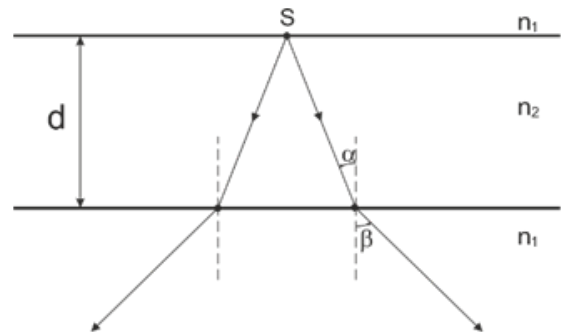


Межведомственная олимпиада по физике

11 класс, 2023 год

1. В настоящее время широко применяются метаматериалы, позволяющие создавать среды с совершенно новыми свойствами, в том числе с отрицательным показателем преломления. На рисунке изображен ход лучей от точечного источника S , расположенного на верхней поверхности плоскопараллельной пластинки толщиной d с показателем преломления $n_2 > 1$, находящейся в среде с показателем преломления $n_1 = 1$. Теперь представим, что пластинка изготовлена из метаматериала с отрицательным показателем преломления $n_2 = -1$. Изобразите для этого случая ход лучей от источника через пластинку. Где в этом случае будет находиться изображение источника S' ? Будет оно действительным или мнимым? *Примечание:* углы падения α и преломления β отсчитываются от нормали, стрелочками указано положительное направление отсчета (см. рисунок). Пунктиром показана нормаль к поверхности.



Плоскопараллельная пластинка толщиной d с показателем преломления n_2 находится в среде с показателем преломления n_1 .

2. Равномерно заряженную по поверхности до заряда q сферу радиуса R разделили по диаметру на две одинаковых части, которые, из-за взаимодействия зарядов, стали отталкиваться. Найдите силу, которую необходимо приложить к каждой половине, чтобы компенсировать внутреннее давление, которое возникает из-за взаимодействия зарядов?

$$F = kq^2/8R^2$$

3. Вертолет к-52 «Аллигатор» теплым летним днем поднимается вертикально вверх со скоростью 0,2 м/с. Диаметр винта вертолета 14,7 м. Суммарная мощность двигателей 3500 л.с. Какова масса вертолета? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль · К), температура воздуха 3 °С.

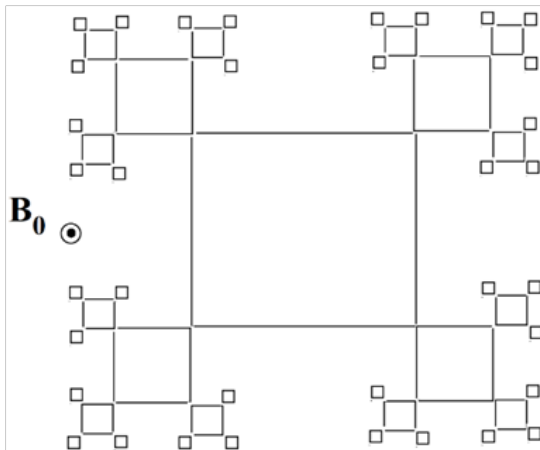


$$P = \rho g V \frac{v^2}{2}$$

4. Параллельный пучок света малого диаметра и пространственной протяженности l , двигавшийся параллельно главной оптической оси, проходит через тонкую собирающую линзу, отражается от расположенного вплотную к линзе плоского зеркала и снова проходит через линзу. Отношение расстояния между оптическим центром линзы и точкой падения на нее светового пучка к фокусному расстоянию линзы равно k . Коэффициент отражения света от поверхности зеркала равен единице, от поверхностей линзы — нулю; оптическое стекло, из которого изготовлена линза, поглощает часть энергии проходящего через него света, равную η . Энергия светового пучка до падения на линзу равна W . Найти величину средней силы $N_{\text{ср}}$, действующей на линзу при прохождении через нее пучка света.

$$N_{\text{ср}} = \frac{W}{t} \left(\frac{2k^2 + 1}{k^2 + 1} + \eta \right)$$

5. Бесконечный проводящий изолированный провод изогнули таким образом, что получился плоский фрактальный объект, часть которого изображена на рисунке. Фрактальный объект является бесконечным. Он был построен на основании квадрата со стороной a , у которого по углам были сформированы квадраты со стороной в k раз меньше, затем в их углах был сформирован еще один уровень квадратов со стороной в k раз меньше, чем у предыдущих и так далее до N -го уровня (N — очень большое натуральное число). Перпендикулярно плоскости объекта действует магнитное поле, магнитная индукция B которого в каждой точке изменяется по закону: $B = B_0 \sin(\omega t)$, где B_0 — амплитуда, а ω — частота. Они заданы. Удельное сопротивление единицы длины проводника равно ρ . Найдите амплитуду тока в цепи данного объекта. При каких k задача будет иметь физическое решение?



$$I_0 = \frac{a \omega B_0}{\rho} \cdot \frac{4}{1-k} \cdot \frac{1}{k+3}, \text{ задача имеет физическое решение при } k \geq 2$$