



XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур

2020

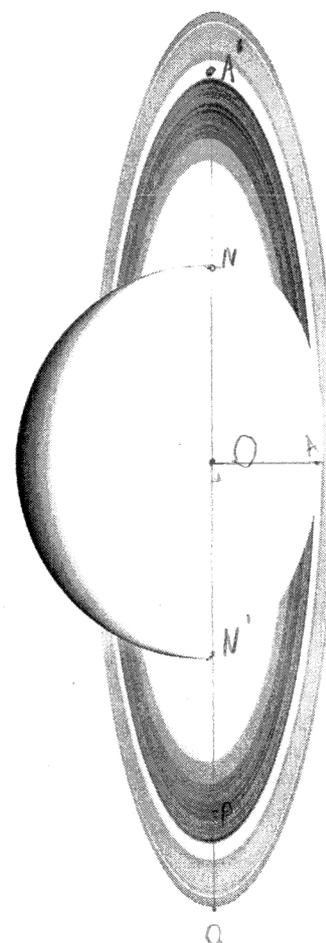
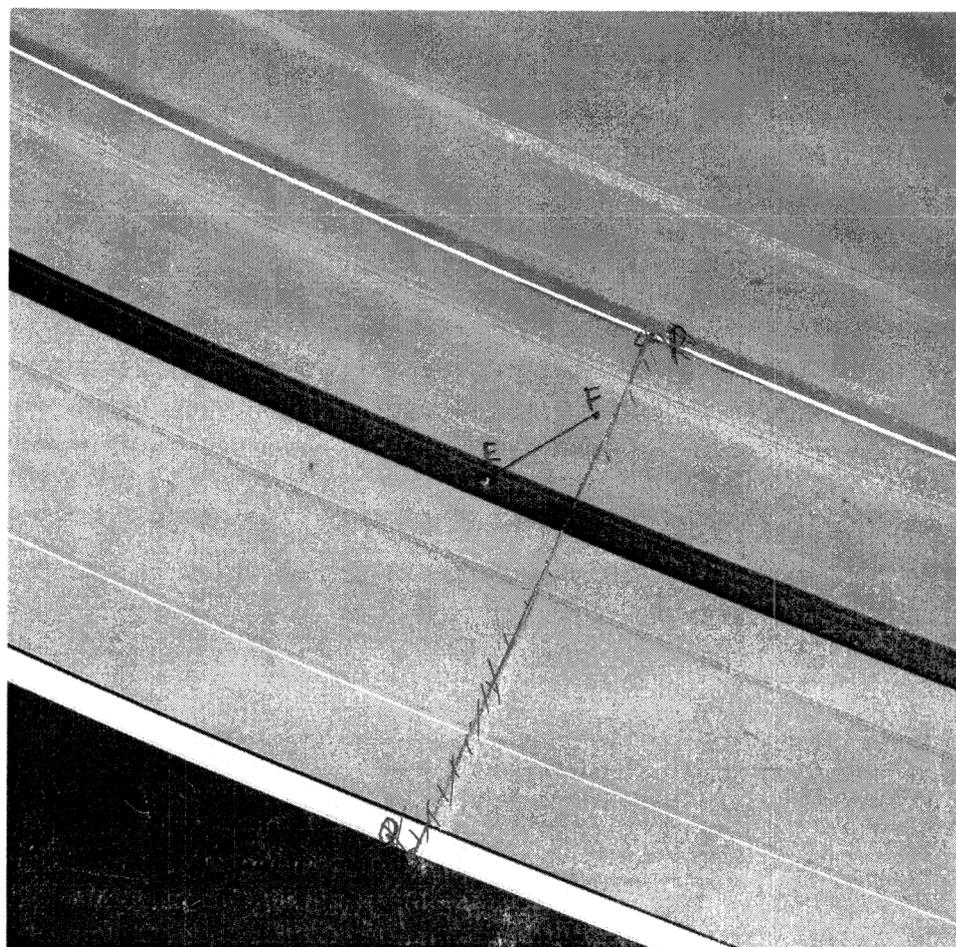
1

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.



Решения задач и результаты олимпиады смотрите на сайте
<http://school.astro.spbu.ru>



$$\begin{array}{r} 80 \quad | \quad 21 \\ 63 \quad | \quad 88 \\ \hline 720 \\ - 168 \\ \hline 20 \end{array}$$

Обозначу ортогонально колецу Сатурна, одинаково крутятся
 планка, как ор. 1, дугую, как ор. 2. 072

По условию задачи, спутник лежит в пл-ти \perp пл-ти
 колец Сатурна, и проходит через центры Солнца и
 Сатурна. Проведу хорду NN' ^{на ор. 2} (через периметер Сатурна)

Разобью отрезок NN' пополам O , так, что $NO = ON'$. Тогда
 точка O - центр Сатурна. Ор. 2 сделана с тем же
 радиусом, что кольца Сатурна наклонены отн. хорды NN' ,
 а значит эллипса на хордой ор. NN' не искажены.

Положим спутника на ор. 1. Соответствует пересечению
 кольца, в котором он лежит и перпендикуляра к NN' через
 точку O (т.к. пл-ти в которой он лежит задается хордой
 соединяющей центры Сатурна и Солнца) отрезку пополам.

Для данной точки не удобно производить измерения,
 поэтому проведем ~~в~~ отрезку точкой A' , находящейся на
 хордой NN' пополам, в которой спутник будет через
 некоторое время (час ≈ 1 , небольшой, поэтому в разрыве
 такое пересечение существование доказательств не будет).

С помощью линейки определять измерения соответствия
 на ор. 2: $\frac{ON}{NN'} = 1$ $\frac{ON}{OA'} = \frac{1}{2}$

На ор. 1 диаметр спутника составяет ≈ 1 км.
 Выберу кольцо на ор. 1 максимально близкое к Сатурну
 (для откидки отн. периметру), которое можно видеть на
 ор. 2. Отложу на его границе точку P и проведу к
 ней касательную. Построю перпендикуляр к касательной в
 точке P и продолжу его пересечением с границей внешнего
 кольца точкой O $PO = 1$ км.

Изменились ли моменты на ор. 2, так как масса m_1 на NV' . $\frac{PQ}{ON} = \frac{1,3}{2,6} = \frac{1}{2}$ $\frac{P'Q'}{NV'} = \frac{1}{4} = \frac{P'Q'}{D}$, где

D - диаметр Сатурна.
 d - диаметр спутника.
 Продолжение вопроса 1) по формуле 3)

$$\frac{d}{D} = \frac{1,3 \cdot \frac{P'Q'}{P}}{2,6} \Rightarrow d = \frac{D}{2,84} = \frac{D \cdot g}{2,84} = \frac{6371 \cdot 2,9}{2,84} \approx 6400$$

$\approx \frac{6400}{16} = 400 \text{ км}$ D_0 - диаметр Земли.

По 3-му з. Кеплера: $\frac{T_c^3}{a^3} = \frac{4\pi^2}{6(M+m)}$ в предположении задан массы спутника пренебрежимо мала по ср. с массой Сатурна.

T_c - период обращения спутника T_r - Плутона.
 $\frac{T_c}{T_r} = \frac{\sqrt{\frac{4\pi^2 a_c^3}{6M}}}{\sqrt{\frac{4\pi^2 a_r^3}{6M}}} = \sqrt{\frac{a_c^3}{a_r^3}}$ $a_c = 0,4 = 2R = 16R_0$ - диаметр по ор. 2.
 $T_c = T_r \cdot \sqrt{\frac{(16 \cdot 6371)^3}{(120000)^3}} \approx 16 \cdot \sqrt{\frac{1}{1100}} \approx 1,6 \text{ года}$

Время, через которое Плутона и спутник встретятся в соединении (T) равно:

$$T = \frac{2\pi}{|W_r - W_c|} = \frac{T_r \cdot T_c}{|T_r - T_c|} = \frac{1,6 \cdot 16}{14,4} \approx 1,8 \text{ года}$$

— если вращаются в разные стороны
 $T_c = \frac{1,6 \cdot 16}{17,6} \approx 1,4 \text{ года}$ — если вращаются в одну сторону.

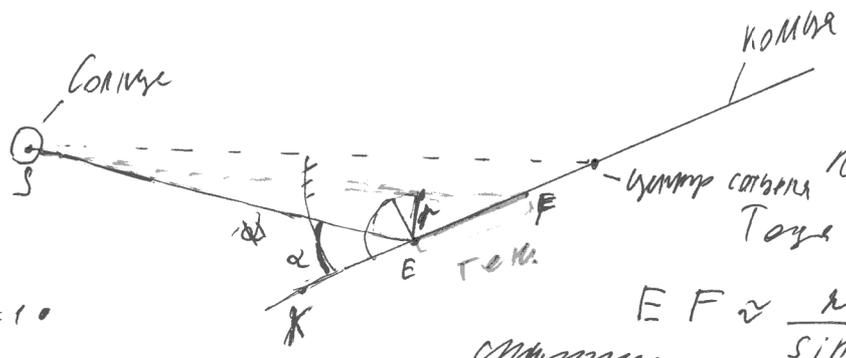
3) Когда Плутона перенесут на другую орбиту во внешнюю сторону, когда он вращается в одну и ту же сторону, что и спутник. Плутона спутник какое-то значительное время они вероятно столкнутся из-за взаимного влияния с другими телами и разорвут их масс, в результате того их скорости будут направлены в разные стороны. Но так их скорости будут направлены в одну сторону, и столкнутся и останутся на тех же орбитах т.е. планеты одного спутника в со стороны

сравнительно мал.

отр 3 из 3
072

План же возможен только, когда струны вращаются в разные стороны. Тогда скорость осевого в системе отсчета будет велика. Соударение между ней вызовет растянное разрушение струны, из-за 3 С Э, т.е. скорости образуются части струны, а затем отломки струны придвигаются к центру. План как планом будет группой струны, верными, остаются по кругу раст.

Можно определить значение струны по его месту на кривых. Схематично изображение картины



на $\varphi = 1$ $EF = 1,8 \text{ км}$.
 $EF \ll R_{\odot}$ - сумма радиусов Солнца.

$EF \approx \frac{d}{\sin \alpha}$, где d - расстояние.

$d = 2R = 2EF \cdot \sin \alpha$ d - малый угол, тогда $\sin d \approx d$.

$d = 2EF \cdot d$ $\frac{EF}{D} = \frac{1,8 \cdot 18}{52} = \frac{9}{26}$

$\frac{EF}{R} = \frac{EF}{18R_{\odot}} = \frac{9}{26} \Rightarrow EF = \frac{18R_{\odot} \cdot 9}{26} = \frac{81R_{\odot}}{13}$, R_{\odot} - радиус Солнца

$d = 2EF \sin \alpha = \frac{2 \cdot 81 \cdot R_{\odot}}{13} \cdot \frac{1^{\circ} \cdot 5,14}{180^{\circ}} \approx \frac{162 \cdot 6371}{13 \cdot 57} \approx \frac{49 \cdot 112}{57} \approx 140 \text{ км}$.

