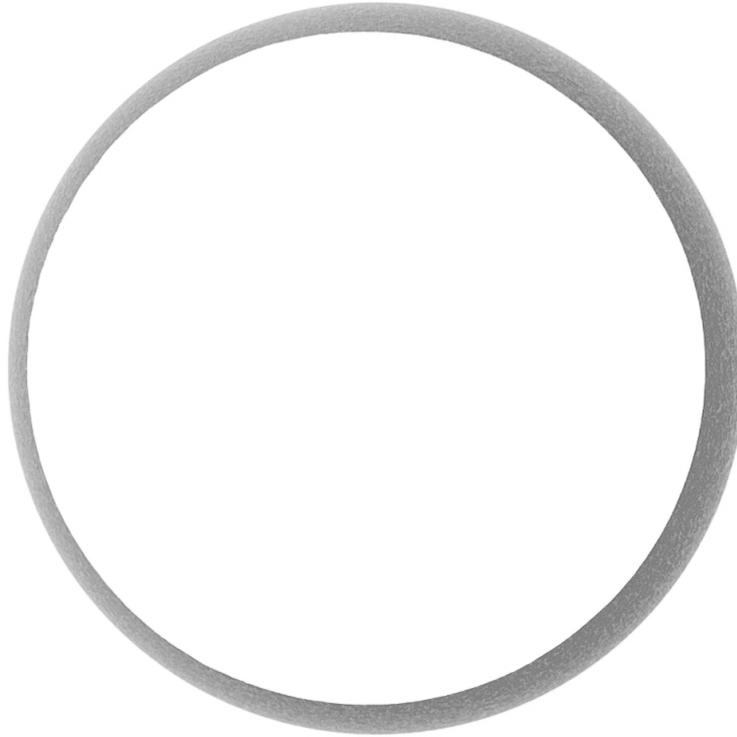


XXII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур, решения

2015
1
марта

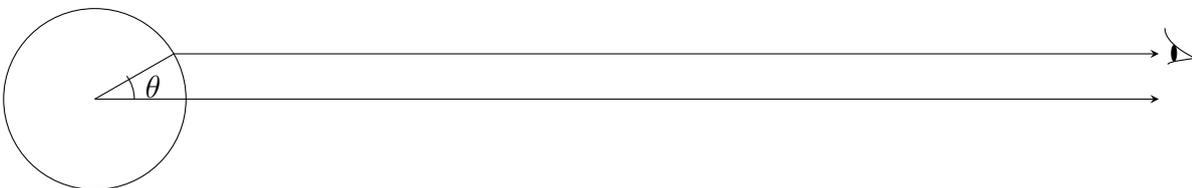
10 класс



Вам дан негатив фотографии кольцеобразного солнечного затмения. Оцените звездную величину получившегося кольца, если известно, что в фотосфере Солнца температура зависит от оптической глубины τ как

$$T = T_{\text{eff}} \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{2} + \frac{3}{4}\tau},$$

где $T_{\text{eff}} = 5778$ К.



Известно также, что в точке на диске с позиционным углом θ (см. схему выше) наблюдается излучение, выходящее с оптической глубины $\tau = \cos \theta$.

Решение:

Заметим, что интересуют нас только края диска Солнца, находящиеся на позиционных углах $\theta \approx \pi/2$ (здесь и далее будем измерять углы в радианах, если не оговорено обратное). При этом, поскольку интересует нас, вообще говоря, только косинус позиционного угла, перейдем вместо него к малому углу $\phi = \pi/2 - \theta$. Тогда $\cos \theta = \sin \phi \approx \phi$.

Попробуем найти связь между углом ϕ для некоторой точки на диске и ее расстоянием от края диска на изображении. Для этого измерим на изображении диаметр диска Солнца. Он равен 96 мм, следовательно, радиус изображения Солнца составляет 48 мм.

Известно, что разница освещенностей в 10 раз соответствует разнице на $2^m.5$, а $1.3 \approx \sqrt[4]{2.5}$, поэтому кольцо будет тусклее целого Солнца на $2^m.5 + 0^m.25 = 2^m.75$. Так как видимая звездная величина Солнца примерно равна $-26^m.7$, получаем итоговый ответ — кольцо будет иметь видимую звездную величину, равную -24^m .

Заметим, что учет потемнения диска Солнца к краю для получения итоговой оценки оказался существенным — если просто оценить долю закрытой площади диска Солнца, считая, что диск везде имеет одинаковую поверхностную яркость, результат получится примерно на 1^m ярче.