

Ставропольский край

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
2017/18 учебного года

АСТРОНОМИЯ

10 класс

1. Определите экваториальные координаты южного полюса эклиптики/
2. При каких условиях Плутон наблюдается на минимальном расстоянии от Земли? Чему равно это расстояние в астрономических единицах? Известно: $a_{\text{П}} = 39.48$ а.е., $e_{\text{П}} = 0.249$, $e_{\text{З}} = 0.017$, угол наклона плоскости орбиты Плутона к плоскости эклиптики, $i = 17.14^\circ$.
3. Насколько различаются видимые звёздные величины Солнца летом и зимой, если эксцентриситет земной орбиты составляет $e = 0.017$?
4. Чему равно отношение радиусов звезд в системе затменно-переменной типа Алголя, если затмение центральное, спутник темный, а отношение блеска в максимуме и минимуме равно n ?
5. Расстояние до Сириуса (2,7 пк) уменьшается на 8 км каждую секунду. Через сколько лет блеск Сириуса возрастет вдвое?
6. Космический корабль опустился на астероид диаметром 1 км и средней плотностью $2,5 \text{ г/см}^3$. Космонавты решили объехать астероид по экватору за 2 часа. Смогут ли они это сделать?

РЕШЕНИЯ

1. Зная величину наклона земной оси, $\varepsilon = 23,5^\circ$, определим, что южный полюс эклиптики имеет склонение,

$$\delta = -90^\circ + 23,5^\circ = -66,5^\circ.$$

Прямое восхождение будет равно 1/4 окружности небесного экватора, так как должно измеряться от точки весеннего равноденствия до точки пересечения круга склонения, проходящего через полюсы мира и южный полюс эклиптики с небесным экватором, поэтому

$$\alpha = 24^h/4 = 6^h.$$

Рисунок к решению задачи обязателен.

2. Когда Плутон в противостоянии в перигелии, а Земля – в афелии. В решении обязателен рисунок.

$$Q_3 = a_3(1 + \varepsilon_3) = 1.017 \text{ а.е.}$$

$$q_{\text{П}} = a_{\text{П}}(1 - \varepsilon_{\text{П}}) = 29.649 \text{ а.е.}$$

С учетом наклона орбиты Плутона минимальное расстояние между Землей и Плутоном будет $\Delta = q_{\text{П}} \cdot \cos i - Q_3 = 28.332 - 1.017 = 27.315 \text{ а.е.}$

3. Разность видимых звездных величин Солнца, когда Земля в перигелии и афелии

$$m_p - m_a = -2.5 \lg(E_p - E_a) = -2.5 \lg(r_p - r_a)^2 = -5 \lg(r_p - r_a)$$

$$r_a = a(1 + \varepsilon)$$

$$r_p = a(1 - \varepsilon)$$

$$m_1 - m_2 = -5 \lg \left(\frac{1 + \varepsilon}{1 - \varepsilon} \right) = -5 \lg(1.017/0.983) = -0.074$$

4. В максимуме светит весь диск звезды, площадью $\pi \cdot R^2$, а в минимуме – только его часть, не закрытая спутником, площадью $\pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2$.

Значит отношение блеска равно $n = R^2 / (R^2 - r^2)$,

Откуда отношение радиусов:

$$r/R = \sqrt{1 - \frac{1}{n}}$$

5. Отношение блеска обратно пропорционально отношению квадрата расстояний, поэтому,

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 2,$$

отсюда $r_1 = \sqrt{2} * r_2$

С другой стороны, $r_1 - r_2 = v * \Delta t$

Решаем систему двух уравнений, находим

$$\Delta t = \frac{r_1(1-0.71)}{v} = 3.1 * 10^{12} \text{с} \approx 100\,000 \text{ лет}$$

6. Нет, не смогут. Вездеход должен двигаться со скоростью не больше

первой космической, $v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}$

Время облета астероида по низкой орбите : $T = 2 \cdot \pi \cdot R / v_1$

Масса астероида: $M = \rho \cdot V$

Объем астероида: $V = 4 \cdot \pi \cdot R^3 / 3$

Учитывая это, получаем, что время облета астероида по очень низкой орбите составит: $T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$

Из этого уравнения видно, что время зависит только от плотности планеты.

Зная плотность астероида, $\rho = 2,5 \text{ г/см}^3$, получаем время облета по очень низкой орбите $T = 2,2$ часа, что больше заявленного.