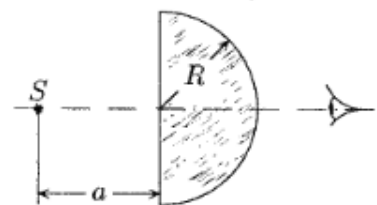


## Толстые линзы

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?

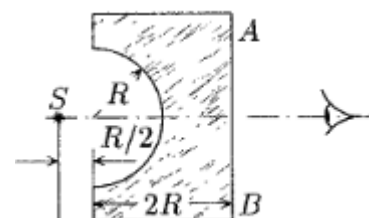
*Указание.* Для малых углов  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



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

**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?

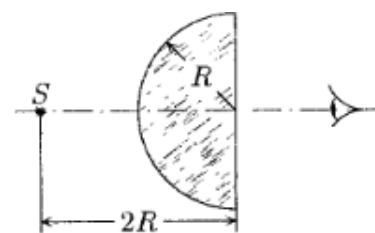
*Указание.* Для малых углов  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



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

**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?

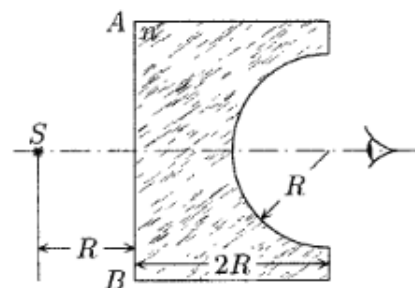
*Указание.* Для малых углов  $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ .



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

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



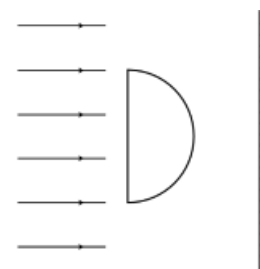
$$\text{но } 6,0 = \frac{1-u+z^2}{R(z-z^2)} = x$$

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?



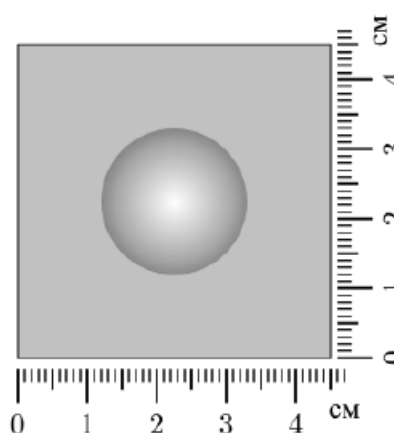
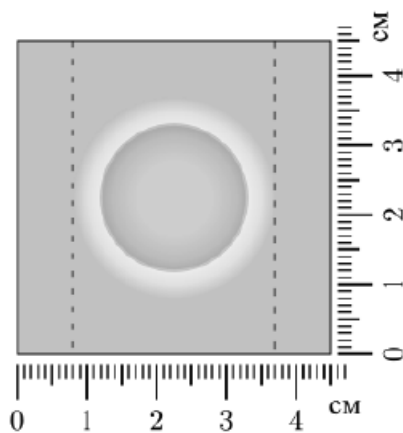
$$\frac{1-u}{R} \geq l \geq \left(1 - \frac{1-\frac{u}{n}}{u}\right) R$$

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.



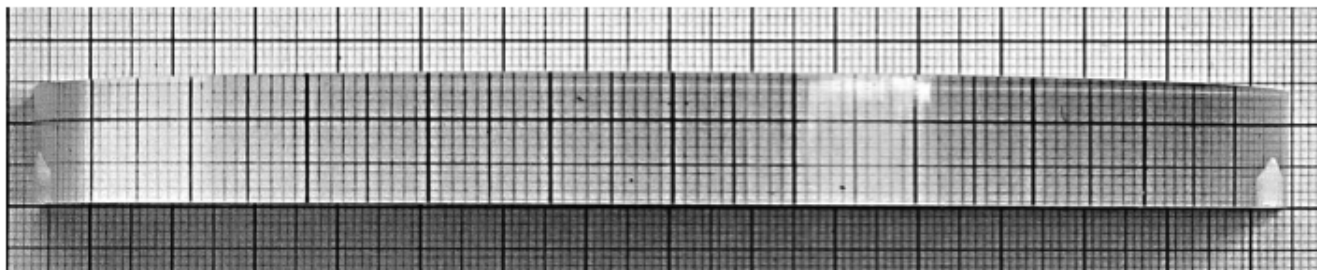
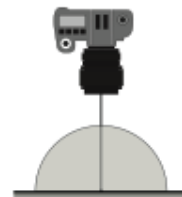
1) Определите расстояние  $L_1$  от плоской поверхности линзы до экрана, если на экране наблюдается картина, изображённая на нижнем левом рисунке. Здесь пунктирные линии касаются внешней границы области с переменной освещённостью.

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



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

Задача 7. (МОШ, 2019, 11) Диск толщиной около 1,5 см, сделанный из прозрачного материала, разрезали вдоль одного из диаметров. Получившуюся пластину, имеющую форму половины цилиндра, поставили на «миллиметровку», так что поверхность, вдоль которой разрезали диск, оказалась обращена вниз, а выпуклая поверхность полуцилиндра — вверх. Затем эту пластину фотографируют сверху, стараясь ориентировать оптическую ось объектива фотоаппарата вертикально (рис.), так чтобы она проходила через середину пластины. Фотография приведена ниже.



1. Определите показатель преломления материала пластины.
2. На фотографии внутри пластины видны изображения полос сетки. Какое максимальное количество изображений полос, перпендикулярных пластине, может увидеть наблюдатель, располагающийся на расстоянии  $h = 15$  см над центром пластины?
3. Оцените расстояние  $H$  от «миллиметровки» до главной плоскости объектива фотоаппарата при фотографировании пластины.

1) $n = 1,47 \pm 0,05$ ; 2) $N = 103 \pm 3$ ; 3) $H \approx 28 \pm 4$ см
--