



XXVII Санкт-Петербургская  
астрономическая олимпиада  
практический тур

074

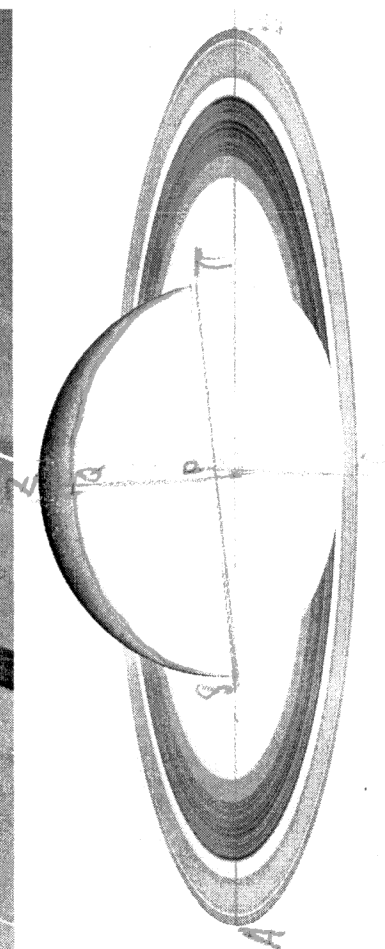
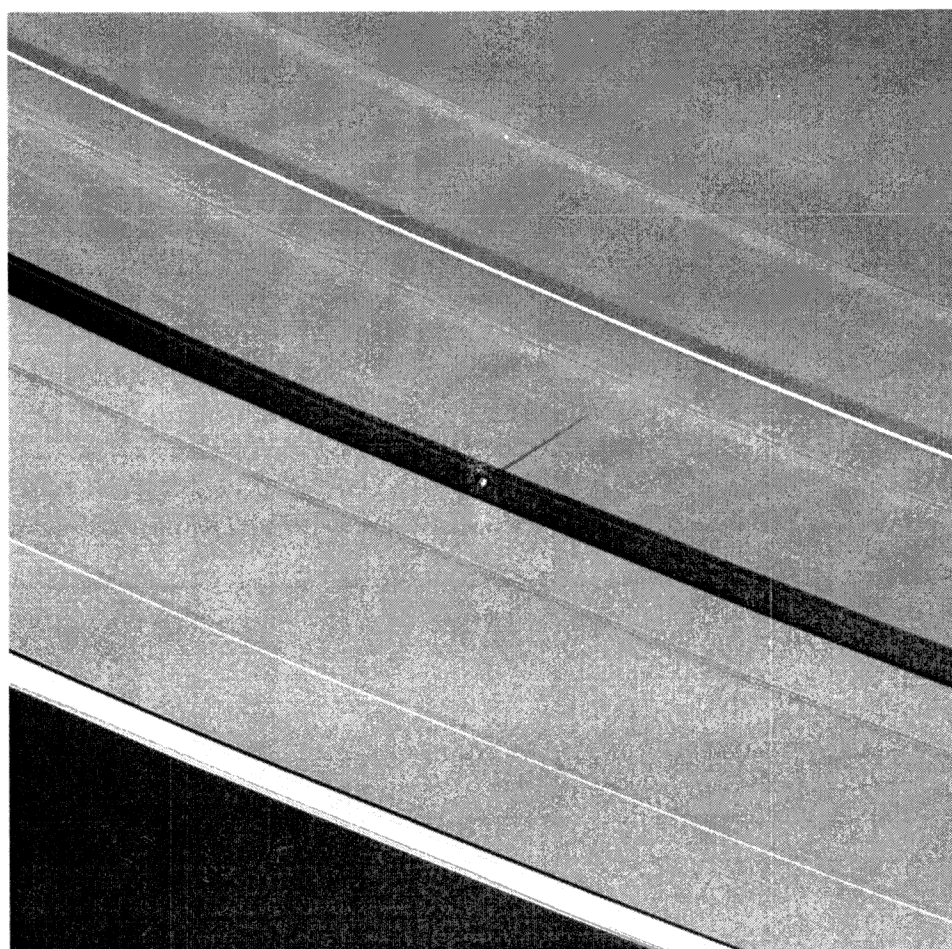
2020

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  $1^\circ$ . 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>



Видно, что кольца на планете Сатурна вымерзят, как эллипс. Это из-за того, что аппарат, снимавший спутник, снимал его под некоторым наклоном  $i$  к экватору (рис. 1).

074

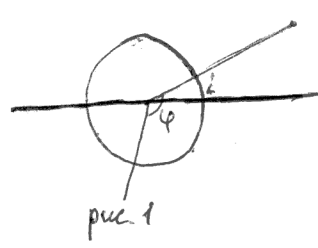


рис. 1

Проверим измерение большой оси эллипса АВ (рис. 2). Она равна 12 см. Значит, большая полуось  $a = 6$  см. Малая же полуось  $OC = 1,6$  см. Тогда  $\sin i = \frac{1,6}{6} \approx 0,267 \Rightarrow i \approx 0,27$  (угол указан в радианах).

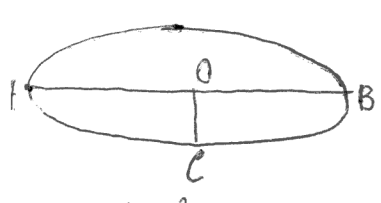


рис. 2

Проверим измерение фазы Сатурна. Как известно,  $\Phi = \frac{1 + \cos \varphi}{2}$ , где  $\varphi$  - угол между направлением на Солнце и спутник с вершикой в центре планеты.

Обозначим на  $\varphi$   $ZP$  радиус Сатурна, за  $ZQ$  - освещенный участок Сатурна (на картинке от центра). Тогда  $\Phi = \frac{ZP}{2 \cdot ZQ} \approx \frac{0,4}{2 \cdot 2,3} = \frac{4}{46} = \frac{1 + \cos \varphi}{2} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{2 \cdot 4}{46} - 1 = \frac{8}{46} - 1 \approx -0,826 \Rightarrow \sin \varphi = \sqrt{1 - 0,826^2} \approx \sqrt{0,318} \approx 0,565$ . ~~Тогда как  $\sin i \approx 0,267$  не очень~~

Этому соответствуют  $\varphi \approx 0,6$  (довольно хорошо) п. е.  $\delta$  - склонение Солнца

$|\delta| = |i - \varphi| \approx 0,27 - 0,6 \approx -0,33$  (окей же, в радианах)

~~Заметим, что у спутника фаза довольно близка к полноте, только чуть-чуть больше или меньше~~

Построим ситуацию, которую видим наблюдатель на спутнике (рис. 3). Пл. к. угол между плоскостью колец и направлением на Солнце составляет  $1^\circ$ , то  $\angle MSO = 1^\circ$ . Минимальное расстояние  $OM = OS \cdot \sin \angle OSK \approx 9,5 \text{ а. е.} \cdot 0,017 = 0,17 \text{ а. е.} \approx 25 \text{ млн км.}$  (предполагая, что  $\angle M = 90^\circ$ ). Как видно, период обращения составит  $T = \sqrt{\frac{25}{1,2}} \cdot 16 \approx 20^{\frac{3}{2}} \cdot 16 \approx 16 \cdot 90 \approx 1440 \text{ сут.}$ , т. е. примерно 4 года. Так как ее скорость (умовная) очень мала по сравнению с Митаном, то в среднем спутник будет вступать катоды 16 раз в год.



Попробуем оценить размеры спутника.

