

14.9. Прохождение света через прозрачный шар, прозрачный цилиндр

14.9.1. На шар диаметром D падают два симметричных относительно его центра параллельных луча (рис. 14.9.1). Расстояние между лучами равно d ($d < D$). Каким должен быть показатель преломления стекла, чтобы эти лучи пересеклись внутри шара?

14.9.2. Человек смотрит на очень маленькое темное пятно, находящееся на внутренней диаметрально противоположной от него поверхности прозрачного шара радиусом $R = 0,5$ м. Показатель преломления материала

шара $n = 1,33$. Насколько смещено изображение пятна относительно самого пятна?

14.9.3. Параллельный пучок лучей падает на стеклянный шар так, что ось пучка проходит через центр шара. Лучи, дважды испытавшие преломление на границах раздела «стекло—воздух», выйдут из шара по направлениям, составляющим с первоначальным углом, не превышающий 90° . Определите показатель преломления стекла.

14.9.4. На каком расстоянии от центра стеклянного шарика диаметром $d = 1,24$ см получится изображение Солнца, даваемое этим шариком?

• **14.9.5.** Узкий цилиндрический пучок света падает на сферический пузырек воздуха, находящийся в некоторой жидкости, так, что ось пучка проходит через центр пузырька. Определите показатель преломления жидкости, если известно, что площадь сечения пучка на выходе в 4 раза больше площади его сечения на входе.

14.9.6. В стекле имеется сферическая полость радиусом $R = 3$ см, заполненная водой. На полость падают параллельные лучи света. Определите радиус светового пучка, который проникает в полость.

14.9.7. Широкий световой пучок падает на основание стеклянного полуцилиндра с показателем преломления $n = 1,41$ так, как показано на рисунке 14.9.2. Каков максимальный угол отклонения прошедших через полуцилиндр лучей от их первоначального направления?

14.9.8. На плоскую поверхность половины стеклянного цилиндра нормально падает луч света. Расстояние между лучом и осью OO' , проходящей параллельно лучу через центр цилиндра, равно a (рис. 14.9.3). На каком расстоянии от плоской поверхности этот луч, преломившись на цилиндрической поверхности, пересечет ось OO' ? Показатель преломления стекла равен n , радиус цилиндра R , причем $R > na$.

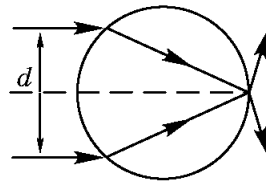


Рис. 14.9.1

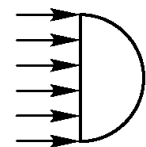


Рис. 14.9.2

14.9.9. Узкий пучок света, проходя через стеклянный полуцилиндр, пересекается в точке O (рис. 14.9.4, а). Расстояние $x = 4$ см. Где соберутся лучи, если этот пучок пустить в обратном направлении (рис. 14.9.4, б)?

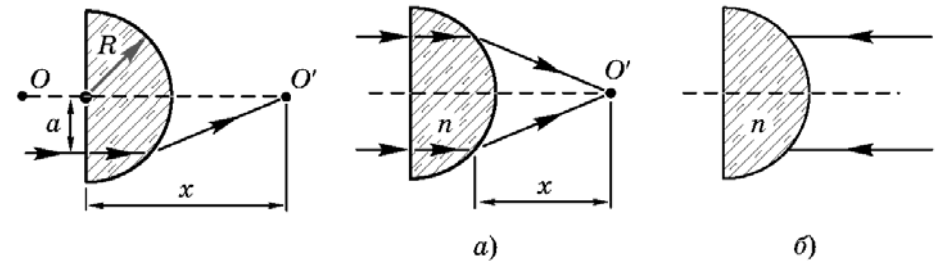


Рис. 14.9.3

Рис. 14.9.4

Ответы:

$$14.9.1. n \geq \frac{\sqrt{2}d}{\sqrt{D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}}$$

$$14.9.2. \text{ На } \Delta l = \frac{2R(n-1)}{2-n} = 0,5 \text{ м.}$$

$$14.9.3. n_{\text{ст}} = 1,4.$$

$$14.9.4. \text{ На расстоянии } s = \frac{d}{4(n_{\text{ст}}-1)} = 0,62 \text{ см от центра шарика, т. е. вблизи его поверхности.}$$

$$14.9.6. r = R \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{ст}}} = 2,6 \text{ см.}$$

$$14.9.7. \varphi = 90^\circ - \arcsin \frac{1}{n} \approx 45^\circ.$$

$$14.9.8. x = \frac{n^2 R^2}{n \sqrt{R^2 - a^2} - \sqrt{R^2 + n^2 a^2}}$$

$$14.9.9. \text{ На расстоянии } l = \frac{x}{n_{\text{ст}}} = 4 \text{ см от плоской поверхности.}$$