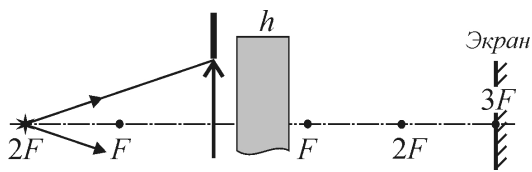


Вопрос 4, вариант 2

4.4.2. Задача. Тонкая собирающая линза плотно вставлена в круглое отверстие в непрозрачной ширме. Точечный источник света располагается на главной оптической оси линзы на удвоенном фокусном расстоянии от нее. При этом на экране, установленном на утроенном фокусном расстоянии по другую сторону от линзы перпендикулярно ее главной оптической оси, наблюдается светлое пятно диаметра $d = 1$ см. Каким станет диаметр d_1 светлого пятна на экране, если между ним и линзой поместить плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной $h = 2$ см с показателем преломления $n = 2$? Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Учтите, что для малых значений аргумента x , заданного в радианах, справедливы приближенные формулы $\sin x \approx \operatorname{tg} x \approx x$.



Вопросы. Запишите формулу тонкой линзы. Что такое увеличение, даваемое линзой?

4.4.2. Решение. Ход одного из крайних лучей, ограничивающих световое пятно на экране, изображен на рисунке. В отсутствие пластинки ход луча показан штриховой линией, а при наличии пластинки – сплошной. Видно, что преломление света на боковых поверхностях пластинки приводит к тому, что луч смещается параллельно самому себе на некоторое расстояние, что вызывает изменение размеров светлого пятна на экране. Как следует из рисунка, $\Delta r = h(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta)$, где α и β – углы падения и преломления на левой поверхности пластинки, причем $\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{2F}$.

По условию $\frac{d}{2F} = 0,05 \ll 1$, поэтому справедливы приближенные формулы $\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$, $\operatorname{tg} \beta \approx \beta$. Кроме того, $\sin \alpha \approx \alpha$, $\sin \beta \approx \beta$ и закон преломления на гранях пластинки принимает вид $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \approx \frac{\alpha}{\beta} \approx n$. Из записанных равенств следует, что $\Delta r \approx \frac{dh}{2F} \cdot \frac{n-1}{n}$.

Учитывая, что $d_1 = d - 2\Delta r$, получаем окончательно, что $d_1 = d \left(1 - \frac{h}{F} \cdot \frac{n-1}{n} \right)$.

Ответ: $d_1 = d \left(1 - \frac{h}{F} \cdot \frac{n-1}{n} \right) = 0,9$ см.

Критерии оценки

Задачи (каждая задача оценивается максимально в 15 баллов)

1. Задача вовсе не решалась – **0 баллов**.
2. Задача не решена, но сделан поясняющий рисунок (если требуется), частично сформулированы необходимые физические законы – **1 – 5 баллов**.
3. Задача не решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи – **6 – 11 баллов**.
4. Задача решена, но допущены незначительные погрешности – **12-14 баллов**.
5. Задача решена полностью и получен правильный ответ – **15 баллов**.

Теоретические вопросы (каждый вопрос оценивается максимально в 10 баллов)

1. Ответ по существу обеих частей вопроса полностью отсутствует – **0 баллов**.
2. Ответ является неполным (даны формальные ответы, но отсутствуют или не полностью приведены необходимые пояснения) - ответы по каждой из частей вопроса оценивается независимо от **1 до 5 баллов**, далее баллы суммируются **1-9 баллов**.
3. Ответ является полным (содержит по обеим частям вопроса необходимые физические понятия и величины с пояснением их смысла) – **10 баллов**.