

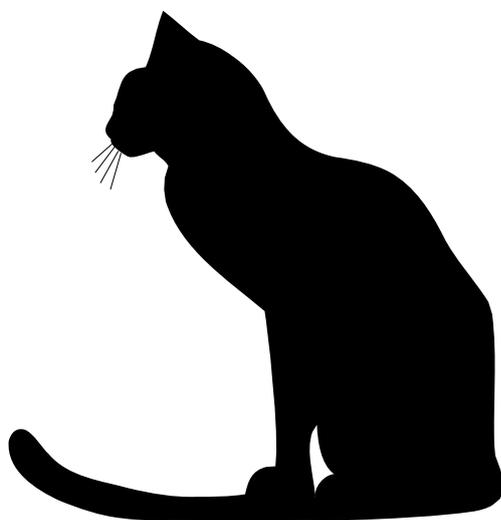
Вечерняя физико - математическая школа при МГТУ им. Н. Э. Баумана

Домашнее задание № 3 по физике для групп В и Е

по курсу “электричество и магнетизм”

Составил Садовников С.В.

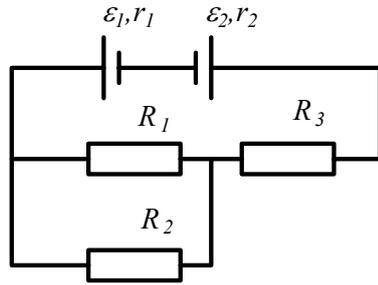
Текст набирали Баландин Ю.В., Садовников С.В.



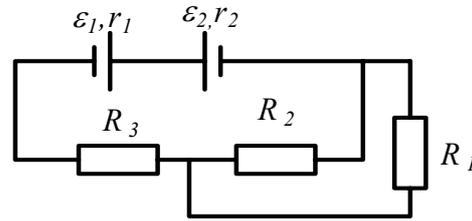
Москва 1998 г.

Вариант	З а д а ч и							
1	1.2	2.1	3.5	4.3	5.4	6.1	7.1	8.1
2	1.1	2.2	3.4	4.4	5.3	6.2	7.2	8.2
3	1.3	2.3	3.3	4.2	5.2	6.3	7.3	8.3
4	1.4	2.4	3.2	4.5	5.1	6.4	7.4	8.1
5	1.5	2.5	3.1	4.1	5.6	6.5	7.5	8.2
6	1.6	2.6	3.1	4.2	5.1	6.6	7.1	8.3
7	1.1	2.7	3.2	4.1	5.2	6.7	7.2	8.1
8	1.2	2.1	3.3	4.3	5.4	6.8	7.3	8.2
9	1.3	2.2	3.4	4.4	5.3	6.9	7.4	8.3
10	1.4	2.3	3.5	4.5	5.6	6.10	7.5	8.1
11	1.5	2.4	3.1	4.1	5.5	6.11	7.1	8.2
12	1.6	2.5	3.2	4.2	5.4	6.12	7.2	8.3
13	1.5	2.6	3.3	4.3	5.3	6.1	7.3	8.1
14	1.3	2.7	3.4	4.4	5.2	6.2	7.4	8.2
15	1.4	2.1	3.5	4.5	5.1	6.3	7.5	8.3
16	1.4	2.3	3.5	4.1	5.6	6.4	7.1	8.1
17	1.5	2.4	3.1	4.3	5.5	6.5	7.2	8.2
18	1.6	2.5	3.2	4.2	5.4	6.6	7.3	8.3
19	1.5	2.6	3.3	4.5	5.3	6.7	7.4	8.1
20	1.3	2.7	3.4	4.4	5.2	6.8	7.5	8.2

1.1. Дано: $\varepsilon_1=200\text{ В}$; $\varepsilon_2=80\text{ В}$; $r_1=r_2=10\text{ Ом}$; $R_3=40\text{ Ом}$; $R_1=30\text{ Ом}$; $R_2=60\text{ Ом}$. Найти мощность, выделяющуюся на сопротивлении R_1 .



К задаче 1.1.

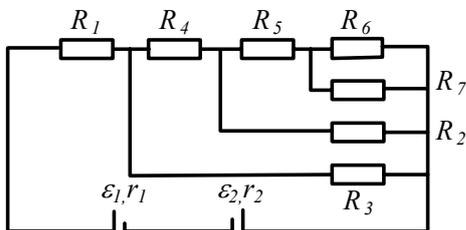


К задаче 1.2.

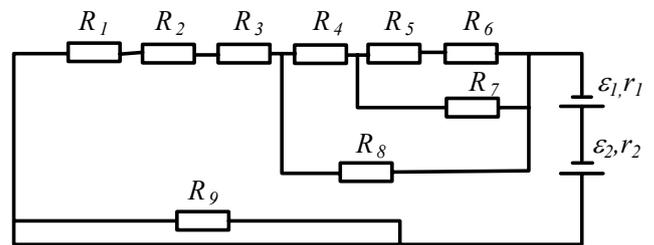
1.2. Дано: $\varepsilon_1=125\text{ В}$; $\varepsilon_2=5\text{ В}$; $r_1=r_2=40\text{ Ом}$; $R_1=25\text{ Ом}$; $R_2=100\text{ Ом}$; $R_3=20\text{ Ом}$. Найти мощность, выделяющуюся на сопротивлении R_1 .

1.3. Дано: $\varepsilon_1=200\text{ В}$; $\varepsilon_2=120\text{ В}$; $r_1=r_2=R_1=20\text{ Ом}$; $R_2=3\text{ Ом}$; $R_3=60\text{ Ом}$; $R_4=28\text{ Ом}$; $R_5=4\text{ Ом}$; $R_6=3\text{ Ом}$; $R_7=6\text{ Ом}$. Найти ток в резисторе R_4 .

1.4. Дано: $\varepsilon_1=200\text{ В}$; $\varepsilon_2=120\text{ В}$; $r_1=r_2=R_1=20\text{ Ом}$; $R_2=3\text{ Ом}$; $R_3=60\text{ Ом}$; $R_4=28\text{ Ом}$; $R_5=4\text{ Ом}$; $R_6=3\text{ Ом}$; $R_7=6\text{ Ом}$. Найти ток в резисторе R_5 .



К задачам 1.3, 1.4.



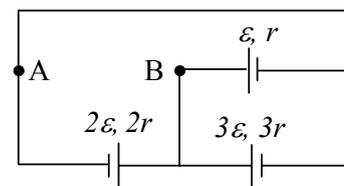
К задачам 1.5, 1.6.

1.5. Дано: $\varepsilon_1=\varepsilon_2=50\text{ В}$; $r_1=r_2=R_1=R_2=R_3=8\text{ Ом}$; $R_4=40\text{ Ом}$; $R_5=R_6=R_7=30\text{ Ом}$; $R_8=60\text{ Ом}$; $R_9=1\text{ Ом}$. Найти ток в резисторе R_4 .

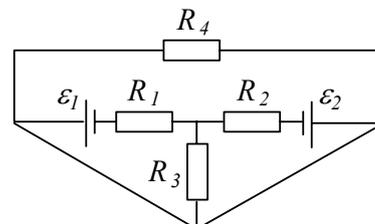
1.6. Дано: $\varepsilon_1=\varepsilon_2=50\text{ В}$; $r_1=r_2=R_1=R_2=R_3=8\text{ Ом}$; $R_4=40\text{ Ом}$; $R_5=R_6=R_7=30\text{ Ом}$; $R_8=60\text{ Ом}$; $R_9=1\text{ Ом}$. Найти ток в резисторе R_8 .

Задачи 2.1-2.7 решите, используя законы Кирхгофа.

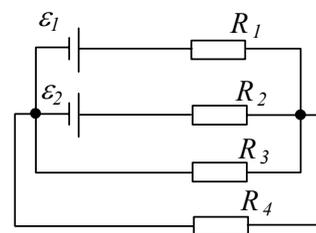
2.1. Определите разность потенциалов между точками А и В. ЭДС и внутренние сопротивления батарей указаны на рисунке.



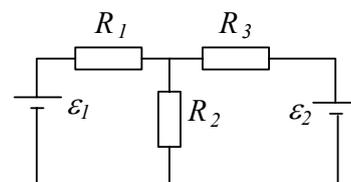
2.2. В электрическую цепь включены четыре сопротивления 1 кОм каждое и источники, ЭДС которых $\varepsilon_1 = 1,5 \text{ В}$ и $\varepsilon_2 = 1,8 \text{ В}$. Определите силу тока во всех сопротивлениях. Внутренними сопротивлениями источников пренебречь.



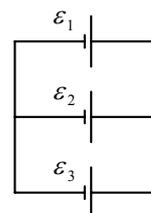
2.3. Определить силы токов, текущих в сопротивлениях R_2 и R_3 , если $\varepsilon_1 = 10 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 4 \text{ В}$; $R_1 = R_4 = 2 \text{ Ом}$; $R_2 = R_3 = 4 \text{ Ом}$. Сопротивлениями источников тока пренебречь.



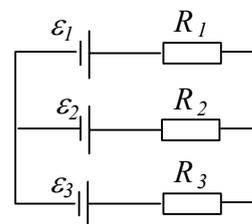
2.4. Определить силу тока в резисторе R_3 и напряжение на этом резисторе, если $\varepsilon_1 = 4 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 3 \text{ В}$; $R_1 = 2 \text{ Ом}$; $R_2 = 6 \text{ Ом}$; $R_3 = 1 \text{ Ом}$. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.



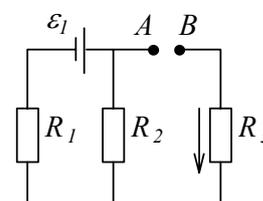
2.5. Три батареи с $\varepsilon_1 = 12 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 5 \text{ В}$; $\varepsilon_3 = 10 \text{ В}$ и одинаковым внутренним сопротивлениями r , равными 1 Ом , соединены между собой одноименными полюсами. Определить силы токов, идущие через каждую батарею. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало.



2.6. Три источника тока с $\varepsilon_1 = 11 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 4 \text{ В}$ и $\varepsilon_3 = 6 \text{ В}$ и три резистора с сопротивлениями $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $R_2 = 10 \text{ Ом}$ и $R_3 = 2 \text{ Ом}$ соединены, как показано на рисунке. Определить силы токов в реостатах. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.



2.7. $R_1 = 5 \text{ Ом}$; $R_2 = 1 \text{ Ом}$; $R_3 = 3 \text{ Ом}$; $\varepsilon_1 = 1,4 \text{ В}$. Определить ЭДС источника тока, который надо подключить в цепь между точками А и В, чтобы в сопротивлении R_3 шел ток силой 1 А в направлении, указанном стрелкой. Сопротивлением источника тока пренебречь.



3.1. Однородный железный проводник длиной 100 м подключают к источнику постоянного напряжения 100 В на 10 с . Как изменится при этом температура проводника? Изменением сопротивления проводника при его нагреве пренебречь.

3.2. Воздух, находящийся при нормальных условиях в закрытом теплоизолированном сосуде емкостью 1 л , нагревается нагревателем, через который протекает ток $0,2\text{ А}$. Через сколько времени давление в сосуде повысится до 1 МПа ? КПД нагревателя 50% . Напряжение на нагревателе равно 10 В . Воздух считать идеальным двухатомным газом.

3.3. Найти КПД источника тока с внутренним сопротивлением $0,1\text{ Ом}$, если он работает на нагрузку 1 Ом .

3.4. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром $0,5\text{ мм}$, чтобы изготовить электрический камин, работающий при напряжении 120 В и дающий 1 МДж тепла в час?

3.5. На электроплитку, удельное сопротивление спирали которой равно $1\text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$, длина спирали 1 м , а площадь сечения 2 мм^2 , подключенную к источнику ЭДС 35 В , поставили кастрюлю, вмещающую 1 л воды и $0,5\text{ кг}$ льда при 0°С . Через какой промежуток времени температура воды в кастрюле поднимется до 60°С , если КПД плитки равен 80% .

4.1. Вольтметр имеет четыре предела измерения: 3 В ; 15 В ; 75 В ; 120 В . Наибольший допустимый (номинальный) ток прибора равен $0,3\text{ мА}$. Найти добавочные сопротивления R_1, R_2, R_3, R_4 , если внутреннее сопротивление вольтметра $r_v = 10^3\text{ Ом}$.

4.2. Сопротивление амперметра равно $0,04\text{ Ом}$, а максимальный электрический ток, который можно измерить этим прибором, равен $1,2\text{ А}$. Определите сечение медного провода длиной 10 см , который нужно подключить к амперметру, чтобы можно было измерять этим прибором электрический ток равный 6 А . Удельное сопротивление меди $1,75\cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$.

4.3. К амперметру, сопротивление которого R_A , подсоединили шунт, понижающий чувствительность амперметра в 10 раз . Какое сопротивление надо включить последовательно с шунтированным амперметром, чтобы общее сопротивление осталось неизменным?

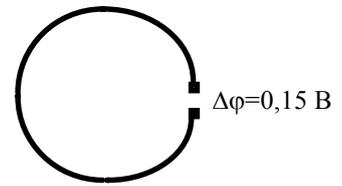
4.4. Присоединение к вольтметру некоторого добавочного сопротивления увеличивает предел измерения напряжения в $n\text{ раз}$. Другое добавочное сопротивление увеличивает предел измерения напряжения в $m\text{ раз}$. Во сколько раз увеличится предел измерения вольтметра, если включить последовательно с вольтметром эти два сопротивления, соединённые между собой параллельно?

4.5. Имеется прибор с ценой деления 1 мкА . Шкала прибора имеет 100 делений, внутреннее сопротивление прибора – 1 кОм . Как из этого прибора сделать вольтметр для измерения напряжения до 100 В или амперметр для измерения тока до 10 А .

5.1. Два параллельных проводника с одинаковыми токами находятся на расстоянии $8,7$ см друг от друга и притягиваются с силой $2,5 \cdot 10^{-2}$ Н. Определить силу тока в проводниках, если длина каждого из них 320 см, а токи направлены в одну сторону.

5.2. Требуется изготовить соленоид длиной 20 см и диаметром 5 см, создающий на своей оси магнитную индукцию $1,26$ мТл. Найти разность потенциалов, которую нужно приложить к концам обмотки соленоида. Для обмотки применяют медную проволоку диаметром $0,5$ мм.

5.3. По кольцу из медной проволоки с площадью сечения 1 мм² протекает ток 10 А. К концам кольца приложена разность потенциалов $0,15$ В. Найти индукцию магнитного поля в центре кольца.



5.4. По трем длинным прямым проводам, расположенным в одной плоскости, параллельно друг другу на расстоянии 3 см друг от друга текут токи $I_1 = I_2$ и $I_3 = I_1 + I_2$ (направления всех токов одинаковы). Определить положение прямой, в каждой точке которой индукция магнитного поля, создаваемого токами, равна нулю.

5.5. По двум длинным проводникам, находящимся на расстоянии 5 см друг от друга, в одном направлении протекают токи равные 10 А каждый. Определите индукцию магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 3 см от каждого проводника.

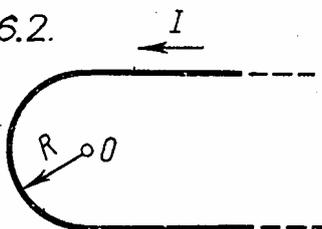
5.6. По двум одинаковым круговым виткам радиусом 5 см, плоскости которых взаимно перпендикулярны, а центры совпадают, текут одинаковые токи 2 А. Найти индукцию магнитного поля в центре витков.

В задачах 6.1 – 6.6 необходимо определить в точке O магнитную индукцию поля, создаваемого бесконечно длинным тонким проводником с током силой $I=50\text{ А}$, имеющим изгиб в форме плоской петли радиусом $R=10\text{ см}$.

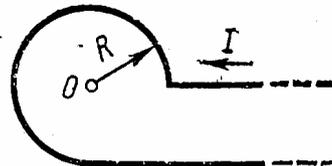
6.1.



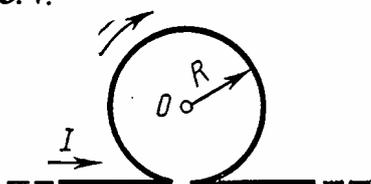
6.2.



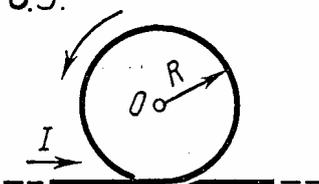
6.3.



6.4.



6.5.

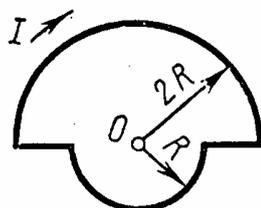


6.6.

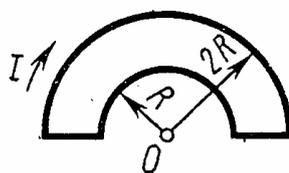


В задачах 6.7 – 6.12 необходимо определить в точке O магнитную индукцию поля, создаваемого плоским контуром из тонкого провода с током силой $I=100\text{ А}$. Радиус изогнутой части контура $R=20\text{ см}$.

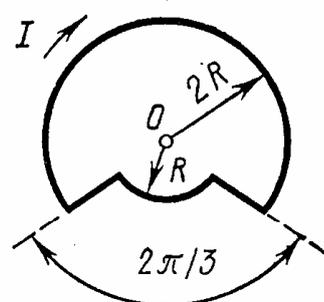
6.7.



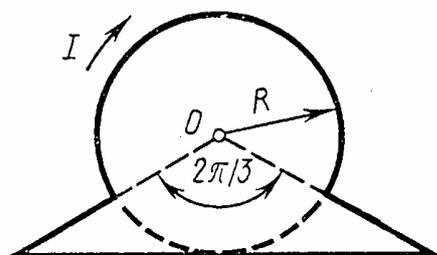
6.8.



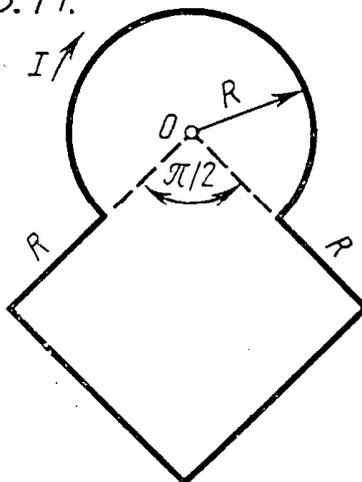
6.9.



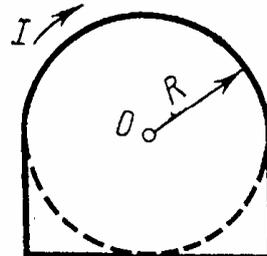
6.10.



6.11.



6.12.

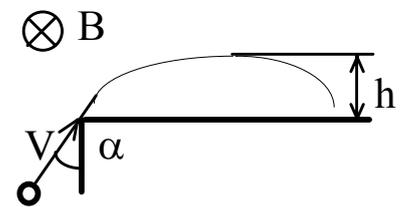


7.1. Пучок электронов влетает в пространство, где возбуждены однородное электрическое поле напряжённостью 1 кВ/м и перпендикулярное ему однородное магнитное поле, индукция которого равна 1 мТл . Скорость электронов постоянна и направлена перпендикулярно векторам \mathbf{E} и \mathbf{B} . Найти скорость движения электронов. Как будут двигаться электроны (какой формы будет их траектория), если выключить:

- Электрическое поле.
- Магнитное поле.

7.2. Электрон движется в магнитном поле, индукция которого 2 мТл , по винтовой линии радиуса 2 см и шагом винта 5 см . Определить скорость электрона.

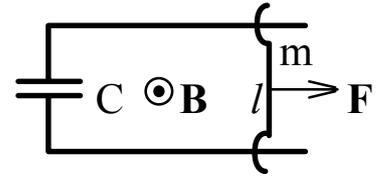
7.3. Электрон со скоростью 10^9 см/с влетает в область однородного магнитного поля с индукцией $B=10^{-3} \text{ Тл}$. Направление скорости перпендикулярно линиям индукции поля. Определите максимальную глубину h проникновения электрона в область магнитного поля. Угол падения электрона $\alpha=30^\circ$.



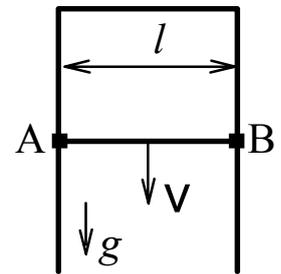
7.4. Начальные участки траекторий двух протонов, один из которых до взаимодействия покоился, после соударения имеют радиусы кривизны r и R . Траектории их лежат в плоскости, перпендикулярной магнитному полю B . Какую энергию имел до соударения двигавшийся протон? Заряд протона равен e , масса его равна m_p .

7.5. Поток проводящей жидкости (расплавленный металл) течет по керамической трубе. Для определения скорости течения жидкости трубу помещают в однородное магнитное поле, перпендикулярное оси трубы. В трубе закрепляют два электрода, образующих плоский конденсатор, плоскость пластин которого совпадает с плоскостью, образованной векторами \mathbf{v} и \mathbf{B} , и измеряют разность потенциалов между электродами. Найдите скорость потока, если магнитная индукция поля $B=0,01 \text{ Тл}$, расстояние между электродами $d=2 \text{ см}$, измеренная разность потенциалов $U=0,4 \text{ мВ}$.

8.1. По двум металлическим параллельным рейкам, расположенным в горизонтальной плоскости и замкнутым на конденсаторе емкости C , может без трения двигаться проводник массой m и длиной l . Вся система находится в однородном магнитном поле, индукция которого направлена вверх. К середине проводника перпендикулярно ему и параллельно рейкам приложена сила F . Какова должна быть индукция магнитного поля, чтобы рейка двигалась с ускорением a ?



8.2. В однородном магнитном поле с индукцией 10^{-2} Тл расположены вертикально на расстоянии $l=50 \text{ см}$ два металлических прута, замкнутых наверху. Плоскость, в которой расположены прутья, перпендикулярна направлению индукции магнитного поля. По прутьям без трения и без нарушения контакта скользит вниз с постоянной скоростью 1 м/с перемычка АВ массой 1 г . Определите сопротивление перемычки. Сопротивлением остальной части конструкции пренебречь.



8.3. В однородном магнитном поле с индукцией $4 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ расположены вертикально на некотором расстоянии друг от друга два медных стержня, замкнутые наверху. Плоскость, в которой расположены стержни, перпендикулярна направлению индукции магнитного поля. По стержням свободно и без нарушения контакта скользит сверху вниз медная перемычка. Удельное сопротивление меди $\rho = 17 \text{ нОм}\cdot\text{м}$, плотность меди $D = 8,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Какой максимальной скорости достигнет перемычка? Сопротивлением всех элементов кроме скользящей перемычки пренебречь.

