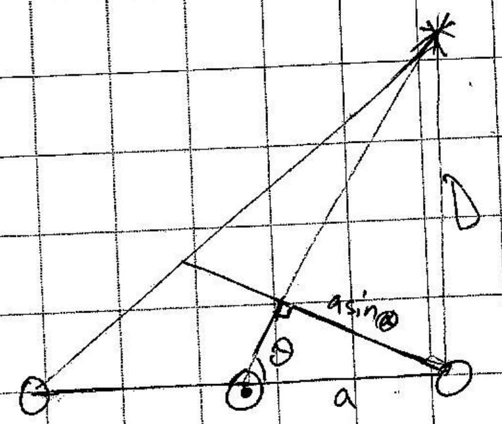
N 2

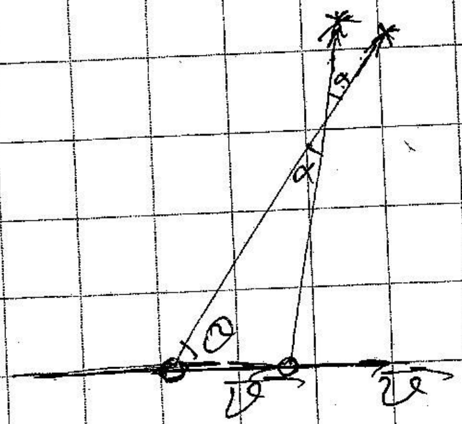


$$\sin\pi = \frac{a\sin\theta}{D}$$

π – малый угол

$\Downarrow$

$$\pi = \frac{a\sin\theta}{D}$$



$$\sin\alpha = \frac{v}{c}\cdot\sin\theta$$

α – угол аберрации и он малый

$\Downarrow$

$$\alpha = \frac{v}{c}\sin\theta$$

$$\pi = 5\alpha$$

$$\frac{a\cancel{\sin\theta}}{D} = 5\frac{v}{c}\cancel{\sin\theta}$$

$$c\cdot a = 5vD$$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{GM_{зв.}}{a}} \text{ – первая космическая} \quad M_{зв.} = 2M_\odot}$$

$$c\cdot a = 5\sqrt{\frac{GM_\odot 2}{a}}\cdot D \quad |^2$$

$$a^2c^2 = 25\cdot D^2\cdot\frac{2GM_\odot}{a}$$

$$a^3 = \frac{50D^2\cdot GM_\odot}{c^2}$$

Всё подставляя в СИ

$\Downarrow$

$$a = \sqrt[3]{\frac{50D\cdot GM_\odot}{c^2}} = \sqrt[3]{\frac{50\cdot 2{,}2\cdot(3{,}08\cdot10^{16})^2\cdot 6{,}67\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}}{(3\cdot10^8)^2}} \approx$$

$$\approx\sqrt[3]{\frac{100\cdot\cancel{9}\cdot10^{32}\cdot 7\cdot10^{-11}\cdot 2\cdot10^{30}}{\cancel{9}\cdot10^{16}}} = \cancel{\sqrt[3]{\frac{42\cdot10^{21}}{4}}} = \sqrt[3]{14\cdot10^{37}} =$$

$$= 10^{12}\sqrt[3]{140} \approx 5{,}2\cdot10^{12}\text{ м}$$

$\times\begin{array}{r}27{,}04\\5{,}2\end{array}$ 5408 13520 140,608

$\times\begin{array}{r}5{,}2\\5{,}2\end{array}$ 104 260 27,04

$a = 5{,}2 \cdot 10^{12}$ м

$a = \frac{5{,}2 \cdot 10^{12}}{1{,}5 \cdot 10^{11}}$ а.е. $= \frac{5{,}2}{1{,}5} \cdot 10 = \frac{52}{1{,}5} = \frac{104}{3} \approx 34$ а.е.

Ответ: 34 а.е.

N3

МКС движется по орбите с высотой ≈ 450 км

$a_{мкс} \approx 6850$ км (большая полуось)

По 3 закону Кеплера:

$\frac{T^2_{мкс}}{a^3_{мкс}} = \frac{4\pi^2}{GM_\oplus}$

Всё в СИ

$T^2_{мкс} = \frac{4\pi^2 \cdot a^3_{мкс}}{G \cdot M_\oplus}$

$T_{мкс} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot a^3_{мкс}}{GM_\oplus}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot (6{,}85 \cdot 10^6)^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}} \approx$

$\approx \sqrt{\frac{4 \cdot 9 \cdot 49 \cdot 10^{18} \cdot 7}{7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}} = 2 \cdot 3 \cdot 7 \cdot \sqrt{\frac{10^{18}}{10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}} = 42 \cdot \sqrt{\frac{10^5}{6}} =$

~~$= 42 \cdot 100 \cdot \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{6}} \approx 4200 \cdot \frac{3}{2{,}5} = 5000^s$~~

$= 4200 \cdot \sqrt{\frac{10}{6}} = 4200 \cdot \sqrt{\frac{5}{3}} \approx 4200 \cdot \frac{2{,}2}{1{,}7} = 4200 \cdot 1{,}3 = 5460^s$

$T_{мкс} = 5460^s$

$T_{спутн} = T_{мкс} - 180^s = 5460^s - 180^s = 5280^s$

$\frac{T^2_{спутн}}{a^3_{спутн}} = \frac{4\pi^2}{GM_\oplus}$

Всё в СИ

$a^3_{спутн} = \frac{T^2_{спутн} \cdot GM_\oplus}{4\pi^2}$

$a_{спутн} = \left(\frac{(5280)^2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{4 \cdot 9}\right)^{\frac{1}{3}} \approx \left(\frac{5{,}3^2 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{36}\right)^{\frac{1}{3}} =$

$= \left(\frac{5{,}3^2 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 10^{19}}{36}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{5{,}3^2 \cdot 7 \cdot 10^{19}}{6}\right)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{\frac{5{,}3^2 \cdot 7 \cdot 10^{19}}{6}} = \sqrt[3]{\frac{28{,}09 \cdot 7 \cdot 10^{19}}{6}} =$

$= 3 \cdot 10^6 \cdot \sqrt[3]{\frac{7}{6} \cdot 10} = 3 \cdot 10^6 \cdot \sqrt[3]{\frac{70}{6}} \approx$ ~~$\sqrt[3]{4 \cdot 10} = 1{,}6 \cdot 10^7$ м~~

$\approx 3 \cdot 10^6 \cdot \sqrt[3]{12} \approx 2{,}2 \cdot 3 \cdot 10^6 = 6{,}6 \cdot 10^6$ м

Расчёты на полях:
$7 : 6 = 1{,}2$; $2{,}2 \cdot 2{,}2 = 4{,}84$; $4{,}84 \cdot 2{,}2 = 10{,}648$; $4200 \cdot 1{,}3 = 5460{,}0$; $2{,}2 \cdot 2{,}2 = 4{,}84 \approx 5$; $22 : 17 = 1{,}3$; $5{,}3 \cdot 5{,}3 = 28{,}09$

Таким образом факт того, что период уменьшился на 3 минуты и расчеты, показывающие, что сумка перейдет на более низкую орбиту, говорят нам о том, что Ногбери кинула сумку противоположно движению МКС и значение скорости это разность скорости МКС и скорости сумки в этой точке орбиты.

$$V_{мкс} = \frac{2\pi a_{мкс}}{T_{мкс}} = \frac{6 \cdot 6850\,км}{5460\,с} = \frac{6850\,км}{910\,с} \approx 7{,}5\,\frac{км}{с}$$

$$V_{сумки} = \sqrt{GM\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)} = \sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}\left(\frac{2}{6850} - \frac{1}{6600}\right) \cdot \frac{1}{10^3}} =$$

$$\approx \sqrt{36 \cdot 10^{13}\left(\frac{2}{6{,}85} - \frac{1}{6{,}6}\right) \cdot \frac{1}{10^6}} = \sqrt{36 \cdot 10^7\left(\frac{2}{6{,}85} - \frac{1}{6{,}6}\right)} =$$

$$= 6 \cdot 10^3 \sqrt{10\left(\frac{2}{6{,}85} - \frac{1}{6{,}6}\right)} = 6 \cdot 10^3 \sqrt{10\left(\frac{2 \cdot 6{,}6 - 6{,}85}{6{,}85 \cdot 6{,}6}\right)} =$$

$$= 6 \cdot 10^3 \cdot 3\sqrt{\frac{13{,}2 - 6{,}85}{45{,}21}} = \sqrt{\frac{6{,}35}{45{,}21}} \cdot 18 \cdot 10^3 = 18 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{1}{7{,}1}} =$$

$$= 18 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2{,}7} = 6{,}7 \cdot 10^3\,\frac{м}{с} = 6{,}7\,\frac{км}{с}$$

$$\Downarrow$$

$$V_0 = V_{мкс} - V_{сумки} = (7{,}5 - 6{,}7)\,\frac{км}{с} = 0{,}8\,км/с$$

С такой скоростью достаточно сложно бросить сумку человеку

Ответ: 0,8 км/с

Расчёты на полях:
$910 \times 7{,}5 = 6370$; $6{,}35 \times 7 = 44{,}45$; $6{,}85 \times 6{,}6 = 45{,}21$; $4521 : 635 = 7{,}1$; $2{,}7 \times 2{,}7 = 7{,}29$; $180 : 27 = 6{,}(6)$

№5

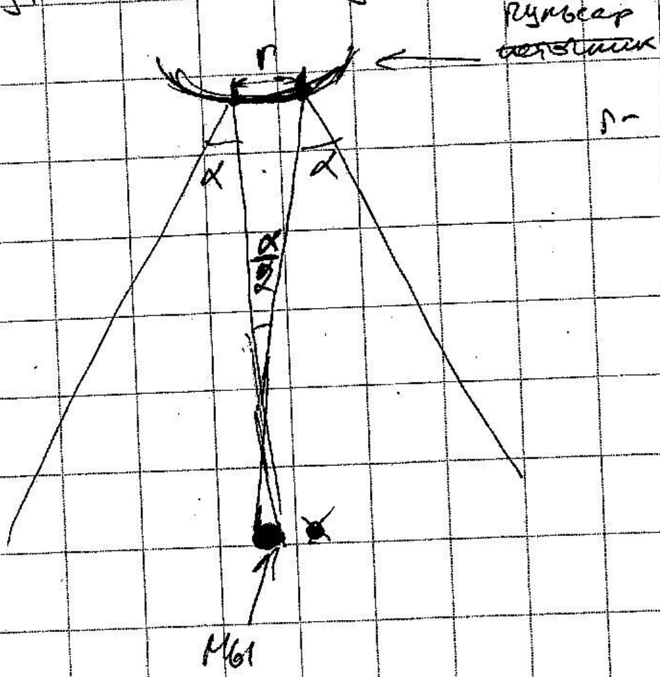
$$\boxed{\begin{aligned} \Delta t &= 5\ минут \\ T &= 22\ минуты \end{aligned}}$$

Факт того, что объект испускает пятиминутные радиосигналы говорит нам о том, что это пульсар, но T для пульсара слишком велико, период на порядок выше, чем у обычных пульсаров. Однако я не знаю других объектов, которые бы излучали радиосигнал с определенной частотой, поэтому буду предполагать, что это он и буду считать его $R = 10$ км

T – период вращения вокруг своей оси

$$\omega_{вращения} = \frac{360}{T}$$

т.к. мы фиксируем пятиминутные сигналы, можно сделать вывод о том, что из всего периода в 22 минуты 5 минут сигнал излучается в сторону нас



r – размер излучающего пятна

$$\left.\begin{matrix} 360^\circ - 22^m \\ \alpha - 5^m \end{matrix}\right\} \Rightarrow \alpha = \frac{5}{22}\cdot 360 \approx \frac{1}{4}\cdot 360 = 90^\circ$$

из чертежа видно, что угловой размер пятна – половина от области, куда мы попадаем $= 45^\circ$

Пульсары можно наблюдать в ~~центр~~ диске галактики
расстояние до центра ≈ 9 кпк $\Rightarrow$ в среднем пульсар может находиться на расстоянии 4,5 кпк от нас

~~$r = R\sin\alpha = 4{,}5\cdot 3{,}08\cdot 10^{18}$~~

$$r = \frac{2\pi R}{360}\cdot\frac{\alpha}{2} = \frac{2\cdot 3\cdot 10\,км\cdot 45}{360\cdot 2} = \frac{30}{8} = 3{,}75\ км$$

Ответ: 3,75 км

N4

$N_1 = 20$

$m_1 = 8^m$

$m_2 = 4^m$

$N_2 - ?$

$$\frac{N_1 E_1}{E_1} = 10^{0,4(m_1 - m)}$$

m – та величина, при которой изображение становится видным на ~~которое~~ снимке

$2,5\lg N_1 = m_1 - m$

$m = m_1 - 2,5\lg N_1$

аналогично можно выразить m через m_2 и N_2:

$m = m_2 - 2,5\lg N_2$

$m_1 - 2,5\lg N_1 = m_2 - 2,5\lg N_2$

$m_1 - m_2 = 2,5(\lg N_1 - \lg N_2)$

$$\lg\frac{N_1}{N_2} = 0,4(m_1 - m_2)$$

$$\frac{N_1}{N_2} = 10^{0,4(m_1 - m_2)}$$

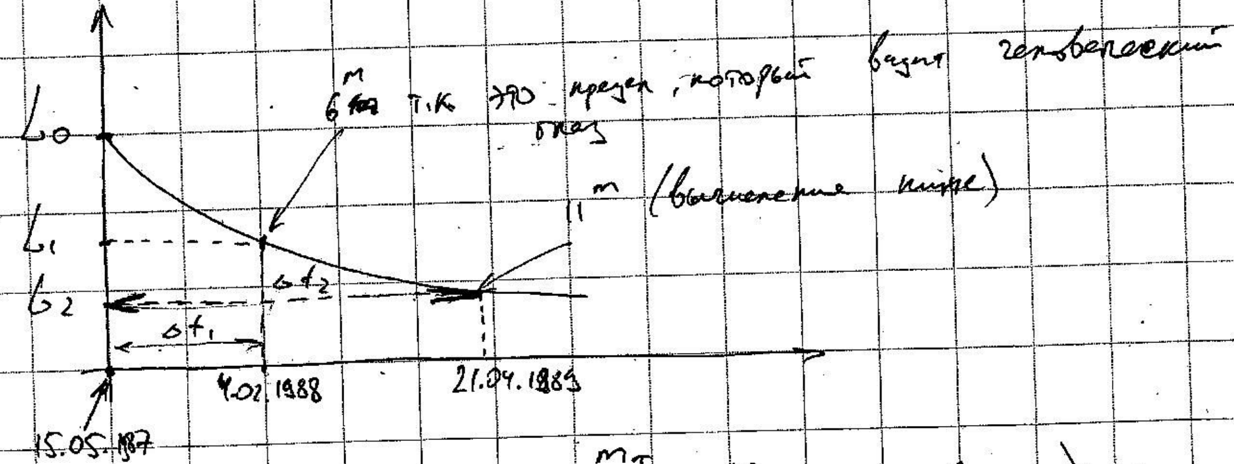
$$N_2 = \frac{N_1}{10^{0,4(m_1 - m_2)}} = \frac{20}{10^{0,4\cdot 4}} = 2\cdot\frac{10}{10^{1,6}} = 2\cdot 10^{-0,6} < 1$$

~~т.к. $N_2 \in$~~ $N_2 = 2\cdot 10^{-0,6}$ и $\in (0;1) \Rightarrow$ изображение изначально будет видно, нам хватит одного кадра.

Ответ: 1

№1

Светимость падала экспоненциально => можем изобразить график:



Вычисление для m_T (видимой звездной) 21.04.1989:

$\frac{D^2}{d^2} = 10^{0,4(m_T - m_Г)}$ $D = 6$ см – диаметр телескопа

$\frac{D}{d} = 10^{0,2(m_T - m_Г)}$ $d = 6$ мм – диаметр зрачка

$m_Г = 6^m$ предел, который видит глаз

$m_T = 5\lg\frac{D}{d} + m_Г = 5\lg\frac{60}{6} + 6^m = 5\lg 10 + 6^m = 5 + 6^m = 11^m$

$L \sim e^{-\Delta t}$ т.к. зависимость экспоненциальная

$\Delta t_1 = 265^d \approx \frac{2}{3}^{yr}$

$\Delta t_2 = 754^d \approx 2^{yr}$

$\boxed{L_0 \text{ и } 15.05.1987 \text{ взял за точку отсчета}}$

$2,1 \times 2,1 = 441$; $441 \times 2,1 = 9261$

будем использовать условные единицы и считаем, что: $L = e^{-\Delta t}$, Δt будет в годах, а L в L_0

$L_1 = e^{-\Delta t_1} \approx 3^{-\frac{2}{3}} L_0 = \frac{L_0}{\sqrt[3]{9}} \approx \frac{L_0}{2,1} \approx 0,5 L_0$

$L_2 = e^{-\Delta t_2} \approx 3^{-2} L_0 = \frac{1}{9} L_0 \approx 0,1 L_0$

$\frac{L_0}{L_2} = 10^{0,4(m_2 - m_0)}$, должна быть разница абсолютных величин, но т.к. $D = const$ $\Delta M = \Delta m$

$\frac{L_0}{0,1 L_0} = 10^{0,4(m_2 - m_0)}$

$2,5 = m_2 - m_0 \Rightarrow m_0 = m_2 - 2,5 = 11 - 2,5 = 8,5^m$

Ответ: $8,5^m$