

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по астрономии
(2024 / 2024 учебный год)
9-10 классы**

ЗАДАНИЯ И РЕШЕНИЯ

Задание 1. Расположить небесные тела в порядке увеличения расстояния до них от Земли. Проксима Кентавра, Меркурий, Ганимед, Церера, Луна.

Решение задания 1. Луна, Меркурий – от 0,6 до 1,4 а.е., Церера – от 1,8 до 3,8 а.е., спутник Юпитера Ганимед – от 4,2 до 6,2 а.е., Проксима Кентавра – 4,3 световых лет. правильный ответ: Луна, Меркурий, Ганимед, Проксима Кентавра.

Оценивание задания 1. 5 баллов за правильную последовательность, за каждую ошибку (нарушение последовательности) – минус 1 балл. За понимание того, что расстояния до небесных тел непостоянны, и для Меркурия, Цереры и Ганимеда как спутника Юпитера они существенно меняются в зависимости от конфигурации планет – 2 балла. За правильное указание минимальных и максимальных значений расстояний до планет – 1 балл.

Задание 2. С поверхности какой планеты Солнечной системы Земля будет выглядеть ярче всего? Почему? Проиллюстрируйте ответ на рисунке.

Решение задания 2: Очевидно, это должна быть какая-то из близких к Земле планет – планета земной группы. При наблюдении с Марса Земля является внутренней планетой, и в момент сближения с Марсом повернута к нему ночной (а значит, тёмной) стороной, теряясь, кроме того, в солнечных лучах. Земля могла бы быть очень яркой при наблюдении с поверхности Венеры, но эта планета окутана плотным слоем облаков, поэтому небесные светила с её поверхности не видны. В итоге, ярче всего Земля может выглядеть с поверхности Меркурия. Надо оговориться, что Земля должна быть хорошо видна с Марса вблизи её элонгации, когда расстояние между планетами будет равно $(a_{\text{Марса}}^2 - a_{\text{Земли}}^2)^{1/2} = 1,14$ а.е. Но это существенно больше расстояния от Меркурия во время противостояния Земли $a_{\text{Земли}} - a_{\text{Меркурия}} \approx 0,62$ а.е., поэтому правильный ответ – Меркурий.

Оценивание задания 2. Понимание того, что речь может идти только о планетах земной группы – до 2 баллов. Понимание того, что максимальная яркость достигается при минимальном расстоянии между планетами – до 2 баллов. Знание условий наблюдений Земли с поверхности Венеры и Марса на минимальном расстоянии до Земли с расчетами – по 2 балла.

Задание 3. Какая планета проходит большее расстояние по орбите за 1 год – Марс или Юпитер? Орбиты считать круговыми. Обоснуйте свой ответ.

Решение задание 3: По третьему закону Кеплера $(T^2/a^3) = \text{const}$. Скорость планеты равна $V = 2\pi a/T = 2\pi / (\text{const} \cdot a^3)^{1/2} = (2\pi/\text{const}) / a^{1/2}$

Значит, чем больше значение большой полуоси планеты a (радиуса орбиты планеты), тем меньше должна быть скорость планеты. Таким образом, чем дальше планета от Солнца, тем меньшее расстояние она проходит за единицу времени. Т.е. Марс пройдет большее расстояние за 1 год, чем Юпитер.

Оценивание задание 3. Знание третьего закона Кеплера – 3 балла. Вывод о том, что с ростом большой полуоси орбиты уменьшается скорость движения планеты – 4 балла. Знание того, что радиус орбиты Марса меньше радиуса орбиты Юпитера – 1 балл.

Задание 4. На какое расстояние нужно переместить Марс, чтобы его противостояния наблюдались ровно каждые два года?

Решение задания 4. Формула для синодического периода S (периода повторения одинаковых конфигураций) – $1/S = 1/T_{\text{зем}} - 1/T_{\text{марс}}$, поскольку Марс – внешняя планета. Подставим сюда сидерический (звёздный) период $T_{\text{зем}} = 1$ год и $S = 2$ года. Тогда $1/S = 1/T_{\text{зем}} - 1/T_{\text{марс}} = 1 - 1/2 = 1/2$, откуда $T_{\text{марс}} = 2$ года. Из третьего закон Кеплера $a = (T_{\text{марс}})^{2/3}$ (Обучающийся должен знать, что использовать эту формулу можно только в том случае, если a будет в астрономических единицах, а T в годах) найдем новое значение большой полуоси орбиты Марса $a = 1,587$ а.е. Значит, надо отодвинуть Марс от Солнца на величину $1,587$ а.е. – $1,523$ а.е. $\approx 0,064$ а.е. Поскольку $1 \text{ а.е.} \approx 149600000$ км, смещение будет равно $9\,574\,400$ км.

Оценивание задания 4. Знание уравнения связи синодических и сидерического периодов – 2 балла. Вычисление нового сидерического периода Марса – до 2 баллов. Вычисление по третьему закону Кеплера значения новой большой полуоси орбиты Марса – до 2 баллов. Вычисление величины изменения большой полуоси орбиты Марса – до 2 баллов

Задание 5. Телескопу доступны звезды 18 звездной величины. Видна ли в него тесная двойная звезда, каждая компонента которой имеет 19 звездную величину? Ответ обоснуйте.

Решение задания 5: По определению звездной величины звезда n -й величины ярче звезды $(n+1)$ -й величины в $100^{1/5} \approx 2.5$ раза. Две звезды 19 величины ярче одной звезды 19 же величины только в 2 раза. Следовательно, такая двойная слабее, чем звезда 18 величины, и телескопу недоступна.

Оценивание задания 5. Знание формулы Погсона и, в частности, того, что яркость двух звёзд с разницей в 1 звездную величины отличается в 2,5 раза – до 4 баллов. Понимание того, что двойная звезда из компонент с яркостью 19 звёздная величина каждая вдвое ярче одной компоненты – 2 балла. Формулировка вывода – до 2 баллов.

Задание 6. Горизонтальный параллакс кометы $15''$, а видимый диаметр её газовой головы (комы) – $3'$. Оцените размеры головы кометы в километрах.

Решение задания 6. Горизонтальный параллакс – это угол, под которым с кометы виден экваториальный радиус Земли 6378 км. С кометы вся Земля видна под углом $2 \cdot 15'' = 30''$, а с Земли голова кометы видна под углом $3 \cdot 60'' = 180''$, или в 6 раз больше. Это значит, что и размер комы кометы в 6 раз превышает размер Земли $\approx 2 \cdot 6378 \cdot 6 = 76536$ км. Эту величину надо округлить, поскольку у комы нет резкой границы и параллакс, скорее всего, определён с точностью до $1''$. Таким образом, размер комы $\approx 76,5$ тысяч километров.

Оценивание задания 6. Понимание сущности суточного параллакса – до 2 баллов.
Правильный ход решения при определении размера комы, независимо от метода – до 4 баллов.
Правильность вычислений – до 2 баллов.

Справочные данные:

1 а.е. = $149,6 \cdot 10^6$ км

Земля: радиус 6378 км

Марс: большая полуось орбиты 1,523 а.е.

Меркурий: большая полуось орбиты 0,387 а.е.