

Если бы астероид вращался равномерно, его фазовый угол изменялся бы по следующему закону:

$$\varphi_1(t) = \omega_0 t, \quad \omega_0 - \text{начальная угловая скорость астероида.}$$

Однако реально он меняется по какому-то закону $\varphi(t)$, т.к. его вращение неравномерное.

Тогда разность $(\varphi(t) - \varphi_1(t))$ — это $A(t)$ — поправка, график которой дан в условии.

Этот график похож на параболу $\Rightarrow A(t) = \chi t^2$

Тогда, т.к. $A(t) = \varphi(t) - \varphi_1(t) \Rightarrow \varphi(t) = \varphi_1(t) + A(t) = \omega_0 t + \chi t^2$;
Как мы видим, это функция равноускоренного вращения, т.е.
 $\chi = \frac{\varepsilon}{2}$, где ε — угловое ускорение.

По графику $A(t)$ мы можем определить ε :

$$A(5000 \text{ сут}) = 25^\circ \Rightarrow \varepsilon = \frac{2 \cdot 25^\circ}{5000^2 \text{ сут}^2} = \frac{1}{5000} \frac{^\circ}{\text{сут}};$$

Чтобы убедиться, что $A(t)$ — действительно квадратичная функция, можно подставить в $A(t) = \frac{\varepsilon t^2}{2}$ значение $t = 10000 \text{ сут}$ ($A(t) = 100^\circ$) и $t = 15000 \text{ сут}$ ($A(t) = 225^\circ$). Аналитически полученные значения совпадают с графиком.

$$\varepsilon = \frac{1}{5000} \frac{^\circ}{\text{сут}} \approx \frac{1}{2,46 \cdot 10^5} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Тогда общая формула фазового угла:

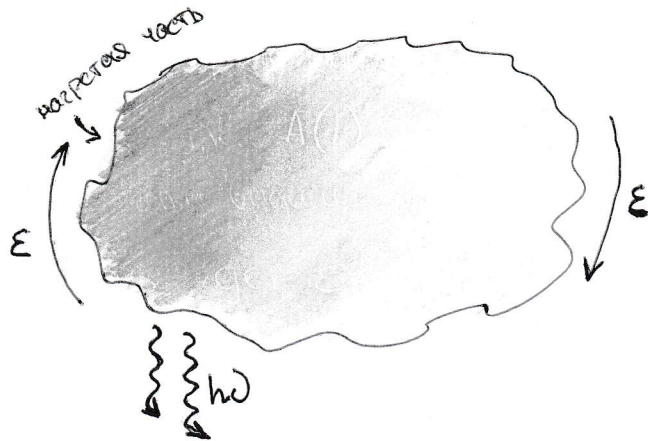
$$\varphi(t) = \omega_0 t + \frac{t^2}{4,92 \cdot 10^5};$$

Определить ω_0 из условия не представляется возможным, т.к. в условии не дано параметров астероида: массы, радиуса, периода и пр.

Ответ: $\varphi(t) = \omega_0 t + \frac{t^2}{4,92 \cdot 10^5}$

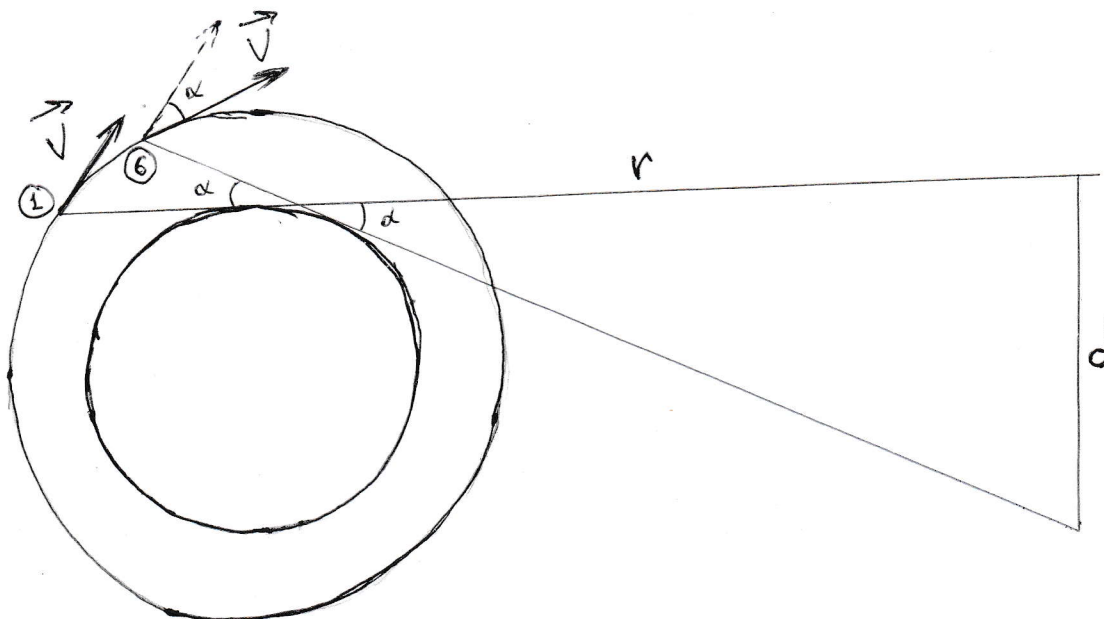
Причины неравномерности на след. стр.

- причиной неравномерности не является приливное воздействие спутника или Солнца, т.к. изменение зависимости на 28° за 5 лет — слишком много для этого.
- нагрев Солнцем может вызывать испарение веществ с поверхности астероида, что создает реактивный эффект и, соответственно, раскручивает астероид.
- причиной может являться следующий эффект: Солнце нагревает часть астероида днём, и ночью астероид, остывая, излучает фотоны, которые создают реактивный эффект:



- если одна из сторон астероида темнее, чем другая, то на неё оказывается большее давление света от Солнца, что так же может вызывать раскручивание астероида.

№2



Перемещаясь по орбите от положения 1 до положения 6 (см. рис. в условии), аппарат изменил своё положение на орбите так, как показано на рисунке выше.

Продолжение на след. стр.

То есть, его вектор скорости изменил свое положение на угол α . Из геометрических соображений этот угол равен угловым размерам Земли с Луны.

За время, равное периоду, аппарат меняет направление в-ра скорости на угол 2π :

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{\alpha}{t} \Rightarrow T = \frac{2\pi t}{\alpha}, \quad t - \text{время, за которое аппарат переместился из п. 1 в п. 6.}$$

$$\alpha \approx \frac{d}{r}, \quad d - \text{диаметр Земли, } r - \text{расстояние от Земли до Луны.}$$

$$T = \frac{2\pi t \cdot r}{d}$$

Из III з. Кеплера:

$$\frac{T^2 M}{(R+h)^3} = \frac{4\pi^2}{G} \Rightarrow R+h = \sqrt[3]{\frac{T^2 M G}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{t^2 r^2 M G}{d^2}}, \quad \text{здесь:}$$

$t = 40 \text{ с.}$ - интервал между 1 и 6 снимком.

$$r = 384 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$M = \frac{M_{\oplus}}{81} = \frac{6 \cdot 10^{24}}{81} \text{ кг} \quad \text{масса Луны}$$

$$d = 12800 \cdot 10^3 \text{ м}$$

$$R = \frac{R_{\oplus}}{4} = 1600 \text{ км} \quad \text{— радиус Луны}$$

h - искомая высота спутника

Подставив все значения, получим:

$$R+h \approx 1900 \text{ км} \Rightarrow h \approx 300 \text{ км}$$

Ответ: 300 км