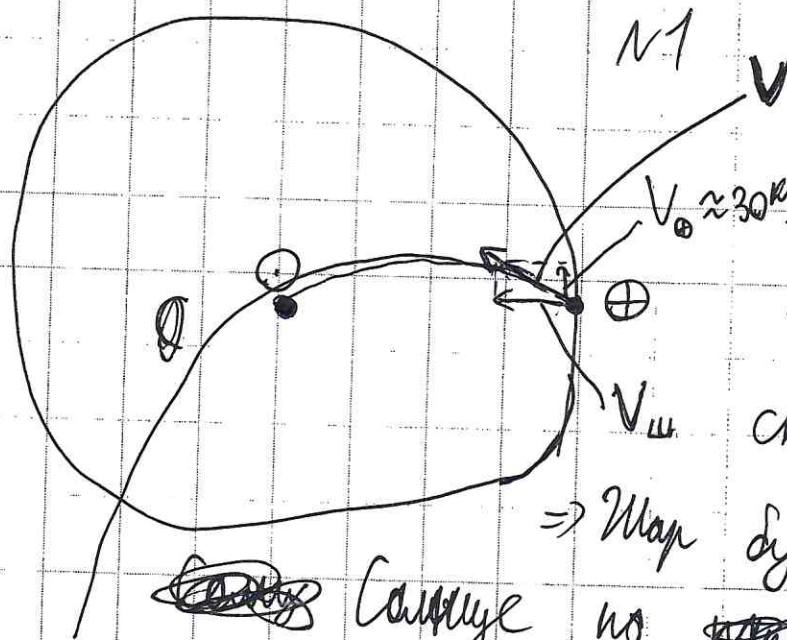




$V_{\text{ш}}$ - скорость
планеты относительно
Земли

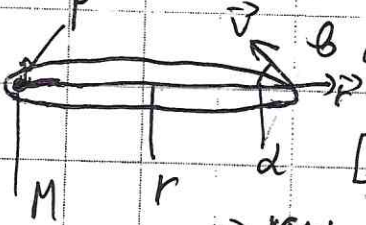
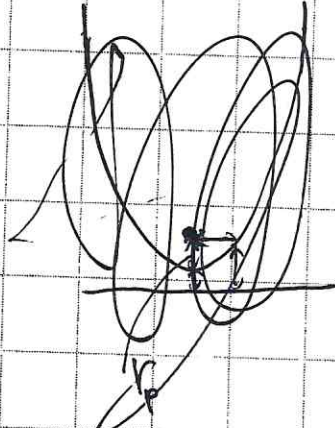
$V = \sqrt{V_{\text{ш}}^2 + V_0^2}$ - настоящая
скорость планеты

$\Rightarrow$ План будет лететь в

~~Самые~~ ~~по~~ ~~сравнению~~ ~~(минимум)~~



~~расстояние~~ ~~от~~ ~~центра~~ ~~с~~ ~~эксцентриситетом~~
 $e \sim 1$, а $r_p = 0$ (~~в~~ ~~самом~~ ~~ближнем~~ ~~к~~ ~~Земли~~ ~~точке~~)



$$[\vec{r} \times \vec{v}] = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v \sin \alpha = \sqrt{GMp}$$

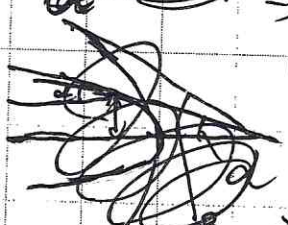
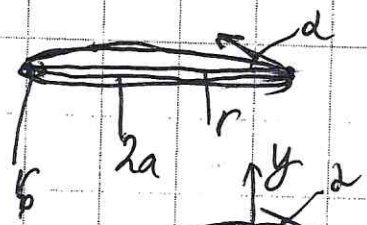
$$V = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$$

$$\Rightarrow \left(2r - \frac{r^2}{a} \right) \sin \alpha = p$$

$$(r_p = a(1-e))$$



$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{pa}{r(2a-r)}$$



$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{x^2}{a^2} = 1$$

$$\Rightarrow y = b \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{bx}{a^2 \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}} = -\tan \alpha$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{\tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}}$$

$$\Rightarrow \sin d = \sqrt{\frac{b^2 x^2}{b^2 x^2 + a^4 - a^2 x^2}} = \sqrt{\frac{p x^2}{p x^2 + (a^2 - x^2)a}}$$

$$\Rightarrow x \approx a - x_0 \Rightarrow \sin d \approx \sqrt{\frac{p a (a - 2x_0)}{p a (a - x_0) + 2a^2 x_0}} \Rightarrow$$

$$\frac{p}{a} \ll 1 \quad \sin d \approx \sqrt{\frac{p a (a - 2x_0)}{2a^2 x_0}}, \quad x_0 \ll 1$$

$$p \approx 2R_0, \quad R_0 \ll a$$

$$\Rightarrow \sin d \approx \sqrt{\frac{p}{2x_0 + p}} = \frac{p a}{(x_0 + \frac{p}{2})(a - x_0 - \frac{p}{2})}$$

$$\Rightarrow V_{\perp} = V_0 \Rightarrow \sin d_{\max} \text{ когда } p = p_{\max} = 2R_0$$

то это значит приближенно к ответу у нас получается $a \sim \infty$

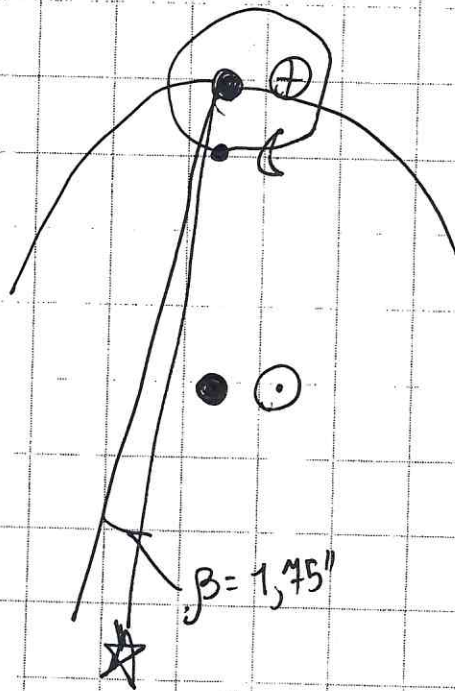
$$\Rightarrow V(r) = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)} = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \Rightarrow \text{В нашем случае}$$

$$\frac{x_0}{a} \ll 1 \Rightarrow \sin d \ll 1 \Rightarrow r \approx a \Rightarrow$$

$$V \approx \sqrt{2} V_0 \Rightarrow V_{\perp} \approx V_0$$

Ответ: 30 км/с

N2



когда свет летит из бесконечности и проходит мимо объекта массой M и радиусом R , то ~~наблюдается~~ наблюдается

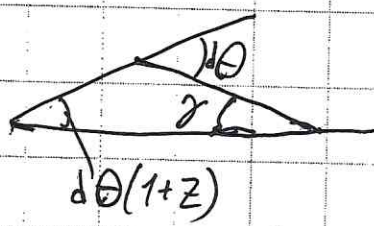
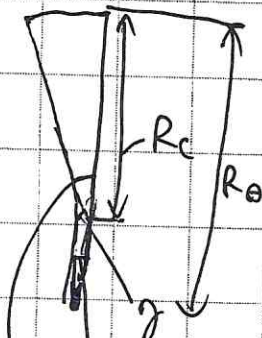
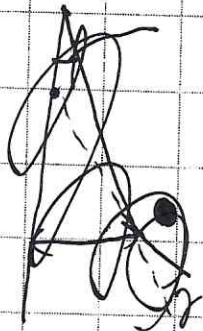
красное смещение

$$Z = -\frac{GM}{Rc^2}$$

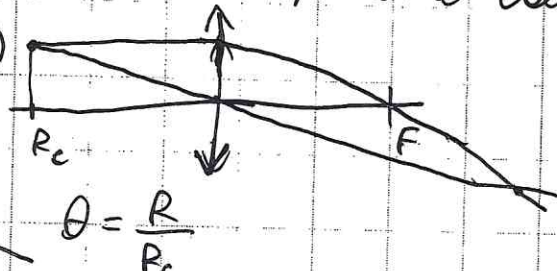
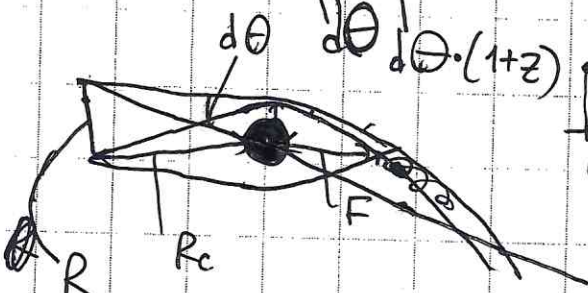
, со знаком "-", т.к.

$$\epsilon_0 = \epsilon - \frac{GM}{R} \Rightarrow \epsilon > \epsilon_0$$

Из-за красного смещения меняется видимое расстояние $R_0 = \frac{R_c}{1+Z}$, R_c - сопутствующее расстояние,



$\Rightarrow \gamma = \frac{d\theta}{d\theta} \gamma$ - угол, на кот. изменил направление света



$$\theta = \frac{R}{R_c}$$

$$\Delta\lambda = 16 \text{ \AA}$$

$$\lambda_1 = 7900 \text{ \AA}$$

$$\lambda_0 = 5653 \text{ \AA}$$

$$c = 3 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$H = 70 \frac{\text{км}}{\text{с Мпк}}$$

λ_0 — лоб. длина волны линии H_2

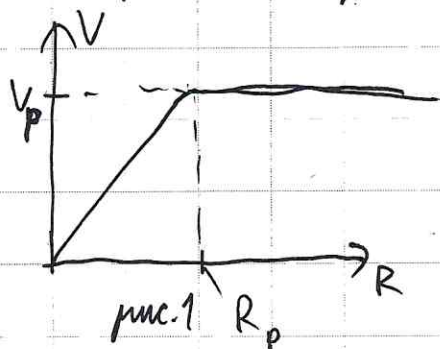
$$z = \frac{\lambda_1 - \lambda_0}{\lambda_0} \approx \frac{2247}{5653} \approx 0,4 - \text{красное}$$

смещение галактики.

~~Дано~~ Расстояние до галактики $R_c = \frac{2c}{H} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+z}}\right) \approx$
 $\approx \frac{c z}{H} = 2400 \text{ Мпк}.$

~~Скорость~~ $V_p = \frac{c \Delta z}{2} = \frac{c \Delta \lambda}{2 \lambda_1} \approx 300 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

— Скорость вращения края галактики



На рис. 1 нарисована скорость вращения от радиуса

$$V_p = \sqrt{\frac{GM_p}{R_p}}, \text{ где } M_p - \text{масса галактики}$$

Внутри радиуса R_p ~~находятся~~ все звезды находятся в основном здесь

$$\Rightarrow \left(\frac{V_p}{V_n}\right)^2 = \left(\frac{300}{220}\right)^2 = 2, \text{ т.е. масса этой галактики}$$

и радиус примерно такие же, как у нашей. Возьмём

светимость в видимом диапазоне $L = 10^{10} L_\odot$

~~Рассчитаем~~ Радиометрическое расстояние $a = (1+z)R_c = 3400 \text{ Мпк}$

$$a_0 = 1 \text{ а.е.}$$

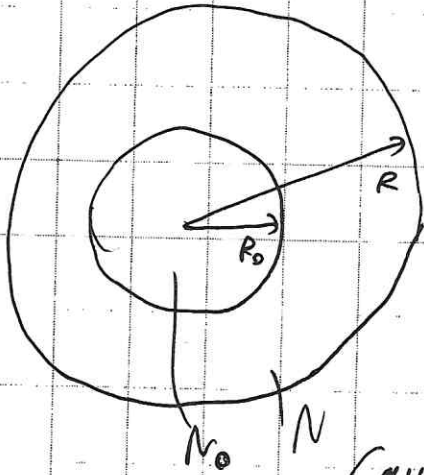
$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{L \cdot a_0^2}{a^2 \cdot L_\odot} = 10^{10} \cdot \frac{1}{(206265 \cdot 3,4 \cdot 10^9)^2} =$$

$$= 1,3 \cdot 10^{-18}$$

$$\Rightarrow m = -26,7^m - 2,5 \lg_{10} \left(\frac{E_1}{E_0}\right) \approx 45 - 27,3 = 17,7^m$$

$$1,3^{4,5} \approx 10 \Rightarrow 2,5 \lg_{10} 1,3 = \frac{2,5}{4,5} \approx 0,55$$

Ответ: 18^m



N5

Пусть мы видим звезды в области ~~до~~ R_0 , а мигрень - в R .

$$\Rightarrow \frac{N}{N_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^3 \Rightarrow \frac{R}{R_0} = \sqrt[3]{\frac{N}{N_0}}, N_0 = 8000,$$

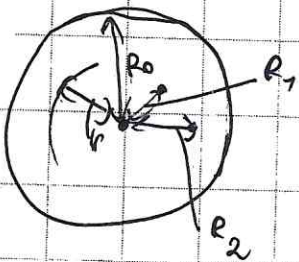
$$N = 300615205 \Rightarrow \frac{R}{R_0} \approx \sqrt[3]{\frac{300615205}{8000}} \approx 34$$

Самые ~~далёкие~~ ~~звёзды~~ звёзды,

которые мы видим находятся на расстоянии ~~до~~ $\sim 1 \text{ кпк}$

Если учитывать межзвёздное помехение $\sim 2^m/\text{кпк}$, то звёзды на расстоянии 34 кпк ослабляются на 60 звёздных величин, ~~а это невозможно~~ что невозможно никак наблюдать. $\Rightarrow R_0 \ll 1 \text{ кпк}$

$$\Rightarrow E \sim \frac{1}{R^2} \cdot e^{-KR} \quad \text{или} \quad R \sim \frac{1}{K} \ln \frac{1}{E}$$



Пусть концентрическая звезда - n

$\Rightarrow N(r)$ - кол-во звёзд, расстояние до которых - N

$$\Rightarrow N(r) = 4\pi r^2 \cdot n \cdot dr, N_0 = \frac{4\pi R_0^3 \cdot n}{3}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\tilde{R}}{R_0}\right)^3 \cdot N_0 = N_1 = \frac{\sum N_i \cdot r_i}{N_0} = \frac{4\pi R_0^3 \cdot n}{3} \Rightarrow \tilde{R} = \sqrt[3]{\frac{\sum N_i \cdot r_i}{N_0}} = 0.75 R_0$$

Если увидим если бы у нас было межзвёздное помехение звёзд мигрени.

Продолжение №3

$$E \sim \frac{1}{R^2} \sim N^{-2/3} \quad \frac{N}{N_1} = \frac{300 \cdot 6 \cdot 10^{20} 5}{2500} \approx \frac{120000}{2512} \approx 1,2 \cdot 10^5$$

$$\Rightarrow m = 6^m + \frac{2}{3} \cdot 25 \lg_{10} \left(\frac{N}{N_1} \right) = 6^m + 0,2 \cdot \frac{2}{3} + \frac{5}{3} \cdot 5 =$$

$$= 6 + \frac{2}{15} + \frac{125}{15} \approx 14,5^m$$

Ответ: $14,5^m$

№4

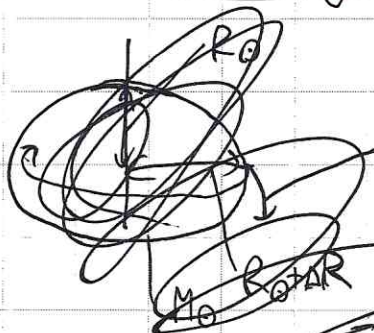
~~Средняя плотность~~ Средняя плотность Юпитера $\sim 1,1 - 1,2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ (слегка меньше, чем у поверхности Солнца. Атмосфера Юпитера состоит в основном из водорода $\Rightarrow$ скорость молекулы водорода около Солнца $V_{H_2} \approx \sqrt{5kT_0}$ ($i=5$, т.к. 2 атома, 2 мр т.к. H_2) $R_0 = 7 \cdot 10^5 \text{ км}$ ~~2 мр~~ $\approx 150 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

Период вращения Солнца вокруг своей оси $T_0 \approx 30 \text{ дней} \Rightarrow$ скорость $V_0 = \frac{2\pi R_0}{T_0} =$
 $= \frac{4,2 \cdot 10^6 \text{ км}}{30 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с}} \approx \frac{10^3}{600} \approx 1,4 \frac{\text{км}}{\text{с}} \Rightarrow$ ~~Юпитер превращается~~

~~в газ~~ ~~из-за которого радиус Солнца увеличивается~~
 Чтобы молекулы долететь от одного конца Солнца до другого, нужно 3 дня. $\Rightarrow$
 Будем считать, что Солнце стало ~~атмосферой~~
~~Болу~~ шаром с ещё одним вращающимся шаром

Продолжение №4

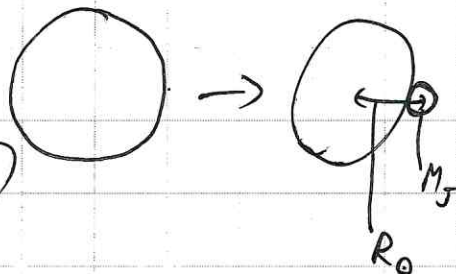
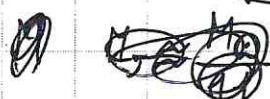
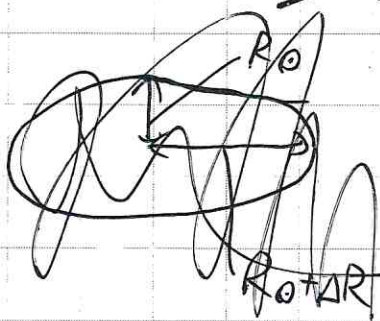
~~Смена периода обращения спутника вокруг звезды~~
~~или $T_0 \approx 30$ дней $\Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \approx \frac{2\pi}{30 \cdot 24 \cdot 3600}$~~



$$\frac{GM_0}{R_0} - \frac{GM_0}{R_0 + \Delta R} = (R_0 + \Delta R)\omega^2$$

$$\Rightarrow \omega_0^2 \approx \frac{2\Delta R GM_0}{R_0^3}$$

$$\frac{I_0 \omega_0^2}{2} = \frac{I \omega^2}{2}$$



$$I_0 \omega_0^2 \approx \frac{GM_0^2}{R_0}$$

$$M_J \approx 10^{-3} M_0$$

$$\Delta I = M_J \cdot R_0^2$$

$$\frac{\Delta I}{I_0} \approx \frac{\Delta T}{T_0}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{GM_0}{R_0}} \approx \frac{500 \text{ km}}{\text{s}}$$

$$\frac{\Delta I}{I_0} = \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{R_0 \omega_0^2 \cdot M_J \cdot R_0^2}{GM_0^2} = \frac{V_0^2 R_0 \cdot 10^{-3}}{GM_0} = \left(\frac{V_0}{V_1}\right)^2 \cdot 10^{-3}$$

$$= 10^{-8} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\Delta I}{2I_0} = 5 \cdot 10^{-9}$$

$\Rightarrow$ Период практически не изменяется
 $T = T_0 + \Delta T \approx T_0$

Ответ: 30 дней