

2022

Республиканская олимпиада
по астрономии
Задания II этапа. Теоретический тур

Теоретический тур

УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель председателя
комитета по образованию
Мингорисполкома
Л.М.Борисенко
« ____ » 2022

1. На экваторе в день весеннего равноденствия астроном хочет пронаблюдать две яркие звезды с координатами $\alpha_1 = 22^h 13^m$, $\delta_1 = 40^\circ 34'$ и $\alpha_2 = 8^h 09^m$, $\delta_2 = -37^\circ 45'$. Сможет ли он увидеть их невооруженным глазом одновременно (при ясной погоде)? Ответ обоснуйте.
2. В настройках часового механизма экваториальной монтировки телескопа есть три скорости: звездная, солнечная и лунная. В первом случае телескоп сделает оборот вокруг полярной оси за $23^h 56^m$, во втором – за 24^h . С каким периодом будет обращаться монтировка, если выбрать лунную скорость? Считайте для простоты, что орбита Луны круговая и совпадает с плоскостью земного экватора, сидерический месяц составляет 27.32 суток.
3. 26 сентября этого года произошло противостояние Юпитера, а 8 декабря случится противостояние Марса. Считая орбиты всех планет круговыми, определите, когда произойдет ближайшая квадратура Юпитера для наблюдателя, расположенного на Марсе? Какой будет эта квадратура – восточной или западной? Орбитальный период Марса составляет 1.88 года, а Юпитера – 11.86 года.
4. Во время полета миссии «Аполлон-8» в 1968 году корабль первоначально был выведен на сelenоцентрическую (вокруг Луны) орбиту с высотой периселения 113 км и высотой апоселения 312 км. Спустя 5 с половиной часов в точке периселения был включен основной двигатель, и форма орбиты изменилась до круговой. Двигатель работал 9 секунд. С каким ускорением (замедлением) двигался корабль в этот момент? Мощность двигателя считайте постоянной, массу потраченного топлива – ничтожной по сравнению с массой корабля. Радиус Луны $R_L = 1737$ км, а ее масса $M_L = 7.3477 \cdot 10^{22}$ кг, постоянная всемирного тяготения $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$.
5. Учитель астрономии на перемене решил заварить себе чай, вскипятив воду. Поскольку в школе нельзя использовать электрочайники, он взял телескоп с диаметром объектива 150 мм и фокусом 750 мм и сфокусировал солнечные лучи на абсолютно черной кружке. Для простоты давайте допустим, что кружка представляет собой закрытый (но не герметичный) куб объемом 300 мл, заполненный доверху водой при начальной температуре 20°C .
 - а) Рассчитайте время, за которое вода в кружке нагреется до 100°C . Считайте, что потеря света в телескопе нет, солнечные лучи не поглощаются в атмосфере, а кружка не теряет тепло ни за счет излучения, ни за счет нагрева воздуха. Солнечная постоянная составляет $1366 \text{ Вт}/\text{м}^2$.
 - б) Если мы в предыдущем пункте учтем то, что кружка излучает, как абсолютно черное тело, то как изменится ответ на предыдущий пункт? Считайте, что поглощаемое тепло мгновенно распределяется по всей кружке.
 - в) Теперь вместо кружки поставим в фокальной плоскости этого же телескопа абсолютно черный экран. Какая будет температура в месте расположения изображения Солнца? Угловой радиус Солнца составляет $\rho_\odot = 16'$ (можно считать, что угол достаточно мал и $\sin \rho_\odot = \rho_\odot$ при условии, что ρ_\odot выражается в радианах), учитывайте только теплопотери за счет излучения.
 - г) Оказывается, измеряя температуру в фокусе и зная параметры объектива, можно вычислить температуру поверхности Солнца. Выведите связь между этими температурами, используя только диаметр D и фокусное расстояние F объектива.

Подсказка: удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot K^{-1}$, постоянная Стефана-Больцмана $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot K^{-4}$.