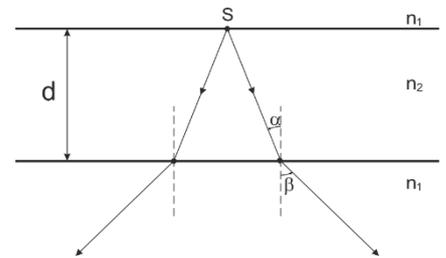


Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных образовательных организаций (2023 г.)
Физика. 11 класс

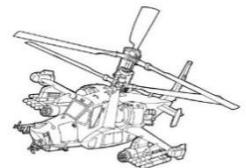
Вариант 1

Задача 1. (20 баллов). В настоящее время широко применяются метаматериалы, позволяющие создавать среды с совершенно новыми свойствами, в том числе с отрицательным показателем преломления. На рис. 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.



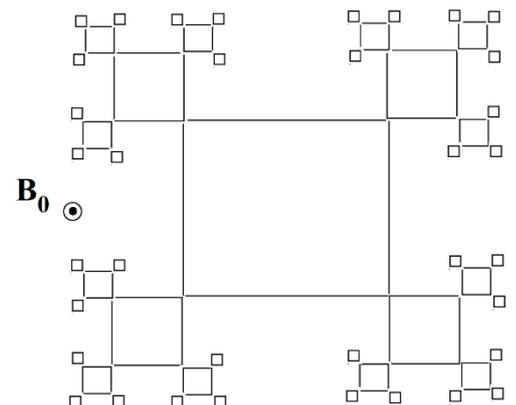
Задача 2. (20 баллов). Равномерно заряженную по поверхности до заряда q сферу радиуса R разделили по диаметру на две одинаковых части, которые, из-за взаимодействия зарядов, стали отталкиваться. Найдите силу, которую необходимо приложить к каждой половине, чтобы компенсировать внутреннее давление, которое возникает из-за взаимодействия зарядов?

Задача 3. (20 баллов). 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·К⁻¹·моль⁻¹, температура воздуха 3° С.



Задача 4. (20 баллов). 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.

Задача 5. (20 баллов). 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?

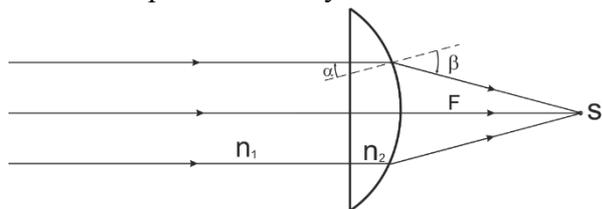


Межрегиональная олимпиада школьников на базе ведомственных образовательных организаций (2023 г.)

Физика. 11 класс

Вариант 2

Задача 1. (20 баллов). В настоящее время широко применяются метаматериалы, позволяющие создавать среды с совершенно новыми свойствами, в том числе с отрицательным показателем преломления. На рис. изображен ход лучей от бесконечно удаленного источника, находящегося в среде с показателем преломления $n_1=1$, через плоско-выпуклую линзу с показателем преломления $n_2>1$ и фокусным расстоянием F . Теперь представим, что линза изготовлена из метаматериала с отрицательным показателем преломления $n_2=-1$. Изобразите для этого случая ход лучей от источника через линзу. 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. Толщиной линзы при указании положения изображения можно пренебречь.



Задача 2. (20 баллов). Равномерно заряженную по поверхности до заряда q сферу радиуса R разделили по диаметру на две одинаковых части, которые, из-за взаимодействия зарядов, стали отталкиваться. Найти величину заряда сферы q , если давление внутри сферы, возникающее из-за взаимодействия зарядов равно P .

Задача 3. (20 баллов) Вертолет Ми-28 «Ночной охотник» неподвижно завис над землей. Диаметр винта вертолета 17,2 м. Суммарная полезная мощность двигателей 5000 л.с. масса вертолета 10 тонн. Универсальная газовая постоянная $R = 8,3 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$, температура воздуха 4°C . Во сколько раз надо увеличить мощность двигателя, чтобы вертолет поднимался вертикально вверх со скоростью 1 м/с.



Задача 4. (20 баллов). Параллельный пучок света малого диаметра и пространственной протяженности l , двигавшийся параллельно главной оптической оси, проходит через тонкую собирающую линзу. Отношение расстояния между оптическим центром линзы и точкой падения на нее светового пучка к фокусному расстоянию линзы равно k . Коэффициент отражения света от поверхностей линзы равен 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.

Задача 5. (20 баллов). 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 – некоторая неизвестная амплитуда, а ω – известная частота. Удельное сопротивление единицы длины проводника равно ρ . Найдите амплитуду B_0 , если известно, что заряд протекающий в цепи данного объекта, за время равное половине периода равен Q .

