№5.

Относительно недавно центральный объект Галактики наблюдали в различных диапазонах. На полученных изображениях имеется система звёзд, обращающихся вокруг компактного объекта.

Давайте подумаем, как себя вела бы система в случае скопления чёрных дыр звёздных масс. Начнём с больших расстояний: для далёкого наблюдателя шаровое скопление равномерной концентрации будет равносильно чёрной дыре соответствующего размера и „плотности". А в соответствии с одной из теорем Ньютона, в данной ситуации подобные объекты можно считать мат. точками. Т.о., для далёкого наблюдателя не будет с точки гравитации разницы.

Теперь подберёмся поближе, на расстояния, сравнимые с размерами самого скопления: в такой ситуации единая чёрная дыра всё также будет мат. точкой, а вот скопление будет иметь значительную протяжённость. Т.е. при помещении объекта на таком расстоянии от скопления, его орбита будет значительно больше (пока что скопление считаем единым телом), а значит, вероятно, и центральная часть Галактики будет значительно протяжённее.

Осталось ~~сп~~ рассмотреть расстояния, сравнимые с расстояниями между чёрными дырами в скоплении: теперь некоторые из звёзд оказываются непосредственно внутри

(продолжение на листе 2)

Д01-015

скопления, соответственно, будет большое количество сложных орбит (конечно, если чёрные дыры не на очень больших расстояниях) ~~а значит~~ и центров гравитации, что противоречит наблюдениям, на которые я ссылался выше. Также, ~~т.к.~~ вероятно, участились бы случаи разрушения орбит, выбросы звёзд за пределы скопления. При этом нельзя забывать, что в случае со скоплением, чёрные дыры звёздных масс, при этом там большое количество звёзд, значит, такое скопление вряд ли будет устойчивым. Вы можете сказать, что есть большое количество довольно стабильных шаровых звёздных скоплений, но нельзя забывать, что они, как правило, находятся в гало вокруг ~~[illegible]~~ галактики, где кроме тёмной материи особо ничего и нет. А здесь самая гуща событий: гравитирующий центр галактики, массой $4,5 \cdot 10^6 M_\odot$. Конечно же, концентрация звёзд там несравнимо больше. Поэтому, по моему мнению, такое скопление из чёрных дыр в центре целой галактики долго не протянет: или рассеется, или некоторые из них сольются уже в огромную чёрную дыру, которая и станет новым ~~[illegible]~~ центром галактики.

(продолжение на листе 3).

Ещё нельзя забывать про образование чёрных дыр, всё же не могло это скопление просто взять и из неоткуда возникнуть. На данный момент известно, что чёрные дыры звёздных масс образуются в результате гравитационного коллапса массивных звёзд (в основном), ещё есть теория о их переходе в цикличеcкой Вселенной, но её мы затрагивать не будем. Т.е. что я хочу сказать: нам должно очень жутко повезти чтобы было рядом достаточно большое количество умирающих массивных звёзд ($4,5 \cdot 10^6 M_\odot$, между прочим, как мы знаем, особо нет звёзд более $10^2 M_\odot$). При этом нам должно повезти, чтобы вокруг этого скопления образовалась целая галактика, не растащив его. Если же по какой-то причине оно начало образовываться в уже имеющейся галактике, то шансов совсем нет.

Подведём некий итог: если опираться на вышесказанное, то можно с достаточной уверенностью утверждать, что центром галактики не может быть шаровое скопление чёрных дыр по ряду причин.

Ответ: не может.

Д 01-015

№2.

Наземная станция имеет неподвижную параболическую антенну, значит, принимает параллельный поток э-м волн не слишком большого участка неба, т.о. положим, что связь со спутником поддерживается постоянно, и что он находится на геостационарной орбите.

По поводу излучения: $\nu = 1,2\cdot10^{10}$ Гц $\Rightarrow \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3\cdot10^{8}}{1,2\cdot10^{10}} = \frac{3}{120} = \frac{1}{40}$ м $= 2,5$ см.

Давайте найдём его разреш. способность:

$\alpha = \frac{1,22\lambda}{D} = \frac{1,22\cdot\frac{1}{40}}{2} = \frac{1,22}{80} \approx \left(\frac{122000}{40}\right)'' = 3050'' \approx 51'$.

Как можно использовать эти данные? Можно сказать, что Солнце не должно приближаться к спутнику на два своих диаметра (на самом деле это не совсем так, потому что по-хорошему Солнце не должно попадать в поле зрения телескопа).

Нас интересует небесный экватор. Точки пересечения эклиптики с небесным экватором — точки весеннего и осеннего равноденствия. По эклиптике Солнце проходит 360° за 365,2419 сут. т.е. примерно 1°/сут. Получается, засветка может быть в дни равноденствий ±2 сут.

Ответ: дни равноденствий ±2 сут.

№4.

Будем исходить из того, что:

$M_\odot \approx 2\cdot10^{30}$ кг.

$R_\odot \approx 7\cdot10^{8}$ м

Тогда попробуем оценить ответ, используя III-й закон Кеплера: $\frac{(2\pi)^2}{T^2} = \frac{GM}{a^3}$

$$\frac{36}{T^2} = \frac{6,67\cdot10^{-11}\cdot2\cdot10^{30}}{(2\cdot7\cdot10^{8})^3}$$

$$T^2 = \frac{(1,4\cdot10^{9})^3\cdot36}{6,67\cdot10^{-11}\cdot2\cdot10^{30}}$$

$$T^2 = \frac{\cancel{2,744\cdot10^{27}}\cdot\cancel{36}}{\cancel{13,33\cdot10^{19}}} \approx 7\cdot10^{8}$$

$T \approx 2,6\cdot10^{4}$ с ≈ 8 ч. При этом, чем горячее звезда, тем больше период, т.к. радиус звезды может быть непропорционально больше её массы относительно солнечных.

$\boxed{\text{Ответ: порядка 8ч}}$

№3.

$M = 2M_\odot$

$a_1 = 0,5$ а.е.

$a_2 = 0,8$ а.е.

T_1 – осевой период I-ого

T_2 – осевой период II-ого

T_3 – орбитальный период I-ого

T_4 – орбитальный период II-ого

Предлагаю найти отношение орбитальных периодов:

$$\frac{T_4}{T_3} = \frac{\sqrt{\frac{(2\pi)^2\cdot a_2^3}{GM}}}{\sqrt{\frac{(2\pi)^2\cdot a_1^3}{GM}}} = \sqrt{\frac{a_2^3}{a_1^3}}.$$

$T_2 = 2T_1$.

Д 01-015

Длительность солнечных суток на первой планете:

$$T_5 = T_1 \pm \frac{T_1}{T_3}\cdot T_1$$

На второй планете:

$$T_6 = T_2 \pm \frac{T_2}{T_4}\cdot T_2 = 2T_1 \pm \frac{2T_1}{T_3\sqrt{\frac{a_2^3}{a_1^3}} \approx 2}\cdot 2T_1$$

$T_5 = T_6$ по условию.

$$\cancel{T_1} \pm \frac{T_1^2}{T_3} = 2\cancel{T_1} \pm \frac{2T_1^2}{T_3 \cdot 2}$$

$$-\frac{T_1}{T_3} = 1 \pm \frac{2T_1}{T_3 \cdot 2}$$

$$-T_1 = T_3 \pm \frac{2T_1}{2} \Rightarrow T_1 = T_3$$ – получилось, что длительность осевого и орб. вращения совпадают. Ис усл, но продол…

Найдём T_3:

$$\frac{T_3}{T_\oplus} = \frac{\sqrt{\frac{\cancel{36}\cdot 0{,}5^3 a_\oplus^3}{2\cancel{G}M_\odot}}}{\sqrt{\frac{\cancel{36}\cdot a_\oplus^3}{\cancel{G}M_\odot}}} = \sqrt{\frac{0{,}5^3}{2}} =$$

$$= \frac{1}{4} \Rightarrow T_3 = \frac{1}{4}\text{ г.} \approx 91\text{ сут.} \Rightarrow T_1 = 91\text{ сут.};\ T_2 = 182\text{ сут.}$$

Ответ: 91 сут; 182 сут.

Д01-015

№1.

Село российское $\Rightarrow$ полушарие северное.

$h_{в.к.} = 90° + \delta - \varphi$

$h_{н.к.} = \delta + \varphi - 90°$

При этом, по условию $h_{в.к.} = 2 \cdot h_{н.к.}$

$90° + \delta - \varphi = 2\delta + 2\varphi - 180°$

$270° - 3\varphi = 3\delta$

$90° - \varphi = \delta$

Теперь нужно разобраться с широтой наблюдения.

$i = 23°26' \approx 23,5°$. Северный полярный круг начинается на широте 66,5° с.ш.

На широте 90° с.ш. полярная ночь длится 6 мес., а в ~~[illegible]~~ данном случае 2 мес. Значит, можно предположить, что наблюдение происходит на широте $(66,5° + \frac{1}{3} \cdot 23,5°)$ с.ш. $\approx 74°$ с.ш.

Отсюда находим интересующее склонение:

$\delta = 90° - 74° = 26°$

$\boxed{\text{Ответ: } 26°.}$