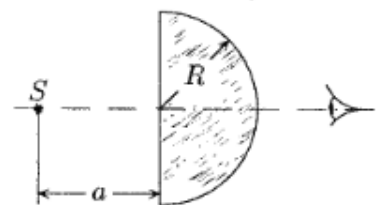


## Толстые линзы

При решении задач считается, что изображения в толстых линзах формируются *параксиальными* лучами (идущими вблизи оси симметрии линзы). Для таких лучей углы падения и преломления *малы*.

**Задача 1.** (МФТИ, 2001) Из стеклянной пластинки с показателем преломления  $n = 1,5$  вырезали толстую линзу в форме полушара радиусом  $R = 10$  см. Через такую линзу рассматривается точечный источник света  $S$ , расположенный на расстоянии  $a = R/2$  от плоской поверхности полушара (см. рисунок). На каком расстоянии от этой поверхности наблюдатель видит изображение источника света?

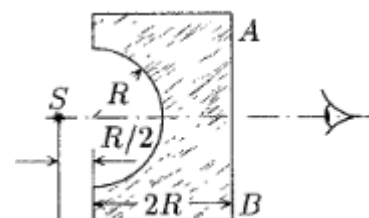
*Указание.* Для малых углов  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



$$\text{но } 81 = \frac{z^{n-1} + z}{Rz^n} = x$$

**Задача 2.** (МФТИ, 2001) В стеклянной пластине толщиной  $2R$  вырезана половина шара радиуса  $R = 10$  см. Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ . Наблюдатель рассматривает через получившуюся толстую линзу точечный источник света  $S$ , расположенный на расстоянии  $5R/2$  от плоской поверхности  $AB$  (см. рисунок). На каком расстоянии от поверхности  $AB$  он видит изображение источника?

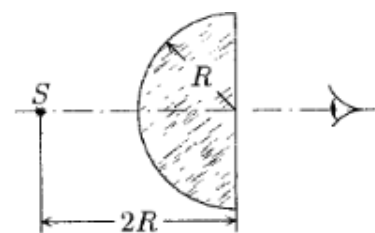
*Указание.* Для малых углов  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



$$\text{но } 91 = \frac{(1-u)u}{R(1-u)} = x$$

**Задача 3.** (МФТИ, 2001) Из стеклянной пластинки с показателем преломления  $n = 1,5$  вырезали толстую линзу в форме полушара радиусом  $R = 10$  см. Через такую линзу рассматривается точечный источник света  $S$ , расположенный на расстоянии  $a = 2R$  от плоской поверхности полушара (см. рисунок). На каком расстоянии от этой поверхности наблюдатель видит источник света?

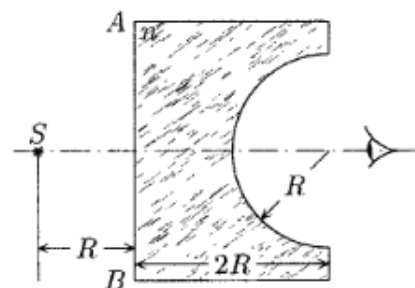
*Указание.* Для малых углов  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



$$\text{но } 26,7 \text{ см} = \frac{n(2-z)}{Rz} = x$$

**Задача 4.** (МФТИ, 2001) В стеклянной пластине толщиной  $2R$  вырезана половина шара радиуса  $R = 10$  см. Показатель преломления стекла  $n = 1,5$ . Наблюдатель рассматривает через получившуюся толстую линзу точечный источник света  $S$ , расположенный на расстоянии  $R$  от плоской поверхности  $AB$  (см. рисунок). На каком расстоянии от поверхности  $AB$  он видит изображение источника?

*Указание.* Для малых углов  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



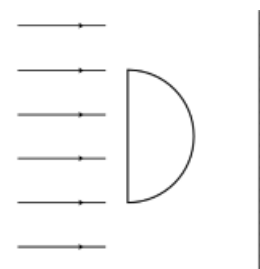
$$\text{но } 6,0 = \frac{1-u+z^2}{R(z-z^2)} = x$$

ЗАДАЧА 5. («Росатом», 2013, 11) На горизонтальной поверхности лежит стеклянная линза в форме четверти цилиндра радиуса  $R$  (см. рисунок). Показатель преломления стекла равен  $n$ . Параллельный пучок световых лучей падает на линзу перпендикулярно её вертикальной грани. На каком расстоянии от линзы на горизонтальной поверхности будет наблюдаться световое пятно из преломленных линзой лучей?



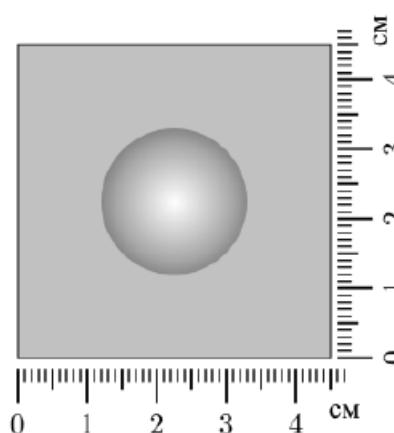
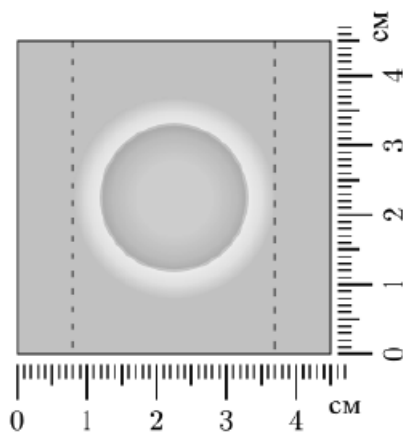
$$\frac{1-u}{R} \geq l \geq \left(1 - \frac{1-\frac{u}{n}}{u}\right) R$$

ЗАДАЧА 6. (Всеросс., 2017, РЭ, 11) Вся поверхность плоского экрана, представляющего собой матовое стекло, освещается параллельным пучком лучей, направленным перпендикулярно экрану. Толстую линзу в виде половинки стеклянного шара расположили перед экраном так, что плоская поверхность линзы параллельна плоскости экрана (рис. справа). Показатель преломления стекла линзы  $n = 2,0$ . Диаметр линзы меньше размеров экрана.



1) Определите расстояние  $L_1$  от плоской поверхности линзы до экрана, если на экране наблюдается картина, изображённая на нижнем левом рисунке. Здесь пунктирные линии касаются внешней границы области с переменной освещённостью.

2) Определите расстояние  $L_2$  от плоской поверхности линзы до экрана, если на экране наблюдается картина, изображённая на нижнем правом рисунке.



$$1) L_1 = 2,05 \text{ cm}; 2) 1,05 \text{ cm} \leq L_2 \leq 1,82 \text{ cm}$$