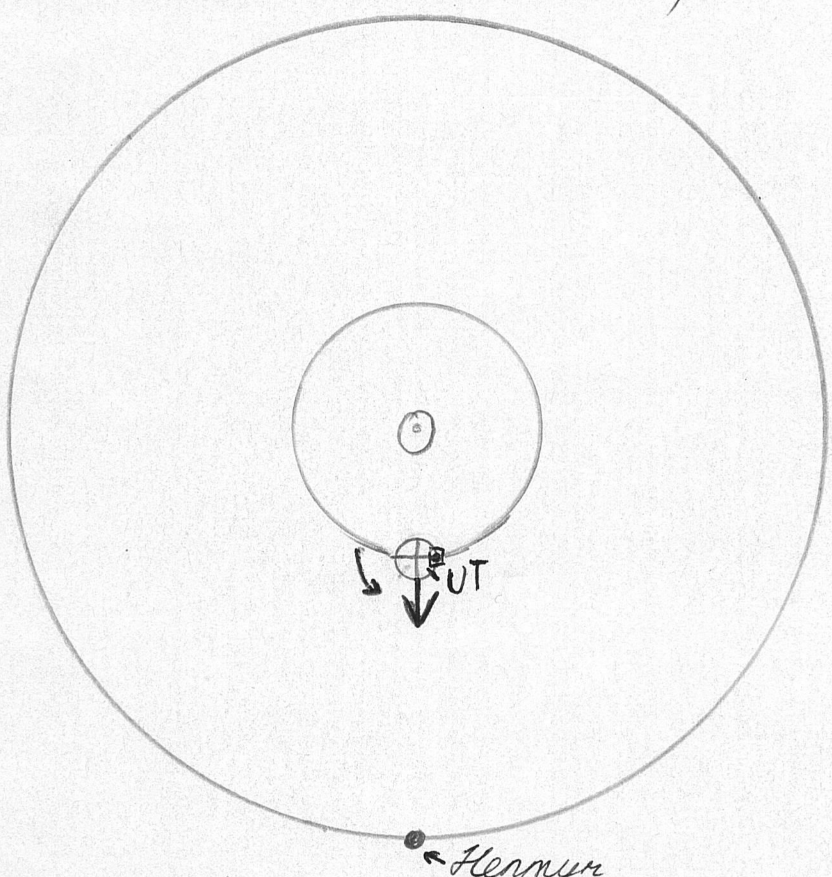
Сар- 45

Шифр

	1	2	3	4	5	6	Σ
Предварительный результат							
Окончательный результат							

① Изобразим противостояние Нептуна на чертеже (не в масштабе)



Этот чертёж характерен для момента противостояния (т.е. для первой половины сентября 2019г). Однако по условию астроном хотел наблюдать Нептун в том же сентябре, значит, в промежуток времени между противостоянием и наблюдением планеты несильно поменяют своё положение.

5 **Дано:**

$h_{нк1} = -25°$

$h_{вк2} = 43°$

$\varphi_с = 82°$

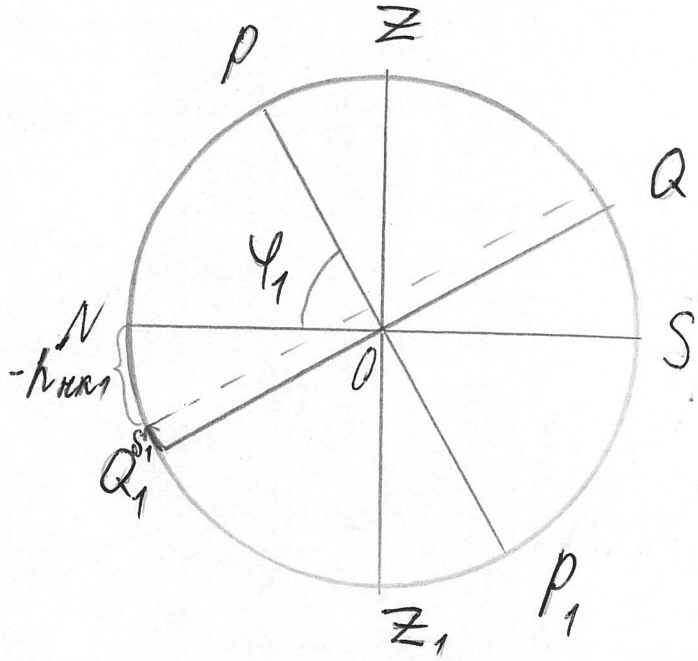
$\varphi_ю = 41°$

Найти:

Можно ли на территории России наблюдать звёзды Альтаир и Альнаир?

Решение:

Если в Санкт-Петербурге (его широта $\varphi_1 = 60°$) Альтаир опускается под горизонт не более, чем на 25°, то высота его нижней кульминации в Санкт-Петербурге $h_{нк_1} = -25°$.



ZZ_1 - отвесная линия, NS - полуденная линия
QQ_1 - небесный экватор, PP_1 - ось Мира
Пусть δ_1 - склонение Альтаира. Тогда из чертежа

$\varphi_1 + (-h_{нк1}) + \delta_1 = 90°$ (минус перед $h_{нк1}$ стоит, потому что не может быть отрицательных углов в геометрии)

$\delta_1 = 90° - \varphi_1 + h_{нк_1} = 90° - 60° + (-25°) = 5°$.

Тогда для некоторого населённого пункта с широтой φ_1' на территории России ($\varphi_1' > 0$) высота верхней кульминации Альтаира

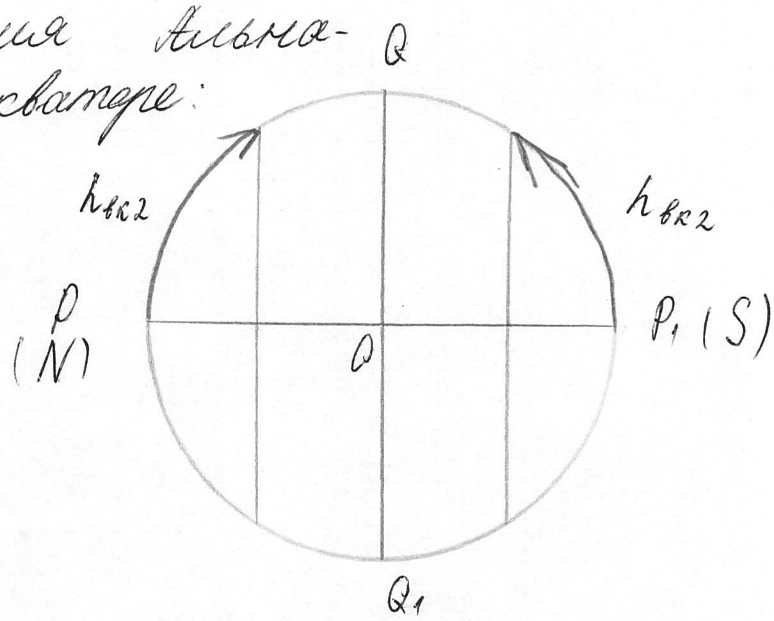
$h'_{вк1} = 90° - \varphi_1' + \delta_1$.

Для того, чтобы Альтаир можно было наблюдать $h_{вк1}$ должна быть больше нуля, т.е.

$h_{вк1} = 90° - \cancel{+}\varphi_1' + \delta_1 > 0 \Rightarrow \cancel{\varphi_1' >}$ $\varphi_1' < 90° + \delta_1 = 95°$, т.е.

на территории России Альтаир можно наблюдать.

Наблюдения Альнаира на экваторе:



Ось Мира (PP_1) совпадает с полуденной линией (NS). Максимальная высота Альнаира над горизонтом достигается, когда Альнаир в верхней кульминации. ($h_{вк2} = 43°$). Из чертежа видно, что высоту верхней кульминации можно отсчитывать двумя способами. Поэтому склонение Альнаира

$\delta_2 = 90° - h_{вк2} = 90° - 43° = 47°$ или $\delta_2 = -(90° - h_{вк2}) = -47°$.

Если наблюдение Альнаира возможно в некотором пункте России с широтой φ_2', то высота верхней кульминации Альнаира там

$(h_{вк2}' = 90° - \varphi_2' + \delta_2 > 0 \Rightarrow \varphi_2' < 90° + \delta_2)$

$h_{вк2}' = 90° - |\varphi_2' - \delta_2| > 0 \Rightarrow |\varphi_2' - \delta_2| < 90°$.

1) $\varphi_2' - \delta_2 < 90° \Rightarrow \varphi_2' < 90° + \delta_2$. $\varphi_2' < 90° - 47° = 43°$ или

$\varphi_2' < 90° + 47° = 137°$.

2) $\delta_2 - \varphi_2' < 90^\circ \Rightarrow \varphi_2' > \delta_2 - 90^\circ$.

$\varphi_2' > 47^\circ - 90^\circ = -43^\circ$ или $\varphi_2' > -47^\circ - 90^\circ = -137^\circ$.

Итак, Альнаир можно ~~б~~ наблюдать в пункте на территории России, т.к. $\varphi_2' < 43^\circ$, а южная точка России имеет широту $\varphi_{ю} = \cancel{43^\circ}\ 41^\circ$

<u>Ответ:</u> Звёзды Альтаир и Альнаир можно наблюдать в пункте на территории России.

Во время наблюдения телескоп, установленный в Чили будет направлен на Нептун (стрелка у Земли). Т.к. телескоп установлен в Чили, а часовой пояс телескопа UT − 3, то Гринвичский меридиан находится в месте, отмеченном на чертеже „UT" – всего 24 часовых пояса, значит, Гринвичский меридиан находится на $\frac{3}{24} = \frac{1}{8}$ часть поверхности Земли ~~право~~ (~~п~~. против часовой стрелки (т.к. вращение Земли осуществляется против часовой стрелки). Санкт-Петербург расположен над Москвой, т.е. его долгота 45° ~~з~~.в.д., значит, его часовой пояс UT + 3 ($45 = 7{,}5 + 15 \cdot 2 + 7{,}5$, часовой пояс Гринвичского меридиана UT, а Санкт-Петербурга тогда UT + 3). Следовательно, Санкт-Петербург находится в месте, отмеченном точкой ⊡ в квадрате, на $\frac{3}{24} = \frac{1}{8}$ против часовой стрелки от UT. Учитывая направление вращения Земли, можем сказать, что полдень будет в Санкт-Петербурге через $\frac{1}{4}$ оборота Земли, т.е. через 6 часов. Значит, ~~в Санкт-Петер~~ вести наблюдения следовало приблизительно в $12^ч - 6^ч = 6$ часов. ~~(в Чили в момент наблюдения полночь, а в Санкт-Петербурге на 6 часов больше, т.е. 6 часов).~~

Ответ: в 6 часов.

(2) **Дано:**

$R = 90$ св. лет,

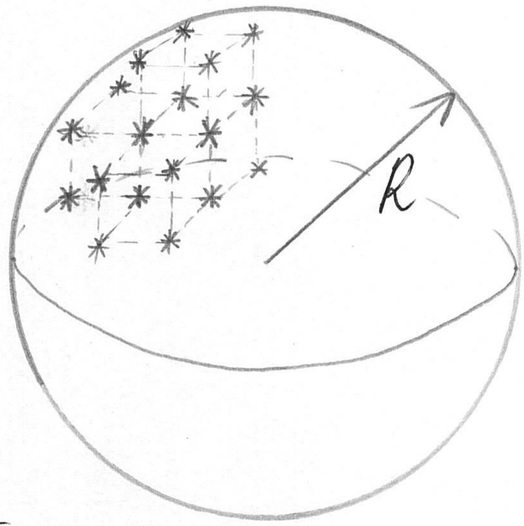
$r = 1$ св. год.

Найти:

Если считать, что все звёзды похожи на Солнце, то сможет ли цепочка из этих звёзд, размещенных вплотную друг к другу, дотянуться от Солнца до ближайшей к Солнцу звезды Галактики?

Решение:

По условию скопление шаровое, тогда будем считать его сферой радиуса R:



Объём такой сферы

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot (90 \text{ св. лет})^3 \approx 110000 \,(\text{св. лет})^3.$$

~~Обра~~ Оценим ко-во звёзд в скоплении. Для этого обратим внимание на то, что на 1 звезду приходится участок 1 св. год × 1 св. год × 1 св. год (оценочно) - это видно из чертежа (не в масштабе) - в пространстве $\left(\frac{r}{2}+\frac{r}{2}\right) \times \left(\frac{r}{2}+\frac{r}{2}\right) \times \left(\frac{r}{2}+\frac{r}{2}\right)$ только одна звезда. Значит, на одну звезду приходится объём $V_0 = r^3 = 1 (\text{св. год})^3$. Тогда всего звёзд

$$N = \frac{V}{V_0} = 110000.$$

Оценим размеры Солнца. Земля располагается на расстоянии $a = 1$ а. е. $= 150 \cdot 10^6$ км от него, и его угловой размер $\alpha = 0{,}5°$. D - диаметр Солнца. Тогда

(не в масштабе)

$\cancel{\frac{D}{2} = a\, tg}$ $\quad tg\frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{D}{2}}{a}$.

α - малый угол. Поэтому можно считать, что $\cancel{tg\frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}}$ его тангенс равен самому углу, выраженному в радианах. Т.е.

$$\frac{\alpha}{2} \approx \frac{\frac{D}{2}}{a} \Rightarrow D = a \cdot \alpha.$$

Выразим $\alpha = 0{,}5°$ в радианах. В одном радиане примерно 57,3°. Тогда $\alpha = 0{,}5° \approx 0{,}0087$ рад. Значит, диаметр Солнца

$$D = 0{,}0087 \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ км} \approx 1300000 \text{ км}$$

Следовательно, если считать, что все звёзды похожи на Солнце, то цепочка из этих звёзд размещённых вплотную друг к другу, будет иметь длину

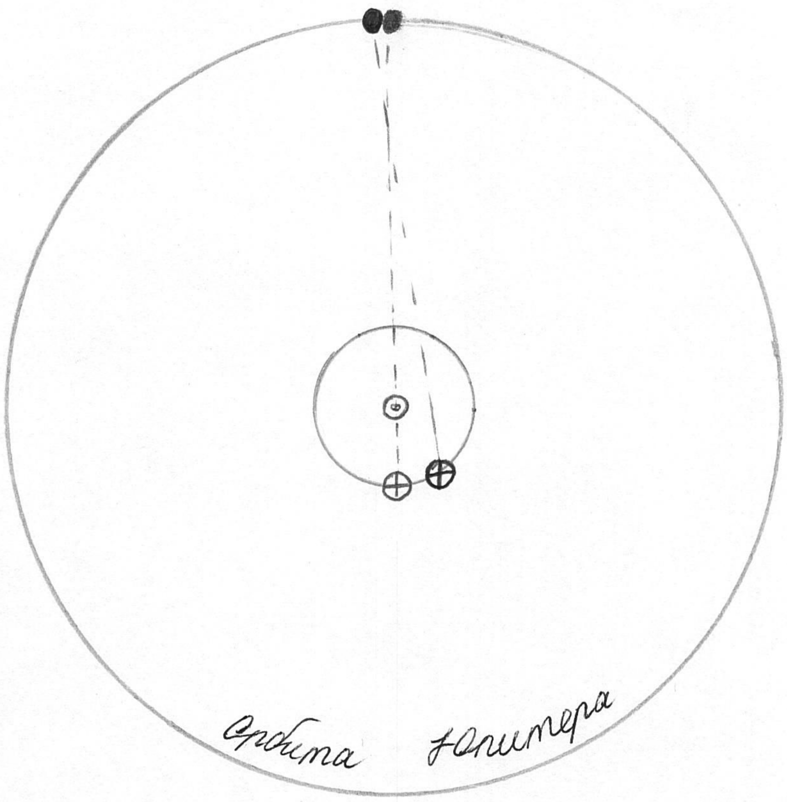
$$l = N \cdot D = 110000 \cdot 1300000 \text{ км} = 143 \cdot 10^9 \text{ км} \approx 1000 \text{ а.е.}$$

Т.к. это расстояние ~~больше~~ меньше, чем расстояние между Солнцем и ближайшей звездой Галактики, то такая ~~не~~ цепочка не сможет дотянуться до ближайшей к Солнцу звезды Галактики ~~(к Солнцу)~~.

Ответ: нет, не сможет.

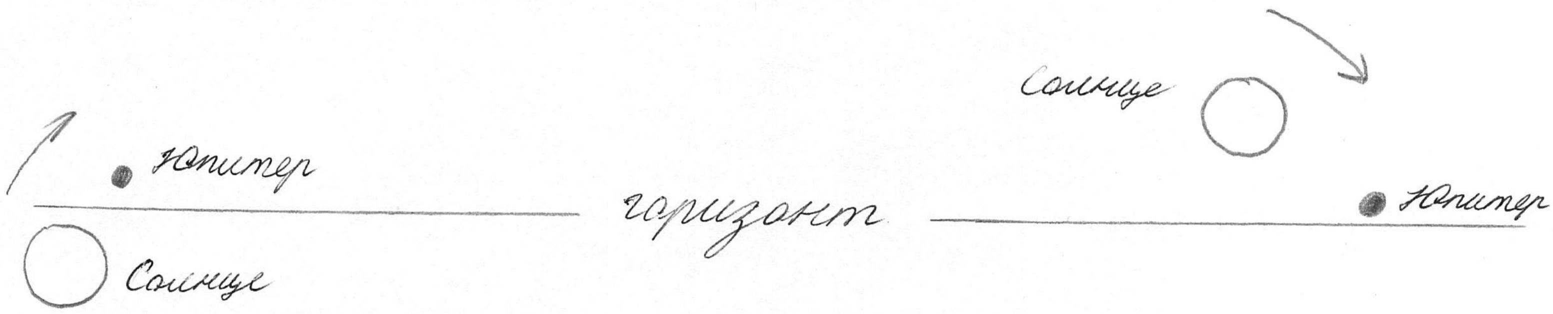
Сар-45

~~8~~ (3). Т.к. 26 декабря 2019 г. Луна покрыла Юпитер, а в тот же день состоялось кольцеобразное солнечное затмение, т.е. Луна очень близко подошла к Солнцу, то и Юпитер находился рядом с Солнцем на небесной сфере.



~~(Причем для нас Юпитер на небесной сфере в момент кольцеобразного солнечного затмения находился справа от Солнца, т.к. Луна затем подошла к Солнцу справа для нас.)~~ После 26 декабря 2019 г. до сегодняшнего дня (2 февраля 2020 г) прошло больше месяца. Земля прошла больше $\frac{1}{12}$ своего пути по орбите, а Юпитер за это время почти не сдвинулся. (новые положения планет отмечены синим), т.к. скорость Юпитера меньше скорости Земли, а радиус орбиты больше. Значит, сегодня Юпитер находится для нас справа от~~х~~ Солнца.

Сар-45.



Утреннее небо

Вечернее небо

Из схем видно, что увидеть Юпитер сегодня на вечернем небе трудно, ~~т.к.~~ из-за располагающегося рядом яркого Солнца, а утром Юпитер увидеть можно, т.к. Солнце ещё не вышло из-за горизонта.

Т.к. Юпитер находится рядом с Солнцем, то оценочно Юпитер не может быть виден на тех широтах, где сегодня невидно Солнце. Прошло не слишком много времени после зимнего солнцестояния, значит, склонение Солнца $\delta \approx -23{,}5^\circ$.

Высота верхней кульминации Солнца

$h_{вк} = 90^\circ - |\varphi - \delta|$, где φ - широта местности.

Условие того, что Солнце невидно:

$$h_{вк} < 0, \text{ т.е. } 90^\circ - |\varphi - \delta| < 0 \Rightarrow |\varphi - \delta| > 90^\circ.$$

1) $\cancel{\varphi}$ $\varphi - \delta > 90^\circ \Rightarrow \varphi > 90^\circ + \delta \approx 90^\circ - 23{,}5^\circ = 66{,}5^\circ \approx \cancel{67^\circ}\ 70^\circ$

2) $\delta - \varphi > 90^\circ \Rightarrow \varphi < \delta - 90^\circ = -23{,}5^\circ - 90^\circ = -113{,}5^\circ$ - такого не может быть. Значит, оценочно Юпитер в принципе не может быть виден на широтах

$\varphi > 66{,}5^\circ \approx \cancel{67^\circ} \approx 70^\circ$.

Сар-45

<u>Ответ:</u> сегодня Юпитер можно увидеть на утреннем небе; Юпитер оценочно сегодня в принципе не может быть виден на широтах, больших ~~66,5°~~. ~~67°~~. 70° с.ш.

4 Дано:

$R_1 = 30$ а.е.

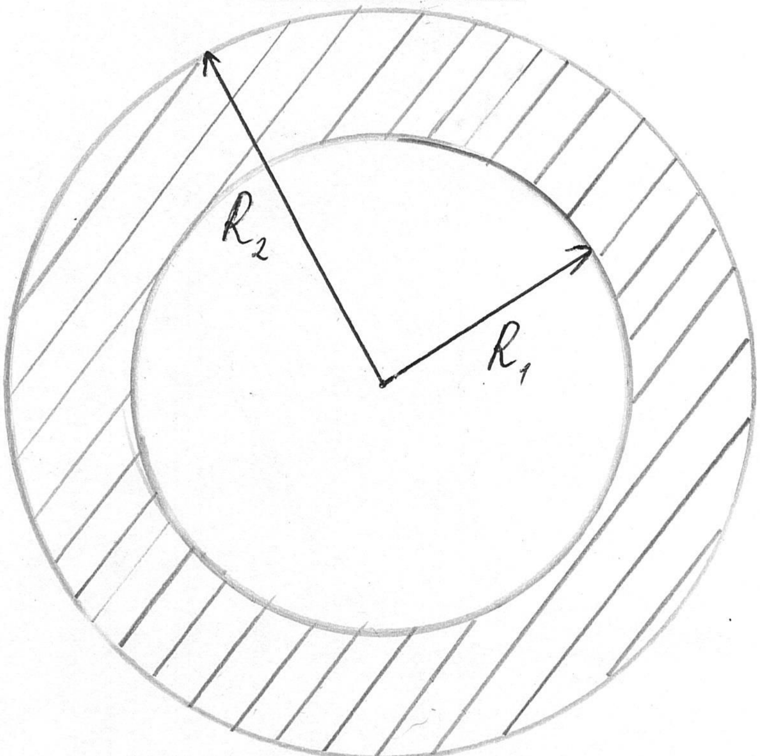
$R_2 = 50$ а.е.

$m = 0{,}01 M_\oplus$

Найти:

σ - ?

Решение:



Из представленной выше схемы видно, что площадь пояса Койпера S (заштрихованная часть) равна разности площадей круга радиуса R_2 и круга радиуса R_1:

$$S = \pi R_2^2 - \pi R_1^2 = \pi (R_2^2 - R_1^2).$$

Тогда

$$\sigma = \frac{m}{S} = \frac{0{,}01 M_\oplus}{\pi (R_2^2 - R_1^2)}.$$

Масса Земли $M_\oplus = 6 \cdot 10^{24}$ кг; $R_1 = 30$ а.е. $= 30 \cdot 150 \cdot 10^6$ км, $R_2 = 50$ а.е. $= 50 \cdot 150 \cdot 10^6$ км.

$$\sigma = \frac{0{,}01 M_\oplus}{\pi (R_2^2 - R_1^2)} = \frac{0{,}01 \cdot 6 \cdot 10^{24}\,\text{кг}}{3{,}14\,((50 \cdot 150 \cdot 10^6\,\text{км})^2 - (30 \cdot 150 \cdot 10^6\,\text{км})^2)} =$$

$$= \frac{0{,}01 \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 10^3\,\text{г}}{3{,}14\,(50^2 - 30^2)(150 \cdot 10^6 \cdot 10^3\,\text{м})^2} = \frac{6 \cdot 10^{25}\,\text{г}}{3{,}14\,(50^2 - 30^2) \cdot (1{,}5 \cdot 10^{11}\,\text{м})^2} =$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{25}\,\text{г}}{3{,}14\,(50^2 - 30^2) \cdot 1{,}5^2 \cdot 10^{22}\,\text{м}^2} = \frac{6 \cdot 10^3\,\text{г}}{3{,}14\,(50^2 - 30^2) \cdot 1{,}5^2\,\text{м}^2}$$

$$= \frac{6 \cdot 10^3 \text{ г}}{7{,}065 \cdot 1600 \text{ м}^2} = \frac{6}{7{,}065 \cdot 1{,}6} \frac{\text{г}}{\text{м}^2} = \frac{6}{11{,}304} \frac{\text{г}}{\text{м}^2} \approx 0{,}5 \frac{\text{г}}{\text{м}^2}.$$

<u>Ответ:</u> $\sigma = \frac{0{,}01 M_\oplus}{\pi (R_2^2 - R_1^2)} \approx 0{,}5 \frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ (на каждый квадратный метр поверхности такого кольца приходится примерно 0,5 г.