

## 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  $\delta$  в этот день  $+21^\circ 19' 34''$ , а угловой радиус  $R_c$   $15' 47''$ . Определите с учётом рефракции широту места наблюдения  $\varphi$ .

**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**).