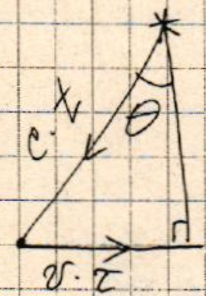
Шифр: 260

№1



$r = 9$ кпк ← расстояние до центра галактики.

На рисунке покажу аберрацию θ, из-за чего она возникает.

Т.к θ для солнечной системы очень малый угол, то выполняется условия $\sin\theta = \operatorname{tg}\theta = \theta$ (рад)

Имеем формулу для разрешающей способности телескопа, в том числе радиоинтерферометре

$$\varphi = 1{,}22 \cdot \frac{\lambda}{D_m} \text{ (рад)},$$

где λ - длина волны. Так как нам необходимо, чтобы разрешающая способность была самым малым возможным углом, то возьмем $\lambda = 1$ мм, что удовлетворяет диапазону радиоволн.

Посчитаем, что угол разрешающей способности радиоинтерферометра и есть наша аберрация.

$\frac{v}{c} = \theta = 1{,}22 \frac{\lambda}{D_м}$

$D = \frac{1{,}22 \lambda \cdot c}{v}$

$v = \frac{2\pi R}{T}$, где $R = 9$ кпк, $T = 10^{13}$ лет.

$D = \frac{1{,}22 \cdot \lambda \cdot c \cdot T}{2\pi R}$

$D = \frac{1{,}22 \cdot 10^{-3} м \cdot 3 \cdot 10^{5} км/с \cdot 10^{10} \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 с}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9 \cdot 10^{3} \cdot 206265 \cdot 1{,}496 \cdot 10^{8} км}$

посчитаю v отдельно $v = \cancel{56 км/с}\ 5{,}6 \cdot 10^{-2}$ км/с $= 56 \cdot 10^{-3}$ км/с

$D = \frac{1{,}22 \cdot 10^{2} \cdot 3 км/с}{5{,}6 км/с \cdot 10^{-2}} = 671 км \cdot 10^{2} = 6{,}7 \cdot 10^{4}$ км

$$\begin{array}{r} 1{,}22 \\ \times\ 5{,}5 \\ \hline 610 \\ 610 \\ \hline 6{,}710 \end{array}$$

Если мы считаем, что получаем этот D движением по орбите вокруг солнца, то

$\tau = \frac{D}{v}$, где $v = 30$ км/с

$\tau = \frac{67100}{30} = \cancel{12с}\ 223 с$

Отв: $\cancel{12с}$ 223 с.

$$\begin{array}{r|l} 671 & 3 \\ \underline{6} & \overline{223} \\ 7 & \end{array}$$

№2

$m = 4^m$

$r = 100$ пк

$T = 15 \cdot 10^{3}$ К

$\mathfrak{M} = 5 \mathfrak{M}_с$

$v_{экв} = 2 \cdot 10^{2}$ км/с

$R_э - R_п$ — ?

$M = m + 5 - 5\lg r$

$M = 4 + 5 - 5\lg 100 = -1^{M}$

$v_{эк} = \sqrt{\frac{GM}{R_э}}$

$$\frac{GM}{R_э} = v^2$$

$$R_э = \frac{GM}{v^2}$$

не будем учитывать диф. вращение, которым, например, обладает солнце.

Считаем, что звезда вращается как твердое тело, а так как звезда в любом случае при обхвате ⟷ (срез) круг, то идет вращение по круговой орбите с I космической скоростью

$$R_э = \frac{6{,}67\cdot10^{-11}\cdot5\cdot2\cdot10^{30}\,кг}{(2\cdot10^5\,м/с)} = 1{,}44\cdot10^{10}\,м = 1{,}44\cdot10^{7}\,км$$

66,7 | 4
4 | 14,4
26
24
27

$$\frac{L}{L_c} = 10^{0{,}4\Delta M} = 10^{0{,}4(4{,}7+1)} = 10^{2{,}3} \approx 300$$

$$L = \sigma T^4 4\pi R_э \cdot R_п$$

$$R_п = \frac{L}{\sigma T^4\cdot 4\pi R_э} = \frac{300 L_c}{\sigma T^4 4\pi R_э} = \frac{300\cdot\sigma T_c^4 4\pi R_c^2}{\sigma T^4 4\pi R_э} = 300\cdot\left(\frac{T_c}{T}\right)^4\cdot\frac{R_c^2}{R_э}$$

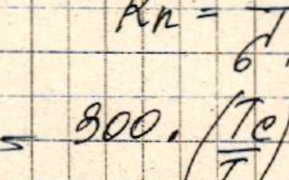
$$R_п = 300\cdot\left(\frac{6000к}{15000к}\right)^4\cdot\frac{(6\cdot10^5\,км)^2}{1{,}44\cdot10^7\,км} =$$

$$= \frac{300\cdot36\cdot10^3\,км}{6{,}25^2\cdot1{,}44} = 10^5\,км\cdot\frac{75}{39} = 1{,}9\cdot10^5\,км.$$

75 | 39
39 | 1,9
360
351

$$R_э - R_п = 1{,}4\cdot10^7 - 1{,}9\cdot10^5 = 140\cdot10^5 - 1{,}9\cdot10^5 =$$

$$= 138{,}1\cdot10^5\,км$$



Отв: $138{,}1\cdot10^5$ км

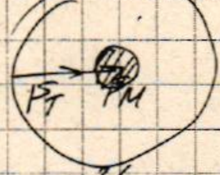
№3

$F = q\cdot B\cdot v\cdot \sin\alpha$

$F = ma = \frac{mv^2}{R} = \frac{GM}{R^2} + qB\cdot v\cdot \sin\alpha$

$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu$ $\qquad \nu_{вращени} = \nu_{испуск}$

$\frac{m4\pi^2R^2\nu^2}{R} = \frac{GM}{R^2} + q\cdot B\cdot 2\pi R\nu$



$m4\pi^2R^2\nu^2$

$F_T \to 0$ т.к. $F_T = \frac{GMm}{R^2}$, а $m = 9{,}1\cdot 10^{-31} \to 0$

$ma = F$

$\frac{mv^2}{R} = q\cdot B\cdot v\cdot \sin\alpha$

$\frac{m\cdot 4\pi^2R^2\nu^2}{R} = q\cdot B\cdot 2\pi R\nu$

$\nu 2m = qB$

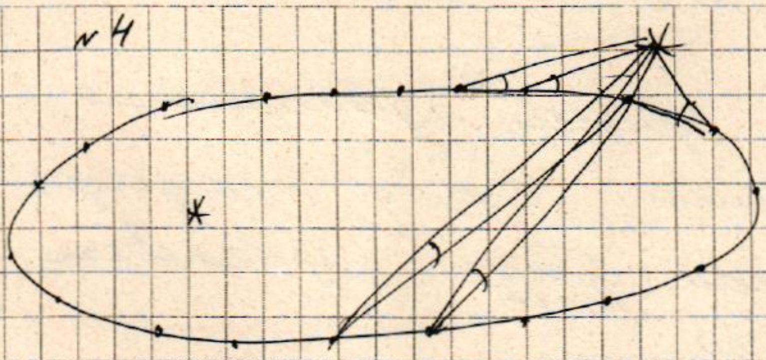
$E = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E}{h}$

$B = \frac{E2m}{hq}$

$B = \frac{8\cdot 10^2 эВ\cdot 2\cdot 2\cdot 10^{30}\cdot 1{,}4}{4{,}14\cdot 10^{-15} эВ\cdot с\cdot 17} = 11{,}2\cdot 10^{47}$ Гн

Отв: $11{,}2\cdot 10^{47}$ Гн.

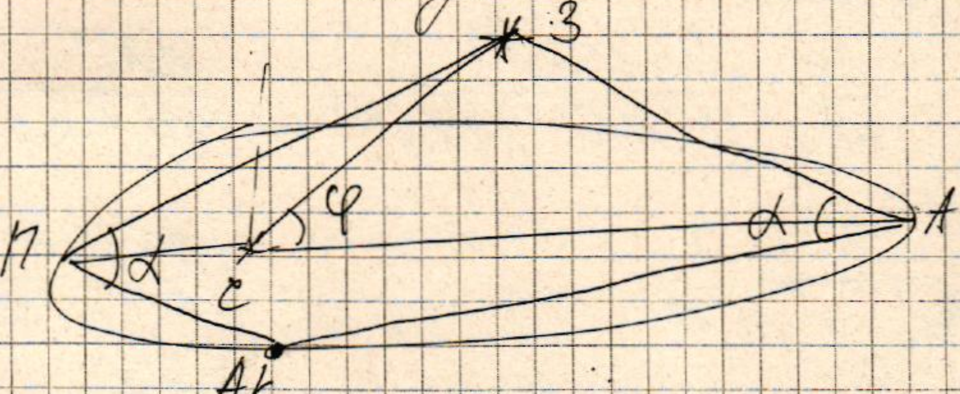
№4



Длина эллипса $2\pi a \approx 1{,}557$ ае.

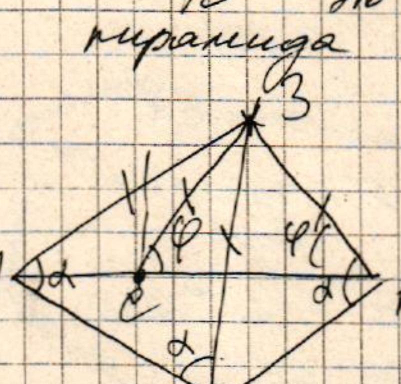
Звезда, названная опорной, не может иметь $\varphi = 0$, не может лежать на эклиптике т.к. из-за там не будет соблюдаться $\alpha = const = 33^\circ$

Имеем дело с объемным рисунком



Т.к. т-и длины ПЗ, АКЗ, АЗ равны между собой, т.к. звезда от нас бесконечно далеко (расстояние до нее много больше афелия, перигелия орбиты), то это правильная треугольная пирамида

ΔСЗА - р/б $\Rightarrow \angle$ЗАС $= \varphi$ тоже

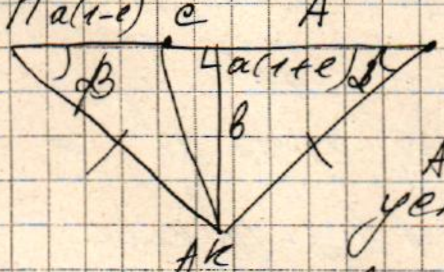


ΔПЗАК $= \Delta$АЗАК по 1 признаку, т.е. расстояния от объекта до афелия и перигелия одинаково

Бланк ответов Санкт-Петербургской олимпиады по астрономии

Шифр: 260

Т.е имеем картину вида



Т.е установили особенность положения АК для достижения условий, описываемых в задаче

Если сказано, "все объекты летают равномерно" то можем считать что между точкой АК и П и ~~АК~~ АК и А количество объектов относится как

$$\frac{a(1-e)}{a(1+e)} = \frac{1-e}{1+e} = \frac{0,4}{1,6} = \frac{1}{4}$$

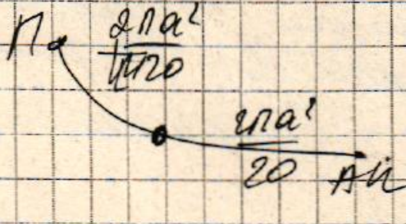
Если на 1 стороне 10 объектов, то

$X + 4X = 10$

$5X = 10$

$X = 2$

$\Rightarrow$ между перигелием и нашим объектом еще 1 объект



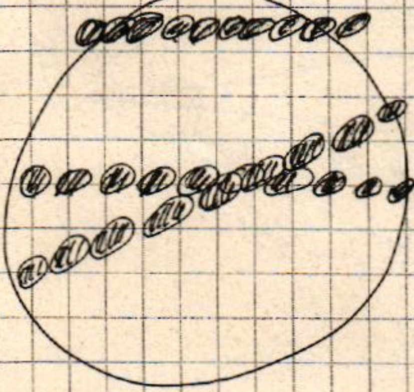
Т.е $АКП = \frac{1,56}{10} = 0,16$ ае.

№5

Можно предположить 2 причины увеличения блеска:

1) Увеличение светящейся площади

2) Вспышка на звезде



Первый вариант недостижим, т.к. во время транзита падение яркости происходит как раз из-за того, что площадь круга-планета не светит.

Чтобы резко увеличилась светящая площадь в середине транзита, когда планета находится в середине звезды — это невозможно.

Сначала найду отношение радиусов планеты и звезды.

$$\frac{L_0}{L_1} = \frac{J 4\pi R_з^2}{J(4\pi R_з^2 - 4\pi R_п^2)} = \frac{R_з^2}{R_з^2 - R_п^2} = \frac{1}{0,97}$$

$$\cancel{0,97 R_з^2 - 0,97 R_п^2 =}$$

$$0,97 R_з^2 = R_з^2 - R_п^2$$

$$R_п^2 = R_з^2 (1 - 0,97)$$

$$R_п = \sqrt{0,03}\, R_з$$

Если рассматривать вариант вспышки, учитываем, что изменился поток от звезды, т.е.

$$\frac{L_0}{L_2} = \frac{J_0 4\pi R_з^2}{J(4\pi R_з^2 - 4\pi R_п^2)} = \frac{J_0 R_з^2}{J(R_з^2 - R_п^2)} =$$

$$= \frac{J_0 R_з^2}{J \cdot 0,97 R_з^2} = \frac{1}{0,98}$$

$$\frac{J_0}{J} = \frac{0,97}{0,98} \qquad J = \frac{0,98}{0,97} = 1,01 J_0$$

Так как по условию у нас звезда G2V, то считаем что она имеет $T_☉$, $R_☉$, $M_☉$

Тогда $J = \frac{0{,}98}{0{,}97} \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot (6000K)^4 =$

$= \cancel{1{,}01 \cdot 5{,}67}\ 1296 \cdot 5{,}7 \cdot 10^4 = 6{,}4 \cdot 10^7 \frac{Вт}{м^2}$

За 2 минуты звезда дополнительно излучила ~~0,1%~~ $J \cdot S \cdot t = p$.

$p = \cancel{100{,}01}^{5} \cdot 6{,}4 \cdot 4 \cdot 3{,}14 \cdot (6 \cdot 10^8 м)^2 \cdot 0{,}97 \cdot 120 =$
$= 10^{26} \cdot 2{,}94$ Дж.

Таким образом мы нашли параметры вспышки