при наблюдении за ней с планеты, обращающейся вблизи первой? (4 балла) На сколько при этом изменяется видимая звёздная величина этой звезды? (4 балла)

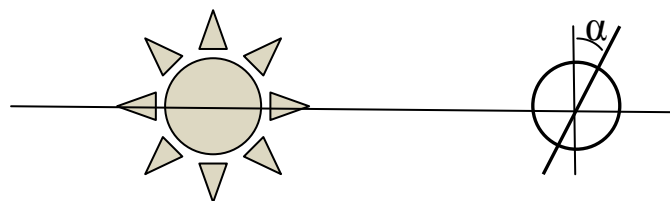
4. «Изменение блеска 11» Ответ на первый вопрос: При уменьшении расстояния в 10 раз, энергия от звезды, попадающая на единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно лучам, увеличивается в 100 раз (10^2 раз), во столько раз увеличивается яркость звезды. **Ответ на второй вопрос:** Согласно формуле Погсона отношение яркостей равно $\frac{E_1}{E_2} = 10^{0,4(m_2 - m_1)}$. Откуда $m_2 - m_1 = 2,5 \lg \frac{E_1}{E_2} = 2,5 \lg 100 = 5$, т.е. видимая звёздная величина изменяется на 5^m .

Рекомендуемые критерии оценки: Общие оценки следуют из баллов, указанных в описании задачи. При отсутствии правильного ответа, но наличии правильных промежуточных рассуждений, расчётов рекомендуется добавлять некоторое количество баллов, но не более половины от максимального за этот этап решения.

5. «Наклон оси 11» (8 баллов). Высадившись на планету, космонавты обнаружили, что в течение года наблюдаемая высота верхней кульминации звезды-солнца будет изменяться на 35° . На сколько градусов отклонена ось вращения этой планеты от перпендикуляра к плоскости её орбиты? (6 баллов) Изобразите на рисунке звезду, планету, ось вращения планеты и угол наклона оси. (2 балла)

5. «Наклон оси 11» Ответ на первый вопрос: Ось вращения планеты отклонена от перпендикуляра к плоскости эклиптики на $17,5^\circ$ ($35^\circ / 2$). **Ответ на второй вопрос:** Рисунок очевиден.

Рекомендуемые критерии оценки: Если указано 35° или 55° , то ставить 2 балла.



6. «Полдень» (8 баллов). Разность между средним солнечным временем T_λ и истинным солнечным временем T_u , которое определяют по положению на небе центра диска Солнца, называют уравнением времени $\eta = T_\lambda - T_u$. Определите, сколько времени будет на часах в Калуге (широта $\varphi = 54^\circ 31'$, долгота $\lambda = 36^\circ 18'$) в момент верхней кульминации Солнца 20 января 2020 года, если уравнение времени в этот день равно 14 минутам.

6. «Полдень» Ответ: 12 часов 48 минут 48 секунд. **Решение:** В момент верхней кульминации Солнца истинное солнечное время равно 12 часам $T_u = 12^h$ (1).

Значит местное время равно $T_\lambda = \eta + T_u = 12^h 14^m$ (2).

Местное время связано со всемирным $T_\lambda = T_0 + \lambda$ (3),

где долгота местности должна быть выражена в часовой мере.

Долгота Калуги в часовой мере равна $\lambda = 2^h 25^m 12^c$ (4).

Часы в России показывают опережающее (декретное, скоординированное) время, которое связано со всемирным $T_o = T_0 + n + 1$ (5),

где n - номер часового пояса.

В Калуге второй часовой пояс (6).

Получаем, что

$T_o = T_0 + n + 1 = T_\lambda - \lambda + 2 + 1 = T_u + \eta - \lambda + 3 = 12^h 14^m - 2^h 25^m 12^c + 3^h = 12^h 48^m 48^c$. (7)

Рекомендуемые критерии оценки:

За пункты (1)-(6) ставить по 1 баллу. За пункт (7) ставить 2 балла.

ПОДВИЖНАЯ КАРТА ЗВЕЗДНОГО НЕБА

- Звезды
- ◆ Двойные звезды
- ◆ Две близких звезды
- Переменные звезды
- ⋯ Звездные скопления

- ☉ Apex Солнца
- ☄ Туманности
- ⊕ Точка весеннего равноденствия
- ⊖ Точка осеннего равноденствия
- ▭ М. Кобы Границы созвездий и их названия

