

## Сферическое зеркало

Во всех задачах, связанных со сферическими зеркалами, лучи считаются *параксиальными*, то есть идущими под небольшими углами к оптической оси.

Расстояние  $a$  от точечного источника до зеркала — это расстояние от проекции источника на оптическую ось до точки зеркала, лежащей на оптической оси. Аналогично определяется расстояние  $b$  от изображения до зеркала.

**ЗАДАЧА 1.** Радиус сферического зеркала равен  $R$ . Рассмотрев отражение светового пучка, параллельного оптической оси, найдите фокусное расстояние  $f$  вогнутого и выпуклого зеркала.

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

**ЗАДАЧА 2.** (*Формула сферического зеркала*)

а) Точечный источник расположен на оптической оси вогнутого зеркала на расстоянии  $a$  от зеркала. Докажите, что

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$$

при  $a > R/2$  (изображение действительное) и

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{2}{R}$$

при  $0 < a < R/2$  (изображение мнимое).

б) Точечный источник расположен на оптической оси выпуклого зеркала на расстоянии  $a$  от зеркала. Докажите, что

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = -\frac{2}{R}$$

(изображение мнимое).

**ЗАДАЧА 3.** Точечный источник расположен на расстоянии  $h$  от оптической оси зеркала. Постройте изображение источника и докажите, что формула зеркала сохраняет свой вид.

(Результат этой задачи означает, что если источник перемещать перпендикулярно оптической оси, то его изображение также смещается перпендикулярно оптической оси. Иными словами, изображением стрелочки  $AB$ , перпендикулярной оптической оси, служит стрелочка  $A'B'$ , также перпендикулярная оптической оси.)

**ЗАДАЧА 4.** а) Предмет  $AB$  расположен перпендикулярно оптической оси вогнутого зеркала. Постройте изображение  $A'B'$  в случаях  $a > 2f$ ,  $a = 2f$ ,  $f < a < 2f$  и  $0 < a < f$ . Опишите полученное изображение (действительное/мнимое, прямое/перевёрнутое, увеличенное/уменьшенное).

б) Предмет  $AB$  расположен перпендикулярно оптической оси выпуклого зеркала. Постройте изображение  $A'B'$  и опишите его.

Задача 5. (МОШ, 2013, 11) Глаз наблюдателя расположен так, что муравей и его изображение в «кривом» (сферическом) зеркале для наблюдателя имеют одинаковые угловые размеры и полностью «накладываются» друг на друга. Наблюдатель отодвинулся от зеркала на расстояние  $L$  вдоль линии, на которой находятся муравей и его изображение, и теперь видит, что угловой размер муравья составляет 75% от углового размера его изображения. Затем наблюдатель отодвинулся в том же направлении ещё на  $L$ , и угловой размер изображения стал в 1,5 раза больше углового размера муравья. Во сколько раз изображение муравья больше его самого? Каков радиус кривизны зеркала?

$$R = \frac{3}{4}L$$

Задача 6. (МОШ, 2018, 11) Школьник Вася пошёл в комнату смеха и обнаружил там большое круглое вогнутое зеркало, стоящее на полу и закреплённое так, что центр зеркала находился на уровне  $H = 1,5$  м над полом, а ось симметрии зеркала была горизонтальной. Насмеявшись вдоволь, Вася заметил, что его изображение в зеркале при определённых расстояниях до него либо сильно расплывается, либо получается нечётким, и он не может себя разглядеть. Для того чтобы исследовать это явление, Вася начал приближаться к зеркалу, идя издалека вдоль его оптической оси и наблюдая при этом за изображениями своих глаз. Оцените, в каком диапазоне расстояний от глаз до центра отражающей поверхности зеркала школьник мог видеть чёткое изображение своих глаз. Диаметр зеркала  $2H = 3$  м, радиус кривизны отражающей поверхности  $R = 15$  м, расстояние от пола до глаз у Васи  $h = H = 1,5$  м. Наименьшее расстояние, с которого Вася может рассматривать что-либо в подробностях (например, читать условие этой задачи), равно  $a = 0,2$  м. Будем также считать для упрощения задачи, что бесконечно удалённые от глаз объекты Вася может разглядеть вне зависимости от их размеров.

$$0,1 \text{ м} \leq l \leq 15,1 \text{ м}$$