

**XXV РОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ 2017-2018 УЧ. ГОД**  
**XV ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИИ И КОСМОНАВТИКЕ ШКОЛЬНИКОВ**  
**КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**  
**11 КЛАСС**

**Решения и критерии**

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

**1. «Подвижная карта звёздного неба» (8 баллов).**

*Возможное решение.* В верхней кульминации выше оказываются те звёзды, которые имеют большее склонение. Склонение звезды  $\beta$  Волопаса приблизительно равно  $34^{\circ}$ , склонение звезды  $\beta$  Лиры приблизительно равно  $31^{\circ}$ , следовательно,  $\beta$  Волопаса кульминирует выше приблизительно на  $3^{\circ}$ . В верхней кульминации раньше оказываются те звёзды у которых меньше прямое восхождение. Прямое восхождение звезды  $\beta$  Волопаса равно приблизительно  $15^{\text{ч}}$ . Прямое восхождение звезды  $\beta$  Лиры равно приблизительно  $18^{\text{ч}}40^{\text{м}}$ . Следовательно,  $\beta$  Волопаса кульминирует раньше, чем  $\beta$  Лиры приблизительно на  $3^{\text{ч}}40^{\text{м}}$ .

*Рекомендуемые критерии оценки.* Указание на то, что выше кульминируют звёзды с большим склонением оценивать 1 баллом. Определение склонения звезды с погрешностью не более  $5^{\circ}$  оценивать 2 баллами, с погрешностью не более  $10^{\circ}$  оценивать 1 баллом (за каждую звезду). Определение разности высот оценивать 1 баллом. Указание на то, что раньше кульминируют звёзды с меньшим прямым восхождением оценивать 1 баллом. Определение прямого восхождения с погрешностью не более  $10^{\text{м}}$  оценивать 2 баллами, с погрешностью не более  $20^{\text{м}}$  оценивать 1 баллом. Определение времени кульминации оценивать 1 баллом.

**2. «Наблюдение кометы 1» (8 баллов).**

*Допустимый ответ на вопрос 1:* Долгота Каира не сильно отличается от долготы Калуги, поэтому время суток в Каире приблизительно такое же как в Калуге, значит в Каире можно было наблюдать комету. В Екатеринбурге долгота отличается от долготы Калуги приблизительно на  $24^{\circ}$ , поэтому в Екатеринбурге среднее солнечное время приблизительно на полтора часа больше, значит там ночь и можно наблюдать комету. В Гаване долгота отличается на  $137^{\circ}$  к западу, поэтому там приблизительно на 9 часов меньше, значит в Гаване день и наблюдать комету нельзя. *Допустимый ответ на вопрос 2:* Поскольку кометы пролетают далеко от Земли, их параллактическое смещение мало, в Калуге комета наблюдалась в центре созвездия, поэтому параллактическое смещение кометы для наблюдателей в различных частях земного шара не приведёт к выходу её наблюдаемого положения за пределы созвездия Пегас.

*Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 1:* За обоснованные ответы по Екатеринбургу и Гаване ставить по 1 баллу. По обоснованному ответу по Гаване ставить 2 балла. Если даны правильные ответы, но без обоснования поставить всего 1 балл. *Рекомендуемые критерии оценки ответа на вопрос 2:* Если дан правильный ответ, но без обоснования, то ставить всего 1 балл. За правильный и обоснованный ответ ставить 4 балла.

**3. «Наблюдение кометы 2» (8 баллов).**

*Допустимый ответ:* Различие среднего солнечного времени равно различию в долготе, выраженному в часовой мере, поэтому в Екатеринбурге время на  $60^{\circ}37' - 36^{\circ}17' = 24^{\circ}20' = 1^{\text{ч}}37^{\text{м}}20^{\text{с}}$ , поэтому наблюдатель в Екатеринбурге скорей всего записал начало наблюдений: 22 ч 52 мин окончание наблюдений 23 ч 29 мин, в Каире среднее солнечное время меньше, чем в Калуге на  $36^{\circ}17' - 31^{\circ}15' = 5^{\circ}02' = 0^{\text{ч}}20^{\text{м}}08^{\text{с}}$ , поэтому наблюдатель в Каире скорей всего записал начало наблюдений: 20 ч 55 мин, окончание наблюдений 21 ч 32 мин. Наблюдатель в Гаване ничего не записывал, т.к. не мог наблюдать в это время.

*Рекомендуемые критерии оценки:* За указание, что разность времени связана с разностью долгот ставить 2 балла. За вычисление разности времени в между Калугой и Екатеринбургом и между Калугой и Гаваной ставить пункты (1) – (6) ставить по 2 балла. За правильные записи времени начала и конца добавить по 1 баллу за каждого наблюдателя. Если учащийся каким-то образом вспомнил о пояском времени и дал обоснованные ответы с учётом разности поясного времени (возможно ещё и с учётом скоординированного (декретного) времени в российских городах), то ставить не более 4 баллов в итоге. За правильные ответы без обоснования ставить всего 1 балл.

**4. «Правило Тициуса-Бодде» (8 баллов).**

*Ответ*

Небесный объект планета или карликовая планета	Номер орбиты по правилу Тициуса-Бодде	Радиус орбиты по правилу Тициуса- Бодде (в а.е.)	Радиус орбиты фактический (в а.е.)
Меркурий	- ∞	0,4	0,39
<b>Венера</b>	2	0,7	0,72
Земля	3	1	1
Марс	4	1,6	1,52
<b>Церера</b>	5	2,8	2,77
<b>Юпитер</b>	6	5,2	5,2
Сатурн	7	10,0	9,54
Уран	8	19,6	19,22
<b>Плутон</b>	9	38,8	39,5
<b>Эрида</b>	10	77,2	67,7

*Рекомендуемые критерии оценки:* за правильное расположение Венеры, Юпитера и Плутона ставить 1 балл, за правильное положение Цереры ставить 3 балла (если вместо Цереры указан пояс астероидов или один из объектов этого пояса, то ставить 2 балла), за запись Эриды ставить 2 балла (если вместо Эриды указан другой объект из пояса Эджеворта-Койпера или просто указан пояса Эджеворта-Койпера, (пояса Койпера) то ставить 1 балл).

**5. «Космические манёвры» (8 баллов).**

*Допустимый ответ:* С учётом кинетической энергии полную механическую энергию спутника на

круговой орбите можно вычислить по формуле  $E = -G \frac{m \cdot m_c}{2(R + H)}$ . Минимальная энергия для перевода спутника с одной орбиты на другую равна разности полных энергий  $\Delta E = -G \frac{m \cdot m_c}{2(R + H_2)} - (-G \frac{m \cdot m_c}{2(R + H_1)}) \dots \Delta E = G \frac{m \cdot m_c}{2} \frac{H_2 - H_1}{(R + H_1)(R + H_2)}$ .

Получаем  $\Delta E = 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 10^4}{2} \frac{3600 - 1600}{(10000)(8000)} \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 5 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$ .

*Рекомендуемые критерии оценки:* За правильный ответ без обоснования ставить 0 баллов, т.к. это число не может быть получено только качественными оценками. Если указано, что необходимая энергия равна разности энергий спутника на орбитах, то ставить 2 балла. Если получена или сразу написана (ученик, увлекающийся динамикой космических полётов, может это знать) формула полной механической энергии на круговой орбите, то ставить 4 балла. За вывод итоговой расчётной формулы добавить 2 балла. За правильные вычисления добавить 2 балла. Если вычисления имеются, но в них допущена вычислительная, то оценку снизить на 1 балл. Если ответ дан без учёта кинетической энергии, то ставить не более 4 баллов. За неудачную попытку учёта кинетической энергии добавить 1 балл.

**6. «Звёздная жара» (8 баллов).**

*Допустимый ответ:* Расстояние сократилось, т.к. стало больше энергии попадать на одинаковую площадь. Расстояние уменьшилось в  $\sqrt{2}$  раз. Поскольку в этом случае площадь сферы, на которую падает излучение звезды уменьшается в два раза.

*Рекомендуемые критерии оценки:* За правильный ответ что расстояние сократилось ставить 1 балл, если не дано обоснования и ставить 4 балла, если дано даже такое как в образце краткое обоснование или это обоснование следует из обоснования связанного с ответом на вторую часть вопроса. За правильный ответ что расстояние сократилось в  $\sqrt{2}$  раз ставить 1 балл, если не дано обоснования и ставить 4 балла, если дано даже такое как в образце краткое обоснование.