~~Наша астероиды~~ ~~двойная~~

Период ~~~~ в двойной системе определяется по формуле:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM}},$$ где M – суммарная масса системы, а a – расстояние между астероидами.

Данные астероиды можно считать двойной системой из двух компонентов: Диникмед и Селама. Конечно, Селама сам является контактной двойной системой, но мы не ищем период этой системы и расстояние между компонентами этой системы достаточно мало, чтобы считать Диникмед и Селаму двойной системой.

Распишем, чему равен ~~масса астероидов~~ период системы, выразив массу через радиусы и плотность астероидов (считаем, что она у них одинакова, т.к. астероиды – силикатные)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{G(V_1\rho + V_2\rho)}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{G\rho(V_1+V_2)}} = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{G\rho(V_1+V_{21}+V_{22})}}$$

По второй фотографии видно, что астероиды, составляющие селом очень похожи по размерам, поэтому скажем, что $V_{21}=V_{22}=V_3=\frac{4}{3}\pi R_3^3$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{G\rho\left(\frac{4}{3}\pi R_1^3+2\cdot\frac{4}{3}\pi R_3^3\right)}} =$$

$$= \cancel{2}\pi\sqrt{\frac{3}{\cancel{4}G\rho\pi}\cdot\frac{a^3}{R_1^3+2R_3^3}} =$$

$$= \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}\cdot\sqrt{\frac{a^3}{R_1^3+2R_3^3}}$$

Пусть X – ~~большая полуось~~ расстояние между астероидами, выраженное в радиусах Динкинеша. $a = X R_1$.

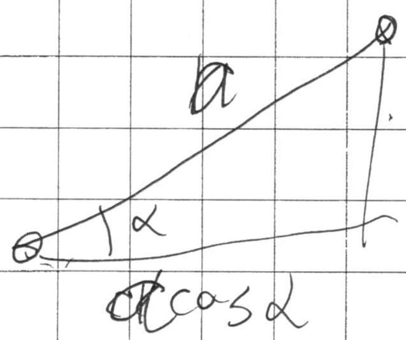
Пусть y – размер каждого компонента селама, выраженный в радиусах Динкинеша. $R_3 = y R_1$

$$T=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}\cdot\sqrt{\frac{x^3 \cancel{R^3}}{\cancel{R^3}+2y^3\cancel{R^3}}}=\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}\cdot\sqrt{\frac{x^3}{1+2y^3}}$$

То есть можно не зная точные значения размеров астероидов и расстояния между ними, а лишь x, y и оценочную плотность можно найти период системы.

Осталось лишь найти x и y.

x, в целом, можно найти только по 2 рисунку. Понятно, что аппарат уже судя по всему далеко от системы, а значит все размеры на рисунке лишь масштабированные реальные размеры. Единственное, что может быть не так, это то, что система повернута к нам под углом. Тогда расстояние между компонентами двойной системы может быть спроецированно на нашу плоскость и сравнять $\cos\alpha$ ~~от~~ реального масштабированного расстояния. (α - угол между картинной плоскостью и ~~не будем считать~~ отрезком, соединяющим астероиды)

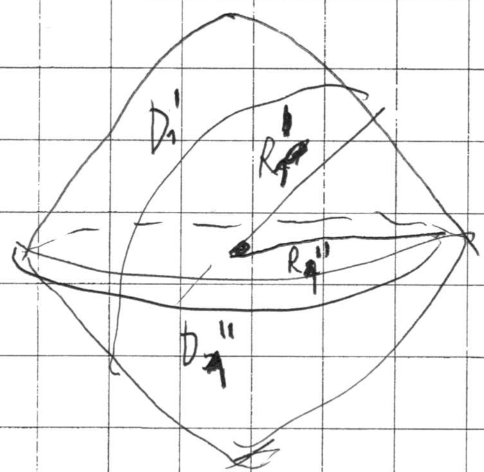


$\Downarrow$

Но способов определить α нет, поэтому будем считать, что $\alpha = 0°$. Возможно, это близко к правде.

Примеч. Не пояснил, почему аппарат далеко от системы. Видно, что фаза у астероидов одинакова, ~~а~~ если бы аппарат был бы близко к астероидам, мы бы наблюдали их с разных сторон и фаза была бы разная. Также астероиды малы на кадре

Когда я выводил формулы, я считал астероиды шарообразными. На самом деле это не так, поэтому мы будем находить на рисунке ~~такой~~ размер, при котором ~~астероида~~ ~~можно~~ объем астероида будет равен объему по формуле для шара при подстановке этого размера. Этим размером является средний радиус астероида.



~~Величина R_1 на рисунке с какой-то степенью точности~~

Величина $\frac{R_1' + R_2''}{2}$ с какой-то степенью точности можно считать средним радиусом, что-то промежуточное между R_1', при котором шар меньше астероида и R_2'', при котором шар больше астероида.

ЧТОБЫ УВЕЛИЦИТЬ ТОЧНОСТЬ, Я БУДУ ИЗМЕРЯТЬ ВЕЛИЧИНЫ D_1' И D_2''. ТОГДА $R_1 = \frac{D_1' + D_2''}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{D_1' + D_2''}{4}$.

ЧТО БЫ УВЕЛИЧИТЬ ТОЧНОСТЬ ЕЩЕ БОЛЬШЕ, Я БУДУ ~~СЧИТАТЬ~~ ИЗМЕРЯТЬ НАИБОЛЬШУЮ СРЕДИ НИХ ВЕЛИЧИНУ — D_1'', Т.К. $D_1' = \frac{D_1''}{\sqrt{2}}$. ТОГДА $R_1 = \frac{\frac{D_1''}{\sqrt{2}} + D_1''}{4} =$

$$= D_1'' \cdot \frac{1+\sqrt{2}}{\sqrt{2}\,4} = D_1'' \cdot \frac{2+\sqrt{2}}{8} =$$

$$= D_1'' \cdot \frac{3{,}41}{8}$$

D_1'' (В СМ) $= 1{,}2$ см

a (В СМ) $= 4{,}9$ см

$$\cancel{X} = \frac{a}{D_1'' \cdot \frac{3{,}41}{8}} = \frac{8a}{3{,}41 D_1''} = \frac{8 \cdot 4{,}9\,\cancel{см}}{3{,}41 \cdot 1{,}2\,\cancel{см}} \approx \frac{8 \cdot 4{,}9}{3{,}5 \cdot 1{,}2} =$$

$$= \frac{8 \cdot \cancel{49}^{7}}{\cancel{35}_{5} \cdot 1{,}2} = \frac{\cancel{8}^{2} \cdot 7 \cdot \cancel{10}^{2}}{\cancel{5} \cdot \frac{12}{3}} = \frac{28}{3} = \frac{27}{3} + \frac{1}{3} \approx$$

$$\approx 9{,}3$$

Осталось найти у. ~~На первом рисунке~~ Его можно было бы найти по второму рисунку, но точность была бы ~~и~~ очень низкая в виду малых размеров Селомы и Динкеша (на рисунке)

Поэтому нужно придумать способ его определения по первому рисунку.

Поняв, что D_1'' соотвествует максимальному угловому размеру Динкинеша на рисунке. Тогда

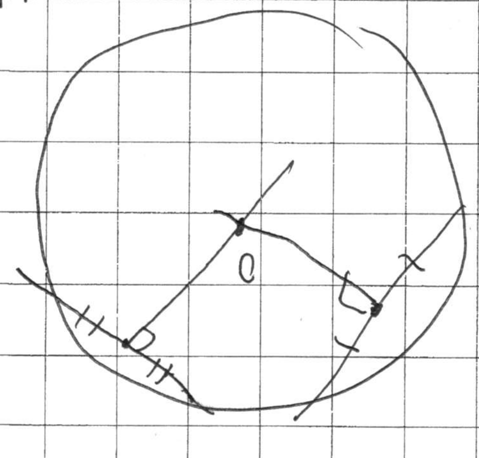
$D_1'' = \alpha \cdot r$, где α – угловой размер, r – расстояние.

$D_1'' = \frac{7}{3438'} \cdot 430 км \approx \frac{\cancel{7}1}{\cancel{3500}5} \cdot 43\cancel{0} км = \frac{43}{50} км = \frac{86}{100} км = 0,86 км$

По второму рисунку $\frac{a}{D_1''} = \frac{4,9}{1,2 \text{ см}}$

$a = \frac{4,9}{1,2} \cdot 0,86 км \approx \frac{4,8}{1,2} \cdot 0,86 км \approx \cancel{4} \cdot 0,9 км \approx 3,6 км \approx 4 км$

это очень мало по сравнению с 430 км, поэтому можно считать Динкинеш и Селам на первой фотографии равноудаленными от нас. (еще один аргумент в пользу далекого расстояния на второй фотографии, ведь там еще дальше) Видно, что компонента контакта двойной системы Селама полностью (ну или почти полностью) ~~вид~~ видна. ~~Раз~~ Коль скоро Селам и Динкинеш равноудалены от нас, отношение их видимых размеров - отношение их реальных размеров. Видно, что компонент Селама похож на шар и можно найти его средний радиус проводя несколько измерений и усредняя результат. Для этого надо найти центр.



Центр - пересечение серединных перпендикуляров к хордам окружности.

R_1 будем искать тем же способом, что и раньше.

$r_{i,\text{см}}$	r_{cp}
0,9	
1,0	
1,0	
0,9	
0,9	

$$R_{3(8\,(м))} = r_{cp} = \frac{(0,9+1,0+1,0+0,9+0,9)\,см}{5} = \frac{4,7}{5}\,см = \frac{47}{50}\,см = \frac{94}{100}\,см = 0,94\,см$$

$$D''_{1(8\,(м))} = 7,1\,см$$

$$y = \frac{0,94\,\cancel{см}}{7,1\cdot\frac{3,43}{8}\,\cancel{см}} \approx \frac{7,52}{24} \approx \frac{7,5}{24} = \frac{\cancel{75}}{\cancel{240}} = \frac{5}{16} = \frac{25}{80} = \frac{125}{400} = \frac{625}{2000} \approx \frac{313}{1000} \approx 0,31$$

Оценим плотность астероида.

Плотность камня $\rho \approx 2000\,\frac{кг}{м^3}$.

$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}\cdot\sqrt{\frac{x^3}{1+2y^3}}$$

По отдельности найдем эти компоненты.

$$\sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}} \approx \sqrt{\frac{3\cdot\frac{22}{7}}{6,67\cdot10^{-11}\,\frac{м^3}{кг\cdot с^2}\cdot 2000\,\frac{кг}{м^3}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{3\cdot\frac{11}{7}}{6\frac{2}{3}\cdot10^{-8}}}\ c = \sqrt{\frac{3\cdot 33}{20}}\cdot 10^4\ c =$$

$$= \sqrt{\frac{99}{20}}\cdot 10^4\ c \approx \sqrt{\frac{100}{20}}\cdot 10^4\ c = \sqrt{5}\cdot 10^4\ c =$$

$$= 2{,}3\cdot 10^4\ c = \frac{2{,}3\cdot 10^4}{3600}\ ч =$$

$$= \frac{\cancel{23000}^{115}}{\cancel{3600}_{18}}\ ч = \frac{115}{18}\ ч \approx 6\ ч$$

$$\sqrt{\frac{x^3}{1+2y^3}} \approx \sqrt{x^3(1-2y^3)} \approx \sqrt{x^3}\cdot(1-0{,}5\cdot 2y^3) =$$

ввиду того, что $y^3 \ll 1$

$$= \sqrt{x^3}(1-y^3) = \sqrt{x}\cdot x\cdot(1-y^3)$$

$y = 0{,}31$

$x = 9{,}3$

$$\sqrt{x} = \sqrt{9{,}3} = \sqrt{9\left(1+\frac{0{,}3}{9}\right)} \approx$$

$$\approx \sqrt{9}\cdot\left(1+\frac{0{,}5\cdot 0{,}3}{9}\right) = 3 + \frac{\cancel{3}\cdot 0{,}5\cdot \cancel{0{,}3}^{0{,}1}}{\cancel{3}\cdot\cancel{9}} = 3{,}05$$

$$(1-y^3) = 1-0{,}31^3 = 1-0{,}31^2\cdot 0{,}31 \approx 1-0{,}1\cdot 0{,}31 \approx$$
$$\approx 1-0{,}03 = 0{,}97$$

$$\begin{array}{r} \times\, 0{,}31 \\ 0{,}31 \\ \hline +\ 31 \\ 93 \\ \hline 0{,}0961 \end{array}$$

$$\sqrt{\frac{x^3}{1+2y^3}} = 3{,}05\cdot 9{,}3\cdot 0{,}97 \approx 2{,}96\cdot 9{,}3 \approx$$
$$\approx \cancel{27{,}5} \ 27{,}5$$

$$\begin{array}{r} \times\, 3{,}05 \\ 0{,}97 \\ \hline +\ 2135 \\ 2745\ \ \\ \hline 2{,}9585 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \times\, 2{,}96 \\ 9{,}3 \\ \hline +\ 888 \\ 2664\ \ \\ \hline 27{,}528 \end{array}$$

$$\cancel{T = 6^4\cdot 24 = 6\cdot 24^4 = 6\cdot 1\,сут = 6\,сут}$$

$$T = 6^4\cdot 27{,}5 = \frac{6\cdot 27{,}5}{4\ \cancel{24}}\,сут = \frac{20}{4}\,сут + \frac{7{,}5}{4}\,сут =$$
$$= 5\,сут + \frac{8}{4}\,сут - \frac{0{,}5}{4}\,сут =$$
$$= 7\,сут - 0{,}125\,сут \approx 6{,}9\,сут$$

~~Ответ: 6,9 сут~~

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СЛ.СТР.

Я взял оценку для плотности $2000\ \frac{кг}{м^3}$. Но она может варьироваться. Возьмем пределы, в которых может лежать плотность от $2000\ \frac{кг}{м^3}$ до $5000\ \frac{кг}{м^3}$.

~~соответственно для ... период будет в $\sqrt{2}$ раз больше, для~~

~~для $5000\ \frac{кг}{м^3}$ в $\sqrt{\frac{5}{2}}$ раз меньше, чем 6,9 сут~~

~~$6{,}9\ сут \cdot \sqrt{2} \approx 6{,}9 \cdot 1{,}41\ сут \approx 9{,}729\ сут \approx 10\ сут$~~

~~$1{,}41 \times 6{,}9$: $1269 + 846 = 9{,}729$~~

Для $5000\ \frac{кг}{м^3}$ период в $\sqrt{2{,}5}$ раз меньше, т. е. $T = \frac{6{,}9\ сут}{\sqrt{\frac{25}{10}}} = \frac{6{,}9 \cdot 3{,}1}{5}\ сут = 6{,}9 \cdot 0{,}62\ сут \approx 4{,}3\ сут$

то есть ответ может варьироваться от 4 до 7 суток

Ответ: $T \in [4;7]$ сут.

Примеч. Мы не учли $\cos\alpha$, а значит большая полуось может быть больше, и период может быть больше полученных значений. При $\alpha = 60^\circ$ $\cos\alpha = \frac{1}{2}$, a в 2 раза больше и T больше в $\sqrt{8} = 1{,}41 \cdot 2 \approx 2{,}83$ раза.