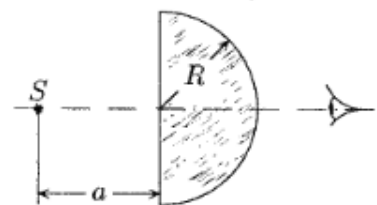


Толстые линзы

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?

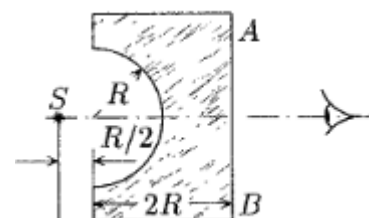
Указание. Для малых углов $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$.



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

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?

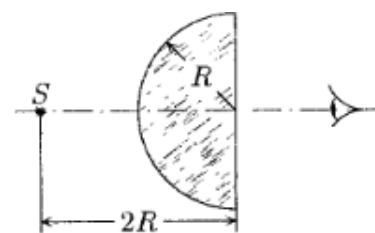
Указание. Для малых углов $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$.



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

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?

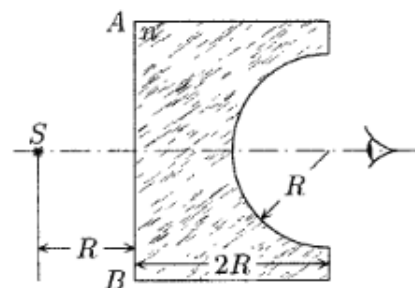
Указание. Для малых углов $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$.



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

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 $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$.



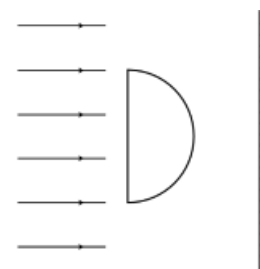
$$\text{но } 6,0 = \frac{1-u+z^2}{R(z-z^2)} = x$$

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?



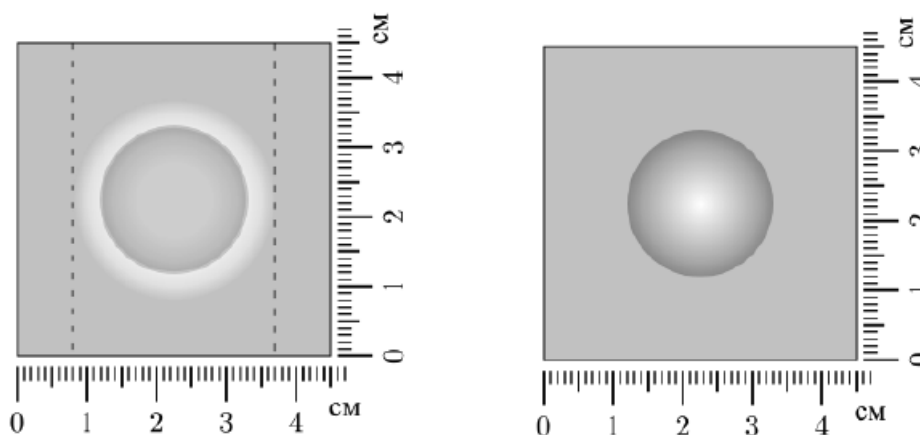
$$\frac{1-u}{y} \geq l \geq \left(1 - \frac{1-zu^2}{u}\right) y$$

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.



$$L_1 = 2,05 \text{ см}; 2) L_2 \geq 1,82 \text{ см}$$

ЗАДАЧА 7. (Всеросс., 2008, ОЭ, 11) Прозрачная пластина с показателем преломления n ограничена двумя сферическими поверхностями с радиусами кривизны R и $r < R$.

1) Какой должна быть толщина пластины L , чтобы падающий на поверхность с радиусом кривизны R параксиальный пучок света преобразовывался в параллельный?

2) Во сколько раз увеличивается интенсивность пучка света (энергия, переносимая за единицу времени через единицу площади) после прохождения через пластину?

3) Какое угловое увеличение для удалённых предметов даёт пластина?

Потерями энергии пучка внутри пластины можно пренебречь.

$$\frac{y}{x} = \left(\frac{r}{R} \right) \left(\frac{1-u}{n} \right) \pm y = T \quad (1)$$