

Сферические зеркала

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) *Линейным увеличением* зеркала называется величина $\Gamma = A'B'/AB$. Покажите, что во всех случаях предыдущего пункта выполнено равенство $\Gamma = b/a$ (найдите пару подобных треугольников, из которых это очевидно).

ЗАДАЧА 5. Предмет AB расположен перпендикулярно оптической оси выпуклого зеркала. Постройте изображение $A'B'$ и опишите его. Покажите, что $\Gamma = b/a$ (найдите пару подобных треугольников, из которых это очевидно).

Задача 6. (МФО, 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?

$$\boxed{1,5 \text{ раз}; R = \frac{3}{4}L}$$