

(Начало см. на с.31)

яние линзы. Из подобия треугольников  $SAO$  и  $SCB$  следует, что

$$\frac{d}{d+L} = \frac{R}{r_2}$$

Отсюда

$$d = \frac{L}{r_2/R - 1} = 24 \text{ см.}$$

Аналогично, из подобия треугольников  $S^*AO$  и  $S^*DB$  находим

$$f = \frac{L}{r_1/R - 1} = 8 \text{ см.}$$

Наконец, из формулы линзы для фокусного расстояния получаем

$$F = \frac{df}{d-f} = 12 \text{ см.}$$

**Задача 2.** Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $d = 40$  см от собирающей линзы на ее главной оптической оси. Оптическая сила линзы  $D = 5$  дптр. При повороте линзы на некоторый угол относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через оптический центр линзы, изображение источника сместилось на  $\Delta l = 10$  см. Найдите угол поворота линзы.

Изображение ( $S^*$ ) источника (рис.2) сначала расположено на главной опти-

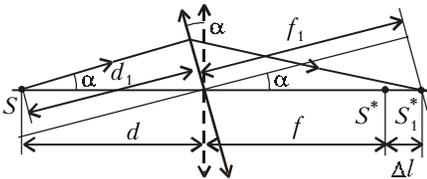


Рис. 2

ческой оси линзы на расстоянии  $f$  от линзы. По формуле линзы,

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D,$$

откуда

$$f = \frac{d}{Dd - 1} = 0,4 \text{ м.}$$

При повороте линзы на угол  $\alpha$  ее главная оптическая ось тоже поворачивается на угол  $\alpha$ , а изображение ( $S_1^*$ ) смещается на  $\Delta l$ . Из рисунка 2 видно, что  $d_1 = d \cos \alpha$  и  $f_1 = (f + \Delta l) \cos \alpha$ . Формула линзы в этом случае примет вид

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = D.$$

Отсюда для угла  $\alpha$  находим

$$\cos \alpha = \frac{d + f + \Delta l}{Dd(f + \Delta l)} = 0,9,$$

и

$$\alpha = \arccos 0,9.$$

**Задача 3.** Шар из оптически прозрачного материала помещен в параллельный пучок света (рис.3). Угол падения одного из лучей на поверх-

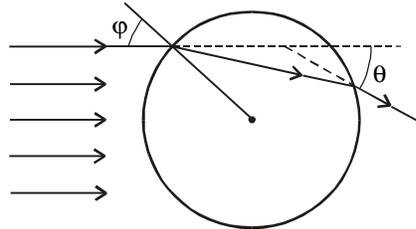


Рис. 3

ность шара  $\varphi = \arctg(4/3)$ , а угол его отклонения от первоначального направления после двух преломлений на поверхности шара  $\theta = 2\arctg(7/24)$ . Найдите показатель преломления материала шара.

Луч света  $1A$  (рис.4), падающий на шар под углом  $\varphi$ , проходит в шаре по

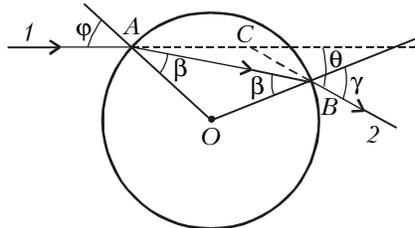


Рис. 4

линии  $AB$ , составляющей углы  $\beta$  с радиусами  $AO$  и  $BO$ , так что

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \beta} = n.$$

Для выходящего из шара луча  $B2$  имеем

$$\frac{\sin \beta}{\sin \gamma} = \frac{1}{n}.$$

Рассмотрим треугольник  $ABC$ . Очевидно, что он равнобедренный и угол  $\theta$  является его внешним углом; следовательно,

$$\theta = 2(\varphi - \beta) = 2\arctg \frac{7}{24},$$

или

$$\tg(\varphi - \beta) = \frac{7}{24}.$$

Отсюда, используя известную тригонометрическую формулу  $\tg(\varphi - \beta) = (\tg \varphi - \tg \beta)/(1 + \tg \varphi \tg \beta)$ , получим

$$\tg \beta = \frac{3}{4}.$$

Окончательно, для показателя преломления находим

$$n = \frac{\sin \varphi}{\sin \beta} = \frac{\sqrt{1 + 1/\tg^2 \beta}}{\sqrt{1 + 1/\tg^2 \varphi}} = \frac{4}{3}.$$

**Задача 4.** Тонкая рассеивающая линза с фокусным расстоянием  $F = 15$  см прикреплена к стенке аквариума, заполненного водой (показатель преломления воды  $n = 4/3$ ). На линзу под углом  $\alpha$  падает параллельный пучок света. Известно, что луч, прошедший сквозь линзу на расстоянии  $h$  от ее оптического центра, не изменяет своего направления. Найдите  $h$ , если  $\tg \alpha = 0,08$ .

Проведем луч  $1A$ , падающий на линзу в точке  $A$  на расстоянии  $h$  от главной оптической оси, которая пересекается этим лучом в точке  $C$  на расстоянии  $d$  от линзы (рис.5). Из геометрии рисунка видно, что

$$d = \frac{h}{\tg \alpha}.$$

Если бы в аквариуме не было воды, то луч света после преломления линзой пошел бы в направлении  $A2$ . В случае заполненного водой аквариума, по условию задачи, он идет в направлении  $A3$ , не изменяя своего первоначаль-

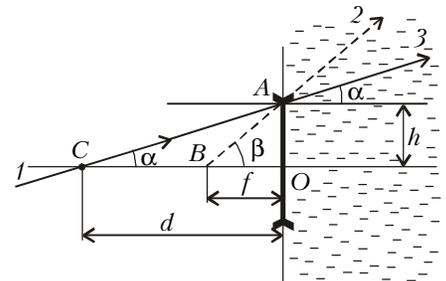


Рис. 5

ного направления. Пусть  $\beta$  – угол между лучом  $A2$  и оптической осью линзы и  $BO = f$ . Очевидно, что  $\sin \beta / \sin \alpha = n$ , или, так как углы  $\beta$  и  $\alpha$  маленькие,

$$\frac{\tg \beta}{\tg \alpha} = n.$$

Кроме того,

$$f = \frac{h}{\tg \beta}.$$

В соответствии с формулой линзы,

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F}.$$

Решая систему полученных четырех уравнений, для искомой величины получаем

$$h = F(n - 1)\tg \alpha = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см.}$$