

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).

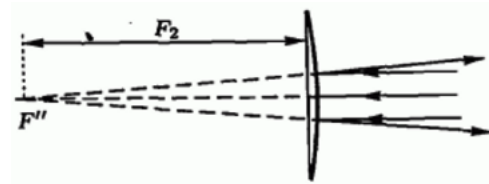
ЗАДАЧА 3. Точечный источник расположен на расстоянии h от оптической оси зеркала. Постройте изображение источника и докажите, что формула зеркала сохраняет свой вид.

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

ЗАДАЧА 5. (Всеросс., 2004, ОЭ, 10) Сферическую поверхность плоско-выпуклой линзы с фокусным расстоянием F_1 посеребрили. Если на выпуклую сторону такой системы направить пучок лучей, параллельных главной оптической оси, то отражённые лучи будут распространяться так, как будто они были испущены из точки F'' , находящейся на расстоянии F_2 от линзы (рис.). Найдите построением точку F (фокус системы), в которой сойдётся пучок лучей, параллельных главной оптической оси и падающих на плоскую поверхность линзы. Выразите фокусное расстояние F_0 системы через F_1 и F_2 . Фокусное расстояние линзы много больше её диаметра, а посеребрённая поверхность полностью отражает свет.



$$\frac{2f}{1} + \frac{1f}{2} = \frac{0f}{1}$$

ЗАДАЧА 6. (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?

$$R \text{ два раза; } R = \frac{8}{3} L$$

ЗАДАЧА 7. (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 издали 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.

$$\infty \text{ от } 0,1 \text{ м до } 7,5 \text{ м и } 15,1 \text{ м до } \infty$$