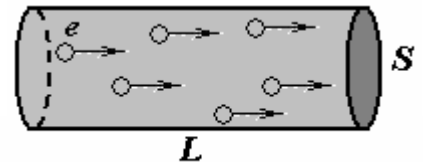


При изучении физических явлений, особенно плохо знакомых, полезно построить правдоподобную, пусть и примитивную модель. Сейчас вам предстоит в рамках модели подобного типа объяснить закон Ома.

Носителями электрического тока в металлах являются электроны (элементарные частицы, масса которых равна m , а электрический заряд e). Концентрация электронов (число электронов в единице объема) зависит от рода металла. Пусть в нашем случае она известна и равна n . Внутри проводника в течение некоторого промежутка времени τ (которое считайте постоянным и известным) электрон движется свободно под действием сил электрического поля, а затем сталкивается с ионом кристаллической решетки и полностью теряет свою скорость. Рассмотрим цилиндрический проводник длиной L и площадью поперечного сечения S , к концам которого приложено постоянное электрическое напряжение U .



3. Чему равна электрическая сила, действующая на отдельный электрон?
4. Чему равна средняя скорость направленного движения электронов?
5. Покажите, что в рамках данной модели выполняется закон Ома для участка цепи.
6. Найдите силу тока в цепи.
7. Выразите удельное электрическое сопротивление металла через его характеристик (концентрацию электронов n , время свободного движения электронов τ) и характеристики электрона.

Минская городская олимпиада по физике 2004 год

10 класс

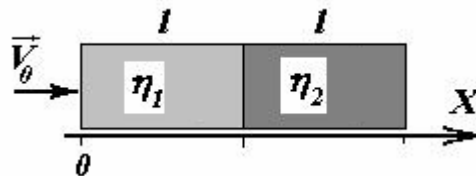
Задание 1. «Повторим физику»



Данное задание представляет собой 5 не связанных между собой задач.

§1 Кинематика.

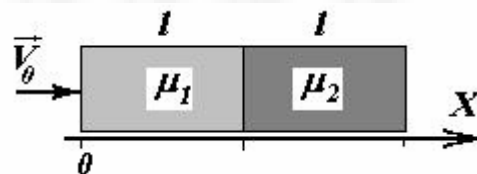
Автомобиль движется по хорошей дороге с постоянной скоростью. На его пути встречаются два соприкасающихся участка одинаковой длины l худшего качества. На первом участке скорость автомобиля уменьшается в η_1 раз, а на втором в η_2 раз, по сравнению с «хорошей» дорогой. Автомобиль въехал на участок «плохой дороги» в момент времени t_1 , а покинул его в момент времени t_2 . Чему равна скорость автомобиля на «хорошей» дороге? Постройте примерный график зависимости $t(x)$ - момента времени, в который автомобиль находился в точке с координатой x .



Напоминание. Скорость точки связана с изменением координаты уравнением $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.

§2 Динамика.

Шайба массы m движется по гладкой горизонтальной поверхности. На пути шайбы встречаются два соприкасающихся участка одинаковой длины l шероховатой поверхности. На первом участке коэффициент трения шайбы о поверхность равен μ_1 , на втором - μ_2 . Чему была равна кинетическая энергия шайбы до въезда на шероховатые участки, если после их преодоления она стала равной E ? Постройте примерный график зависимости кинетической энергии шайбы от координаты x .



Напоминание. Действующая сила связана с изменением кинетической энергии уравнением $F = -\frac{\Delta E}{\Delta x}$.

§3 Термодинамика.

Плоскопараллельная составная пластина состоит из двух плотно прижатых друг к другу пластин одинаковой толщины l . Теплопроводность первой пластины равна γ_1 , второй - γ_2 . Температура левой стороны составной пластины постоянна и равна t_1 , температура правой стороны - t_2 . Чему равна плотность потока теплоты через пластины? Постройте примерный

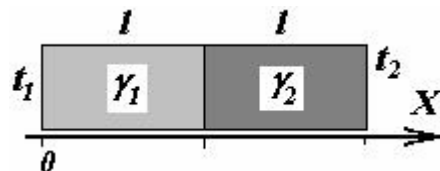


график зависимости температуры пластины от координаты x .

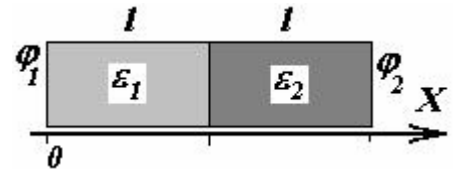
Напоминание. Плотность потока теплоты q - количество теплоты, которое перетекает через площадку единичной площади в единицу времени, рассчитывается по закону Фурье $q = -\gamma \frac{\Delta t^\circ}{\Delta x}$, где γ - коэффициент теплопроводности вещества.

§4 Электростатика.

Плоскопараллельная составная пластина состоит из двух плотно прижатых друг к другу непроводящих пластин одинаковой толщины l . Диэлектрическая проницаемость первой пластины равна ε_1 , второй - ε_2 .

Потенциал левой стороны составной пластины равен φ_1 , потенциал правой стороны - φ_2 . Чему равны

напряженности полей в каждой части пластины? Постройте примерный график зависимости потенциала электрического поля внутри пластины от координаты x . Электрические поля внутри каждой части однородны и направлены перпендикулярно плоскости пластин.



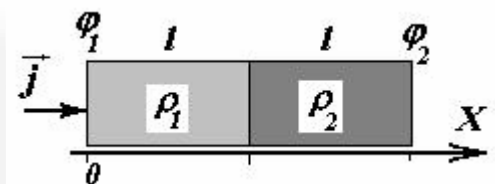
Напоминание. Напряженность электрического поля связана с разностью потенциалов уравнением $E = -\frac{\Delta \varphi}{\Delta x}$.

§5 Постоянный электрический ток.

Плоскопараллельная составная пластина состоит из двух плотно прижатых друг к другу слабо проводящих пластин одинаковой толщины l . Удельное электрическое сопротивление первой пластины равно ρ_1 , второй - ρ_2 . Потенциал левой

стороны составной пластины равен φ_1 , потенциал правой стороны - φ_2 . Чему равна плотность электрического тока через пластину? Чему

равна поверхностная плотность заряда на границе раздела пластин? Постройте примерный график зависимости потенциала электрического поля внутри пластины от координаты x . Электрические поля внутри каждой части однородны и направлены перпендикулярно плоскости пластин.



Напоминание. Плотность электрического тока (сила тока, протекающего через площадку единичной площади) поля связана с разностью потенциалов уравнением

$$j = -\frac{1}{\rho} \frac{\Delta \varphi}{\Delta x}.$$

Примечание. Остальные разделы физики повторим на следующей олимпиаде.

Задание 2. «Удвоение и падение»

На конце длинной легкой спицы укреплен небольшой массивный шарик (масса шарика значительно больше массы спицы, радиус шарика значительно меньше длины спицы). Спицу с шариком устанавливают на горизонтальную поверхность под небольшим углом α к вертикали и отпускают. В процессе движения нижний конец спицы остается неподвижным, шарик ударяется о поверхность через время t_1 . В середине спицы

закрепляют еще один такой же шарик, спицу располагают под тем же углом к вертикали и отпускают. Чему будет равно время падения в этом случае?

