

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2019-20 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
АСТРОНОМИЯ
11 КЛАСС

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЖЮРИ.

Решение каждого задания оценивается по 8-балльной системе в соответствии с рекомендациями, разработанными составителями для каждой отдельной задачи. Альтернативные способы решения задачи, не учтенные составителями задач в рекомендациях, при условии их правильности и корректности также оцениваются в полной мере.

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.

Ниже представлена примерная схема оценивания решений по 8-балльной системе:

- 0 баллов — решение отсутствует, абсолютно некорректно, или в нем допущена грубая астрономическая или физическая ошибка;
- 1 балл — правильно угадан бинарный ответ («да-нет») без обоснования;
- 1–2 балла — попытка решения не принесла существенных продвижений, однако приведены содержательные астрономические или физические соображения, которые можно использовать при решении данного задания;
- 2–3 балла — правильно угадан сложный ответ без обоснования или с неверным обоснованием;
- 3–6 баллов — задание частично решено;
- 5–7 баллов — задание решено полностью с некоторыми недочетами;
- 8 баллов — задание решено полностью.

Выставление премиальных баллов (оценка за задание более 8 баллов) на муниципальном этапе не допускается. Общая оценка за весь этап получается суммированием оценок по каждому из заданий. Таким образом, максимальная оценка за муниципальный этап составляет 48 баллов.

Задание	1	2	3	4	5	6	Итого
Максимальное кол-во баллов	8	8	8	8	8	8	48
Категория сложности	1	1	1	2	2	2	

Категория сложности "1" присваивается заданиям, имеющим односложную структуру решения, связанную с применением одного-двух астрономических фактов или физических законов, которые доступны большинству участников этапа. Задания категории "2" имеют многоэтапное решение, требующее последовательное применение нескольких фактов и законов и математического аппарата. При решении задания второго уровня сложности фактически задаются несколько вопросов, нахождение последовательных ответов на которые и приводит в конечном итоге к решению всего задания.

Длительность этапа для учеников 11 класса составляет не более 3-х часов.

РЕШЕНИЯ

Задание №1.

Объясните (на качественном уровне) происхождение грануляции на поверхности Солнца.

Решение задания №1.

Гранулы — образования в фотосфере Солнца, вызванные конвекцией плазмы. Конвективные потоки формируют колонны конвекции, перемешивающие солнечное вещество. Гранулы являются видимыми вершинами таких отдельных колонн и образуют зернистую структуру, называемую грануляцией.

При этом центр гранулы - центральная ось колонны, вдоль которой из недр Солнца к его поверхности поднимается горячая (более яркая) плазма. Границы гранул (по форме близки к окружности) - область остывшего и менее яркого вещества, которое погружается вглубь Солнца.

Тематическое содержание.

Уровень 6, §8.6. Солнце.

Задание №2.

Почему при приближении к Солнцу яркость астероидов увеличивается меньше чем у комет при прочих равных условиях?

Решение задания №2.

Изменение видимой яркости астероидов определяется только изменениями расстояний. Площадь светящейся поверхности и ее альбедо не изменяются.

У комет в отличие от астероидов – зависимость их яркости от гелиоцентрического расстояния более резкая, это связано с существенным увеличением размеров комы и хвоста вблизи Солнца.

Тематическое содержание.

Уровень 6, §8.3. Зависимость звездной величины от расстояния.

Задание №3.

Поясните, почему главный минимум затменной переменной звезды не всегда соответствует ситуации, при которой бóльшая из компонент затмевает меньшую.

Решение задания №3.

Во время главного минимума всегда, более холодная звезда затмевает более горячую, так как поверхностная яркость звезды увеличивается с температурой. Размеры звезд при этом могут быть самыми разными.

Тематическое содержание.

Уровень 6, §8.8. Двойные и затменные переменные звезды.

Задание №4.

Роберт Хайнлайн в романе «Дорога доблести» описывает планету - Центр галактической империи. Планета эта «размером с Марс», сила тяжести на ней «почти земная». Что можно сказать о плотности этой планеты? Каковы для этой планеты первая и вторая

космической скорости? Каков период обращения спутника на низкой орбите? Радиус Марса - 3400 км, гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$.

Решение задания №4.

Из закона всемирного тяготения выразим ускорение свободного падения вблизи поверхности планеты:

$$g = GM/R^2 = 4\pi G\rho R/3.$$

Отсюда **средняя плотность планеты** $\rho = 3g/4\pi GR = 10317 \text{ кг/м}^3$ - значительно больше плотности железа.

Первая космическая скорость $v_1 = (gR)^{-1/2} = 5,77 \text{ км/с}$.

Вторая космическая скорость в корень из 2 раз больше первой: $v_2 = 8,14 \text{ км/с}$.

Период обращения спутника на низкой орбите $T = 2\pi R/v_1 = 3700 \text{ с}$.

Тематическое содержание.

Уровень 5, §6.1. Закон всемирного тяготения, движение по круговой орбите.

Уровень 5, §6.3. Движение искусственных спутников и Луны вокруг Земли (приближение круговой орбиты). Движение спутников планет.

Задание №5.

Школьник Петя определяет расстояния до шарового скопления. Помогите ему выяснить каково расстояние до шарового звездного скопления, если в нем видно несколько короткопериодических цефеид? Их видимая звездная величина $15,5^m$, а абсолютная $0,5^m$. Каков линейный диаметр скопления, если его угловой диаметр $1'$?

Решение задания №5.

Зная видимую и абсолютную звездные величины, найдем расстояние до шарового звездного скопления.

$$M = m + 5 - 5 \lg D.$$

$$5 \lg D = m + 5 - M.$$

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

$$\lg D = (15,5 + 5 - 0,5) / 5 = 4 ; D = 10^4 = 10000 (\text{пк}).$$

Зная расстояние и угловой размер, найдем линейный размер скопления.

$$d = (2 \rho * D) / 206265'' = (60'' * 10^4) / 206265'' = 2,9 \text{ пк}$$

здесь d - линейный диаметр звездного скопления; ρ – его угловой радиус.

Тематическое содержание.

Уровень 1, §2.2. Звезды и расстояния до них

Уровень 3, §4.1. Угловые измерения на небе.

Уровень 3, §4.2. Параллакс и геометрические способы измерений расстояний .

Уровень 6, §8.3. Зависимость звездной величины от расстояния

Уровень 6, §8.10. Звездные скопления.

Задание №6.

Оцените наибольшую и наименьшую скорость Земли по орбите в течение года. В какое время года Земля имеет такую скорость? Подтвердите свои рассуждения расчетами. Сравните с круговой скоростью Земли по орбите.

Решение задания №6.

Большая полуось земной орбиты равна $a_0=1$ а.е, эксцентриситет орбиты $e = 0,017$, а период обращения вокруг Солнца $T_0 = 1$ год.

Круговая скорость Земли по орбите

$$v_a = 2\pi a_0 / T_0, v_a = (2 * 3,14 * 149,6 * 10^6 \text{ км}) / 31,56 * 10^6 \text{ с} = 29,78 \text{ км/с} \approx 29,8 \text{ км/с}$$

Наибольшая скорость в перигелии (**в начале января**).

$$v_{\text{п}} = v_a * \sqrt{(1+e)/(1-e)}; \quad v_{\text{п}} = 29,8 \text{ км/с} \sqrt{(1+0,17)/(1-0,17)} = 30,3 \text{ км/с}$$

Наименьшая скорость Земли в афелии (**в начале июля**).

$$v_{\text{аф}} = v_a * \sqrt{(1-e)/(1+e)}; \quad v_{\text{аф}} = 29,8 \text{ км/с} \sqrt{(1-0,17)/(1+0,17)} = 29,3 \text{ км/с}$$

Тематическое содержание.

Уровень 5, §6.2. Механика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит).

Уровень 7, §10.1. Законы Кеплера, движение по эллипсу.

Уровень 7, §10.2. Небесная механика в Солнечной системе.