

10 класс (6 задач, по 8 баллов каждая задача)

Задача 1. Телескопу доступны звезды 18-й звездной величины. Видна ли в него двойная звезда, каждая компонента которой имеет 19-ю звездную величину? Ответ обоснуйте.

Решение:

По определению звездной величины звезда n -й величины ярче звезды $(n+1)$ -й величины в $100^{1/5} \approx 2.5$ раза (**4 балла**). Две звезды 19 величины ярче одной звезды 19 же величины только в 2 раза (**2 балла**). Следовательно, такая двойная слабее, чем звезда 18 величины, и телескопу недоступна (**2 балла**).

Задача 2. В какой фазе была Луна за две недели до лунного затмения?

Решение:

Лунное затмение – это явление, когда Луна попадает в тень Земли, а это значит, что в этот момент Солнце, Земля и Луна оказываются на одной прямой таким образом, что Земля оказывается точно между Солнцем и Луной (**2 балла**). Полный оборот вокруг Земли Луна совершает примерно за месяц (**2 балла**). Значит, за две недели до затмения Луна находилась с противоположной стороны от Земли, т.е. между Солнцем и Землей (**2 балла**). Эта фаза называется новолунием (**2 балла**).

Задача 3. Не используя третий закон Кеплера, определите расстояние Юпитера от Солнца в астрономических единицах, если противостояние Юпитера произошло 10 июля. Через 11 лет 315 дней (звёздный период обращения Юпитера) геоцентрическая разность долгот Юпитера и Солнца составляла, по наблюдениям, $\Delta l = 120^\circ$.

Решение:

В последний момент наблюдения угол между направлением от Солнца на Землю и Юпитер $\alpha = 360^\circ \cdot (365,25 - 315) / 365,25 \approx 50^\circ$ (**2 балла**). По теореме

синусов (сделайте чертёж) (4 балла) получаем $r_{ю} = r \sin(\Delta l) / \sin(180^\circ - \Delta l - \alpha) \approx 5 \text{ а.е.}$ (2 балла)

Задача 4. Спутник Нептуна Тритон имеет радиус орбиты, равный радиусу орбиты Луны вокруг Земли, но делает один оборот вокруг Нептуна за 6 суток. Во сколько раз отличаются массы Нептуна и масса Земли? Какая из них больше?

Решение:

Из закона всемирного тяготения и второго закона Ньютона следует, что центростремительное ускорение при движении по круговой орбите радиуса R вокруг тела массы M равно $a = GM/R^2$ (2 балла). С другой стороны, оно равно $a = v^2/R$, где v – орбитальная скорость (1 балл). Отсюда следует, что, если радиусы орбит одинаковы, масса M пропорциональна v^2 (2 балла). Луна делает оборот по своей орбите примерно за месяц. Так как длины орбит одинаковы, то орбитальная скорость Тритона примерно в 5 раз больше, чем орбитальная скорость Луны (1 балл). Следовательно, масса Нептуна в $5^2 = 25$ раз больше массы Земли (2 балла).

Задача 5. Измеренная полуночная высота нижнего края Солнца h' была $24^\circ 14' 5''$. Склонение Солнца δ в этот день $+21^\circ 19' 34''$, а угловой радиус R_c $15' 47''$. Определите с учётом рефракции широту места наблюдения φ .

Решение:

Наблюдаемое зенитное расстояние центра Солнца $z' = 90^\circ - (h' + R_c) = 75^\circ 33' 8''$ (2 балла). Поправка на рефракцию вычисляется по формуле $\rho \approx 58,2'' \text{tg } z'$ и равна $3' 45''$ (2 балла). Следовательно, истинное зенитное расстояние $z = z' + \rho = 75^\circ 36' 53''$ (2 балла). Широта места наблюдения с учётом того, что в полночь Солнце находилось в нижней кульминации, равна $\varphi = 180^\circ - z - \delta = 83^\circ 03' 33''$ (2 балла).

Задача 6. Какая планета проходит большее расстояние по орбите за 1 год – Марс или Юпитер? Орбиты считать круговыми. Обоснуйте свой ответ.

Решение:

По третьему закону Кеплера $T^2/a^3 = \text{const}$ (**2 балла**). Скорость планеты равна

$$V = 2\pi a/T = 2\pi a / (\text{const} \cdot a^3)^{1/2} = (2\pi/\text{const}) / a^{1/2} \text{ (2 балла)}$$

Значит, чем больше значение большой полуоси планеты (радиуса орбиты планеты), тем меньше должна быть скорость планеты. Таким образом, чем дальше планета от Солнца, тем меньшее расстояние она проходит за единицу времени (**2 балла**). Т.е. Юпитер пройдет меньшее расстояние за 1 год, чем Марс (**2 балла**).