

**Решения задач муниципального этапа
Всероссийской олимпиады по астрономии
2020-2021 учебного года
8 класс**

Рекомендации для членов жюри.

Для обеспечения объективной и единообразной проверки решение каждого задания должно проверяться одним и тем же членом жюри у всех участников, а при достаточном количестве членов жюри - независимо двумя членами жюри с последующей коррекцией существенного различия в их оценках одной и той же работы.

Решение каждого задания оценивается в соответствии с рекомендациями, разработанными предметно-методической комиссией. Альтернативные способы решения, не учтенные составителями заданий, также оцениваются в полной мере при условии их корректности. Во многих заданиях этапы решения можно выполнять в произвольном порядке; это не влияет на оценку за выполнение каждого этапа и за задание в целом.

При частичном выполнении задания оценка зависит от степени и правильности выполнения каждого этапа решения, при этом частичное выполнение этапа оценивается пропорциональной частью баллов за этот этап. При проверке решения необходимо отмечать степень выполнения его этапов и выставленные за каждый этап количества баллов. Если тот или иной этап решения можно выполнить отдельно от остальных, он оценивается независимо. Если ошибка, сделанная на предыдущих этапах, не нарушает логику выполнения последующего и не приводит к абсурдным результатам, то последующий этап при условии правильного выполнения оценивается полностью.

Жюри не учитывает решения или части решений заданий, изложенные в черновике, даже при наличии ссылки на черновик в чистовом решении. Об этом необходимо отдельно предупредить участников перед началом олимпиады.

Жюри должно придерживаться принципа соразмерности: так, если в решении

допущена грубая астрономическая или физическая ошибка с абсурдным выводом (например, скорость больше скорости света, масса звезды, существенно меньшая реальной массы Земли и т.д.), все решение оценивается в 0 баллов, тогда как незначительная математическая ошибка должна снижать итоговую оценку не более чем на 2 балла.

Ниже представлены ключи к заданиям и критерии оценивания. Выставление премиальных баллов сверх максимальной оценки за задание не допускается.

Ключи к заданиям и рекомендуемые критерии оценивания

1 задание (8 баллов).

В романе Ф.Панферова «Во имя молодого» сказано: «Затем были запущены ракеты в сторону Луны и заснята ее обратная, в вечном мраке, сторона, что вызвало во всех странах непревзойденный восторг». Есть ли неточности в тексте?

Решение.

Луна вращается вокруг своей оси с таким же периодом, с каким она обращается вокруг Земли. Поэтому обратная сторона Луны так же часто бывает освещена Солнцем, как и видимая с Земли. В любой точке Луны две недели длится день и две недели - ночь. Фотографирование обратной стороны Луны проводилось автоматическими станциями в период, близкий к новолунию, когда обратная сторона Луны освещена Солнцем. Вторая неточность касается процесса фотографирования. Невозможно представить, как можно было бы заснять погруженную во мрак поверхность Луны.

Критерии оценивания.

Определение того, что обратная сторона Луны так же часто бывает освещена Солнцем, как и видимая с Земли – 4 балла.

Определение того, в какой фазе была Луна в момент фотографирования – 2 балла.

Определение того, что невозможно представить, как можно было бы заснять погруженную во мрак поверхность Луны – 2 балла.

2 задание (8 баллов).

«После захода Солнца стало быстро темнеть. Еще не зажглись на темно-синем небе первые звезды, а на востоке уже ослепительно сияла Венера». Все ли верно в этом описании?

Решение

Венера на нашем небе никогда не удаляется от Солнца более чем на 46°, следовательно, она не может быть на востоке, когда Солнце на западе.

Критерии оценивания.

Приведен верный ответ без обоснования – 4 балла, с обоснованием – 8 баллов.

3 Задание (8 баллов).

Бывают ли на Уране солнечные затмения? Если угловой размер Солнца с расстояния Урана 1,7'. Ответ обоснуйте.

Решение.

Дважды в течение орбитального периода Урана плоскость орбит его спутников проходит через направление на Солнце. В эти моменты могут происходить затмения. Поскольку угловой размер Солнца с расстояния Урана всего $1,7'$, полные затмения могут наблюдаться от всех его спутников. Причем видимый с поверхности планеты диаметр маленьких внутренних спутников лишь немного превосходит размер солнечного диска, поэтому затмения будут иметь привычный для нас вид: солнечная корона будет видна целиком. А от пяти крупных внешних спутников Урана (это Миранда, Ариэль, Умбриэль, Титания и Оберон) затмения будут даже «слишком полными»: в момент покрытия солнечного диска можно будет увидеть лишь половину короны.

Критерии оценивания.

Приведен верный ответ без обоснования – 4 балла, с обоснованием – 8 баллов.

4 задание (8 баллов).

Человек, стоящий на экваторе Земли, движется с некоторой скоростью относительно центра Земли. Космонавт, стоящий на экваторе Луны, движется с некоторой скоростью относительно центра Луны. Какая из этих двух скоростей больше и во сколько раз, если известно, что радиус Луны в 4 раза меньше радиуса Земли?

Решение.

Движение стоящего на экваторе человека относительно центра планеты возникает вследствие вращения этой планеты вокруг своей оси. Каждая точка экватора планеты, совершая полный оборот в 360° , проходит при этом путь, равный длине окружности экватора $L = 2\pi R$, где R -радиус планеты. Так как радиус Луны в 4 раза меньше радиуса Земли, то и длина окружности экватора Луны в 4 раза меньше длины экватора Земли. Земля делает полный оборот вокруг своей оси за 1 сутки, а Луна - за 27.3 суток (можно округлить до 30). Таким образом, точка на экваторе Земли проходит в 4 раза больший путь за примерно в 30 раз меньшее время. Следовательно, скорость, с которой человек, стоящий на экваторе Земли, движется относительно ее центра, примерно в 120 раз больше аналогичной скорости для Луны.

Критерии оценивания.

Правильное определение длин окружностей экватора Земли и экватора Луны, либо их отношения – 2 балла.

Правильное определение периодов обращения вокруг своей оси Земли и Луны, либо их отношения – 2 балла.

Правильное определение отношения скоростей – 4 балла.

5 задание (8 баллов).

Космический телескоп будущего 1 июня 2100 г. был выведен на гелиоцентрическую орбиту, величина большой полуоси которой отличается от размера большой полуоси земной орбиты на 10%. Считая орбиты телескопа и Земли круговыми и лежащими в одной плоскости, определите дату (с точностью до недели), в которую Земля и космический телескоп вновь окажутся на одной прямой с Солнцем по одну сторону от него. Ответ запишите в виде DD-ММ-YYYY.

Решение.

Определим период обращения космического аппарата (КА) вокруг Солнца. Возможно два варианта – орбита КА на 10% больше или на 10% меньше, чем у Земли. В первом случае КА движется по орбите с большой полуосью $a = 1.1$ а.е., во втором случае $a = 0.9$ а.е. Период обращения КА вокруг Солнца связан с размером большой полуоси через 3-й закон Кеплера:

$$\left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^3 = \left(\frac{T}{T_{\oplus}}\right)^2,$$

где в знаменателях стоят величины большой полуоси и периода обращения Земли.

Тогда в первом случае $T_{КА} = \sqrt{1,1^3} \approx 1,154$ лет,

во втором случае $T_{КА} = \sqrt{0,9^3} \approx 0,854$ лет

Найдём период S повторения одинаковых конфигураций (в первом случае – противостояния, во втором – соединения) – синодический период обращения КА. В первом случае это будет формула для внешнего тела:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{КА}}$$

Отсюда $S = 5,841$ лет ≈ 5 лет 307 дней (или $S = 5,849$ лет ≈ 5 лет 310 дней – если в формулу подставлять уже округлённое значение $T_{КА} \approx 0,854$).

Теперь можно ответить на вопрос задачи. Для этого необходимо прибавить к дате 1.06.2100 соответствующее значение S . Это можно сделать разными способами. При требуемой точности в несколько дней можно не учитывать наличие високосных лет. 1.06.2100 примерно соответствует дата (в долях года) $2100 + 5$ полных месяцев *30 дней / 365 $\approx 2100,411$. Тогда в первом случае ответ: $2100,411 + 7,506 = 2107,917$ или в требуемом формате 01-12-2107. Во втором случае ответ: $2100,411 + 5,841 = 2106,252$ или в требуемом формате 02-04-2106.

Возможен еще один вариант, который вряд ли был бы реализован на практике (из-за его дороговизны) – это запуск космического аппарата в сторону, противоположную движению Земли вокруг Солнца. В этом случае

для внешней и для внутренней орбиты формула для вычисления синодического периода будет одинакова:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} + \frac{1}{T_{КА}}$$

Соответственно, в случае внешней орбиты $S \approx 0,536$ года (или около 196 суток), а в случае внутренней орбиты $S = 0,461$ года (или 168 суток). И ответ для этого случая будет $2100,411 + 0,536 = 2100,947$ (или 14-12-2100 г.) для большей орбиты и $2100,411 + 0,461 = 2100,872$ (16-11-2100 г.) для меньшей орбиты. Ответ: 01-12-2107 или 02-04-2106.

Комментарии

1. Порядок дат в ответе может быть любым. Допустимые отклонения в ответе – не более 7 дней от указанных дат (т. е. для первого случая от 24-11-2107 до 08-12-2107, для второго случая от 25-03-2106 до 09-04-2106).

2. Критерии оценивания даны в соответствии с приведённым решением. Участник может следовать другим путём, объединяя разные этапы друг с другом, не получая промежуточные ответы и т. п. В этом случае можно оценивать соответствующие символьные выражения либо факт появления соответствующих величин в последующих формулах.

3. Метод решения может быть иным.

Критерии оценивания

- Понимание, что будет 2 случая – орбита больше земной и орбита меньше земной - оценивается в 1 балл (даже если, кроме этого, ничего не сделано).

- Запись формулы для 3-го закона Кеплера оценивается в 1 балл.

- Вычисление периода обращения КА для каждого из случаев оценивается по 1 баллу.

- Вычисление синодического периода обращения КА для каждого из случаев оценивается по 1 баллу.

- Получение ответа с заданной точностью для каждого из случаев оценивается по 1 баллу. · Рассмотрение случая обратного движения КА +2 балла, но не более 8 баллов в сумме за задачу.

Арифметическая ошибка снижает на 1 балл оценку только того этапа, на котором она была допущена. Максимум за задачу 8 баллов.