

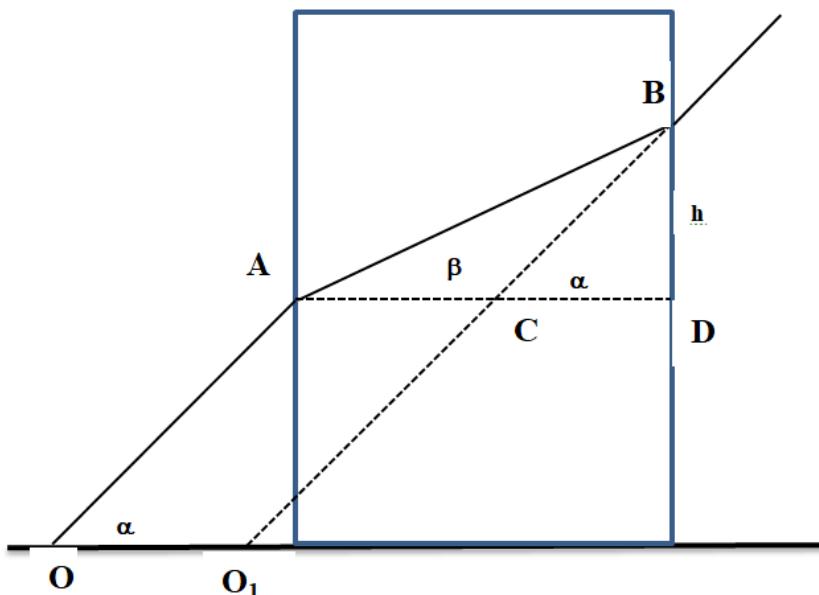
10.4. Точечный источник света помещен на расстоянии $a = 16$ см от плоского зеркала. На какое расстояние сместится изображение источника, если между источником и зеркалом параллельно плоскости зеркала поместить стеклянную плоскопараллельную пластину толщиной $d = 8$ см и показателем преломления $n = 2$? Указание: используйте параксиальное приближение о малости углов.

Решение.

В первом случае расстояния между источником и зеркалом, и между зеркалом и мнимым изображением равны:

$$b_1 = a = 16 \text{ см.} \quad (1)$$

Рассмотрим теперь качественно прохождение через плоскопараллельную пластину луча света, выпущенного источником под углом α к перпендикуляру к пластинке (см. рисунок).



В точке А луч преломляется и идет под углом β к оси до точки В, в которой снова преломляется на границе с воздухом и идет дальше под углом α . Продолжение этого луча в обратную сторону дает пересечение в точке О₁. Таким образом, вставка плоскопараллельной пластины равносильна смещению *вправо* источника света из точки О в точку О₁.

Найдем угол β из закона Снеллиуса:

$$\sin \alpha = n \sin \beta. \quad (2)$$

В параксиальном приближении (для малых углов):

$$\alpha = n \cdot \beta. \quad (3)$$

Рассмотрим прямоугольные треугольники АВД и СВД. Пусть $AC = x$, $BD = h$, $AD = d$ (толщине пластины). Тогда:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \beta \approx d \cdot \beta; \quad (4)$$

$$h = (d - x) \cdot \operatorname{tg} \alpha \approx (d - x) \cdot \alpha; \quad (5)$$

Приравниваем:

$$d \cdot \beta = (d - x) \cdot \alpha; \quad (6)$$

Воспользуемся соотношением (3):

$$d = (d - x) \cdot n \quad (7)$$

$$\text{Отсюда } x = d \frac{n-1}{n} = 8\text{ см} \cdot \frac{2-1}{2} = 4 \text{ см.} \quad (8)$$

При отражении луча от зеркала этот луч снова должен пройти через пластину (человек как наблюдатель между зеркалом и пластиной не поместится), поэтому итоговое смещение изображения относительно исходной ситуации (без пластины) будет равно $2x = 8$ см.

Разбалловка

№	Критерий	Баллы
1	<i>Найдено расстояние от зеркала до изображения</i>	0,5
2	<i>Записан закон Снеллиуса</i>	0,5
3	<i>Построен и качественно описан ход луча в плоскопараллельной пластине</i>	2
4	<i>Учтено наличие зеркала (удвоение толщины пластины и учёт обратного хода луча)</i>	2
5	<i>Сделано и описано правильное построение изображения в системе зеркало-пластинка</i>	2
6	<i>Указан корректный метод расчёта смещения изображения</i>	2
7	<i>Корректно найдено правильное значение смещения (8 см)</i>	1
	Сумма	10