

## Решения задач теоретического тура

Ярославль,  
16-20 мая

### 8-9 класс

1. Во время солнечного затмения лунная тень движется по поверхности Земли приблизительно с запада на восток со скоростью около 1 км/с (это скорость движения Луны по орбите). В ту же сторону, но с меньшей скоростью, происходит суточное движение земной поверхности: на экваторе его скорость достигает  $2\pi R_{\oplus}/24^h = 0,5$  км/с, а на полюсах уменьшается до нуля. Поэтому в районе экватора скорость тени относительно поверхности составляет только 0,5 км/с. Приняв диаметр лунной тени в 200 км, легко вычислить, что в высоких широтах затмение может продолжаться около 3,5 минут, тогда как на вблизи экватора – до семи минут.

2. Солнце быстрее всего движется по эклиптике в первых числах января, когда Земля проходит через перигелий орбиты. В этот период Солнце находится в созвездии Стрельца и в зодиакальном знаке Козерога. Значит, через знак козерога Солнце проходит наиболее быстро.

3. Орбита кометы сильно вытянута, поэтому в афелии она находится на расстоянии около  $2a_k$  от Солнца, а планета на расстоянии  $a_n$  ( $a$  – большая полуось орбиты). Значит отношение расстояний в афелии, найденное из третьего закона Кеплера:

$$\frac{2a_k}{a_n} = 2 \left( \frac{T_k}{T_n} \right)^{2/3} = 1,2.$$

Комета Галлея в афелии удаляется за орбиту Нептуна.

4. Это эффект контраста: на фоне ночного неба пепельный свет Луны виден, а на фоне яркого дневного – нет. Даже в момент полного затмения небо вблизи Луны ярко освещено солнечной короной.

5. Разница в  $20^m$  уменьшает поток фотонов в  $10^8$  раз. Время экспозиции ( $3600^s$ ) и площадь объектива ( $\pi D^2/4 = 7854 \text{ см}^2$ ) увеличивают его в  $3600 \cdot 7854 = 2,8 \cdot 10^7$  раз (потерь в оптике мы не учитываем). Следовательно, на пластинку попадает  $0,28 \cdot 10^6$  фотонов.

6. На низкой круговой орбите корабль движется с первой космической скоростью:

$$V^2 = \frac{GM}{R},$$

где  $M$  и  $R$  – масса и радиус Земли. Его орбитальный период равен

$$P = \frac{2\pi R}{V} = 2\pi \left( \frac{R^3}{GM} \right)^{1/2}.$$

Учитывая, что средняя плотность  $\rho = M/(4\pi R^3/3)$ , получим:

$$\rho = \frac{3\pi}{GP^2}.$$

Следовательно, определив с помощью часов период обращения корабля вокруг планеты, можно вычислить ее среднюю плотность.