



XXVII Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада

практический тур

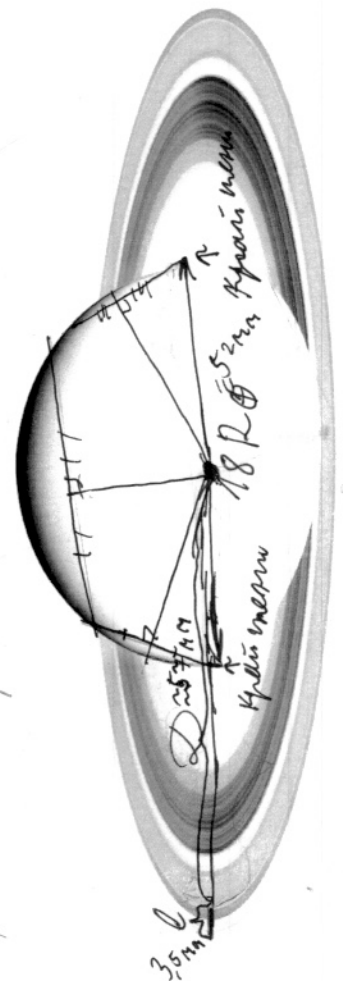
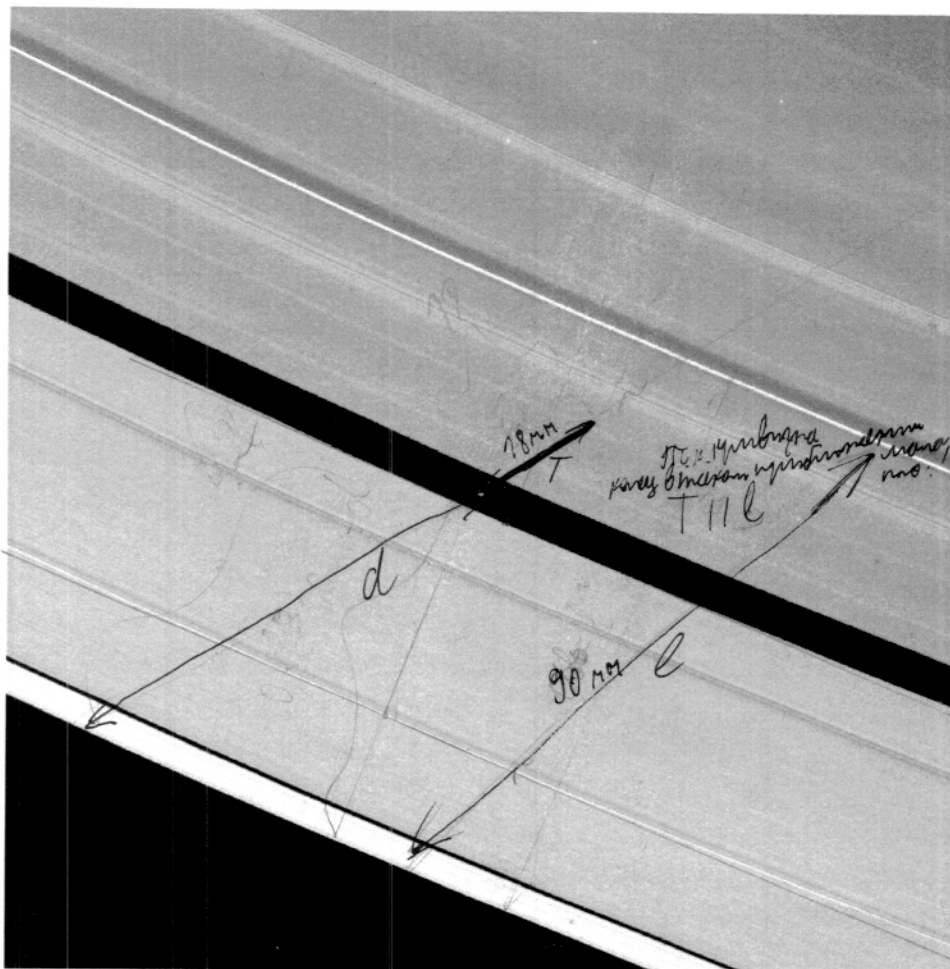
2020

1
марта

9 класс

На двух фотографиях ниже представлены спутник Сатурна, движущийся во внешней области колец, и сам Сатурн (негатив). Известно, что в момент съемки спутник находился в плоскости, перпендикулярной кольцам и проходящей через центры Солнца и Сатурна. Угол между плоскостью колец и направлением на Солнце при наблюдении со спутника составляет 1° . Радиус Сатурна в 9 раз больше радиуса Земли.

Оцените диаметр спутника, а также период его обращения вокруг Сатурна. Как часто этот спутник бывает в соединении с другим спутником Сатурна — Титаном? Титан делает один оборот вокруг Сатурна по орбите радиусом 1.2 миллиона километров за 16 дней. Опишите, что произойдет, если поместить Титан на орбиту этого спутника.



$$C = \frac{D \cdot \pi \cdot 3.5}{52} = \frac{D \pi}{15} = 0.2 \pi \theta$$

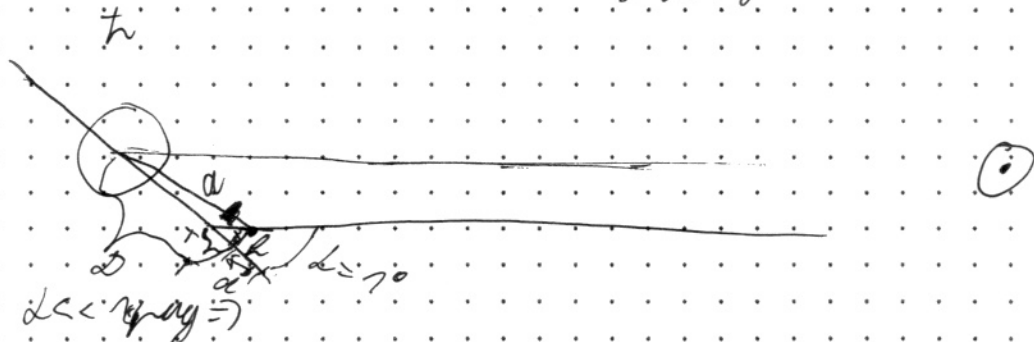


Задача №

(Т.11)

- 1) Измерили диаметр звезды T , которую освещают светом с длиной волны λ и сравнили её с радиусом R_\odot звезды Сатурна, которая на рисунке обозначена как ℓ . Звезду измерили (ℓ) можно выразить числом, равным диаметру Сатурна на второй картинке с ней. Получили, что $\ell \approx \frac{35}{520} \cdot 18 R_\odot \approx 1,2 R_\odot$, а диаметр звезды, соответственно $T \approx \frac{18}{90} \ell \approx 0,3 R_\odot$. (необходимая поправка на спектральный угол звезды)

2)



$\Rightarrow h = \tan(\alpha) \cdot T \approx \frac{2 \cdot 18 \cdot 0,3 R_\odot}{360} = \frac{\pi R_\odot}{600} \approx \frac{1}{300} R_\odot$
- высота сигнатурки (вершина звезды) над карликами.

$$a = \sqrt{D^2 + h^2}$$

$D \gg h \Rightarrow a \approx D$ - большая поправка сигнатурки,

где $D \approx 18 R_\odot \cdot \frac{57}{52} \approx 18,2 R_\odot \Rightarrow$
(см. рис.)

\Rightarrow По III закону Кеплера, где T и a - период и большая полуось Плутона:

$$T \text{ см } \left(\frac{a}{a_T} \right)^3 \cdot T \approx \left(\frac{18 \cdot 6400}{1,2 \cdot 10^6} \right)^3 \cdot 16 \approx \frac{6^{2,5} \cdot 2^{20}}{20^{4,5}} \approx 2^{8,5} \cdot 10^{-3} \approx 0,3584 \text{ см} \approx 8,6 \text{ ч.}$$



Задача №

3) Зная период обращения спутника вокруг Сатурна, найдем его синодический период относительно Плутона. П.к. направления обращения спутника неизвестно, но возможно сдвиги направления и несогласованность обращения. При этом, синодический периодов равен:

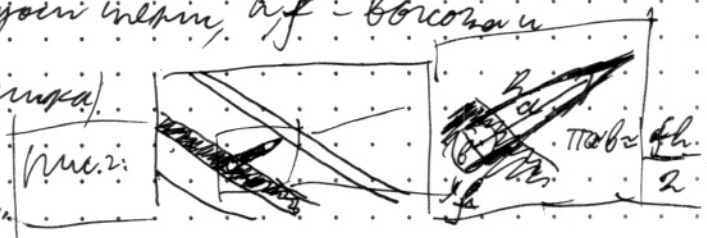
$$S_1 = \frac{T_1 \cdot T_{сп}}{T_1 - T_{сп}} \approx 8,8 \text{ ч} \quad \left(\text{если направление, но не обязательно так} \right)$$

$$S_2 = \frac{T_1 \cdot T_{сп}}{T_1 + T_{сп}} \approx 8,5 \text{ ч.}$$

Значит, этот спутник бывает в соединении с Сатурном Плутоном раз в 8,5 ч, или 8,8 ч.

4) Построим треугольник, стороны которого в краю диска спутника и его крайних точках на диаметре, перпендикулярные среднему. Такой треугольник описан вокруг формулы тереи, если две стороны имеют длину, близкую к плоскости кольца. Заметим, что такой треугольник совпадает (за исключением некоего вычитания), что и тереи (это можно проверить измерив диаметр и высоту иными способами, используя основание треугольника, и ~~то~~ получив, что $\pi a b \approx \frac{h^2}{2}$ где a, b - стороны тереи, h - высота и

основание треугольника).
Отсюда получаем, что
Углы спутника почти
совпадают с плоскостью кольца.





Задача №

5) Отсюда получаем, что его радиус $r \approx l_1 = \frac{R_0}{300} \approx$
 $\approx 23,3 \text{ км} = \frac{7}{2} D_{\text{ин}}$

6) Если бы Плутоид оказался так близко к Сатурну,
как этот спутник, то его радиус до бы увеличился
сидели Сатурна, ведь он бы оказался в пределах
своей предельной орбиты (внутри орбиты предела
Домо). Перед этим он бы ушел поперек своего
атмосферы и притянулся на себя большого часть
материала кольца Сатурна, увеличив на форму.

Ответ: $D_{\text{ин}} \approx 40 \text{ км}$;

$S_1 \approx 8,5 \text{ ч}$; $S_2 \approx 8,8 \text{ ч}$;

Плутоид бы был увеличен (см. в. 6. решения)