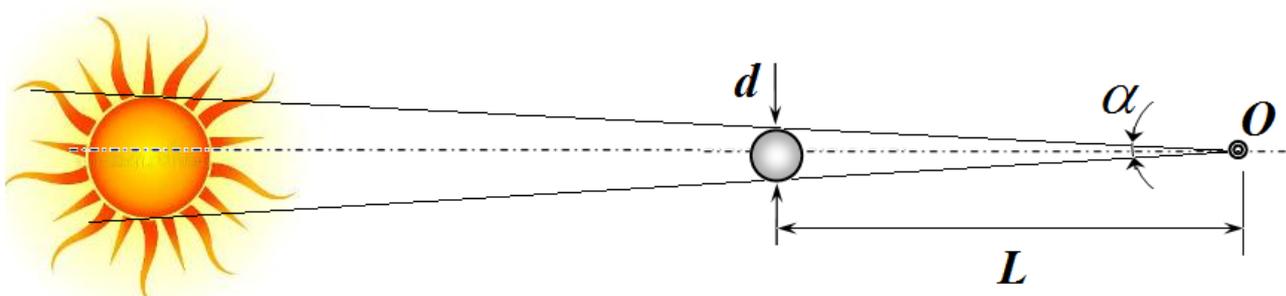


Задание 1. Размер Солнца. Решение.

Сначала рассчитаем угловой размер солнца в радианах

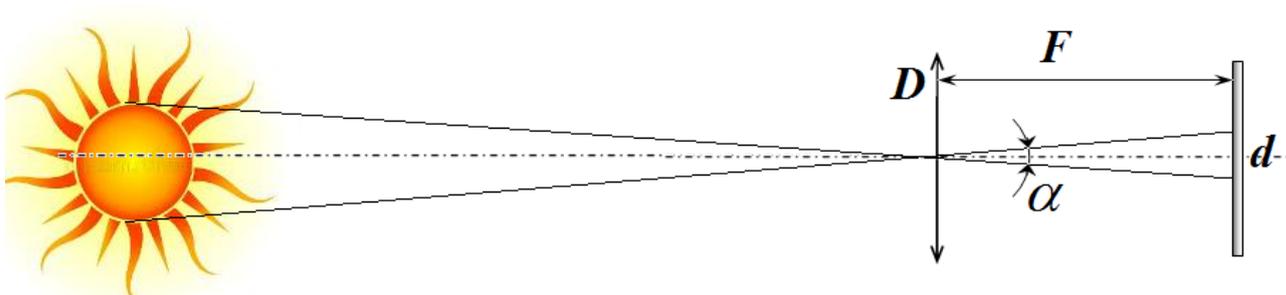
$$\alpha = 32' = \left(\frac{32}{60}\right)^\circ = \frac{\pi}{180} \left(\frac{32}{60}\right) \text{ рад} = 9,3 \cdot 10^{-3}. \quad (1)$$

1. Рисунок показывает, как шарик может полностью зарыть диск Солнца, глаз находится в точке O .



Из рисунка следует, что

$$d = L\alpha \Rightarrow L = \frac{d}{\alpha} = 0,54 \text{ м}. \quad (2)$$



2. Как следует из рисунка

Диаметр изображения Солнца на экране равен

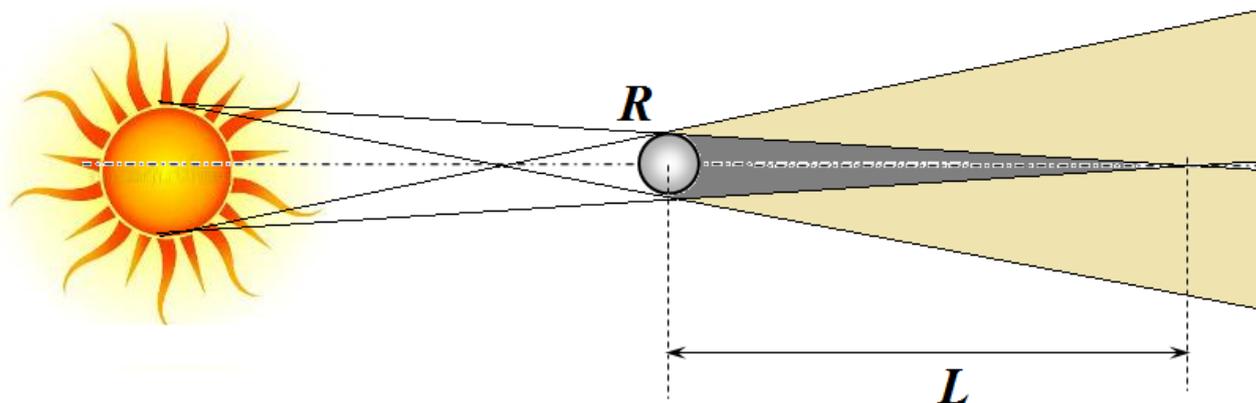
$$d = \alpha F. \quad (3)$$

Поэтому энергия, попадающая на линзу в единицу времени $P = A \frac{\pi D^2}{4}$, распределяется по

площади изображения $P = I \frac{\pi d^2}{4}$. Поэтому интенсивность света, падающего на изображение равна

$$A \frac{\pi D^2}{4} = I \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow I = A \left(\frac{D}{d}\right)^2 = A \left(\frac{D}{\alpha F}\right)^2 = 2,2 \cdot 10^6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}. \quad (4)$$

3. Следующий рисунок показывает пространственные области тени и полутени, образуемые воздушным шаром.



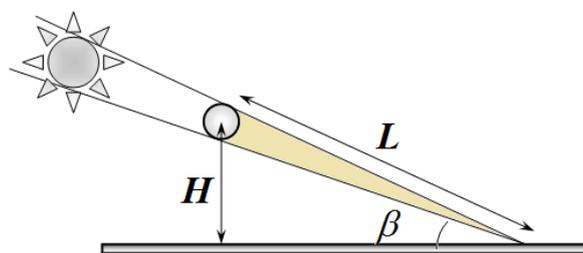
Из рисунка следует, что длина области тени равна

$$L = \frac{2R}{\alpha}.$$

(5)

Область тени будет достигать поверхности Земли, если высота подъема шара не превысит величину

$$H = L \sin \beta = \frac{2R}{\alpha} \sin \beta \approx 620 \text{ м}. \quad (6)$$



4. Каждую точку поверхности Солнца можно рассматривать как точечный источник света, причем излучения этих точек не является когерентным. Следовательно, каждая точка поверхности создает свою интерференционную картину. Суммарное распределение интенсивности света на экране будет равно сумме интенсивностей, создаваемых каждой точкой поверхности Солнца. При переходе от центральной точки поверхности к точкам, расположенным на краю диска Солнца, между колебаниями в отверстиях будет возникать дополнительная разность фаз, которая, в свою очередь, приведет к сдвигу интерференционной картины. Интерференционная картина исчезнет, если при переходе от точки, лежащей на одном краю диска к диаметрально противоположной точке интерференционная картина сместится ровно на одну полосу. Найдем изменение разности хода при смещении светящейся точки от центра диска к его краю.

На рисунке:

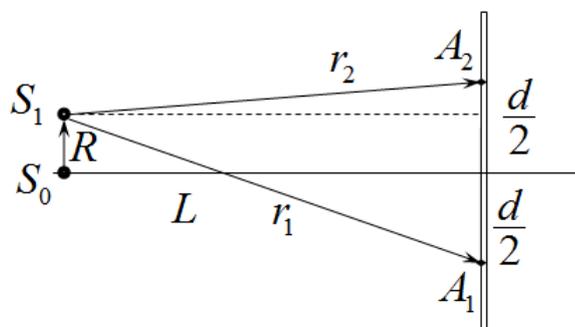
A_1, A_2 - отверстия в экране, волны из которых образуют интерференционную картину;

S_0 - точка, лежащая в центре солнечного диска;

S_1 - точка, лежащая на краю диска Солнца;

r_1, r_2 - расстояния от светящейся точки до щелей;

R - радиус Солнца; L - расстояние от Солнца до Земли.



Если рассматриваемая точка лежит в центре диска (S_0), то разность хода до щелей равна нулю. Если точка сместится на расстояние R , появится разность хода $\Delta r = r_1 - r_2$, которую

Теоретический тур.

Решения задач. Бланк для жюри.

можно рассчитать следующим образом. Из простых геометрических соображений можно записать

$$\begin{aligned}r_1^2 &= L^2 + \left(\frac{d}{2} + R\right)^2 \\r_2^2 &= L^2 + \left(\frac{d}{2} - R\right)^2\end{aligned}\tag{7}$$

Вычтем из первого выражения второе $r_1^2 - r_2^2 = 2Rd$ и представим разность квадратов в виде $r_1^2 - r_2^2 = (r_1 - r_2)(r_1 + r_2) \approx 2L\Delta r$. Здесь учтено, $R \ll L$, поэтому можно считать, что сумма расстояний примерно равна удвоенному расстоянию до Солнца. Следовательно, разность хода от периферийной точки до щелей равна

$$\Delta r = \frac{Rd}{L}.\tag{8}$$

При переходе от одного края диска к другому разность хода изменяется на величину

$$(\Delta r)_{\max} = \frac{2Rd}{L} = \alpha d.\tag{9}$$

При таком изменении разности хода интерференционная картина смещается на

$$m = \frac{(\Delta r)_{\max}}{\lambda} = \frac{\alpha d}{\lambda}\tag{10}$$

полос. Как было отмечено ранее, это смещение не должно превышать одной полосы, поэтому расстояние между отверстиями не должно превышать величины

$$\frac{\alpha d}{\lambda} < 1 \Rightarrow d < \frac{\lambda}{\alpha} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}.\tag{11}$$

Что примерно равно 0,06 мм, поэтому получить интерференционную картину, используя в качестве источника света Солнце практически невозможно!