Кир-07

№1) Невооружённым глазом видно объекты до 6^m. Рассчитаем для телескопа с диаметром объектива 6см. У глаза диаметр зрачка ~6 мм, тогда по формуле Погсона:

$$m_m - m_г = 5\lg\frac{d_m}{d_г}$$

$$m_m = 5\lg\frac{d_m}{d_г} + m_г = 11^m$$

1) 15.05.1987 – max

2) 4.02.1988 – 6^m

3) 21.04.1989 – 11^m

Между максимумом и 6^m прошло 265 дней, а между 6^m и 11^m 441 день. Общий срок – 706 дней.

Формула для зависимости светимости от времени: $L = m \cdot k^{t}$, где отсчёт времени от 21.04.1989 назад и $k^{706} = L_{max}$

m - коэффициент.

$$\frac{L_3}{L_2} = \frac{k^0}{k^{441}} = \frac{1}{2{,}5^5} = \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{k^{441}} = \frac{1}{100}$$

$$\frac{L_3}{L_1} = \frac{k^{0}}{k^{706}} = \frac{1}{k^{706}} \approx \left(\frac{1}{k^{441}}\right)^{\frac{5}{3}} = \frac{1}{100^{\frac{5}{3}}} = \frac{1}{\sqrt[3]{10}} = \frac{1}{\sqrt[3]{10^1}\cdot 10^3} \approx \frac{1}{2{,}2\cdot 10^3}$$

$$m_{max} = m_m - 2{,}5\lg\frac{L_1}{L_3} = 11^m - 2{,}5\lg(2{,}2\cdot 10^3) = 11^m - 7{,}5^m - \lg 2{,}2 = 11^m - 7{,}5^m - 0{,}3^m \approx 3{,}2^m$$

Ответ: $m_{max} \approx 3{,}2^m$.

Кир-07

№ 4) Определим отношение яркостей объектов. Пусть M51 - объект 1, а NGC7000 - объект 2. По формуле Погсона:

$$m_2 - m_1 = -2{,}5 \lg \frac{B_2}{B_1}$$

$$B_2 = 2{,}5^4 B_1$$

$$B_2 \approx 40 B_1$$

Определим площади обоих объектов в квадратных минутах:

$$S_1 = 13' \cdot 12' = 156 \text{ кв.}'$$

$$S_2 = 120' \cdot 100' = 12000 \text{ кв}'$$

Для снятия 1 объекта нужно 20 снимков, а для второго - k, тогда:

$$20 \frac{B_1}{S_1} = k \frac{B_2}{S_2}$$

$$k = \frac{B_1}{B_2} \frac{S_2}{S_1} \cdot 20$$

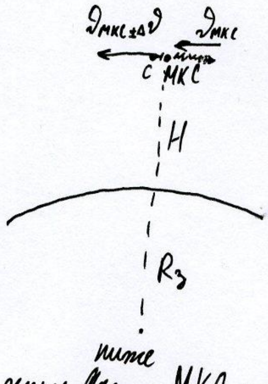
$$k = \frac{1}{40} \cdot 20 \cdot \frac{12000}{156} = 20 \cdot \frac{300}{156} = 5 \cdot \frac{300}{39} \approx 5 \cdot 7{,}5 \approx 38$$

Ответ: 38 снимков.

№ 3) Пусть орбита МКС круговая и находится на расстоянии h от Земли

$h = H + R_З$; (H – высота над поверхностью)

$$\vartheta_{МКС} = \sqrt{G\frac{M_З}{h}} \quad T_{МКС} = \frac{2\pi h}{\vartheta_{МКС}} \Rightarrow T_{МКС} = \frac{2\pi h}{\sqrt{G\frac{M_З}{h}}}$$



По III закону Кеплера:

$$\frac{T_c^2}{T_{МКС}^2} = \frac{a_c^3}{h^3}$$

$T_c = T_{МКС} - 3$ мин; $a_c = h\sqrt[3]{\frac{T_c^2}{T_{МКС}^2}}$

Так как сумка начала лететь со скоростью чуть ниже МКС, которая летит по круговой орбите, то она начнёт лететь по элиптической орбите из афелия своей орбиты.

Для тела на элиптической орбите:

$$\vartheta_c = \sqrt{GM_З\left(\frac{2}{h} - \frac{1}{a_c}\right)}$$

$\Delta\vartheta = |\vartheta_c - \vartheta_{МКС}|$

Она направлена против ϑМКС, т.к. период уменьшился.

$\Delta\vartheta$ – скорость, с которой бросили сумку.

Оценим $\Delta\vartheta$:

Пусть $h \approx 8000$ км. $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$, $M_З = 6 \cdot 10^{24}$ кг

$$T_{МКС} = \frac{6{,}3 \cdot 8 \cdot 10^6 м}{\sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot \frac{1}{8 \cdot 10^6 м}\, м/с^2}} = \frac{6{,}3 \cdot 8 \cdot 10^6 м}{\sqrt{5 \cdot 10^8}\, м/с} \approx \frac{6{,}3 \cdot 8 \cdot 10^6 м}{2{,}1 \cdot 10^4 м/с} = 3 \cdot 8 \cdot 100 с = 3800 с = 63 мин$$

$T_c = 60$ мин; $\vartheta_{МКС} = 21$ км/с

$$a_c = 8000 км \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{60}{63}\right)^2} = 8000 км \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{20}{21}\right)^2} \approx 8000 км \cdot 0{,}95 = 7600 км$$

$$\vartheta_c = \sqrt{GM_З\left(\frac{2}{a_c} - \frac{1}{h}\right)} = \sqrt{40 \cdot 10^{13}\left(\frac{2}{0{,}95h} - \frac{1}{h}\right)}\, м/с = 2 \cdot 10^7 \sqrt{\frac{1{,}05}{0{,}95h}}\, м/с = 2 \cdot 10^7 \sqrt{\frac{21}{19 \cdot 8000000}}\, м/с = 2 \cdot 10^7 \sqrt{\frac{21}{152000000}}\, м/с \approx 2 \cdot 10^7 \sqrt{1{,}4 \cdot 10^{-7}} =$$

$$= 2 \cdot 10^4 \sqrt{0{,}14} \approx 6{,}6 км/с$$

$\Delta\vartheta = 14{,}3$ км/с

Ответ: 14,3 км/с.

Кир-07

№5) Определим длину волны, которую испускает объект

$\lambda = cT$

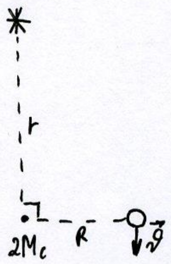
$c = 3 \cdot 10^8$ м/с; $T = 22$ мин $= 1320$ с

$\lambda \approx 4000 \cdot 10^8$ м $= 4 \cdot 10^{11}$ м

По длине испускаемой волны можно определить, что данный объект – радиопульсар, так как иначе объект бы имел слишком малую температуру.

Кир-07

№2)



$r = 2{,}2$ пк
$M_c = 1{,}989 \cdot 10^{30}$ кг
$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot$ кг$^{-1}$ с$^{-2} \cdot$ м^3

Абберационное смещение обусловлено эффектом Доплера:

$\vartheta = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$, где $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ - абберационное смещение.

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\vartheta}{c}$

Параллакс звезды равен $\alpha = \frac{R\,(\text{а.е.})}{r\,(\text{пк})}$

$\alpha = 5 \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$

$\frac{R}{r} = 5 \frac{\vartheta}{c}$; R(а.е.), r(пк), (ϑ, c(м/с))

1 а.е. $= 1{,}5 \cdot 10^8$ км $= 1{,}5 \cdot 10^{11}$ м

1 пк $= 206265$ а.е.

$\frac{R \cdot 206265}{r} = 5 \frac{\vartheta}{c}$; (R, r (м)), (ϑ, c (м/с)) - перевод в систему С

$a = 206265$

$\frac{Ra}{r} = 5 \frac{\vartheta}{c}$.

$Rac = 5\vartheta r$

Для круговой орбиты $\vartheta = \sqrt{G\frac{M}{R}}$

$R^2 a^2 c^2 = 25 r^2 G \cdot 2M_c \cdot \frac{1}{R}$

$R = \sqrt[3]{\frac{50 r^2 G M_c}{a^2 c^2}}$

Оценим R:

$R = \sqrt[3]{\frac{50 \cdot (2{,}2 \cdot \cancel{206265} \cdot 10^{8} \cdot 1{,}5)^2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{\cancel{206265^2} \cdot 9 \cdot 10^{16}}}$ м $= \sqrt[3]{\frac{50 \cdot 10{,}9 \cdot 10^{22} \cdot 6{,}67 \cdot 2 \cdot 10^{19}}{9 \cdot 10^{16}}}$ м $= \sqrt[3]{\frac{10{,}9 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{43}}{9 \cdot 10^{16}}}$ м $= \sqrt[3]{1{,}2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{27}}$ м $=$

$= \sqrt[3]{8 \cdot 10^{27}}$ м $= 2 \cdot 10^9$ м $= 2 \cdot 10^6$ км

Ответ: $R = 2 \cdot 10^6$ км.