Задание №1

Звезда перестала быть видна 4 февраля 1988 года, значит её звездная величина должна быть меньше 6^m, но в реальности не каждый глаз видит 6^m, 5^m видно уже очень ~~...~~ плохо, так что настоящий предел – 5^m.

Найдём изменение в звёздной величине между 4 февраля 1988 года и 21 апреля 1989 года, когда её стало невозможно увидеть в телескоп с диаметром объектива 6 см.

Диаметр зрачка глаза ≈ 6 мм

⇓

Запишем формулу Погсона:

$$10^{0,4\Delta m} = \frac{E_1 \cdot S_m}{E_2 S_{зр}} = \frac{\frac{L}{4\pi D_1^2}\cdot S_m}{\frac{L}{4\pi D_2^2}\cdot S_{зр}} = \frac{S_m}{S_{зр}} = \frac{\frac{\pi D_m^2}{4}}{\frac{\pi D_{зр}^2}{4}} = \frac{D_m^2}{D_{зр}^2}.$$

⇓

$$\boxed{2,5\lg\left(\frac{D_m^2}{D_{зр}^2}\right) = 5\lg\left(\frac{D_m}{D_{зр}}\right) = 5\lg\left(\frac{60\text{ мм}}{6\text{ мм}}\right) = 5^m}$$

Рассмотрим зависимость:

$y = e^x$ – экспоненциальная зависимость

y – светимость x – время

$\Delta L = e^{\Delta x}$

$2{,}512^{\Delta m} = e^{\Delta x}$

$e = 2{,}72 \approx 2{,}512$

$2{,}512^{\Delta m} = 2{,}512^{\Delta x}$

Δm ~~...~~ линейно зависит от Δx.

Посчитаем сколько дней прошло между 15 мая 1987 года (1) и 4 февраля 1989 года (2) и 21 апреля 1989 года (3).

между (1) и (2) прошло 265 дней, между (2) и (3) прошло 441 день

⇓

между (1) и (2) прошло примерно в 2 раза меньше времени чем между (2) и (3):

⇓

$\Delta m = 5 : 2 = 2{,}5^m$

⇓

$M_{(1)} = M_{(2)} - \Delta m = 5^m - 2{,}5^m = 2{,}5^m$

Ответ: $2{,}5^m$.

Задание №3

Поймём, что так как период оборота сумки стал меньше чем период оборота МКС, то полуось орбиты сумки стала меньше, чем у МКС, значит точка в которой сумке придали скорость — апоцентр.

$T_{МКС} = 2\pi\sqrt{\frac{a_{мкс}^3}{GM_З}}$ $T_{МКС} = T_С + \Delta t$ $\Delta t = 3$ мин.

$T_С = 2\pi\sqrt{\frac{a_{С}^3}{GM_З}}$

$\frac{T_{МКС}^2}{T_{С}^2} = \frac{a_{мкс}^3}{a_С^3}$ ⇓ $\frac{T_{МКС}^2}{(T_{МКС}-\Delta t)^2} = \frac{a_{МКС}^3}{a_С^3} \Rightarrow \boxed{a_{МКС} = \sqrt[3]{\frac{T_{МКС}^3}{(T_{МКС}-\Delta t)^3}} \cdot a_С}$

Найдём V_a для сумки: V_a – скорость в апоцентре.

$$\boxed{a_{МКС} = \sqrt[3]{\frac{T_{МКС}^3}{(T_{МКС}-\Delta t)^3}} \cdot a_c}$$

Запишем интеграл энергии:

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

$$V_a = \sqrt{GM_З\left(\frac{2}{a_{МКС}} - \frac{1}{a_c}\right)} = \sqrt{GM_З\left(\frac{2a_c - a_{МКС}}{a_{МКС}\, a_c}\right)} =$$

$$= \sqrt{\frac{GM_З\left(2-\sqrt[3]{\frac{T_{МКС}^2}{(T_{МКС}-\Delta t)^2}}\right)}{a_{МКС}}}$$

Чтобы скорость, с которой бросили сумку была минимальной, нужно чтобы она была направлена против направления движения МКС.

V' – скорость с которой бросили сумку

$$V' = V_{МКС} - V_a = \sqrt{\frac{GM_З}{a_{МКС}}} - \sqrt{\frac{GM_З\left(2-\sqrt[3]{\frac{T_{МКС}^2}{(T_{МКС}-\Delta t)^2}}\right)}{a_{МКС}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{GM_З}{a_{МКС}}} \cdot \left(1 - \sqrt{2-\sqrt[3]{\frac{T_{МКС}^2}{(T_{МКС}-\Delta t)^2}}}\right).$$

Пусть МКС летает на высоте 600 км от поверхности Земли

$$a_{МКС} = R_З + 600 км = 7000 км$$

Найдём ~~Т~~ Т мкс:

$$T_{мкс} = 2\pi\sqrt{\frac{7000000^3 м}{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}} \approx 2\pi\sqrt{\frac{\cancel{}\cdot10^{18}\cdot7^3}{4{,}2\cdot10^{14}}} \approx$$

$$\approx 6\cdot\sqrt{\frac{7^3}{4{,}2}\cdot10^4} = 6\cdot10^2\cdot\sqrt{\frac{7^2}{0{,}6}} \approx 4{,}2\cdot10^3\cdot\sqrt{\frac{1}{0{,}6}} \approx$$

$$\approx 4{,}2\cdot10^3\cdot\sqrt{2} \approx 6\cdot10^3\ с.$$

$$T_{мкс} \approx 6\cdot10^3 с. = 6000$$

$$V' = \sqrt{\frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot6\cdot10^{24}}{7000000}}\cdot\left(1-\sqrt{2-\sqrt[3]{\frac{(6\cdot10^3)^2}{(6\cdot10^3-180)^2}}}\right) \approx$$

$$\approx \sqrt{\frac{4{,}2\cdot10^{14}}{7\cdot10^6}}\cdot 1-\sqrt{2-\sqrt[3]{\frac{3{,}6\cdot10^7}{5{,}82^2\cdot10^6}}} \approx$$

$$\approx \sqrt{0{,}6}\cdot10^4\cdot\left(1-\sqrt{2-\sqrt[3]{\frac{3{,}6}{3{,}4}}}\right) \approx$$

$$\approx \sqrt{0{,}6}\cdot10^4\cdot\left(1-\sqrt{2-\sqrt[3]{1{,}07}}\right) \approx$$

$$\approx \sqrt{0{,}6}\cdot10^4\cdot\left(1-\sqrt{0{,}98}\right) \approx$$

$$\approx \sqrt{0{,}6}\cdot10^4\cdot 0{,}01 \approx$$

$$\approx \sqrt{0{,}6}\cdot10^2 \approx 75 м/с$$

$$\begin{array}{r} \times\ 5{,}82 \\ 5{,}82 \\ \hline +\ 1\ 1\ 6\ 4 \\ 4\ 6\ 5\ 6 \\ 2\ 9\ 1\ 0 \\ \hline 3\ 3{,}8\ 7\ 3\ 4 \end{array}$$

$$\frac{18}{17} \approx 1{,}07$$

Ответ: 75 м/с.

Задание №2

Если ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ аберрационное смещение постоянно, то и скорость ~~[illegible]~~ обращения планеты вокруг звезды тоже постоянна.

$\Downarrow$

Планета обращается по круговой орбите.

Запишем аберрационное смещение:

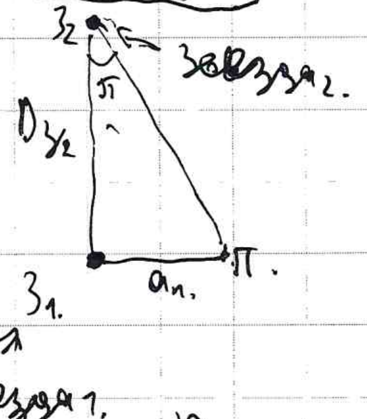
$$\boxed{\rho_{a.} = \frac{V_n}{c}}$$

V_n – скорость планеты

c – скорость света.

Запишем параллактическое смещение:

$$\boxed{\pi = \frac{a_n}{D_{зв.2}}}$$



$$\Rightarrow \boxed{\frac{5 V_n}{c} = \frac{a_n}{D_{зв.}}}$$

Из условия:

так как параллактическое смещение больше аберрационного в 5 раз.

$D_{зв.2} = 2,2$ пк.

$$V_n = \sqrt{\frac{GM_{з_1}}{a_n}}$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{cases} V_n = \sqrt{\frac{2GM_\odot}{a_n}} \\ \frac{5V_n}{c} = \frac{a_n}{D_{зв}} \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{5\sqrt{\frac{2GM_\odot}{a_n}}}{c} = \frac{a_n}{D_{зв}}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{5\sqrt{\frac{2GM_\odot}{a_n}}}{c} = \frac{a_n}{D_{зв}}$$

$$\frac{5\sqrt{2GM_\odot}\cdot\sqrt{\frac{1}{a_n}}}{a_n} = \frac{c}{D_{зв}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{a_n^3}} = \frac{c}{5\sqrt{2GM_\odot}\cdot D_{зв}}$$

$$\sqrt[3]{\left(\frac{5\sqrt{2GM_\odot}\,D_{зв}}{c}\right)^2} = a_n$$

$$M_{з_1} = 2M_\odot$$

$$\boxed{a_n = \sqrt[3]{\left(\frac{5\sqrt{2GM_\odot}\cdot D_{зв}}{c}\right)^2}}$$

$$a_n = \sqrt[3]{\frac{50\cdot 6{,}67\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}\cdot 2{,}2\cdot 1{,}5\cdot 10^{11}\cdot 2\cdot 10^{5}}{9\cdot 10^{16}}} \approx$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{24\cdot 10^{54}}{9\cdot 10^{16}}} \approx$$

$$\approx \sqrt[3]{\frac{24}{9}\cdot 10^{39}} \approx \sqrt[3]{\frac{1}{3}}\cdot 10^{13} \approx$$

$$\approx 0{,}6\cdot 10^{13}\ м \approx 6\cdot 10^{12}\ м.$$

Ответ: $6\cdot 10^{12}$ м.

Задание №4

Найдём ~~угловую площадь~~ угловые площади M51 (1) и NGC 7000 (2)

$S_2 = 120' \cdot 100' = 12000$ квадр. угл. мин.

$S_1 = 13' \cdot 12' \approx$ ~~120~~ 156 ~~угл. мин~~ квадр. угл. мин.

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{12000}{156} \approx 100.$$

Найдём, какой была бы M_2', если бы у неё был такой же размер как у (1).

$M_2' = M_2 +$ ~~...~~ $2{,}5\lg(100) = 4^m + 5^m = 9^m$

M_2' тусклее M_1 на 1^m или в $2{,}512^1$ раз.

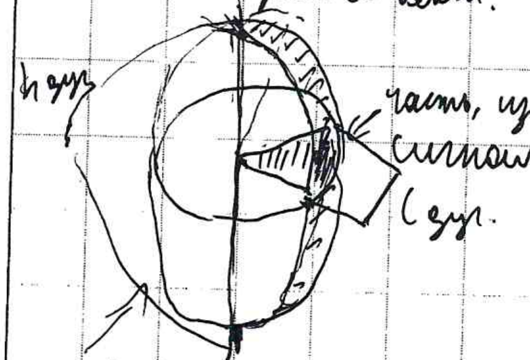
Если на M_1 понадобилось 20 снимков, то на M_2 понадобится в $2{,}512 \approx 2{,}5$ раз больше

$N = 20 \cdot 2{,}5 = 50$ снимков.

Ответ: 50 снимков.

Задание №5

Рассмотрим объект:



остальное.

Пусть ~~объект~~ объект расположен к Земле одним из своих полюсов, тогда сигнал будет поступать безпрерывно, значит объект расположен ~~к нам~~ экватором к нам.

⇓

Найдём период оборота объекта.

$T_{об} = t_{сиг} + t_{пер} = 27$ мин.

Найдём долю ~~объекта~~ времени в которую сигнал приходит от объекта:

$\mu = \frac{t_{сиг}}{T_{об}} \approx \frac{5}{27} \approx 0,2$

⇓

$l_{сут} = 0,2 \cdot l_{об} = 0,2 \cdot 2\pi R = 0,4\pi R_{об}$

Шири может быть от ~~~~ бесконечно малого до $\pi R_{об}$

⇓

$S_{сиг\ min} = 0 \cdot l_{сут} \approx 0$

$S_{сиг\ max} = 0,2 \cdot 4\pi R^2 = 0,8\pi R^2_{об}$

Ответ: от 0 до 0,8$\pi R^2_{об}$.

Раз сигналы приходят регулярно, то солнце не влияет на получение сигнала, не создавая помех. Значит объект расположен вблизи северного или южного полюса мира.

⇓

Обращение Земли вокруг Солнца не влияет на получение сигнала. Также не влияет обращение Земли вокруг своей оси.

Раз объект одиночный, то он достаточно удалён от других звёзд, значит мы можем считать параллакс объекта примерно равным 0.

Исходя из выше перечисленных фактов поймём, что на получение сигналов влияет только ~~~~ обращения объекта вокруг своей оси.