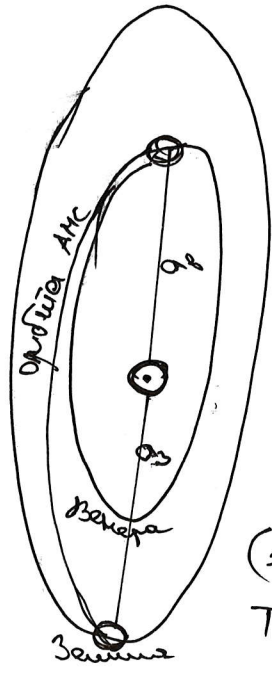


1.



$$T^2 = a^3$$

$$a = \frac{a_3 + a_1}{2}$$

$$a_1 = 0,4 \text{ а.е.}$$

$$a_3 = 1 \text{ а.е.}$$

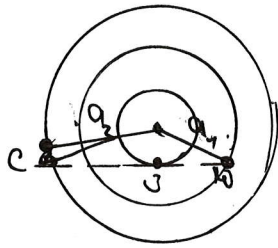
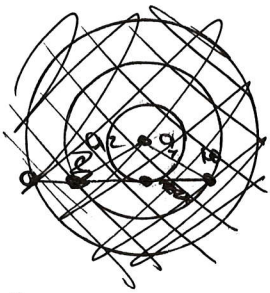
$$a = \frac{1 + 0,4}{2} = \frac{1,4}{2} = 0,7$$
~~$$T^2 = (0,85)^3$$~~

$$T^2 = (0,85)^3$$
~~$$(1-x)^n = 1 - nx$$~~

$$T = (0,85)^{\frac{3}{2}}$$

$0,85 = 1 - 0,15 \Rightarrow$   
 $T = (1 - 0,15)^{\frac{3}{2}} = 1 - \frac{3}{2} \cdot 0,15 = 1 - \frac{9}{40} = \frac{31}{40} \approx 0,775 \text{ года}$   
 П.к. минимизирующей энергии орбита проходит по линии своей орбиты, то  $t_{\text{полн}} = \frac{1}{2} T = \frac{1}{2} \cdot 0,775 \approx 0,38 \text{ года}$   
 Перебегу & елки:  
 $0,38 \cdot 365 \approx 138,7 \text{ сут} \approx 139 \text{ сут}$   
 $12 \text{ мес} + 139 \text{ сут} \approx 1 \text{ июня}$   
 Возможно расхождение & несколько дней из-за округления.  
 Ответ: 1 июня

4.



$a_1 = 8 \text{ a.e.}$   
 $a_2 = 12 \text{ a.e.}$   
 $T_3 = 2 \text{ года}$

$$\frac{T_{10}^2}{T_c^2} = \frac{a_{10}^3}{a_c^3} \quad \left(\frac{T_{10}}{T_c}\right)^2 = \left(\frac{a_{10}}{a_c}\right)^3$$

$$\left(\frac{T_{10}}{T_c}\right)^2 = \left(\frac{8}{12}\right)^3$$

$$\frac{T_{10}}{T_c} = \sqrt{\left(\frac{8}{12}\right)^3} = \sqrt{\frac{8}{27}}$$

(близ. магн.  $3^2=9$ )

$\sqrt{81} \approx 9, \sqrt{27} \approx 5,2$  (близчайший полный квадрат  $5^2=25$ )

$$\frac{T_{10}}{T_c} = \frac{3,8}{5,2} = \frac{7}{13}$$

~~$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_3} - \frac{1}{T}$$~~

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{2} - \frac{1}{T} \quad \frac{1}{S} = \frac{T-2}{2T}$$

$$S = \frac{T-2}{2T}$$

$$\frac{S_{10}}{S_c} = \frac{T_0-2}{2T_{10}} : \frac{T_c-2}{2T_c} \quad T_{10} = 7x \quad T_c = 13x$$

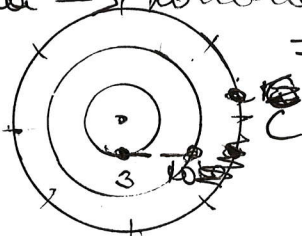
~~$$\frac{S_{10}}{S_c} = \frac{7x-2}{2 \cdot 7x} \cdot \frac{2 \cdot 13x}{13x-2} = \frac{7x-2}{7x} \cdot \frac{13x}{13x-2} = \frac{13x(7x-2)}{7x(13x-2)} = \frac{13(7x-2)}{7(13x-2)} = \frac{91x-26}{91x-14} =$$~~

~~$\approx 1 \frac{12}{91x-14}$   
 если отношение периодов будет отличаться на сутки, то наблюдение возможно.~~

~~$$\Rightarrow \frac{12}{91x-14} = \frac{1}{365} \quad \frac{91x-26}{91x-14} = \frac{1}{365}$$~~

~~$$365(91x-26) = 91x-14$$
  
 $33215x - 9490 = 91x - 14$~~

Когда Юпитер будет в той же точке, что и Марс, как позиция, пройдет 7x времени, а Сатурну необходимо пройти еще  $\frac{6}{13}x$  времени до той же точки. Это почти половина всего периода движения по орбите Сатурна  $\Rightarrow$  положение планеты будет таким:



$\Rightarrow$  наблюдение возможно  
 Ответ: можно

(2)

5.

$$\frac{a^3}{T^2(M_1+M_2)} = \frac{G}{4\pi^2}$$

$$M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$T = 88 \text{ суток} = 88 \cdot 3600 \text{ с}$$

$$M_1 + M_2 \leq 1,8 M_{\odot}$$

$$\frac{a^3}{(88 \cdot 3600)^2 \cdot 1,8 M_{\odot}} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11}}{4 \cdot (3,14)^2}$$

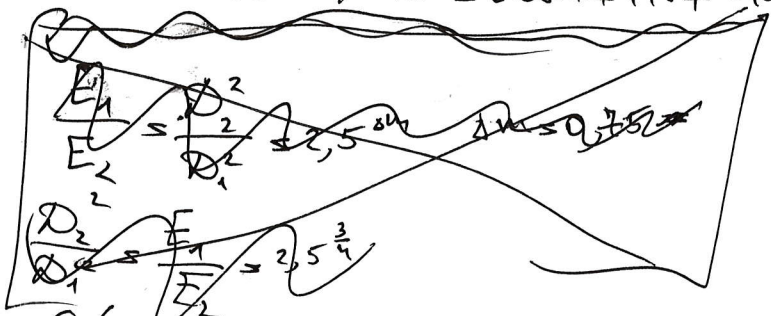
$$\frac{a^3}{88^2 \cdot 36^2 \cdot 10^4 \cdot 1,8 M_{\odot}} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11}}{4 \cdot (3,14)^2}$$

~~$\frac{E_1}{E_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} = \frac{2,5^2}{2,5^2} = 1$~~   
 ~~$\Delta n = 0,75$~~   
 ~~$\frac{E_1}{E_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} = \frac{2,5^2}{2,5^2} = 1$~~

$$\frac{a^3}{88^2 \cdot 36^2 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{30}} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11}}{4 \cdot 3,14^2}$$

$$a^3 = \frac{88^2 \cdot 36^2 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}{24 \cdot 3,14^2} \approx \frac{88^2 \cdot 36^2 \cdot 10^{23} \cdot 7}{2 \cdot 3^2} \approx \frac{36 \cdot 36 \cdot 88^2 \cdot 10^{23} \cdot 7}{2 \cdot 9}$$

$$a^3 = 2 \cdot 36 \cdot 88^2 \cdot 7 \cdot 10^{23} = 2 \cdot 36 \cdot 7744 \cdot 7 \cdot 10^{23} = 4 \cdot 10^6 \cdot 10^{23} = 4 \cdot 10^{29} \text{ м}$$



~~$M_1 v_1 = M_2 v_2$~~   
 ~~$v_1 + v_2 = 4 \cdot 10^{29} \text{ м}$~~   
 ~~$M_1 + M_2 = 1,8 M_{\odot} = 1,8 \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$~~   
 ~~$M_1 = 3,6 \cdot 10^{30} - M_2$~~   
 ~~$v_1 = 4 \cdot 10^{29} - v_2$~~   
 ~~$(3,6 \cdot 10^{30} - M_2) \cdot (4 \cdot 10^{29} - v_2) = M_2 v_2$~~   
 ~~$3,6 \cdot 10^{30} v_1 - M_2 v_1 = M_2 \cdot 4 \cdot 10^{29} - M_2 v_1$~~   
 ~~$3,6 \cdot 10^{30} v_1 = 4 \cdot 10^{29} M_2$~~   
 ~~$36 v_1 = 4 M_2$~~   
 ~~$M_2 = 9 v_1$~~



$$d = 600 \text{ км}$$

$$T = 4 \text{ года}$$

$$v = 3 \text{ км/ч}$$

$$T_{\text{обр}} = 4 \text{ сут}$$

Найдем линейную скорость вращения астероида (на экваторе)  $v_{\text{аст}}$ .

$$v_{\text{аст}} = \frac{L_{\text{жкб}}}{T_{\text{обр}}}$$

$$L_{\text{жкб}} = 2\pi r = \pi d$$

$$v_{\text{аст}} = \frac{\pi d}{T_{\text{обр}}} = \frac{3,14 \cdot 600}{4 \cdot 24} = \frac{3,14 \cdot 150}{24} = \frac{47,55}{4} = 11,8875 \text{ км/ч}$$

Возможны две ситуации:

- 1) вращение астероида и движение аппарата сонаправлены
- 2) вращение астероида и движение аппарата противоположно направлено

В 1 случае скорость движения аппарата в сторону тени =

$$v_{\text{общ1}} = v_{\text{аст}} + v_{\text{апп}}$$

В 2 случае:

$$v_{\text{общ2}} = |v_{\text{аст}} - v_{\text{апп}}|$$

П.к. аппарат начал движение из центра облученной полярной тени без учета движения самого аппарата время движения его в сторону тени (то есть только за счет вращения астероида) =  $\frac{1}{4} T_{\text{обр}} = 1 \text{ сут}$

Найдем расстояние, которое за это время пройдет аппарат.

$$S_1 = 24 \cdot 3 = 72 \text{ км}$$

Найдем длину дуги экватора астероида, которую пройдет "неподвижный" аппарат.

$$S_2 = 11,8875 \cdot 24 = 285,3 \text{ км}$$

В 1 случае (движение сонаправ.)

$$S_{\text{общ1}} = S_2 - S_1 = 285,3 - 72 = 213,3 \text{ км}$$

В 2 случае (движ. противоположно)

$$S_{\text{общ2}} = S_2 + S_1 = 285,3 + 72 = 357,3 \text{ км}$$

Необходимо посчитать долю от экватора.

$$L_{\text{жкб}} = \pi d = 3,14 \cdot 600 = 1884 \text{ км}$$

$$\frac{S_{\text{общ1}}}{L_{\text{жкб}}} = \frac{213,3}{1884} \approx \frac{200}{1900} \approx 0,11$$

$$\frac{S_{\text{общ2}}}{L_{\text{жкб}}} = \frac{357,3}{1884} \approx \frac{350}{1900} \approx 0,18$$

$$\frac{S_{\text{общ2}}}{L_{\text{жкб}}} = \frac{357,3}{1884} \approx \frac{550}{1900} \approx 0,29$$

Ответ: 0,11 от экватора или 0,29 от экватора

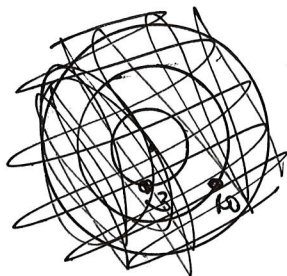
$$Q = \sqrt[3]{4 \cdot 10^{29}} = (4 \cdot 10^{29})^{\frac{1}{3}} \quad 5 \text{ (продолжи)} \quad \text{или } 3 \text{ и } 4 \quad \boxed{151}$$

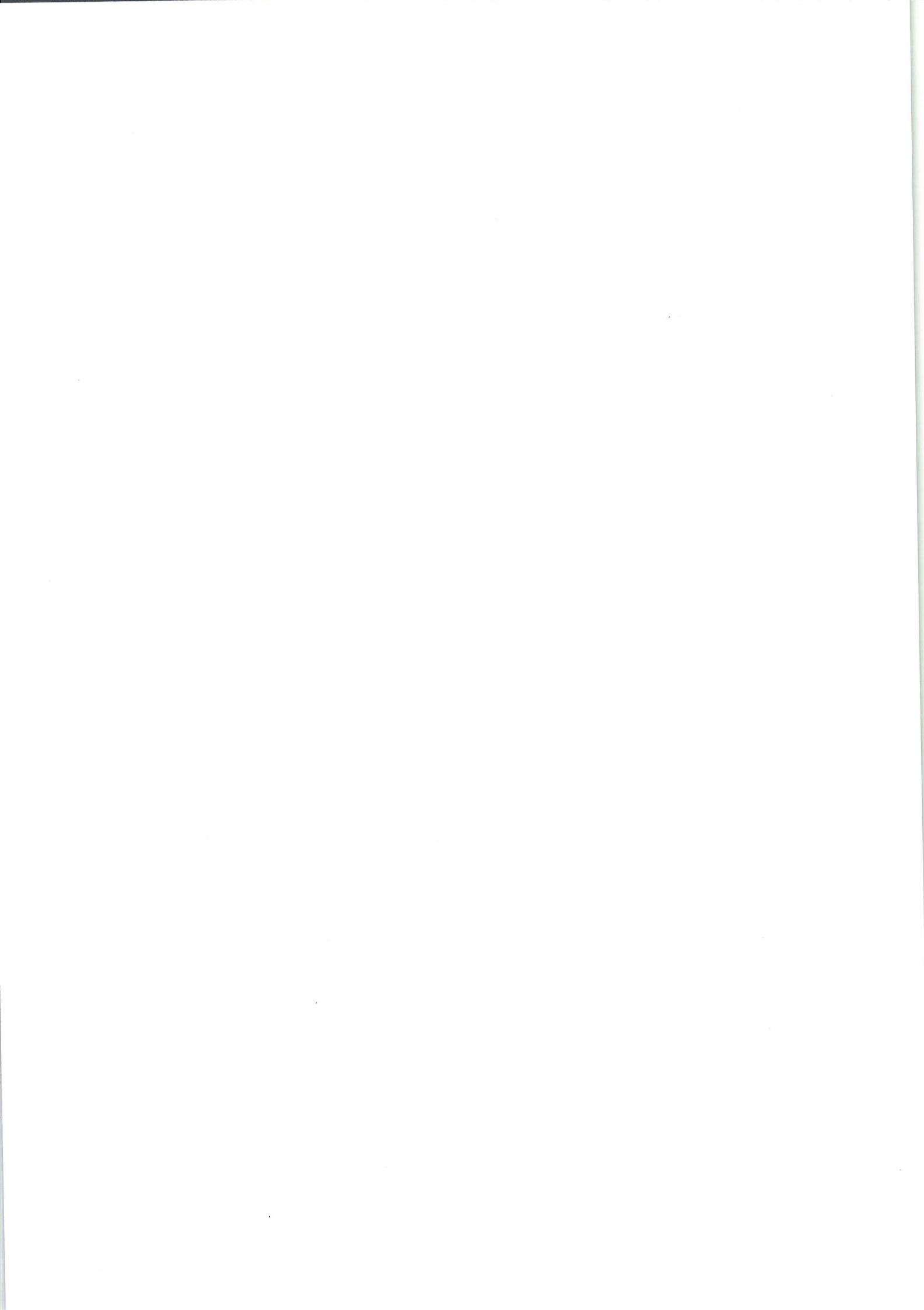
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2} = 2,5^{0,4} = 2,5^{0,75}$$

$$2,7^{0,4} \approx 2$$

---

продолжи





S = 2 марс. 200a

t - ?

S - ?

1 марс. L = 687 сут ~~км~~ ≈ 1,9 земного 200a  
 $v_{\text{м}} = 3400 \text{ км}$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\text{м}}} - \frac{1}{T}$$

$$-\frac{1}{S} + \frac{1}{T_{\text{м}}} = \frac{1}{T}$$

$$\frac{1}{T_{\text{м}}} - \frac{1}{S} = \frac{1}{T}$$

$$\frac{S - T_{\text{м}}}{T_{\text{м}}S} = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{T_{\text{м}}S}{S - T_{\text{м}}}$$

$$T = \frac{1 \cdot 2}{2 - 1} = 2^{\text{марс}} \text{ 200a}$$

~~Handwritten scribbles~~

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

$$(2 \cdot 1,9)^2 = a^3 \Rightarrow a = \sqrt[3]{4,4} \approx 1,6 \text{ а.е.}$$

$$v_a = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$v_a = \frac{L}{t} \quad L = 2\pi r = 2\pi a$$

t = 2 марс 200a

$$v_a = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,3 \cdot 15 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 1,9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 2,3 \cdot 15 \cdot 10^5}{1,9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 8} = \frac{3,14 \cdot 2,3 \cdot 10^5}{1,9 \cdot 73 \cdot 8 \cdot 36} \approx \frac{7,222 \cdot 10^5}{21024 \cdot 1,9} \approx \frac{7 \cdot 10^5}{4 \cdot 10^4} = \frac{70}{4} \approx 17 \text{ км/с}$$

$$\sqrt{\frac{GM}{r}} = 17 \Rightarrow \frac{GM}{r} = 17^2 \Rightarrow \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot M}{2,3 \cdot 15 \cdot 10^{10} \cdot 10^3} = 17^2 \Rightarrow$$

$$6,67 \cdot 10^{-11} M = 2,3 \cdot 15 \cdot 10^{10} \cdot 17^2$$

$$M = \frac{2,3 \cdot 15 \cdot 17^2 \cdot 10^{10}}{6,67 \cdot 10^{-11}} = \frac{2,3 \cdot 15 \cdot 17^2 \cdot 10^{21}}{6,67} \approx \frac{1000 \cdot 10^{21}}{6,67} \approx 143 \cdot 10^{22} \text{ кг}$$

$M = \rho V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho$   
 предположим, что астероид из камня:  
 $\rho_{\text{камень}} \approx 2500 \text{ кг/м}^3$

$$143 \cdot 10^{22} = \frac{4}{3} \cdot 2500 \cdot r^3$$

$$143 \cdot 10^{19} = 33 r^3$$

$$r^3 \approx 4,3 \cdot 10^{19}$$

$$r \approx (4,3 \cdot 10^{19})^{1/3}$$

объемность будет падать, если Марс земной астероид  $\Rightarrow$   
 для объема найти  $\sim$  где поверхности, которую  $\sqrt[3]{}$  занимает Марс

$$\frac{L_1}{L_2} \sim \frac{S_1}{S_2} \sim \frac{2\pi n_1}{2\pi n_2} \sim \frac{n_1}{n_2} \sim \frac{m_1 \cdot 10^{15} \text{ м}^{-1}}{m_2 \cdot 10^{15} \text{ м}^{-1}}$$

$S_1$  - количество, которое облучено

$S_2$  - количество отражено

$$\frac{L_1}{L_2} \sim \frac{S_1}{S_2}$$

$$S_1 = S_2 - S_{\text{отражена}}$$

$$\frac{L_1}{L_2} \sim \frac{S_2 - S_{\text{отражена}}}{S_2} \sim \frac{2\pi n - 2\pi n_m}{2\pi n} = \frac{n - n_m}{n}$$