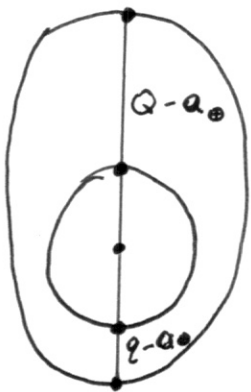


# Задача N<sup>o</sup> 1.

Определим большую полуось орбиты астероида.

$$\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3}$$

$$\begin{aligned}
 a &= a_{\oplus} \cdot \sqrt[3]{\frac{T^2}{T_{\oplus}^2}} = \sqrt[3]{3,9^2} \text{ а.е.} = \sqrt[3]{(1,3 \cdot 3)^2} = \sqrt[3]{1,69 \cdot 9} = \\
 &= \sqrt[3]{12,21} \approx 2,3 \text{ а.е.}
 \end{aligned}$$



III. к астероиду светит отраженный светом, <sup>на Земле</sup>  
 то его светимость обратно пропорциональна  
 квадрату расстояния до Солнца и обратно  
 пропорциональна квадрату расстояния до Земли

$$\frac{L_{\max}}{L_{\min}} = \frac{Q^2 (Q - a_{\oplus})^2}{q^2 (q - a_{\oplus})^2} = 10^{0,9061}$$

$$\frac{a^2 (1+e)^2 (a(1+e) - a_{\oplus})^2}{a^2 (1-e)^2 (a(1-e) - a_{\oplus})^2} = 10^{0,9 \cdot 2,5}$$

$$\left( \frac{(1+e)(a(1+e) - a_{\oplus})}{(1-e)(a(1-e) - a_{\oplus})} \right)^2 = 10$$

$$\frac{a(1+e)^2 - a_{\oplus}(1+e)}{a(1-e)^2 - a_{\oplus}(1-e)} = \sqrt{10}$$

$$2,3(1+e)^2 - (1+e) = (2,3(1-e)^2 - (1-e)) \cdot 3,17$$

$$2,3 (1 + 2e + e^2) - 1 - e = 7,3 (1 - 2e + e^2) - 3,17 + 3,17e$$

$$1,3 + 3,6e + 2,3e^2 = 4,13 - 11,43e + 7,3e^2$$

$$5e^2 - 15e + 2,83 = 0$$

$$D = 15^2 - 4 \cdot 5 \cdot 2,83 = 225 - 56,6 = 168,4$$

$$e = \frac{15 \pm \sqrt{D}}{2 \cdot 5} = \frac{15 - \sqrt{168,4}}{10} \approx \frac{15 - 13}{10} = 0,2$$

Ответ: e = 0,2

Задача № 4.

Найдем массу звезды:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} a^3$$

$$T_{\oplus}^2 = \frac{4\pi^2}{GM_{\oplus}} a_{\oplus}^3$$

$$\Rightarrow \frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{M_{\oplus}}{M} \cdot \frac{a^3}{a_{\oplus}^3}$$

$$(0,25)^2 = \frac{M_{\oplus}}{M} \cdot (0,5)^3$$

$$(0,5)^4 = \frac{M_{\oplus}}{M} \cdot (0,5)^3$$

$$M = 2M_{\oplus}$$

$$S_1 = 1 \text{ м}^2$$

$$S_2 = 2 \text{ м}^2$$

$$\eta = 30\%$$

$$a = 0,5 \text{ а.о.}$$

$$T = 0,25 \text{ года}$$

$$D = 4 \cdot 10^2 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

III. и для звезды такой же величины получим выходящую мощность  $L \sim 4 \text{ м}$ , то светимость звезды  $L = 16 L_{\odot}$  за 1 с

Значит энергия, которую получают звездолет из излучения

$$\text{равна } N_2 = \frac{L}{4\pi a^2} \cdot S_2 \cdot \eta = \frac{16 L_{\odot}}{4\pi a^2} \cdot S_2 \cdot \eta$$

Если частицы распространяются в пространстве равномерно, то масса частиц, которые попадут в ловушку за год <sup>равномерно</sup> равна:

$$m = \frac{10^{-14} \cdot M}{4\pi a^2} \cdot S_1$$

Значит за год звездаем получим энергию за 1с, равную

$$N_1 = \frac{m \cdot c^2}{2 \cdot T_0} = \frac{10^{-14} \cdot M \cdot S_1 \cdot c^2}{2 \cdot 4\pi a^2 \cdot T_0} = \frac{2 \cdot M_0 \cdot 10^{-14} \cdot S_1 \cdot c^2}{2 \cdot 4\pi a^2 \cdot T_0} = \frac{10^{-14} M_0 \cdot S_1 \cdot c^2}{4\pi a^2 \cdot T_0}$$

Найдем нужное нам отношение:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\frac{16 L_0 S_2 \cdot \eta}{4\pi a^2}}{\frac{10^{-14} M_0 S_1 \cdot c^2}{4\pi a^2 T_0}} = \frac{16 \cdot L_0 S_2 \cdot \eta \cdot T_0}{10^{-14} \cdot M_0 \cdot S_1 \cdot c^2} = \frac{16 \cdot 4\pi R_0^2 \cdot 6 T_0^4 \cdot S_2 \cdot \eta \cdot T_0}{10^{-14} \cdot M_0 \cdot S_1 \cdot c^2}$$

$$= \frac{16 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 7000000000^2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 5800^4 \cdot 2 \cdot 0,3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{10^{-14} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 4 \cdot 10^5} =$$

Выглядит очень сложно, оценим порядок:

$$= \frac{1,6 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 7^2 \cdot 10^{16} \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 5,8 \cdot 10^{12} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{-1} \cdot 3,65 \cdot 2,4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 10^5}{10^{-14} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 4 \cdot 10^5} =$$

$$= \frac{1,6 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 5,67 \cdot 5,8 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,65 \cdot 2,4 \cdot 6 \cdot 6}{2 \cdot 4} \cdot 10^4 =$$

$$= 1,6 \cdot 3,14 \cdot 5,67 \cdot 5,8 \cdot 3,65 \cdot 2,4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 10^4 \approx$$

$$\approx 2 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 10^4 \approx 2^6 \cdot 3^5 \cdot 4 \cdot 10^4 \approx 2^8 \cdot 3^5 \cdot 10^4$$

$$\approx 32 \cdot 243 \cdot 10^4 \approx 8 \cdot 10^7 - \text{Ответ}$$

Задача № 5.  
максимальное  
расстояние

(4)

1) Оценим угловое расстояние между звездами:

диаметр 4 пальцев  $\approx 7$  см  
расстояние от глаза до лампы  $\approx 70$  см  $\Rightarrow$

$$\text{угол } \delta_1 = \frac{7}{70} = 0,1 \text{ рад.} \approx 6^\circ$$

2) т.к. первая звезда имеет модуль эклиптической широты, равный  $10^\circ$ , ее склонение может быть равно от  $+33,5^\circ$  до  $-33,5^\circ$ , но т.к. ее видно в Санкт-Петербурге, ее склонение может быть равно от  $+33,5^\circ$  до  $-30^\circ$ .

3) Оценим склонение второй звезды:

$$\cos A_{\perp} = -\frac{\sin \delta}{\cos \varphi}$$

$$\cos(120^\circ) = -\frac{\sin \delta}{\cos(60^\circ)}$$

$$-\frac{1}{2} = -\frac{\sin \delta}{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sin \delta = \frac{1}{4} \Rightarrow \delta_2 \approx 14^\circ$$

4) т.к. максимальное расстояние между звездами  $\delta = 60^\circ$ , а склонение второй звезды  $\delta_2 = 14^\circ$ , то склонение первой может измениться от  $\delta_2 - \delta$  до  $\delta_2 + \delta$ , то есть от  $8^\circ$  до  $20^\circ$

# Задача №3.

1) Рассчитаем скорости Луны относительно Земли:

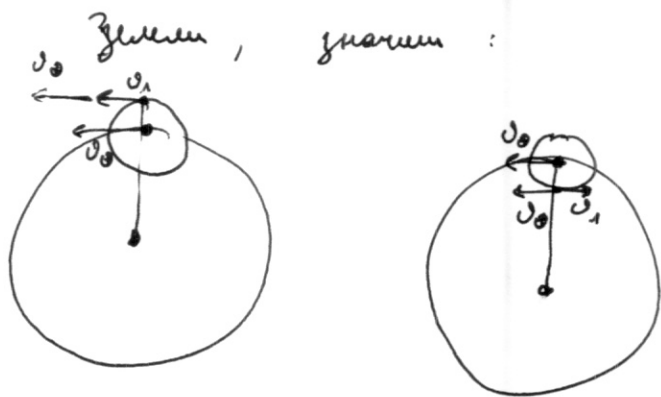
$$v_1 = \frac{2\pi a_1}{T_1} = \frac{2\pi \cdot 300000}{27,3} \frac{\text{км}}{\text{день}} \approx 6,3 \cdot 10^4 \frac{\text{км}}{\text{день}}$$

2) Рассчитаем скорости Земли относительно Солнца:

$$v_2 = \frac{2\pi a_2}{T_2} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 150\,000\,000 \text{ км}}{365,24 \text{ день}} \approx \frac{6,28 \cdot 150\,000\,000}{365,24} \frac{\text{км}}{\text{день}} =$$

$$= \frac{93,95 \cdot 10^7}{365,24} \frac{\text{км}}{\text{день}} \approx \frac{1}{3,7} \cdot 10^7 \frac{\text{км}}{\text{день}} \approx 3 \cdot 10^6 \frac{\text{км}}{\text{день}}$$

3) Из первых двух пунктов получили, что скорости Земли относительно Солнца больше скорости Луны относительно Земли, значит:



т.е. ~~Относительная~~ скорость  
 в планетарной скорости  
 Луны относительно Солнца будет  
 изменяться от  $(v_2 - v_1)$  до  
 $(v_2 + v_1)$ . Т.е.  $v_2 > v_1$ , она

всегда будет оставаться положительной  $\Rightarrow$  относительно  
 Солнца Луна будет ~~тогда~~ всегда двигаться в одну же  
 сторону, что и Земля  $\Rightarrow$  у траекторий Луны  
 не может быть самопересечений.

Т.е. скорости Луны <sup>от Солнца</sup> направлены в одну сторону с  
 скоростью Земли, т.е. и в ~~любой~~ <sup>любой</sup> вычисленной проекции  
 орбиты всегда ~~бы~~ возможна только Луна находится  
 между Землей и Солнцем и движется в противоположную  
 от Земли сторону  $\Rightarrow$  траектория Луны всегда выпукло  
 наружу.