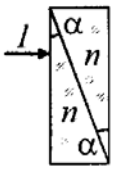
Задачи вступительных экзаменов на физический факультет МГУ 2008 г.

IV. ОПТИКА

4.1. На тонкую линзу, находящуюся в воздухе внутри отрезка трубы *T*, падает параллельный пучок света, расстояние между крайними лучами *1* и *2* которого равно 2*h* (см. рис.). Определить оптическую силу линзы, если луч *3* — это преломленный в линзе луч *1,* а луч *4* — преломленный в линзе луч *2*. Угол между лучами *3* и *4* равен 2α. Ответ: $D = -(\mathrm{tg}\alpha)/h$

4.2. Плоскопараллельная стеклянная пластинка, находящаяся в воздухе, составлена из двух одинаковых клиньев с малыми углами α и показателями преломления *n* (см. рис.). На длинную сторону пластинки перпендикулярно ей падает световой луч *1*. Один из клиньев сдвигают в плоскости рисунка параллельно длинной стороне пластинки на расстояние *L* так, что световой луч по-прежнему проходит через оба клина. На какое расстояние *s* сместится при этом луч, выходящий из второго клина? Ответ: $s \approx L(n-1)\alpha^2$

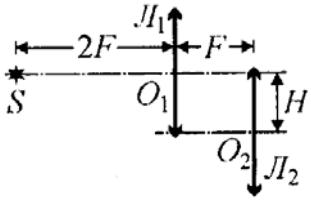
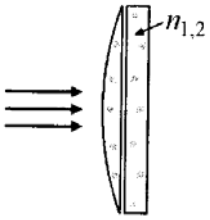


4.3. На экран $Э_1$ с двумя узкими щелями, находящимися на расстоянии *d* друг от друга, падает нормально параллельный пучок света с длиной волны λ, причем $\lambda \ll d$. За этим экраном находится собирающая линза *Л*, а за ней в ее фокальной плоскости сплошной экран $Э_2$, на котором видны светлые и темные полосы. Плоскости экранов параллельны. Фокусное расстояние линзы равно *F*. Найти расстояние Δ*x* между соседними светлыми полосами вблизи оси симметрии интерференционной картины. Ответ: $\approx F\lambda/d$.

4.4. Из стеклянных пластинок трех видов: не пропускающих свет (зачерненных), и прозрачных, имеющих показатели преломления n_1 и n_2 изготовлена дифракционная решетка. Эти пластинки имеют одинаковые размеры и чередуются так, как показано на рисунке. На эту решетку нормально падает монохроматический параллельный пучок света с длиной волны λ. За решеткой параллельно ей расположена собирающая тонкая линза. В фокальной плоскости линзы находится экран, перпендикулярный главной оптической оси линзы. На экране наблюдается дифракционная картина. При какой толщине *h* пластинок не будет наблюдаться свет в главном фокусе линзы? Ответ: $h = (2k + 1)\lambda/(2\,|n_2 - n_1|)$, где $k = 0, 1, 2, \ldots$

4.5. Тонкий стержень длиной $2L = 4$ см расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой $D = 5$ дптр. При этом середина стержня находится на этой оси. Расстояние между стержнем и главной плоскостью линзы равно $d = 40$ см. Стержень повернули вокруг его середины так, что он расположился вдоль главной оптической оси линзы. Во сколько раз *k* изменилась при этом длина изображения стержня, даваемого линзой? Ответ: $k \approx 1{,}01$

4.6. Две одинаковые тонкие собирающие линзы $Л_1$ и $Л_2$ расположены так, как показано на рисунке. Расстояние между главными плоскостями линз равно их фокусному расстоянию *F*, а расстояние между главными оптическими осями равно *H* . На главной оптической оси первой линзы $Л_1$ на расстоянии $2F$ от нее находится точечный источник *S*. Найти расстояние между источником *S* и его изображением, создаваемым этой системой линз. Ответ: $\sqrt{(7F/2)^2 + h^2}$



4.7. На выпуклую поверхность тонкой плосковыпуклой линзы падает узкий пучок световых лучей, параллельный ее главной оптической оси (см.рис.). Если на небольшом расстоянии от плоской поверхности линзы поместить параллельно ей плоскопараллельную стеклянную пластинку с показателем преломления $n_1 = 1{,}4$, то точка, в которой фокусируется пучок, сместится вдоль главной оптической оси линзы на расстояние $l_1 = 2{,}8$ мм. На какое расстояние l_2 сместится от фокуса линзы эта точка, если показатель преломления пластинки сделать равным $n_2 = 1{,}7$? Углы падения и преломления света считать малыми. Ответ: ≈ 4 мм.