

В условии есть неоднозначности: в 1-ом предположении непонятно, то ли фото Сатурна в негативе, то ли оба фото в негативе.

Спутник не стеклянный ($\epsilon \neq 0$) и не является абсолютно чёрным телом, так что на фото с реальной цветовой гаммой он должен быть светлым, а его тень - тёмной. На левом фото всё так и происходит \Rightarrow оно сделано не в негативе.

Спутник находится во внешней области колец \Rightarrow его нужно искать дальше цели Кассини от Сатурна.

Выбрав на фото Сатурна наиболее вероятное положение спутника, найдём радиус его орбиты.

$$R_{\text{Сатурна}} = 9 R_{\text{Земли}} = 9 \cdot 6378 \text{ км} = 57402 \text{ км} \approx 57000 \text{ км}.$$

$$\frac{R_{\text{орб.}}}{R_c} = \frac{R_{\text{орб}}}{57000 \text{ км}} = \frac{5,8 \text{ мм}}{2,6 \text{ мм}} \Rightarrow R_{\text{орб}} = \frac{57000 \text{ км} \cdot 5,8 \text{ мм}}{2,6 \text{ мм}} = \frac{57 \cdot 10^3 \cdot 5,8 \text{ км}}{2,6} = 125,4 \cdot 10^3 \text{ км} \approx$$

$$\approx 125000 \text{ км}.$$

По 3-ему 3-му Кеплера:

$$\frac{T_T^2}{T_{\text{сп}}^2} = \frac{R_{\text{орб.}T}^3}{R_{\text{орб.}сп}^3} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{здесь } T - \text{Титан} \\ \text{здесь } сп - \text{спутник} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow T_{\text{сп}} = \sqrt{\frac{T_T^2 \cdot R_{\text{орб.}сп}^3}{R_{\text{орб.}T}^3}}$$

$$T_{\text{сп}} = \sqrt{(16 \text{ сут})^2 \cdot \left(\frac{125000 \text{ км}}{1200000 \text{ км}}\right)^3} = \sqrt{256 \cdot \left(\frac{5^3}{48,5^2}\right) \text{ сут.}} = \sqrt{\frac{256}{9,6^3} \text{ сут.}} =$$

$$= \sqrt{\frac{256}{885} \text{ сут.}} \approx \sqrt{0,4 \text{ сут.}} \approx 0,6 \text{ сут.} = 14,4 \text{ ч}.$$

Найдём синодический период Титана со спутником:

$$\frac{1}{S_1} = \frac{1}{T_{\text{сп}}} - \frac{1}{T_T} = \frac{T_T - T_{\text{сп}}}{T_T T_{\text{сп}}} \Rightarrow S_1 = \frac{T_T T_{\text{сп}}}{T_T - T_{\text{сп}}} = \frac{16 \text{ сут.} \cdot 0,6 \text{ сут.}}{16 \text{ сут.} - 0,6 \text{ сут.}} =$$

$$= \frac{9,6 \text{ сут.}^2}{15,1 \text{ сут.}} \approx \frac{3 \cdot 3,2}{3 \cdot 5,03} \text{ сут.} \approx 0,64 \text{ сут.} \approx 15,36 \text{ ч.} \approx 15,4 \text{ ч}.$$

если спутник не ретроградный (т.е. Титан и спутник крутятся в одну сторону)

А вокруг спутник ретроградный? Тогда:

~~С110-8~~
НСБ

$$\frac{1}{S_2} = \frac{T_T + T_{сп}}{T_T T_{сп}} \Rightarrow S_2 = \frac{T_T T_{сп}}{T_T + T_{сп}} = \frac{9,6 \text{ сут}^2}{16,6 \text{ сут}} \approx 0,59 \text{ сут} \approx 14,2 \text{ з.}$$

Получившиеся синодические периоды не сильно отличаются, для оценки их разности можно усреднить:

$$S_{cp} = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{15,42 + 14,22}{2} = \frac{29,64}{2} \approx 14,9 \text{ з. (что на } 3,9 \text{ з. больше периода осевого вращения Сатурна)}$$

Найдём вторую космическую скорость для тела, находящегося на орбите спутника:

$$v_{IIK} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{26} \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2}{125 \cdot 10^6 \text{ м}}} = \sqrt{\frac{80,4 \cdot 10^9 \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{кг}}}{125}} =$$
$$= \sqrt{\frac{20 \cdot 4}{31 \cdot 4} \cdot 10^9} \text{ м/с} = \sqrt{0,6 \cdot 10^9} \text{ м/с} = \sqrt{6 \cdot 10^8} \text{ м/с} \approx 2,45 \cdot 10^4 \text{ м/с} \approx 24,5 \text{ км/с}$$

Найдём скорость Титана:

$$v_T = \frac{2\pi R_{орбТ}}{T_T} \approx \frac{6,28 \cdot 1200000 \text{ км}}{16 \text{ сут} \cdot 24 \text{ з/сут} \cdot 3600 \text{ с/з}} = \frac{6,28 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \text{ км}}{1,1 \cdot 10^7 \text{ с}} \approx 0,63 \text{ км/с}$$

$$v_a = v_{IIK} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} \quad v_{IIK} = \frac{v_{IIK}}{\sqrt{2}} = \frac{v_{IIK}}{1,4}$$

Если поместить Титан на орбиту спутника, это место станет апоцентром его орбиты.

Тогда будет выполняться ^{новой} равенство:

$$0,63 \text{ км/с} = \frac{24,5 \text{ км/с}}{1,4} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$$

$$\sqrt{\frac{1-e}{1+e}} = \frac{0,63 \text{ км/с} \cdot 1,4}{24,5 \text{ км/с}} \approx \frac{882}{24500} \approx \frac{1000}{25000} \approx \frac{1}{25}$$

$$\frac{1-e}{1+e} = \frac{1}{625} \Rightarrow 625 - 625e = 1 + e$$

$$-625e - e = 1 - 625$$

$$-626e = -624 \quad | \cdot (-1)$$

$$626e = 624$$

$$e = \frac{624}{626} \approx 0,9$$

(2)

$R_{\text{пл}} \neq$
↑
расстояние
в перигентре

$$e = \frac{R_{\text{ау}} - R_{\text{пл}}}{R_{\text{пл}} + R_{\text{ау}}}$$

Допустим, $e = 0,9$

~~675-8~~
НСБ

$$R_{\text{ау}} - R_{\text{пл}} = 0,9 R_{\text{пл}} + 0,9 R_{\text{ау}}$$

$$-R_{\text{пл}} - 0,9 R_{\text{пл}} = 0,9 R_{\text{ау}} + R_{\text{ау}}$$

$$-1,9 R_{\text{пл}} = 1,9 R_{\text{ау}} \quad | \cdot (-10)$$

$$R_{\text{пл}} = 1,9 R_{\text{ау}}$$

$$-0,9 R_{\text{пл}} - R_{\text{пл}} = 0,9 R_{\text{ау}} - R_{\text{ау}}$$

$$-1,9 R_{\text{пл}} = -0,1 R_{\text{ау}} \quad | \cdot (-10)$$

$$19 R_{\text{пл}} = R_{\text{ау}}$$

$$R_{\text{пл}} = \frac{R_{\text{ау}}}{19} = \frac{125\,000 \text{ км}}{19} \approx \frac{125\,000 \text{ км}}{20} = \frac{12500}{2} \text{ км} \approx 6000 \text{ км.}$$

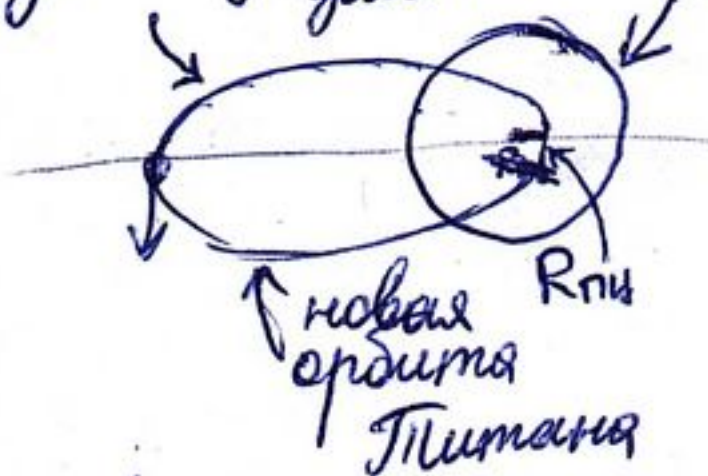
$$6\,000 \text{ км} \ll 60\,000 \text{ км} \Rightarrow R_{\text{пл}} \ll R_{\text{с}}$$

⇓

Титана падёт независимая угать — падение на Сатурн.
(если поместить Титан на орбиту спутника).

сюда Титан не долетит

Сатурн



$$R_{\text{пл}} \ll \frac{1}{10} R_{\text{с}}$$

Вероятно, ещё не долетая до перигентра новой орбиты, Титан упадёт на ядро Сатурна из-за трения об его атмосферу Сатурна, упадёт на его ядро.

Найдём Деформацию:

$$\frac{R_1}{R_1'} = \frac{4,7 \text{ см}}{0,1 \text{ см}} \approx \frac{47}{1}$$

относительный масштаб фотографий

$$0,1 \text{ см} \cdot 47 = 4,7 \text{ см}$$

$$\frac{0,1 \text{ см}}{47} = \frac{1}{470} \text{ см.}$$

— размер спутника на 2-ой фото

$$\frac{60\,000 \text{ км}}{2,6 \text{ см}} = \frac{600\,000 \text{ км}}{26 \text{ см}} \approx 2 \cdot 10^4 \text{ км/см.}$$

$$D = \frac{1}{470} \text{ см} \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ км/см} = \frac{2 \cdot 10^4}{470} \text{ км} \approx \frac{20000}{470} \approx 40 \text{ км.} \quad (3)$$

Спутник по размерам сравним с астероидом.

~~65-8~~
НСВ

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

$$R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}} = R_{\text{сп}} - R_{\text{пл}}$$

