

Задание 10-1. Разминка

Задание состоит из трех не связанных между собой задач.

Задача 1. Кольцевая ЭДС

1.1 В схеме, показанной на рис. 1, ЭДС источника равно ε , его внутренне сопротивление r , сопротивление резистора R .

1.1.1 Чему равна разность потенциалов $(\varphi_2 - \varphi_1)$ между точками, показанными на рисунке?

1.1.2 Выразите эту разность через параметры источника и силу тока через него.

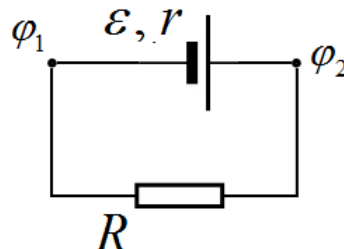


Рис. 1

1.2.1 Чему равна сила тока через резистор в схеме, показанной на рис. 2? Параметры элементов, указанные на рисунке.

1.2.2 Можно ли два источника заменить одним? Если да, то найдите ЭДС и внутренне сопротивление такого источника.

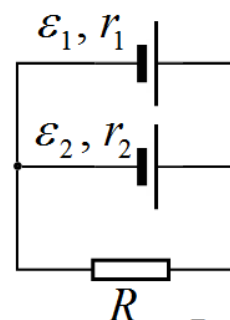


Рис. 2

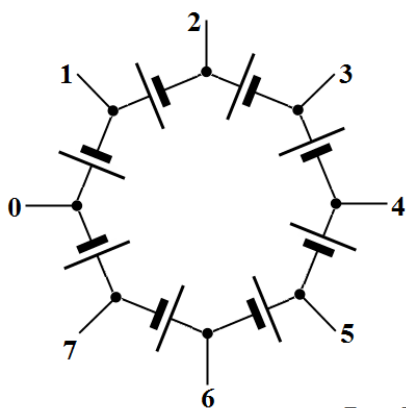
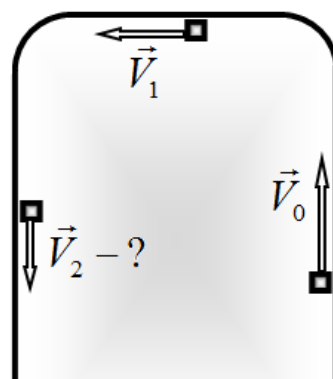


Рис. 3

1.3 Восемь одинаковых источников (ЭДС каждого равно ε , внутренне сопротивление r) соединены так, как показано на рис. 3. Чему будет равно показание вольтметра, если его подключить к точкам «0» и «k» ($k = 1, 2, \dots, 7$) сопротивление вольтметра считайте бесконечно большим.

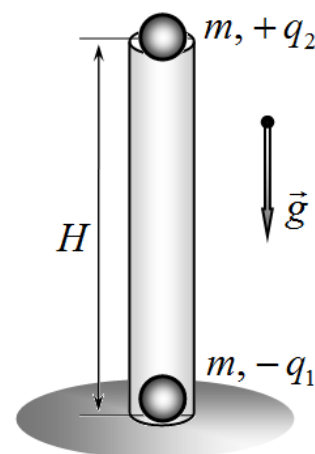
Задача 2. Шайба

Хоккеист бросает шайбу в форме квадрата (чтобы исключить ее вращение). Шайба скользит по льду вдоль борта хоккейной площадки. Площадка представляет собой прямоугольник с закругленными углами. Закругления являются дугами окружностей одинаковых радиусов. При движении вдоль правого борта скорость шайбы равна V_0 . Пройдя первое закругление, скорость шайбы уменьшилась до значения V_1 . Найдите скорость шайбы V_2 после того, как она пройдет второе закругление. Трением шайбы о лед можно пренебречь. Коэффициент трения шайбы о борт постоянен и равен μ .



Задача 3. Шарики в трубе

На дне узкого вертикального цилиндрического стеклянного сосуда высотой H лежит небольшой проводящий шарик массы m , имеющий отрицательный электрический заряд $-q_1$. Радиус шарика значительно меньше высоты сосуда. К верхней части сосуда подносят такой же шарик, несущий положительный заряд $+q_2$, причем $|q_2| > |q_1|$. Нижний шарик отрывается от дна и в этот момент верхний шарик отпускают (можно считать, что начальные скорости шариков равны нулю). Через время τ нижний шарик опять оказывается на дне сосуда. Найдите высоту над дном сосуда h_1 , на которой в этот момент времени будет находиться второй шарик. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Задача 10-2 «Закон Ома» для теплопередачи

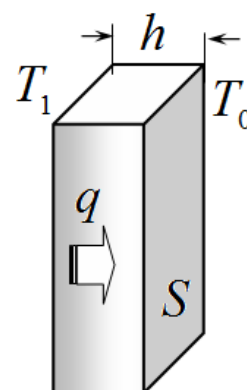
Все материалы способны проводить тепло, но по-разному! В данной задаче вам предстоит рассчитать теплофизические характеристики некоторых материалов. Закон теплопроводности полностью совпадает с законом Ома для участка цепи. Он был сформулирован французским физиком Жаном Батистом Жозефом Фурье в 1807 году.

Закон утверждает, что количество теплоты, протекающей через однородную пластину толщины h и площади S в единицу времени (т.е. мощность теплопередачи), определяется по формуле

$$q = \lambda S \frac{\Delta T}{h} \quad (1)$$

Коэффициент λ в этой формуле называется коэффициентом теплопроводности и является характеристикой вещества.

Замените в этой формуле температуру на электрический потенциал, поток теплоты на силу тока, коэффициент теплопроводности на удельную электрическую проводимость и... перед вами закон Ома.



Формула (1) справедлива, если коэффициент теплопроводности является постоянной величиной, если нет – разбивайте пластину на тонкие слои... и для каждого слоя пишите отдельные уравнения. Впрочем, удельное сопротивление также может изменяться, например, если проводник разогревается.

Во всех частях данной задачи мы будем рассматривать пластины одинаковых размеров $S = 1,00 \text{ м}^2$, $h = 10,0 \text{ см}$. Для воздушной пластины будем подразумевать, что воздух находится в коробке указанных размеров, масса воздуха внутри нее остается неизменной. Влиянием самой коробки на протекание рассматриваемых процессов будем пренебрегать. Также будем рассматривать одинаковые начальные условия: пластина имеет постоянную температуру $T_0 = 0,0^\circ\text{C}$. Одна сторона пластины все время поддерживается при этой температуре, затем вторую сторону пластины приводят в тепловой контакт с очень массивным телом (термостатом), находящимся при температуре $T_1 = 20,0^\circ\text{C}$. Координату холодной стороны полагаем равной нулю, координата второй – h . По прошествии некоторого промежутка времени тепловой поток через пластину становится стационарным, то есть не зависящим от времени. Процесс установления равновесия достаточно сложный,