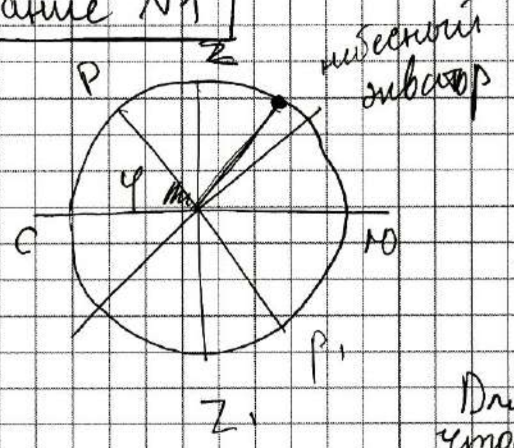
|Кл г-2|

Задание №1



т.к это полярная ночь, значит солнце не выходит из-под горизонта

В теории, тогда полярный день длится 60 дней тоже, но рефракция приподнимает видимое Солнце и полярный день длится дольше.

Для начала не будем учитывать рефракцию чтобы оценить широту

На полюсах полярная н = пол. день ≈ 180 дней

На широтах 66,5° с ш и ю ш Солнце касается горизонта.

Значит $90-66{,}5=23{,}5°$ дает изменение в 180 дней

$$\frac{23{,}5}{180}=\frac{x}{60} \Rightarrow x=\frac{60\cdot 23{,}5}{180}=7{,}83 \approx 7{,}8°$$

По грубой оценке широта местности $66{,}5+7{,}8=74{,}3° \Rightarrow 74{,}3°$

$h_{max}=90-\varphi+\delta$

$h_{min}=90-\varphi-\delta$

$h_{max}=2h_{min} \Rightarrow 90-\varphi+\delta=180-2\varphi-2\delta$

$-90+74{,}3=-3\delta$

$-15{,}7=-3\delta$

$\delta=\frac{-15{,}7}{3}=5{,}23$

$\delta \approx 5{,}23°$

Ответ: $\delta=+5{,}23°$

№1

Клг-2

Задание №3

$$\frac{GMm}{R^2} = ma, \text{ где } m \text{ — масса планеты}$$

M — масса звезды

R — расстояние

$$\frac{GM}{R^2} = \frac{v^2}{R}$$

$T_1 \sim 0{,}5$ а.е внутренняя планета

$T_2 \sim 0{,}8$ а.е внешняя планета

$$GM = v^2 R$$

$$GM = \frac{4\pi^2 R^3}{T^2}$$

$$GMT^2 = 4\pi^2 R^3$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}}$$ найдем периоды планет

$$T_1 = \sqrt{\frac{\cancel{4} \cdot 10 \cdot 0{,}5^3 \cdot 1{,}5^3 \cdot 10^{33}}{7 \cdot 10^{-11} \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{2} \cdot 10^{30}}} = \sqrt{\frac{10^4 \cdot 0{,}5^3 \cdot 1{,}5^3}{7 \cdot 10^{-11}}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 1{,}5^3}{7 \cdot 10^{-11}}} =$$

$$= 5\sqrt{\frac{5 \cdot 10^{12} \cdot 1{,}5^3}{7}} = 5\sqrt{\frac{5 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 10^9}{7}} = 5\sqrt{\frac{\cancel{5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5} \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 10^9}{7}} = 125 \cdot 3\sqrt{\frac{3 \cdot 10^9}{7}}$$

$$= 125 \cdot 3\sqrt{\frac{30 \cdot 10^8}{7}} \approx 125 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 2 \text{ с}$$

$$\frac{125 \cdot \cancel{3} \cdot 10^4 \cdot \cancel{2}}{\cancel{24} \cdot \cancel{3600} \cdot 365} = \frac{\cancel{125} \cdot 10^2}{12 \cdot 12 \cdot 365} = \frac{25 \cdot \cancel{100}\,25}{\cancel{12} \cdot \cancel{12} \cdot 73} = \frac{625}{36 \cdot 73} = \frac{1}{4{,}2} \text{ года}$$

$$= 1 : 4\tfrac{1}{2} = 1 \cdot \frac{2}{9} = \frac{2}{9} \text{ года}$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{\cancel{4} \cdot 10 \cdot 0{,}8^3 \cdot 1{,}5^3 \cdot 10^{33}}{7 \cdot 10^{-11} \cdot \cancel{4} \cdot \cancel{10^{30}}}} = \sqrt{\frac{10^{15} \cdot 0{,}8^3 \cdot 1{,}5^3}{7}} =$$

$$= \sqrt{\frac{15 \cdot 15 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 8 \cdot 10^9}{7}} = 15 \cdot 8\sqrt{\frac{15 \cdot 8}{7} \cdot 10^9} = 15 \cdot 8 \cdot 10^4\sqrt{\frac{15 \cdot 80}{7}}$$

$$\approx 13 \cdot 15 \cdot 8 \cdot 10^4 \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{13 \cdot \cancel{15}\,3 \cdot 8 \cdot 10^2}{36\cancel{00} \cdot 24 \cdot \cancel{365}\,73} = \frac{13 \cdot \cancel{3 \cdot 8} \cdot 100}{\cancel{36} \cdot \cancel{24} \cdot 73} = \frac{13 \cdot \cancel{100}\,25}{\cancel{36}\,9 \cdot 73} = \frac{13 \cdot 25}{9 \cdot 73} \text{ года}$$

$36 \cdot 73$: 108, 252, 2628

$2628 : 625 = 4{,}2$; 2500, 1280, 1250, 300

$15 \cdot 8 = 80 + 40 = 120$

$1200 : 7 = 171{,}3$

№2

|Клг-2|

$13 \cdot 25 = 325 \Rightarrow T_2 = \frac{1}{2}$ года

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 13 \\ \hline 75 \\ 25 \\ \hline 325 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 73 \\ \times 9 \\ \hline 27+630=657 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 657 & 325 \\ \underline{650} & 2{,}002 \\ 700 & \end{array}$$

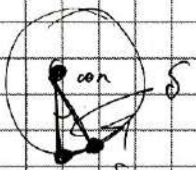
$$v_1 \text{ планеты} = \sqrt{\frac{GM}{a}} = \sqrt{\frac{7 \cdot 10^{-11} \cdot 4 \cdot 10^{30}}{0{,}5 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11}}} = \sqrt{\frac{7 \cdot 4 \cdot 10^{8}}{0{,}75}} = \sqrt{\frac{7 \cdot 4 \cdot 10^{8} \cdot 4}{3}} =$$

$$= 10^4 \cdot 4 \cdot 1{,}4 \text{ м/с} = 10^4 \cdot 5{,}6 \text{ м/с}$$

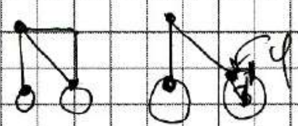
было $4{,}6 \cdot 10^4$

$$v_2 \text{ планеты} = \sqrt{\frac{7 \cdot 4 \cdot 10^{30}}{1{,}5 \cdot 0{,}8\, 0{,}2}} = 10^4 \sqrt{\frac{7}{0{,}2 \cdot 1{,}5}} = 10^4 \sqrt{\frac{7}{0{,}3}} \approx 4{,}8 \cdot 10^4 \text{ м/с}$$

Получается, что если сол. сутки совпадают, то



пройдя по орбите планета продвинется на $\angle б$, а вокруг своей оси она должна повернуться на угол φ



$\omega = \frac{v}{r}$

$$T_1 \text{ вокруг оси} = \frac{2\pi v \text{ вокруг оси}}{R \text{ планеты}}$$

$$T_2 \text{ вокруг оси} = 2 T_1 \text{ вокруг оси}$$

планета $R = 0{,}8$ а.е. - внешняя (T_2)

$$\frac{2\pi v_2}{R_2} = \frac{2\pi v_1}{R_1} 2 \Rightarrow \frac{v_2}{R_2} = 2 \frac{v_1}{R_1} \Rightarrow \omega_{2\,ось} = 2 \omega_{1\,ось}$$

На орбите $\omega_2 \sim$ внешняя

$\omega_1 \sim$ внутренн.

$$\omega_2 = \frac{4{,}6 \cdot 10^4 \text{ м/с}}{0{,}8 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11} \text{ м}} = \frac{4{,}6}{0{,}8 \cdot 10^7 \cdot 1{,}5} \text{ °/с} \qquad \omega_1 = \frac{5{,}6 \cdot 10^4}{10^{11} \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}5} = \frac{5{,}6}{10^7 \cdot 0{,}75} \text{ °/с}$$

№3

Клг-2

$$\omega_1 = \frac{C^{м}}{T_{м/с}} = \frac{2\pi\cdot 0{,}5\cdot 1{,}5\cdot 10^{11}}{10^4\cdot 5{,}6} = \frac{2\pi\cdot 0{,}5\cdot 1{,}5\cdot 10^{7}}{5{,}6} = \frac{\cancel{360}\ 180\cdot 1{,}5\cdot 10^{7}}{5{,}6}\ °/с$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi\cdot 0{,}8\cdot 1{,}5\cdot 10^{11}}{10^4\cdot 4{,}6} = \frac{360\cdot 0{,}8\cdot 1{,}5\cdot 10^{7}}{4{,}6}\ °/с$$

Солнечные сутки длиннее звездных если направление вращения оси планеты по орбите совпадает, и короче если осевое вращение планеты в противоположную сторону

ω_1 по орбите $= \frac{56}{75\cdot 10^8}$ рад/с $= \frac{56\cdot 1}{10^8\cdot 75\cdot 57{,}3}$ °/с

ω_2 по орбите $= \frac{46}{1{,}2\cdot 10^8\cdot 57{,}3}$ °/с

$$\frac{56}{10^8\cdot 57{,}3\cdot 1{,}2} + \omega_{2ось} = \frac{56}{10^8\cdot 75\cdot 57{,}3} + \omega_{1ось}$$

$$\frac{56}{10^8\cdot 57{,}3\cdot 1{,}2} - \frac{56}{10^8\cdot 75\cdot 57{,}3} = \omega_{1ось}$$ осталось посчитать

$$\omega_{1ось} = \frac{56}{10^6\cdot 57{,}3}\left(\frac{1}{75} - \frac{1}{120}\right) = \frac{56}{10^6\cdot 57{,}3}\left(\frac{120-75}{9000}\right) = \frac{56\cdot 45}{9\cdot 10^9\cdot 57{,}3} = 5\cdot 10^{-9}$$

$= 5\cdot 10^{-9}$ °/с $\Rightarrow \omega_2 = 10^{-8}$ °/с

✓ решение на странице 6

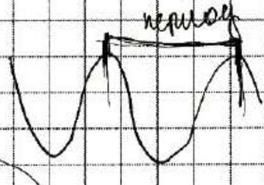
Задание №2

$D = 2$ м

$\nu = 12$ ГГц

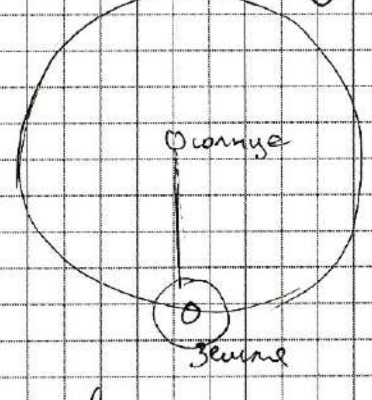
$\nu = \frac{1}{T}$

$\varphi = 1{,}22\frac{\lambda}{D}\cdot 206265''$ — угловое разрешение



$\varphi = \frac{1{,}22\cdot 2\cdot 10^5}{2}\cdot\lambda = \lambda\cdot 1{,}22\cdot 10^5\ ''$

$T = \frac{1}{12\cdot 10^3}$ с



$\varphi = 5{,}5\cdot 10^{-7}\cdot 10^5\cdot 1{,}22 = 10^{-2}\cdot 1{,}2\cdot 5{,}5 = 0{,}12\cdot 0{,}55$

$= 0{,}6''$ угловое разрешение

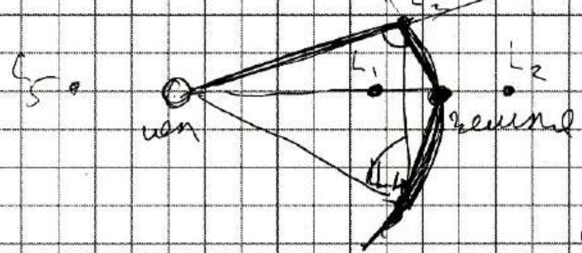
$0{,}55 \times 0{,}12$: 110, 55, 0,660

Засветка происходит в районе точек ~~весеннего и осеннего равноденствия и длится~~ ≈ 1 месяц (вроде) ~~это дата 21-23 марта и 21-23 сентября~~

Это взято из собственных наблюдений за активностью солнца. Попробую сделать обоснование. №4

Клг-2

Наверное ретранслятор стоят в точках Лагранжа



для рассмотрим точки L_3 и L_4 они будут образовывать угол. ~~при~~ ~~снизу~~ в 60°, то есть

Δ равносторонний.

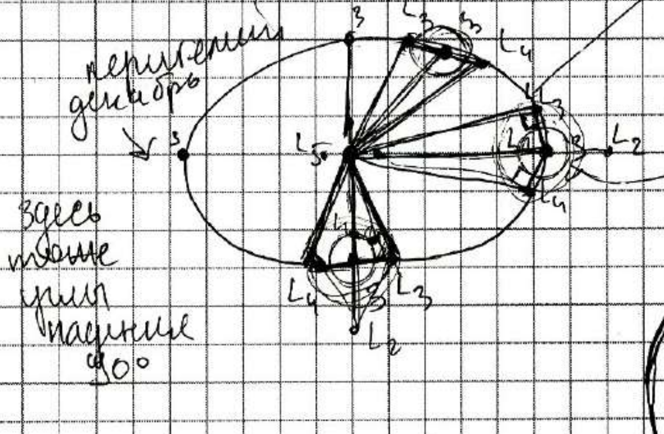
Сила же засветка сделает так, что сигнал от Солнца будет прерываться из-за оглепления спутника на какое-то время

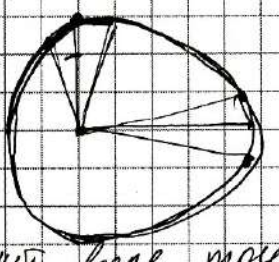
угловые скорость солнца $\approx 1°/$день $\Rightarrow 3600''/$день $\approx \frac{3600''}{24\cdot 3600} \approx \frac{1}{24}''/c$

угловое разрешение 0,6"

~~3600~~ значит засветка будет длиться где-то $\frac{6\cdot 24}{10}$ c $= 144$c

$\approx 2{,}5$ минуты





Значит засветка происходит возле точек солнцестояний, ~~в п~~ это 21-22 декабре и 22 июне при этом летом она будет продолжаться дольше, т.к. Земля в афелии своей орбиты и её скорость меньше

~~или она происходит в дни равноденствия (21-23 марта и 21-23 сентябре~~

~~длится~~ по длительности засветка оценочно, наверное длится месяц.

№5

Клг-2

Задание 3

$\omega = \frac{v}{R} = \frac{2\pi R}{TR} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$

$T_1 = \frac{360°}{5\cdot 10^{-9}\,°/c} = 72\cdot 10^{9}\,c$

$T_2 = \frac{360}{10^{-5}} = 360\cdot 10^{5} = 36\cdot 10^{6}\,c$

$T_1 = \frac{72\cdot 10^{6}}{24\cdot 3600} = \frac{7200\cdot 10^{4}}{24\cdot 3600} = \frac{10^4}{12}\,сут = \frac{100}{12}100 = 800\,сут$

$T_2 = \frac{3600\cdot 10^4}{24\cdot 3600} = 400\,сут.$

ω_1 по орбите $\frac{56\cdot 57{,}3}{75\cdot 10^6}\,°/c$ или $\frac{56}{75\cdot 10^6}$ рад/с

ω_2 по орбите $\frac{46\cdot 57{,}3}{120\cdot 10^6}\,°/c$ или $\frac{46\cdot \cancel{57{,}3}}{120\cdot 10^6}$ рад/с

$\frac{56\cdot \cancel{57{,}3}}{75\cdot 10^6} + \omega_{1ось} = 2\omega_{1ось} - \frac{56\cdot \cancel{57{,}3}}{10^6\cdot \cancel{120}}$

$\uparrow$
$\omega_{2ось}$

$\frac{56}{10^6}\left(\frac{1}{75} + \frac{1}{120}\right) = \omega_{1ось}$

$\frac{56\cdot 195}{10^6\cdot 9000} = \frac{56\cdot 5}{10^9}$ рад/с

$T_1 = \frac{6\cdot 10^9}{56\cdot 5}\,c$ $\frac{6\cdot 10^7}{56\cdot 5\cdot 3600\cdot 24}$ сут $= \frac{10^7}{30\cdot 24\cdot 56} = \frac{10^6}{72\cdot 56}$ $\frac{10^3}{4} = \frac{1000}{4}$

72
56
432
360
4032

$= 250\,сут \Rightarrow T_2 = 125\,сут$

Предположим, что в другую сторону найдена ошибка в расчетах

$\frac{56}{75\cdot 10^6} + \omega_{1ось} = +2\omega_{1ось} + \frac{46}{120\cdot 10^6}$

$\omega_{1ось} = \frac{1}{10^6}\left(\frac{56}{75} - \frac{46}{120}\right) = \frac{1}{10^6}\left(\frac{6720-3450}{9000}\right)$

120
56
720
600
6720

46
75
230
322
3450

6720
−3450
3270

$= \frac{\cancel{3270}}{\cancel{9}\cdot 10^{9}} = \frac{1}{3\cdot 10^6}$ рад/с

№6

Клг-2

$$T_1 = \frac{\cancel{6}\cdot\cancel{12}\cdot 18\cdot 10^{6}\,c}{\cancel{3\cdot 10^{6}}\cdot\cancel{10^{-7}}\cdot 3600\cdot 24} = \frac{10^4}{50} = \frac{100}{50}\,100 = 200\,\text{сут}$$

$T_2 = 100$ сут

Попробуем в другую сторону, планеты вращаются вокруг оси по-разному

$$\frac{56}{75\cdot 10^6} - \omega_1 \text{ось} = +2\omega_1 \text{ось} + \frac{46}{120\cdot 10^6}$$

$$3\omega_1 = \frac{1}{3\cdot 10^6}\ \text{рад/с}$$

$$\omega_1 = \frac{1}{9\cdot 10^6}\ \text{рад/с}$$

$$T_1 = 54\cdot 10^6\,c = \frac{\cancel{54}\cdot 10^6}{3600\cdot\cancel{24}} = \frac{100}{16}\,100 = 600\,\text{сут}$$

36
12
72
36
432 | 27
27 | 16
162

Значит где-то ещё может потеряться минус, поэтому 200 | 3, 66 сут

Ответ: $T_1 = 66$ сут $T_2 = 33$ сут.

Задание 4

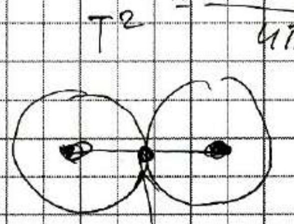
У Солнца тип G $T \approx 5800 \approx 6000\,K$

$\rho \approx 1400$ кг/м³

$M = 2\cdot 10^{30}$ кг

$R \approx 700000$ км $= a$

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{G(M_1+M_2)}{4\pi^2}$$



центр

$$T = \sqrt{\frac{4\cdot 10\cdot 7^3\cdot 10^{24}}{6\cdot 2\cdot 2\cdot 10^{30}\ldots 5}} = \sqrt{\frac{4\cdot 7\cdot 7\cdot 7}{12\cdot 10^5}}$$

$$= \sqrt{\frac{289}{3\cdot 10^5}} = \sqrt{\frac{290}{30}}\cdot\frac{1}{10^2} = \frac{3}{100}\,c = 0{,}03\,c$$

$$T = \sqrt{\frac{289\cdot 10^{24}\cdot 4\cdot 10}{10^{-11}\cdot 7\cdot 2\cdot 10^{30}\cdot 2}} = \sqrt{\frac{10^{6}}{10^{-11}}\cdot 49} = 7\cdot 10^3\,c = 7000\,c$$

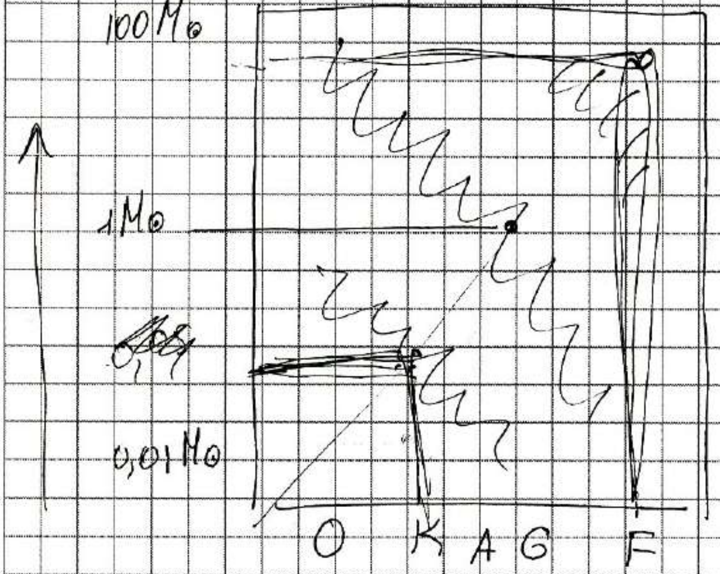
$$= \frac{7000}{3600} = \frac{70}{36}\ \text{часа}$$

70 | 36
36 | 1,94
340
324

T = 1,94 часа

№7

Осталось вспомнить последовательность звезд



где-то так

$\longleftarrow \rho\uparrow,\ R\uparrow$

плотность K больше, ближе к белым карликам! M меньше, R меньше

плотность F меньше, масса больше, R больше

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{2M_\odot G}}$$

Возьмем оценку, что параметры K отличаются в 50 раза от солнца и F от солнца тоже в 50 раза

$$T = \sqrt{\frac{\cancel{4}\cdot 14\cdot 14\cdot 14\cdot \cancel{10}\cdot 10^5}{\cancel{2}\cdot 7\cdot \cancel{10}\cdot \cancel{10}\cdot 5}} \text{ для F } = \sqrt{\frac{\cancel{2}\cdot \overset{50}{\cancel{4}}\cdot 14\cdot 14\cdot 10^5}{5\cdot \cancel{7}}} =$$

$$= 2\cdot 14\cdot 10^4\sqrt{2} = 2{,}8\cdot 14\cdot 10^4 c = \frac{\overset{1,4}{\cancel{2{,}8}}\cdot \overset{7}{\cancel{14}}\cdot \cancel{10^4} c}{\underset{9}{\cancel{3600}}} = \cancel{1}$$

Для класса F период будет меньше ≈ в 2 раза,

Для класса K будет больше в ≈ 2 раза

$\boxed{\text{Задание №5}}$

Там есть какая-то формула для черных дыр, не помню её, но вроде

$$R = \frac{GM}{\cancel{c^2}\,k}$$

Кл-2

Явно, что масса 1 шарового скопления очень мала по сравнению с массой Галактики.

$4{,}5\cdot10^6 M_\odot$ это $\cancel{\frac{4{,}5\cdot10^6}{10}}$ $4{,}5\cdot10^6$ солнц. 4,5 миллиона

$1M_\odot = 2\cdot10^{30}$ кг.

Наверное нужен радиус нашей галактики, он сколько-то световых лет, но этого я не помню

В шаровом скоплении может быть от 40 звезд, может, наверное доходить до 100-500

Возьмем среднее значение 225

тогда таких скоплений $\frac{450}{225}\cdot10^4 = 2\cdot10^4 = 20000$ скоплений

В условии написано 1 шаровое скопление, значит звезд там $4{,}5\cdot10^6$?

~~Звезд таких~~ масса каждой $= M_\odot$ условно

Можно оценить R такой звезды по формуле Шварцшильда, но я её, к сожалению, не помню.

радиус явно будет очень маленьким, таким, что его можно нарисовать на бумаге (условно)

Т.е в центре много маленьких массивных черных дыр вместо одной. Скорее всего, рано или поздно они сольются в одну, так как будут притягиваться друг к другу

$F=\frac{GM\cdot M}{R^2}$, потом $\frac{GM^3}{R^2}$ потом $\frac{GM^4}{R^2}$ и т.д. до $\frac{GM^{4{,}5\cdot10^6}}{R^2}$

и в итоге мы получим одну массивную черную дыру.

Значит, если не все черные дыры в шаровом скоплении слились, то да, наверное в центре нашей Галактики может находиться шаровое скопление. Все зависит от того, с какой скоростью они будут притягиваться. Опять же, повторюсь, что потом может все таки образоваться черная дыра