

1. Как известно скорость Солнца относительно центра Галактики 220 км/с , а также известно, что скорости объектов нашей галактики относительно центра на расстоянии Солнца и дальше от центра примерно одинаковы. Значит искомое время τ равно:

$$\tau = \frac{2\pi r}{v_0} = \frac{2\pi \cdot 31 \cdot 10^{16} \cdot 16 \cdot 10^3}{220000} = \frac{18 \cdot 16 \cdot 10^{16}}{220} = \frac{18 \cdot 16 \cdot 10^{15}}{22}$$

$$= \frac{9 \cdot 16 \cdot 10^{15}}{11} \text{ сек}$$

$$\tau = \frac{9 \cdot 16 \cdot 10^{15}}{86400 \cdot 11 \cdot 365} = \frac{9 \cdot 8 \cdot 10^{15}}{43200 \cdot 11 \cdot 365} = \frac{72 \cdot 10^{13}}{432 \cdot 11 \cdot 365} = \frac{10^{13}}{66 \cdot 365} = \frac{10^{13}}{2404} = \frac{10^{10}}{24}$$

$$= 5 \cdot 10^2 \text{ лет} \cdot 10^9 \cdot \frac{5}{12} = 10^9 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{6} \approx 4 \cdot 10^8$$

$$\begin{array}{r} \times 365 \\ 1845 \\ 1845 \\ 1845 \\ \hline 78075 \\ 20075 \end{array}$$

Ответ: $4 \cdot 10^8 \text{ лет}$

~~Ж.З. Для перевода из Коперниканской~~
~~эпохи~~

2. Объект на параболической орбите имеет скорость в $\sqrt{2}$ раз больше чем на круговой на этой же высоте.

Скорость на круговой орбите равна:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}, \text{ где } M - \text{масса планеты, а } r - \text{радиус орбиты}$$

Пусть R - радиус планеты

Тогда добавка скорости для перевода на параб. орбиту при касательном старте:

$$\sqrt{\frac{2GM}{R}} - \sqrt{\frac{GM}{R}} = \Delta v_k \quad \Delta v_k = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

А на исходной орбите (μ - радиус исходной орбиты)

$$\Delta v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2GM}{\mu}} - \sqrt{\frac{GM}{\mu}}$$

из условия:

$$\Delta v_{\text{max}} = \Delta v_k$$

$$5 \cdot \Delta v_{\text{max}} = \Delta v_k$$

$$5 \cdot \left(\sqrt{\frac{2}{\mu}} - \sqrt{\frac{1}{\mu}} \right) = \sqrt{\frac{2}{R}} - \sqrt{\frac{1}{R}}$$

$$5 \cdot \left(\sqrt{\frac{2}{\mu}} - \sqrt{\frac{1}{\mu}} \right) = \sqrt{\frac{2}{R}}$$

$$5 \cdot \frac{1}{\sqrt{\mu}} (\sqrt{2} - 1) = \frac{1}{\sqrt{R}} (\sqrt{2} - 1)$$

$$\frac{5}{\sqrt{\mu}} (\sqrt{2} - 1) = \sqrt{\frac{2}{R}}$$

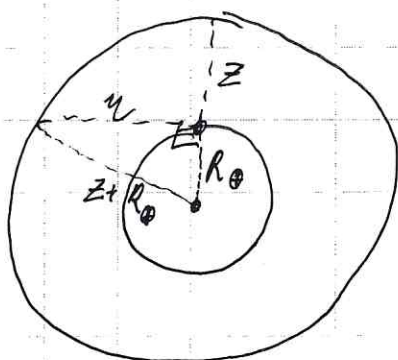
$$\frac{\mu}{R} \approx 2.5$$

$$\sqrt{\frac{\mu}{R}} = 5 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \approx 1.5 \Rightarrow \frac{\mu}{R} \approx 2.3$$

Ответ: ~~2,5~~ 2,3

$$3. \Delta m = 10^m + 1^m = +11^m$$

Как известно на земле расстояние считается как 0,23" на зенитном расстоянии



$$\mu = \frac{\Delta m}{0,23} \quad \mu \approx 55 z$$

Из рисунка видно, что:

$$(z + R_0)^2 = R_0^2 + u^2$$

$$z^2 + 2R_0 z + R_0^2 = R_0^2 + u^2$$

$$3025 z^2 = z^2 + 2R_0 z$$

$$3024 z = 2R_0$$

$$z = \frac{6400 \cdot 2}{3024} = \frac{6400}{1512} \approx \frac{64}{15} \approx 4 + \frac{4}{15}$$

3.

$$\frac{4}{15} = \frac{1}{3} - \frac{1}{15} = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{1}{5}\right) = 0,8 \cdot \frac{1}{3} = 0,26$$

$$4,26 \text{ км} = z \approx 4,3 \text{ км}$$

Из рисунка видно, что в используемых обозначениях z и есть высота полета

Ответ: $4,26$ км

4. Известно, что нейтронные звезды имеют массу до двух масс Солнца

Радиус черной дыры меньше $R_G = \frac{2GM}{c^2}$, тогда минимальная плотность примерно равна:

$$\rho_{\min} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R_G^3} = \frac{3c^6}{32G^3 M^2 \cdot 56}$$

Из соотношения из условия видно, что температура черной дыры обратно пропорциональна массе, следовательно необходимо оценить ~~минимальную~~ ^{максимальную} температуру излучающей черной дыры. Известно, что реликтовое излучение имеет температуру примерно $2,7$ К, тогда оценим максимальную температуру излучающей черной дыры примерно в 8 К.

$$8 = 10^{-7} \cdot \frac{M_{\odot}}{M} \Rightarrow M = 0,13 \cdot 10^{-7} \cdot M_{\odot}$$

$$\rho_{\min} = \frac{3 \cdot 3^6 \cdot 10^{48}}{32 \cdot \frac{8}{2,7} \cdot 10^{-30} \cdot 10^{-8} \cdot 3 \cdot 4 \cdot 10^{60}} = \frac{3^9 \cdot 10^{48}}{10^{14} \cdot 2^{10}} = 10^{34} \cdot \frac{3^9}{2^{10}} = \frac{27^3}{1024} \cdot 10^{34}$$

4. ~~$\rho_{\min} = 7290 \cdot \frac{27}{32} \cdot 10^{14}$~~ $\rho_{\min} = \frac{19683}{1024} \cdot 10^{14} \approx 1,9 \cdot 10^{35} \frac{\text{кВ}}{\text{м}^3}$

~~$\frac{27}{32} = \frac{7}{8} \cdot \frac{1}{32} = \frac{1}{8} (7 - \frac{1}{4}) = \frac{6,75}{8} = 0,125 \cdot 6,75 \approx 0,9$~~

~~$\rho_{\min} = 6,6 \cdot 10^{36} \frac{\text{кВ}}{\text{м}^3}$~~ Ответ: $2 \cdot 10^{35} \frac{\text{кВ}}{\text{м}^3}$

5. Вычислили светимость звезд в рассеянном скоплении:

$$\frac{L}{L_0} = 10^{0,44,8} \Rightarrow L = 10^{1,92} L_0$$

Тогда суммарная светимость рассеянного скопления $L_{\Sigma} = 10^{1,92} \cdot L_0 \cdot 1000$, а ~~суммарная~~

~~Так как надо оценить максимальное расстояние до шарового скопления, то оценим, что примерно половина звезд из шарового скопления нам не видна из-за зашатавшихся звезд друг дружкой. Тогда суммарная светимость шарового скопления:~~

~~$L_{\Sigma} = 10^6 \cdot L_0 \cdot \frac{1}{2} \approx 5 \cdot 10^5 L_0$~~

$$\frac{E_{\Sigma}}{E_p} = 10^4 = \frac{10^6 L_0}{10^5 L_0} \cdot \left(\frac{\eta_p}{\eta_{\Sigma}} \right)^2 \Rightarrow \eta_{\Sigma} = \eta_p \cdot 10^{-4,5}$$

Отсюда видно, что $\eta_{\Sigma} \ll \eta_p$. Также параметры рассеянного скопления порежем на параметры Тилла из-за этого оценим $\eta_p \approx 8 \text{ ккк}$

$$\sqrt{10^1} \approx 3,3 \Rightarrow \eta_{\Sigma} = \frac{8 \cdot 10^3}{33} \approx 0,3 \cdot 10^3 = 300 \text{ пк}$$

Ответ: 300 пк