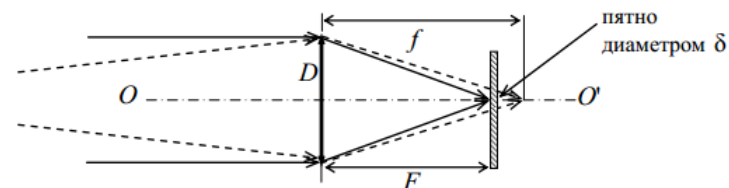


Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более 0,05 мм. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния  $d$ . Найдите фокусное расстояние объектива, если при «относительном отверстии»  $\alpha = 4$  резкими оказались все предметы далее 12,5 м. («Относительное отверстие» – это отношение фокусного расстояния к диаметру входного отверстия объектива.) Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.



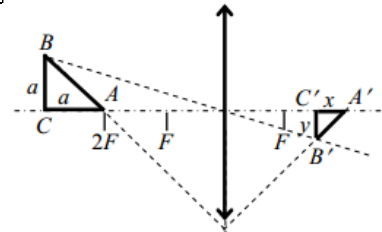
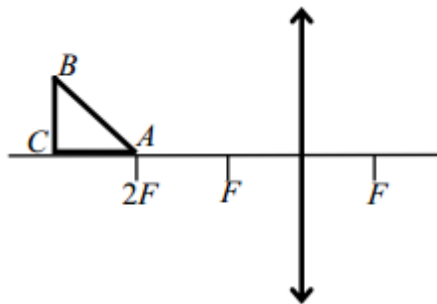
Лучи, идущие от предмета, находящегося на расстоянии  $d$ , собираются на расстоянии  $f$ , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на плёнке пятно диаметром  $\delta$ . Из подобия треугольников получаем соотношение:  $\frac{\delta}{D} = \frac{f-F}{f}$ , а поскольку  $D = \frac{F}{\alpha}$ , то  $\frac{\delta\alpha}{F} = \frac{f-F}{f}$ .

Из формулы тонкой линзы  $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$  находим:  $\frac{f-F}{f} = \frac{F}{d}$ .

Отсюда:  $F = \sqrt{\delta\alpha d} = 5 \cdot 10^{-2}$  м.

Ответ:  $F = 50$  мм

Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой 2,5 дптр так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы (см. рисунок). Вершина прямого угла C лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла A, расстояние от центра линзы до точки A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы,  $AC = 4$  см. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



Длину  $x$  горизонтального катета  $A'C'$  изображения находим по формуле линзы:  $\frac{1}{2F+a} + \frac{1}{2F-x} = \frac{1}{F}$ , откуда

$$x = \frac{aF}{F+a} = \frac{a}{1+aD}.$$

Длину  $y$  вертикального катета  $B'C'$

изображения находим из подобия:  $y = a \cdot \frac{2F-x}{2F+a} = \frac{aF}{F+a} = \frac{a}{1+aD} = x$ .

Площадь изображения  $S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1+aD)^2} \approx 6,6 \text{ см}^2$ .

Ответ:  $S_1 \approx 6,6 \text{ см}^2$

**C5** На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет отодвинули от линзы на 2 см вдоль ее главной оптической оси. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см так, чтобы изображение снова стало резким. Определите увеличение во втором случае.

В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно записать следующие формулы:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$ ;  $F = \frac{fd}{f+d}$ ;  $\Gamma = \frac{f}{d}$ , где  $d$  – расстояние от

предмета до линзы,  $f$  – расстояние от линзы до изображения,  $\Gamma$  – увеличение.

Следовательно,  $F = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma} = \frac{5}{6} d$ ;  $f = 5d$ .

После того как экран и предмет передвинули, для нового положения предмета и изображения можно записать:  $F = \frac{5}{6} d = \frac{f_1 d_1}{f_1 + d_1}$ ; где  $f_1 = f - 30$ ,

$d_1 = d + 2$ .

Решая это уравнение, находим:  $d = 18$  см,  $d_1 = 20$  см,  $f = 90$  см,  $f_1 = 60$  см,

$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d_1} = 3$ . Ответ:  $\Gamma_1 = 3$ .

В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен  $30^\circ$ . Определите длину тени сваи на дне водоема.

Коэффициент преломления воды  $n = \frac{4}{3}$ .

Согласно рисунку, длина тени  $L$  определяется высотой сваи  $h$  и углом

$\gamma$  между сваей и скользким по ее вершине лучом света:  $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$ . Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления,  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$ ,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

$$\text{Следовательно, } L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8(\text{м})$$

Ответ:  $L \approx 0,8$  м.

