

$$\frac{936}{936} = 1$$

$$\frac{1936}{1936} = 1$$

$$\frac{50}{50} = 1$$

$$\sqrt[3]{8^2} = 4 \rightarrow 1850$$

$$\sqrt[3]{81} = 4.32 \rightarrow 2150 \text{ km}$$

$$1850 \text{ km} \rightarrow 2000 \text{ km}$$

$$0.333 \approx 0.33 \rightarrow 0.042$$

$$0.87 \cdot 0.9 = 0.783$$

$$\begin{array}{r} 101 \\ 21 \\ 62 \\ 911 \\ \hline 91125 \\ 2160 \\ \hline 91125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 99336 \\ 8464 \\ \hline 17696 \\ \times 2116 \\ \hline 99330 \\ 2210 \\ \hline 2115 \\ \times 462 \\ \hline 962 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2116 \\ 184 \\ \hline 276 \\ \times 46 \\ \hline 46225 \\ 1075 \\ \hline 215 \\ \times 215 \\ \hline 456 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ 18 \\ \hline 82 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1854 \cdot 10^6 \text{ m} \\ 882 \\ \hline 441 \\ \times 421 \\ \hline 21 \\ \times 21 \\ \hline 441 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 116 \\ 116 \\ \hline 215 \\ 116 \\ \hline 116 \\ \times 816 \\ \hline 990 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 860 \\ 215 \\ \hline 108 \\ \times 108 \\ \hline 215 \\ 860 \\ \hline 108 \end{array}$$

$$\sqrt[3]{\frac{81}{64} \cdot 10^6} = 10^2 \cdot \sqrt[3]{\frac{81}{64}} = 10^2 \cdot 1.08 = 108$$

$$\begin{array}{r} 1500 \\ 75 \\ \hline 105 \\ 912 \\ \hline 912 \\ \times 31 \\ \hline 31 \\ 31 \\ \hline 31 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 600181 \\ 567174 \\ \hline 330 \\ 322 \\ \hline 600181 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.0809 \\ 0.091 \\ \hline 0.91 \\ \times 0.91 \\ \hline 0.91 \\ 0.91 \\ \hline 0.91 \end{array}$$

$$\frac{1.7}{1.7} = 1, \frac{1.87}{1.87} = 1$$

$$a = \sqrt[3]{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 7.4 \cdot 10^{22} \cdot 8000^2}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{36000}{4.45} = 8089 \text{ s}$$

$$L = \frac{D}{\omega} = \frac{12760}{384400} \approx 3.3 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$\omega = ?$$

- $h_1 = 0 \text{ m}$
- $h_2 = 0.14 \text{ m}$
- $h_3 = 0.75 \text{ m}$
- $h_4 = 1.1 \text{ m}$
- $h_5 = 1.45 \text{ m}$
- $h_6 = 1.85 \text{ m}$

Периоды грав. Земли

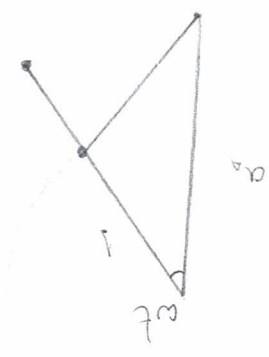
гравитация

$$T^2 = 800 \cdot 10^4 \cdot 10 = 8000 \cdot 10^8 \approx 1900 \text{ cwt}$$

$$T^2 = 360 \cdot 10^4$$

$$AT^2 = 360$$

Add



$$1900 \cdot 88 = 176000$$

$$1500 \cdot 216 = 324000$$

$$250^\circ - 6.9 \text{ m}$$

$$8.8 \text{ m} - 1500 \text{ cwt}$$

$$6.9 \text{ m} \cdot 0.12 = 0.828$$



$$\frac{4.9 \times 4.3}{1.29} = 15.84$$

$$4 - 1850$$

$$4.32$$

$$4.32^3 \approx 81$$

$$\sqrt[3]{81} \approx 4.32$$

$$4.3^3 = 85.184$$

$$\sqrt[3]{81} = 3 \cdot \sqrt[3]{3}$$



$\Delta$  of opt.

$$\begin{array}{r} 21316 \\ - 5329 \\ \hline 15987 \\ - 5329 \\ \hline 10658 \\ - 2710 \\ \hline 7948 \end{array}$$

$$224 = 225 \cdot 0.98$$

$$58 \cdot 14.5 = 841$$

$$36 - 130.5 \text{ cwt} \cdot g$$

$$16.5 - 59 \text{ cwt} \cdot g$$

$$4 - 14.5 \text{ cwt} \cdot g$$

$$1460 - 61.5$$

$$1095 - 36$$

$$730 - 16.5$$

$$365 - 3.4 \text{ m}$$

$$0$$

$$0$$

$$0$$

$$\begin{array}{r} 21316 \\ - 5329 \\ \hline 15987 \\ - 5329 \\ \hline 10658 \\ - 2710 \\ \hline 7948 \end{array}$$

$$224 = 225 \cdot 0.98$$

$$58 \cdot 14.5 = 841$$

$$36 - 130.5 \text{ cwt} \cdot g$$

$$16.5 - 59 \text{ cwt} \cdot g$$

$$4 - 14.5 \text{ cwt} \cdot g$$

$$1460 - 61.5$$

$$1095 - 36$$

$$730 - 16.5$$

$$365 - 3.4 \text{ m}$$

$$0$$

$$0$$

$$0$$

$$A = \frac{2131600}{224} = 95160.71$$

$$224 = A \cdot 1460$$

$$\cos \theta = \frac{V_a V_a + V_b V_b}{V_a V_a + V_b V_b}$$

$$12 \times 69 = 828$$

$$1500 \cdot 0.12 = 180$$

$$18.5 \cdot 8 = 148$$

$$1.08$$

$$1.3$$

Wapad ≈ 1300 cwt  
 Glycerine Benzol other  
 acetylene



прогибание  $\omega = \dot{\varphi}$

Зависимость поправки девиация к квадрату времени ЖУК-4

| T (day) | Add(deg) |
|---------|----------|
| 0       | 0        |
| 365     | 15       |
| 730     | 59       |
| 1095    | 131      |
| 1460    | 224      |

$$\text{Add (deg)} = A \cdot T^2 (\text{day})$$

Откуда  $A \approx 10^{-4} \left(\frac{\%}{\text{дн}^2}\right)$  (еще точнее,  $A \approx 1,05 \cdot 10^{-4}$ )

Такой образом:

$$\varphi = \omega_{\text{акт}} T - A T^2$$

или по-другому

$$\varphi = \omega_{\text{акт}} T - 10^{-4} \cdot T^2$$

где  $\varphi$  - фазовый угол (наблюдаемый),  $\omega_{\text{акт}}$  - угловая скорость астероида вокруг своей оси вначале,  $T$  - время, прошедшее с начала. Для равномерного вращения мы добавили увеличивающую поправку, значит для определения  $\varphi$ , из равномерного движения мы должны эту поправку вычесть. Отсюда и " $-AT^2$ ", т.е. вычитание.

\* Астероид вращается приблизительно по круговой орбите. Он вращается и движется в ту же сторону, что и Земля. Астероид гонит другой объект и дальше от солнца. Если взаимодействует с ним, тормозит при этом. Некоторый вклад в это также может внести приливные ускорения от некоторых тел (возможны спутники). Например, Луна постепенно замедляет вращение Земли. Поэтому бы спутник астероида не может его также тормозить? Может. На эти списки моих предположений закончено.

продолжение (W<sup>o</sup> 2)

(ЖУК = 4)

Возьмём  $a_{\text{ср}} = 1930 \text{ км.}$ ,  $R_n = 1740 \text{ км.}$

Диапазон высот составляет:  $h = a_{\text{ср}} - R_n = 190 \div 260 \text{ км.}$

Это достаточно сильный разброс. При  $a_{\text{ср}} = 1930 \text{ км}$  и  $R_n = 1740 \text{ км.}$

$h = 190 \text{ км.}$  Но т.к. у нас достаточно большие погрешности округим до  $h = 200 \text{ км.}$  А вы ещё хотите считать, что  $\frac{D_0}{R_n} \approx 4!$

Ответ:  $h_{\text{ср}} = 200 \text{ км.}$

(W<sup>o</sup> 1)

Возьмём с второго вопроса. Если на астероид не сказывается никакая сила, то вращаться он будет ~~равномерно~~ неравномерно. Неравномерное вращение может быть достигнуто. Например, астероид может иметь спутник. Тогда центр масс системы не будет совпадать с осью астероида и вращение будет казаться неравномерным. Также, если астероид неровно-рожден, то вращаться он будет тоже неравномерно (будет казаться неравномерным). Однако мне кажется, что наибольший вклад будет внести движение астероида относительно Земли. Астероид в разных точках "путь" своей орбиты будет иметь разный синхронный период обращения вокруг в осн (в точке стояний, например, он равен синхронному). Ещё причиной может являться наличие спутника с большим эксцентриситетом орбиты.

Но это лишь пригляды видимой неравномерности. Тут причина, скорее всего, глубже лежит. В теории, это может быть результатом постоянных столкновений с другими телами. Например, следующим образом \*

СИ. СЛЕД. ЛИСТ.

СТР. 2  
ИЗ 3

Определим масштаб фотографии.

Диаметр Земли равен  $\approx 1,7$  см. В реальности любой размер Земли составляет:  $\alpha_{\oplus} = \alpha_n \cdot \frac{D_{\oplus}}{D_n} \approx 0,5^{\circ} \cdot 3,61 \approx 1,85^{\circ}$ .

В задаче (решении) я пользуюсь тем, что  $D_{\oplus} = 12750$  км;  $D_n = 3480$  км. Позже я покажу, к чему может привести приближение  $D_{\oplus}/D_n \approx 4$ .

По фотографии можно заметить, что Земля восходит не вертикально вверх, но т.к. этот угол составляет  $\approx 89^{\circ}$ , то этим можно пренебречь. На I фотографии на горизонте заметен самый краешек Луны Земли. Будем считать, что в этот момент высота верхнего края Земли равна 0. На VI фотографии высота верхнего края Земли над горизонтом составляет  $\approx 1,85$  см. Если измерять по каждой фотографии, то скорость подъема Земли составляет  $0,35 \div 0,4$  см/8с. Стоит отметить, что у Луны есть рельеф, зато он почти не влияет на измерения. Если посчитать среднюю скорость Земли, то она составит:

$$V = \frac{1,85 \text{ см}}{40 \text{ с}} = 0,37 \text{ см/8с.}$$

Но я возьму диапазон, чтобы сразу учесть погрешности измерений.

$$\alpha_{\oplus} = 0,35 \div 0,4 \text{ см/8с} = 0,32 \div 0,36 \% / 8 \text{ с} = 0,04 \div 0,045 \% / \text{с}.$$

$$\omega_{\text{сн}} = 0,04 \div 0,045 \% / \text{с} \rightarrow T_{\text{сн}} = \frac{2\pi}{\omega_{\text{сн}}} = \frac{360^{\circ}}{0,04 \div 0,045 \% / \text{с}} = 8000 \div 9000 \text{ с}.$$

Для  $V = 0,37 \text{ см/8с}$ ,  $T_{\text{сн}} \approx 8600 \text{ с}.$

$$a_{\text{сн}} = \sqrt[3]{\frac{GMT_{\text{сн}}^2}{4\pi^2}}; M = \frac{M_{\oplus}}{81}; T_{\text{сн}} = 8000 \div 9000 \text{ с}$$

$$a_{\text{сн}} \approx 1930 \text{ км}.$$

Отсюда получаем:  $a_{\text{сн}} = 1850 \div 2000 \text{ км}$

~~$a_{\text{сн}} = 1850 \div 2170 \text{ км}.$~~  Соответственно при  $T_{\text{сн}} = 8600 \text{ с}.$ ,  ~~$a_{\text{сн}} \approx 2000 \text{ км}.$~~

Реальный радиус Луны равен  $\approx 1740$  км. Исходя из условий,  $R_n = \frac{R_{\oplus}}{4} \approx 1660$  км. Разница более, чем в 100 км. Весна весна

на таких масштабах.

$$\frac{9.8}{4.5} = 2.177$$

$$\frac{8.5}{4.5} = 1.888$$

$$\sqrt[3]{8^2} = 4 \rightarrow 1850$$

$$\sqrt[3]{9^2} = 4.64 \rightarrow 2150 \text{ m}$$

$$1850 \rightarrow 2000 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{cm } R &= 1600 \\ \text{To } h &= 250 \\ \text{cm } R &= 1740, \text{ to } h = 110 \end{aligned}$$

$$\frac{116}{215} = 0.539$$

$$\frac{116}{215} \cdot 10 = 5.39$$

$$\frac{0.33}{0.33} = 1$$

$$\frac{176}{216} = 0.814$$

$$\frac{181}{10} = 18.1$$

$$\frac{1500}{10.5} = 142.8$$

$$\frac{17}{17} = 1$$

$$\frac{276}{4.6} = 59.78$$

$$\frac{1075}{2.15} = 499.77$$

$$\frac{31}{3.1} = 10$$

$$\frac{1347}{1347} = 1$$

$$\frac{1854 \cdot 10^6}{10^6} = 1854$$

$$\frac{81}{64} \cdot 10^6 = 1.2656 \cdot 10^6$$

$$\frac{81}{64} \cdot 10^6 = 1.2656 \cdot 10^6$$

$$\frac{12700}{12700} = 1$$

$$\frac{108}{215} = 0.5$$

$$\frac{108}{215} \cdot 10 = 5$$

$$\frac{108}{215} \cdot 10 = 5$$

$$\frac{12700}{12700} = 1$$

$$\frac{12700}{12700} = 1$$



$\sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{10^2 + 10^2} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}$

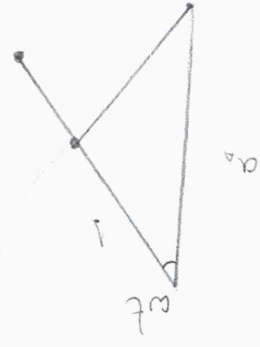
$T = 800 \cdot \sqrt{2} \approx 1131 \text{ s}$

$T^2 = 86 \cdot 10^4 \cdot 10$

$T^2 = 360 \cdot 10^4$

$AT^2 = 360$

Add



$\frac{1190}{88} \cdot 1.500 = 216.15$

$1.9 \text{ m}$

$250^\circ - 6.9 \text{ m}$

$6.9 \text{ m} \cdot 0.12 =$



$\frac{129}{4.3} \times 4.3 = 129$

$4 - 1850$

$4.32 -$

$4.32^3 \approx 81$

$\sqrt[3]{81} \approx 4.32$

$4.3^3 = 85.184$

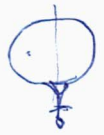
$\sqrt[3]{81} = 3 \cdot \sqrt[3]{3}$

$224 = A \cdot 1460$   
 $A \approx 10$   
 $3.2 \quad 3.15$   
 $3.15 \cdot 6 = 1890$

$69 - 250$   
 $224 = 130.5 \text{ s}$   
 $61.5 - 224 \text{ s}$

$\cos \alpha = \frac{V_a V_b + V_c V_a}{V_a V_b + V_c V_a}$   
 $0 \quad 365 \quad 36$   
 $16.5 \quad 1095$   
 $61.5$

acronyms  
 Diverse Beute  
 1800  
 $2000 \approx 1300 \text{ s}$



$12 \times 69 = 828$   
 $138 \times 12 = 1656$   
 $138 \times 12 = 1656$

$150 \approx 150$

$18.5 \cdot 8 =$

$1.08$

$1.5$

$21$

$4.3 \quad 79.5 \quad 85.2$

прокружение  $\omega = \dot{\varphi}$   
 Зависимость поправки деуэка к квадратуре  $\omega = \dot{\varphi}$

| T (day) | Add(deg) |
|---------|----------|
| 0       | 0        |
| 365     | 15       |
| 730     | 59       |
| 1095    | 131      |
| 1460    | 224      |

$$\text{Add (deg)} = A \cdot T^2 \text{ (day)}$$

Откуда  $A \approx 10^{-4} \text{ (} \frac{\circ}{\text{day}^2} \text{)}$  (если точнее,  $A \approx 1,05 \cdot 10^{-4}$ )

Тогда сразу:

$$\varphi = \omega_{\text{act}} T - A T^2$$

или по-другому

$$\varphi = \omega_{\text{act}} T - 10^{-4} \cdot T^2$$

где  $\varphi$  - фазовый угол (наблюдаемый),  $\omega_{\text{act}}$  - угловая скорость астероида вокруг своей оси вначале,  $T$  - время, прошедшее с начала.  
 Для равномерного вращения мы добавили увеличивающую поправку, значит для определения  $\varphi$ , из равномерного движения мы должны эту поправку вычесть. Отсюда и "-AT<sup>2</sup>", т.е. вычитание.

\* Астероид вращается приблизительно по круговой орбите. Он вращается и движется в ту же сторону, что и Земля. Астероид срывает другой объект и движется от центра Земли. Взаимодействует с ней, тормозясь при этом.  
 Некоторый вклад в это также может внести приливные ускорения от некоторых тел (возможны спутники). Например, Луна постепенно замедляет вращение Земли. Потому ли спутник астероида не может его также тормозить? Может.  
 На этом список моих предположений закончен.



продолжение (W<sup>o</sup>2)

(ЖУК-4)

Возьмём  $a_{сн} = 1930$  км.,  $R_n = 1740$  км.

Диапазон высот составляет:  $h = a_{сн} - R_n = 110 \div 260$  км.

Это достаточно сильный разброс. При  $a_{сн} = 1930$  км  $R_n = 1740$  км

$h = 190$  км. Но т.к. у нас достаточно большие погрешности округлим до  $h = 200$  км. А вы ещё хотите считать, что  $\frac{D_{сн}}{R_n} \approx 4!$

Ответ:  $h_{сн} = 200$  км.

(W<sup>o</sup>1)

Напомним с второго вопроса. Если на астероид не оказывается никакая сила, то вращаться он будет ~~равномерно~~ равномерно. Неравномерное вращение может быть достигнуто. Например, астероид может иметь спутник. Тогда центр масс системы не будет совпадать с осью астероида и вращение будет казаться неравномерным. Также, если астероиду некого роден, то вращаться он будет тоже неравномерно (будет казаться неравномерным). Однако мне кажется, что наибольший вклад будет внести движение астероида относительно Земли. Астероид в разных точках "путь" своей орбиты будет иметь разный синхронный период обращения вокруг в осн (в точке стояний, например, он равен синхронному). Ещё причиной может являться наличие спутника с большой эксцентриситетом орбиты.

Но это лишь пригипотезы видимость неравномерности. Тут причина, скорее всего, лучше лежит. В теории, это может быть результатом постоянных столкновений с другими телами. Например, следующим образом.\*

Определим масштаб фотографии.

Диаметр Земли равен  $\approx 1,7$  см. В реальности угловой размер Земли составляет:  $\alpha_{\oplus} = \alpha_n \cdot \frac{D_{\oplus}}{D_n} \approx 0,5^{\circ} \cdot 3,61 \approx 1,85^{\circ}$ .

В задаче (решении) я пользуюсь тем, что  $D_{\oplus} = 12750$  км;  $D_n = 3480$  км. Позже я покажу, к чему может привести приближение  $D_{\oplus}/D_n \approx 4$ .

По фотографии можно заметить, что Земля восходит не вертикально вверх, но т.к. этот угол составляет  $\approx 89^{\circ}$ , то этим можно пренебречь. На I фотографии на горизонте заметен самый краешек ~~Луны~~ Земли. Будем считать, что в этот момент высота верхнего края Земли равна 0. На VI фотографии высота верхнего края Земли над горизонтом составляет  $\approx 1,85$  см. Если измерять по каждой фотографии, то скорость подъема Земли составляет  $0,35 \div 0,4$  см/8 с. Стоит отметить, что у Луны есть рельеф, зато он почти не влияет на измерения. Если подсчитать среднюю скорость Земли, то она составит:

$V = \frac{1,85 \text{ см}}{40 \text{ с}} = 0,37 \text{ см/8 с}$ . Но я возьму диапазон, чтобы сразу учесть погрешности измерений.

$$\alpha_{\oplus} = 0,35 \div 0,4 \text{ см/8 с} = 0,32 \div 0,36 \% / 8 \text{ с} = 0,04 \div 0,045 \% / \text{с}$$

$$\omega_{\text{ср}} = 0,04 \div 0,045 \% / \text{с} \rightarrow T_{\text{ср}} = \frac{2\pi}{\omega_{\text{ср}}} = \frac{360^{\circ}}{0,04 \div 0,045 \% / \text{с}} = 8000 \div 9000 \text{ с}$$

Для  $V = 0,37 \text{ см/8 с}$ ,  $T_{\text{ср}} \approx 8600 \text{ с}$ .

$$a_{\text{ср}} = \sqrt[3]{\frac{GM T_{\text{ср}}^2}{4\pi^2}}; M = \frac{M_{\oplus}}{81}; T_{\text{ср}} = 8000 \div 9000 \text{ с}$$

$$a_{\text{ср}} \approx 1930 \text{ км}$$

Отсюда получаем:  $a_{\text{ср}} = 1850 \div 2000 \text{ км}$

Соответственно при  $T_{\text{ср}} = 8600 \text{ с}$ ,  $a_{\text{ср}} \approx 2000 \text{ км}$ .

~~$$a_{\text{ср}} = 1850 \div 2170 \text{ км}$$~~

Реальный радиус Луны равен  $\approx 1740$  км. Исходя из этих условий,  $R_n = \frac{R_{\oplus}}{4} \approx 1660$  км. Разница более, чем в 100 км. Весьма весьма

на такие масштабах.