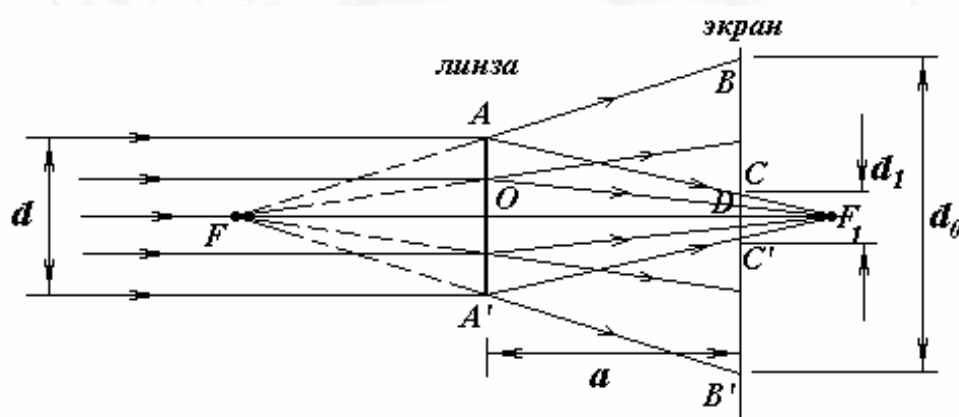


Подстановка численных значений приводит к результату $\alpha_0 \approx 0,2$, что соответствует приблизительно 10° .

11.2 Так как показатель преломления материала линзы больше, чем показатель преломления воды, то такая линза, помещенная в воду, будет рассеивающей. Множество пузырьков воздуха, вкрапленных в линзу, тоже можно рассматривать как линзу, но с показателем преломления равным 1. В воде такая линза будет собирающей. Таким образом, большой светлый круг образован лучами, преломившимися в основном материале линзы, а более яркий кружок - лучами, преломившимися в пузырьках воздуха.



Рассмотрим ход лучей, преломившихся на основном материале линзы. Крайние лучи этой группы $AB, A'B'$ образуют границу освещенной области. Так как, диаметр d_0 освещенного круга BB' в два раза больше диаметра d линзы AA' , фокусное расстояние F_0 линзы (OF) равно расстоянию a между линзой и экраном (OD). Как известно, фокусное расстояние линзы определяется по формуле

$$\frac{1}{F} = (n' - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \quad (1)$$

где R_1, R_2 - радиусы кривизны преломляющих поверхностей, n' - относительный показатель преломления линзы (относительно среды). Поэтому отношение фокусных расстояний основной линзы F_0 и линзы «пузырьковой» F_1 , вычисляется по формуле

$$\frac{F_1}{F_0} = \frac{\frac{n_0 - 1}{n_1}}{\frac{1}{n_1} - 1} = \frac{n_0 - n_1}{1 - n_1}. \quad (2)$$

Учитывая, что $F_0 = -a$ (линза рассеивающая!), вычислим фокусное расстояние воздушной линзы $F_l = a \frac{n_0 - n_l}{n_l - 1} \approx 44 \text{ см}$. Теперь с помощью рисунка можем выразить диаметр более яркого пятна CC'

$$d_l = d \frac{F_l - a}{F_l}. \quad (3)$$

Обозначим падающий на линзу световой поток Φ , тогда поток света, преломившегося в пузырьках, будет равен $\Phi_l = \varepsilon \Phi$ (где ε доля площади линзы занимаемой пузырьками); световой поток, преломившийся в основном материале линзы $\Phi_0 = (1 - \varepsilon) \Phi$. Освещенность поверхности пропорциональна световому потоку и обратно пропорциональна освещаемой площади. Поэтому

освещенность светлого круга $E_0 \sim \frac{\Phi_0}{d_0^2} \sim \frac{1 - \varepsilon}{4d^2}$. Освещенность поверхности, создаваемая лучами, преломившимися в пузырьках, $E_l \sim \frac{\Phi_l}{d_l^2} \sim \frac{\varepsilon}{d^2} \left(\frac{F_l}{F_l - a} \right)^2 \approx 120 \frac{\varepsilon}{d^2}$. Отношение освещенностей

центрального пятна и остального круга, выражается формулой

$$\eta = \frac{E_0 + E_l}{E_0} = 1 + \frac{E_l}{E_0} \approx 1 + 480 \frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}.$$

Из этой формулы определяем величину $\varepsilon \approx 0,4\%$

11.3 Предположим, что высота подъема стрелы меньше, чем длина привязанной нити. Тогда закон сохранения механической энергии будет иметь вид

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + m_l g \frac{h}{2}, \quad (1)$$

где $m_l = \lambda h$ - масса поднятой веревки, $\frac{h}{2}$ - высота, на которую поднялся центр масс веревки. Таким образом, получаем уравнение для определения высоты подъема

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \lambda g \frac{h^2}{2}. \quad (2)$$

Корни этого уравнения определяются формулой

$$h_{1,2} = -\frac{m}{\lambda} \pm \sqrt{\left(\frac{m}{\lambda}\right)^2 + \frac{mv_0^2}{\lambda g}}. \quad (3)$$

