1. По двум параллельным медным проводам сечением *S* = 1 мм2, находящимися на расстоянии *r* = 5 см друг от друга, течёт ток. Средняя скорость направленного движения электронов в каждом проводе <*v*> = 0.5 см/с, концентрация электронов *n* = 1029 м–3. Определить силу *F* взаимодействия между проводами, приходящуюся на *l* = 1 м длины. Заряд электрона *q* = –1.6⋅10–19 Кл.
2. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов *U* = 200 В, движется в однородном магнитном поле с индукцией *В* = 15.1 мТл по окружности радиусом *R* = 10 см. Определить отношение заряда частицы к её массе *q/m* и скорость *v* частицы.



1. Электрон, влетающий в вакууме в однородное магнитное поле, индукция которого *В* = 0.004 Тл, движется в нём по окружности радиуса *R* = 0.2 см. Масса электрона *m* = 9.1⋅10–31 кг, заряд *е* = –1.6⋅10–19 Кл. Найти разность потенциалов *U*, которую прошёл электрон перед тем, как влететь в магнитное поле.
2. Протон движется в магнитном поле по окружности радиусом *R* = 40 см и делает полный оборот за *Т* = 2 мкс. Масса протона *m* = 1.67–27 кг, его заряд *е* = 1.6⋅10–19 Кл. Найти кинетическую энергию *W* протона и величину индукции *В* магнитного поля.
3. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью *v* = 106 м/с. Индукция магнитного поля *В* = 0.3Тл, радиус окружности *R* = 4 см. Найти заряд *q*частицы, если её кинетическая энергия *W* = 1.92⋅10–15 Дж.
4. Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов *U*0 = 1 кВ, попадает в вакууме в поле цилиндрического конденсатора, радиусы обкладок которого *R*1 = 1 см и *R*2 = 5 см. Направление скорости электрона в начальный момент перпендикулярно плоскости, проходящей через ось конденсатора. При каком напряжении *U* между обкладками электрон будет лететь внутри конденсатора по окружности?
5. Определить скорость и период *Т* электронов, движущихся в однородном магнитном поле по винтовой линии радиусом *R* = 3 см и шагом винта *h* = 1 см. Индукция поля *В* = 4 мТл. Масса электрона *m* = 9.1⋅10–31 кг, заряд *е* = –1.6⋅10–19 Кл.
6. Протон влетает в однородное магнитное поле под углом α = 300 к направлению поля и движется по спирали, радиус которой равен *R* = 1.5 см. Индукция магнитного поля равна *В* = 0.1 Тл. Найти кинетическую энергию *W* протона. Масса протона *m* = 1.67⋅10–27 кг, его заряд *е* = 1.6⋅10–19 Кл.
7. Какое число оборотов *n* может сделать внутри соленоида электрон, влетевший в него со скоростью *v* = 106 м/с под углом α = 300 к оси? По соленоиду с числом витков *N* = 103 протекает ток *I* = 30 А. Удельный заряд электрона *e/m* = 1.76⋅1011 Кл/кг.Параксиальный электронный пучок, прошедший разность потенциалов *U*= 900 В, вводится вдоль оси в длинный соленоид с однородным магнитным полем. Соленоид имеет *n* = 103 витков на метр длины. Каковы должны быть магнитная индукция *В* и ток *I* в обмотке соленоида, чтобы электроны, вводимые под небольшими углами к оси, вновь возвращались на ось на расстоянии *l* = 0.2 м от места введения их в магнитное поле? Уд. заряд электрона *e/m* = 1.76⋅1011 Кл/кг.
8. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов *U*= 104 В и вошла в скрещенные под прямым углом однородные электрическое (*Е* = 104 В/м) и магнитное (*В* = 0.1 Тл) поля. Определить удельный заряд *q/m* частицы, если она, двигаясь перпендикулярно обоим полям, не испытывает отклонение от прямолинейной траектории.
9. Электрон, находящийся в покое, ускоряется однородным электрическим полем. Через *t* = 30 мкс он влетает в магнитное поле, перпендикулярное электрическому. Чему равна индукция *В* магнитного поля, если нормальное ускорение электрона *an* превышает его тангенциальное ускорение *aτ* в 104 раз? Удельный заряд электрона *e/m* = 1.76⋅1011 Кл/кг.
10. Протон влетает со скоростью *v* = 5⋅105 м/с в совпадающие по направлению однородные электрическое (*Е* = 300 В/м) и магнитное (*В* = 4 мТл) поля. Определить для начального момента движения в поле ускорение *а* протона, если направление его скорости: 1) совпадает с направлением полей; 2) перпендикулярно этому направлению. Масса протона *m* = 1.67⋅10–27 кг, его заряд *е* = 1.6⋅10–19 Кл.
11. Электрон влетает в пространство, где на него действуют два взаимно перпендикулярных магнитных поля, индукции которых соответственно равны *В*1 = 1.73 мкТл и *В*2 = 2.25 мкТл. Начальная скорость электрона *v* = 5⋅105 м/с. Векторы индукции **В**1 и **В**2 перпендикулярны вектору скорости **v**. Определить траекторию движения электрона. Масса электрона *m* = 9.1⋅10–31 кг, его заряд *е* = –1.6⋅10–19 Кл.
12. В однородном горизонтально направленном магнитном поле перпендикулярно его силовым линиям расположен медный проводник диаметром 3.2 мм, по проводнику течет ток 7 А. Вес проводника уравновешивается силой Ампера, действующей на него. Плотность меди равна 8900 кг/м3.

Чему равна индукция магнитного поля?

1. Проводник длиной 20 см и массой 4 г подвешен на тонких непроводящих нитях одинаковой длины в вертикально направленном однородном магнитном поле. При пропускании по проводнику тока 10 А нити отклонились от вертикали на угол 45°.

Найти индукцию магнитного поля.

1. Проводник длиной 40 см, по которому протекает ток 25 А, совершил в магнитном поле с индукцией 2 Тл перемещение на 15 см. Направление перемещения проводника и вектор магнитной индукции перпендикулярны проводнику, а вектор магнитной индукции образует с направлением перемещения угол 30°.

Какая работа совершена при перемещении проводника?

По горизонтально расположенному проводнику длиной 20 см и массой 4 г течет ток 10 А. После помещения проводника в направленное перпендикулярно ему однородное магнитное поле проводник стал двигаться вверх с ускорением 4.9 м/с2.

Определить индукцию и направление магнитного поля.

Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 10−2 Тл. Масса электрона 9.1⋅10−31 кг, его заряд равен 1.60⋅10−19 Кл.

Найти период обращения электрона.

1. Замкнутая накоротко катушка, состоящая из 1000 витков проволоки, помещена в однородное магнитное поле, направленное вдоль оси катушки. Площадь поперечного сечения катушки 20 см2, ее полное сопротивление 100 Ом.

Найти тепловую мощность, выделяющуюся в катушке, если индукция магнитного поля равномерно изменяется со скоростью 10–2 Тл/с.

В однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл расположена замкнутая катушка диаметром 10 см, имеющая 10 витков. Ось катушки параллельна линиям поля, сопротивление ее 10 Ом.

Какой заряд пройдет по катушке, если ее повернуть на 180° относительно оси, перпендикулярной направлению поля?

Проволочный виток, имеющий площадь 10 см2, разрезан в некоторой точке, и в разрез включен конденсатор емкостью 10 мкФ. Виток помещен в однородное магнитное поле, силовые линии которого перпендикулярны плоскости витка. Индукция магнитного поля равномерно изменяется во времени со скоростью 5⋅10–3 Тл/с.

Определить заряд конденсатора.

Горизонтальный стержень длиной 1 м вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через один из его концов. Ось вращения образует угол 30° с линиями однородного магнитного поля с индукцией 50 мкТл. При вращении на концах стержня возникает разность потенциалов 1 мВ.

Найти частоту вращения стержня.

Квадратная проволочная рамка со стороной 10 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 0.5 Тл, перпендикулярном к плоскости рамки. По рамке, параллельно одной из ее сторон, без нарушения контакта скользит с постоянной скоростью 0.1 м/с перемычка, сопротивление которой 1 Ом.

Определить ток через перемычку. Сопротивлением рамки пренебречь.

Два параллельных замкнутых на одном конце провода, расстояние между которыми 50 см, расположены в горизонтальной плоскости и находятся в однородном магнитном поле 5 мТл. Направление магнитного поля перпендикулярно плоскости, в которой расположены провода. На проводах лежит проводящая перемычка, которая может скользить по проводам без трения. Перемычка под действием внешней силы 10 мН движется с постоянной скоростью 2 м/с.

Пренебрегая сопротивлением проводов, найти сопротивление перемычки.

Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 1 кВ, влетел в однородное магнитное поле с индукцией 100 мТл перпендикулярно линиям поля. Масса электрона 9⋅10–31 кг, заряд – 1.6⋅10–19 Кл.

Какова должна быть минимальная протяженность поля в направлении, по которому летел электрон вне поля, чтобы скорость электрона изменила направление на противоположное?

Электрон и протон, ускоренные одинаковой по модулю разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Отношение радиусов кривизны их траекторий равно 0.023.

Найти отношение масс протона и электрона.

Электрон (заряд – 1.6⋅10–19 Кл) влетает в однородное электрическое поле напряженностью 105 В/м перпендикулярно силовым линиям этого поля со скоростью 105 м/с.

Каковы индукция и направление магнитного поля, которое нужно создать, чтобы электрон продолжал в этих полях двигаться по прямой линии?

Заряженная частица, двигаясь в магнитном поле по дуге радиуса 2 см, прошла через свинцовую пластинку, расположенную на ее пути. После этого радиус кривизны траектории стал равным 1 см.

Определить относительное изменение энергии частицы.

Однородные электростатическое и магнитное поля направлены перпендикулярно друг другу. Напряженность электростатического поля 1 кВ/м, индукция магнитного поля 1 мТл.

Какими должны быть направление и модуль скорости электрона, чтобы его движение в этих полях было прямолинейным?

Однородное магнитное поле перпендикулярно плоскости медного кольца диаметром 20 см, сделанного из провода диаметром 2 мм. Удельное сопротивление меди 1.7⋅10–8 Ом⋅м.

С какой скоростью должна изменяться магнитная индукция, чтобы в кольце протекал ток 10 А?

Из провода длиной 1.2 м с погонным сопротивлением 2 Ом/м сделан прямоугольный замкнутый контур с соотношением сторон 2:1. Контур помещен в однородное магнитное поле с индукцией 100 мТл так, что линии поля перпендикулярны плоскости контура.

Какое количество электричества протечет по контуру, если его сделать квадратным?

 В цепь последовательно включены источник с ЭДС 1.2 В, реостат с сопротивлением 1 Ом и индуктивность 1 Гн. Сначала в цепи протекал постоянный ток, а затем, начиная с некоторого момента времени, сопротивление реостата начинают менять так, что ток в цепи уменьшается с постоянной скоростью 0.2 А/с.

Пренебрегая внутренним сопротивлением источника, найти сопротивление цепи спустя 2 с после начала уменьшения тока.

В однородном магнитном поле с индукцией **В** находится квадратная рамка со стороной **d**. Плоскость рамки перпендикулярна направлению линий индукции. Сопротивление единицы длины провода, из которого изготовлена рамка, **r**. Поле имеет резко очерченную плоскую границу, параллельную стороне рамки. Какой ток пойдет по рамке, если ее выдвигать из магнитного поля с постоянной скоростью **V** перпендикулярно границе поля, и чему равен заряд, протекший по рамке к моменту ее полного извлечения из поля?

В однородном магнитном поле с индукцией **В** расположена замкнутая катушка диаметром **d** с числом витков **N**. Плоскость катушки перпендикулярна линиям поля. Проволока, из которой намотана катушка, имеет площадь сечения **S** и удельное сопротивление **ρ**.

Какой заряд пройдет по катушке, если ее повернуть на 180° относительно оси, перпендикулярной линиям индукции магнитного поля.

Два параллельных замкнутых на одном конце провода, расстояние между которыми 50 см, находятся в однородном магнитном поле с индукцией 5 мТл. Плоскость, в которой расположены провода, горизонтальна и перпендикулярна к направлению поля. На провода положен металлический мостик сопротивлением 0,625 Ом, который скользит по проводам без трения с постоянной скоростью под действием горизонтальной силы 100 мкН.

Пренебрегая сопротивлением проводов, найти скорость мостика.

Металлический стержень длиной 10 см помещен в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл. Концы его замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи 0,4 Ом.

Какая мощность потребуется для того, чтобы перемещать стержень перпендикулярно линиям индукции со скоростью 2 м/с? Скорость стержня перпендикулярна его длине.

Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией 1 мТл по винтовой линии с шагом 6,28 мм и радиусом 1 мм. Масса электрона 9,1⋅10-31 кг, заряд электрона -1,6⋅10-19 Кл.

Определить скорость электрона и угол, который образует вектор скорости электрона с направлением магнитного поля.

К источнику с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключены параллельно соединенные катушка с индуктивностью 4 Гн и резистор 10 Ом. Сопротивление катушки 5 Ом.

Какое количество теплоты выделится в катушке с резистором после их отключения от ЭДС?

Электрон влетает со скоростью 106м/с в область однородного электрического поля так, что вектор скорости составляет угол 75° с направлением силовых линий поля.

При какой напряженности поля электрон вылетит из него под углом 105° к направлению силовых линий? Протяженность поля между точками входа и выхода электрона из поля 10 см. Заряд и масса электрона 1,6⋅10-19 Кл, 9,1⋅10-31 кг.

Электрон, ускоренный в однородном электрическом поле напряженностью Е=1,6 кВ/м, влетает в однородное магнитное поле с индукцией В=30 мТл и начинает двигаться по окружности радиусом R=2 мм.

Какой путь прошел электрон в электрическом поле? Начальная скорость электрона равна нулю, масса электрона m=9,1⋅10-31 кг, заряд e= -1,6⋅10-19 Кл.

Частица массой 1 мкг, несущая заряд 0,1 мКл, движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 100 мТл. В области магнитного поля создали однородное электрическое поле напряженностью 1 В/м. Силовые линии электрического поля параллельны линиям индукции. Определить смещение частицы вдоль силовых линий электрического поля за время, равное периоду обращения в магнитном поле.

Металлический стержень длиной 1 м падает с высоты 10 м, оставаясь в плоскости падения все время параллельным поверхности земли.

Какая максимальная разность потенциалов возникнет между концами стержня, если создать однородное магнитное поле с индукцией 1 мТл, параллельное поверхности земли? Магнитное поле Земли не учитывать.

Электрон, ускоренный в электрическом поле с Δϕ = 10 кВ , влетает в однородное магнитное поле с индукцией 10 мТл перпендикулярно линиям индукции. Масса электрона 9,1⋅10-31 кг, заряд электрона -1,6⋅10-19 Кл.

Чему равен радиус вращения электрона?

Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, что ее плоскость составляет некоторый угол **α** с линиями индукции однородного магнитного поля. Когда магнитное поле равномерно убывает с некоторой скоростью ΔB/Δt , то в рамке индуцируется ЭДС индукции, равная 18 мВ. Если данную рамку превратить в прямоугольную с соотношением сторон 1**:**2 и расположить так, что плоскость рамки будет перпендикулярна линиям индукции, то при удвоенной скорости убывания магнитного поля ЭДС индукции в рамке составит 64 мВ.

Определить угол **α**.

**45.** Шины электростанции представляют собой медные полосы длиной *L* = 3 м, находящиеся на расстоянии *d* = 50 см одна от другой. При коротком замыкании по ним идёт ток *I* = 104 А. С какой силой взаимодействуют при этом шины?

**46.**Батарея из *N* = 100 аккумуляторов с ЭДС *Е =* 2,1Ви внутренним сопротивлением *r* = 0,003 Ом каждый соединена в *m* = 10 одинаковых параллельных групп. От батареи идут два параллельных провода на расстоянии *d* = 1 м один от другого. Определить силу взаимодействия, приходящуюся на *L* = 1 м длины проводов, в случае короткого замыкания.

**47.**В однородном магнитном поле перпендикулярно его силовым линиям расположен прямолинейный медный проводник диаметром *d* = 3,2 мм, по которомутечёт ток *I* = 7 А. Плотность меди ρ = 8900 кг/м3. Определить индукцию *В* магнитного поля, если вес проводника уравновешивается силой, действующий на проводник со стороны поля.



**48.** В однородном вертикальном магнитном поле, индукция которого *В* = 0,25 Тл, горизонтально подвешен на двух лёгких нитях прямолинейный проводник с линейной плотностью *m/L* = 2 г/см. После включения тока нити отклонились на угол α = 600 от вертикали. Какой силы ток *I* течёт по проводнику?

**49.** Медный провод сечением *S* = 2 мм2, согнутый в виде трёх сторон квадрата, может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через его крайние точки. Провод находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально. Когда по проводу идёт ток *I* = 10 А, провод отклоняется от положения равновесия на угол α = 150. Определить индукцию *В* магнитного поля. Плотность меди ρ = 8900 кг/м3.

**50.** Медный провод сечением *S* = 1 мм2 согнут в виде полуокружности и имеет горизонтальную ось вращения, проходящую через его концы. Провод находится в однородном магнитном поле, направленным вертикально вверх. Какой ток *I* должен протекать по проводу, чтобы при индукции поля *В* = 0,1 Тл он отклонился от вертикального положения на угол α = 300? Плотность меди ρ = 8900 кг/м3.

**51.** Стержень массой *m* = 1 кг лежит перпендикулярно рельсам, расстояние между которыми *d* = 50 см. Рельсы составляют с горизонтом угол α = 300. Коэффициент трения стержня о рельсы μ = 0,6. По стержню протекает ток *I* = 40 А. Какой должна быть индукция *В* вертикального магнитного поля, чтобы стержень начал двигаться вверх по рельсам?

**52.** По наклонной плоскости, составляющей угол α = 200 с горизонтом, в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией *В* = 0,4 Тл равномерно движется вверх, сохраняя горизонтальное положение, металлический брусок длиной *L* = 10 см и массой *m* = 100 г, по которому течёт ток *I* = 18 А. С каким ускорением *а* будет двигаться брусок, если направление тока в нём изменить на противоположное?

**53.** В одной плоскости с бесконечно длинным прямолинейным проводником, по которому протекает ток *I*1 = 1 А, расположена квадратная рамка со стороной *а*= 5 см. Расстояние от проводника до ближайшей ему стороны рамки *L* = 1 см. По рамке течёт ток *I*2 = 5 А. Определить силу *F*, действующую на рамку.

**54.** Под длинной горизонтальной шиной на двух одинаковых пружинах с коэффициентом упругости *k* = 10 Н/м подвешен провод длиной *L* = 1 м. В отсутствии токов расстояние между шиной и проводом равно *a* = 1 см. Определить расстояние *d* между ними, если по шине и по проводу текут токи *I* = 10 А. Провод может перемещаться только в вертикальной плоскости.



**55.** Электрический ток *I*1 = 2,5 А проходит по прямолинейному желобу со ртутью. На расстоянии, равном длине желоба, против его правого конца находится бесконечно длинный проводник, расположенный перпендикулярно желобу. Определить, на сколько уменьшилась сила давления Δ*F* ртути на дно желоба, когда по проводнику пропустили ток *I*2 = 10 А.

**56.** В однородном магнитном поле, индукция которого *В* = 1 Тл, в плоскости перпендикулярной линиям индукции, расположен проводник в виде полукольца длиной *L* = 20 см, по которому течёт ток *I* = 1 А. Найти силу, действующую на проводник со стороны магнитного поля. Поле направлено перпендикулярно плоскости проводника.

**57.** По кольцу из медной проволоки идёт ток *I* = 10 А. Диаметр проволоки *d* = 0,5 мм. Радиус витка *R* = 10 см. При каком значении магнитной индукции разорвётся кольцо, если поместить его в однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости кольца? Напряжение медной проволоки на разрыв σ = 2⋅108 Н/м2.

**58.** Определить силу, действующую на прямолинейный проводник длиной *l*= 3 см с током *I*1 = 6 А, если ближайший из концов этого проводника находится на расстоянии *L* = 5 см от другого длинного прямолинейного проводника с током *I*2 = 5 А. Проводники находятся в одной плоскости, и угол между ними α = 300.

**59.** Определить вращающий момент, действующий на рамку диаметром *d* = 4 см, которая помещена в однородное магнитное поле с индукцией *В* = 5 мТл. Плоскость рамки составляет с направлением поля угол β = 600. По рамке течёт ток *I* = 5 А.

**60.** Кольцо, содержащее *N* = 20 витков, средний диаметр которых *d* = 0,24 м, помещено в магнитное поле с индукцией *В* = 25 мТл. Плоскость кольца составляет с направлением поля угол β = 300. Определить вращающий момент *М*, действующий на кольцо, если ток в его витках *I* = 5 А.

**61.** Круговой виток радиусом *R* = 5 мм висит на упругой нити. Коэффициент упругости нити *С* = 5⋅10-5 Н⋅м/град. Плоскость витка совпадает с направлением магнитного поля, индукция которого *В* = 0,1 Тл. Какой ток *I* прошёл через виток, если последний повернулся на угол = 50?



**62.** Подвешенный за один конец намагниченный стержень совершает малые колебания в вертикальном магнитном поле. Масса стержня *m* = 120 г, его длина *l* = 20 см. Период колебаний этого маятника, который можно рассматривать как физический маятник, в два раза меньше периода его колебаний в отсутствии поля. Определить индукцию *B* поля, если магнитный момент стержня *р*M= 3 А⋅м2.

**63.** Свободно вращающаяся рамка с током *I* = 1 А помещается в однородное магнитное поле. Определить индукцию *В* поля, если период колебаний рамки *Т* = 1 с. Площадь рамки *S* = 5 см 2, момент инерции *J* = 10-5 кг⋅м2. Ось вращения перпендикулярна вектору магнитной индукции.

**64.** Определить градиент напряженности *dH/dx* неоднородного магнитного поля, если рамка с площадью *S* = 10 см2 втягивается в это поле с силой *F* = 98 мН. Ток в рамке *I* = 4 А, плоскость рамки составляет с направлением поля угол β = 600.

**65.** В неоднородном магнитном поле перпендикулярно линиям поля помещена рамка диаметром *d* = 4 см с током *I* = 5 А. Определить силу *F*, действующую на рамку со стороны поля, если рамка переместилась между точками с индукцией *В1* = 5 мТл и *В*2 = 10 мТл, находящимися на расстоянии Δ*x* = 6 см.

**66.** Две небольших одинаковых катушки расположены так, что их оси лежат на одной прямой. Расстояние между катушками *d* = 300 мм значительно превышает их линейные размеры. Число витков каждой катушки *N* = 200, радиус витков *r* = 10 мм. С какой силой *F* взаимодействуют катушки, если по ним протекают одинаковые токи *I* = 0,2 А?

**67.** На оси кольцевого проводника радиусом *R* = 25 см, по которому течёт ток *I*1 = 200 А, расположено другое кольцо радиусом *r* = 3 см с током *I*2 = 3.54 А. Определить силу *F*, действующую на второе кольцо, если плоскости колец параллельны, а расстояние между их центрами *d* = 1 см.

**68.** Определить силу *F*, действующую на электрон, летящий параллельно длинному прямолинейному проводнику на расстоянии *r* = 2 мм от его оси со скоростью *v* = 2⋅106 м/с, когда в проводнике течёт ток *I* = 30 А. Заряд электрона

*q* = –1,6⋅10–19 Кл.

**69.** Вычислить работу *А*, производимую на *l* = 1 м длины двух прямолинейных параллельных проводов, по каждому из которых течёт ток *I* = 25 А, если провода переместились с *d*1 = 0.08 м до *d*2 = 0.16 м друг от друга.

**70.** Проводник с током *I* = 3 А длиной *L* = 50 м перемещается со скоростью

*v* = 2.5⋅102 м/с в однородном магнитном поле с индукцией *В* = 0.2 мТл. Определить мощность *Р* генератора, расходуемую на перемещение проводника. Скорость проводника, его длина и направление магнитного поля взаимно перпендикулярны.

**71.** Плоский квадратный контур со стороной *а* = 10 см, по которому течёт ток *I* = 100 А, свободно установился в магнитном поле с индукцией *В* = 1 Тл. Определить работу *А*, совершаемую внешними силами при повороте контура относительно оси, проходящих через середины его противоположных сторон, на угол ϕ = 600.

**72.** Определить наибольшую потенциальную энергию *W* свободной круглой рамки с током *I* = 20 А, охватывающей площадь радиусом *r* = 5 см, если рамка находится в магнитном поле с индукцией *В* = 20 мкТл.

**73.** Проводник длиной *L* = 10 см движется перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля с индукцией *В =* 0.2 Тл так, что направление скорости проводника составляет угол α = 300 с вектором индукции поля. С какой скоростью *v* движется проводник , если между его концами возникает разность потенциалов *U* = 1 мВ?

**74.** Самолёт взлетает в северном полушарие с севера на юг со скоростью *v* = 360 км/ч под углом α = 300 к плоскости горизонта. Индукция магнитного поля Земли *В* = 50 мкТл и силовые линии земного магнитного поля составляют с плоскостью горизонта угол β = 600. Размах крыльев *L* = 20 м. Определить разность потенциалов *U*, возникающую между концами крыльев.

**75.** Рамка площадью *S* = 200 см2 вращается равноускоренно с угловым ускорением ε = 0.4 с-2 относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля *В* = 1 Тл. Определить среднее значение ЭДС индукции <*Ei>* за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится в первый раз от максимального значения до нуля, если в начальный момент плоскость рамки совпадала с направлением магнитного поля, а начальная скорость вращения была равна нулю.

**76.** Плоская круглая катушка диаметром *d* = 1см, имеющая *N* = 200 витков, расположена в однородном магнитном поле *В* = 10 мТл так, что её плоскость совпадает с направлением поля. Катушка начинает совершать колебания таким образом, что угол между плоскостью катушки и направлением поля изменяется по закону ϕ = ϕmsin (2πν*t*). Определить максимальное значение ЭДС *Е*m, индуцируемой в катушке, если ϕm = 100, а частота колебаний ν = 20 кГц.

**77.** Проводник длиной *l* = 4 см совершает в однородном магнитном поле с индукцией *В* = 0.2 Тл гармоническое колебательное движение с амплитудой *А* = 5 см. Проводник, его перемещение и направление магнитного поля взаимно перпендикулярны. Вычислить период *Т* колебаний проводника, если подводимая механическая мощность составляет *Р* = 10 мВт. Среднее значение тока за 0.5 периода *<I>* = 0.1 А. Направление тока в проводнике меняется на противоположное в моменты наибольшего отклонения проводника.

**78.** Свободно вращающаяся рамка с током *I* = 0.5 А помещается в однородное магнитное поле. Определить индукцию *В* поля, если период малых колебаний рамки *Т* = 1 с, площадь рамки *S* = 3.14⋅10–2 м2, Момент инерции *J* = 10–4 кг⋅м2. Ось вращения перпендикулярна вектору магнитной индукции.

**79.** В однородном магнитном поле с индукцией *В* = 5 мТл расположена замкнутая катушка с диаметром *d* = 10 см и имеющая *N* = 10 витков. Ось катушки параллельна линиям поля, её сопротивление *R* = 10 Ом. Какой заряд *q* пройдет по катушке, если её повернуть на 1800?

**80.** Индукция магнитного поля, пронизывающего проволочный контур с площадью 1 см2 и сопротивлением *R* = 10 Ом, изменяется со временем по закону *B = B0 - kt*, где *к* = 0.1 Тл/с. Вектор индукции поля перпендикулярен плоскости контура. Какой заряд *q* протечёт по проволоке контура за *t* = 1 мин?

**81.** С какой угловой скоростью ω вращается медный стержень длиной *l* = 0.2 м в однородном магнитном поле с индукцией *В* = 0.5 Тл, если в нём возникает ЭДС индукции *Е* = 0.27 В. Ось вращения проходит через один из концов стержня, и плоскость вращения составляет с направлением поля угол α = 600.

**82.** Тонкий металлический стержень длиной *l* = 50 см вращается в однородном магнитном поле с индукцией *В* = 10 мТл вокруг перпендикулярной к стержню оси, отстоящей от одного их его концов на расстоянии = 25 см на продолжении стержня, делая *n* = 100 об/мин. Найти разность потенциалов *U*, возникающую между концами стержня, если угол между осью вращения и вектором магнитной индукции равен α = 600.



**83.** Металлический диск радиусом *r* = 0.3 м вращается с угловой скоростью ω = 100 рад/с вокруг оси проходящей через его центр. Плоскость вращения перпендикулярна магнитному полю с индукцией *В* = 0.3 Тл. Определить разность потенциалов Δϕ, которая возникает между центром и краем диска.

**84.** В горизонтально направленном магнитном поле с индукцией *В* = 0.1 Тл расположены две вертикальные шины, соединённые сопротивлением *R* = 0.5 Ом. По шинам без трения может скользить проводник из константана (удельное сопротивление ρ = 0.5 мкОм⋅м, плотность δ = 8.88⋅103 кг/м3) диаметром *d* = 2 мм и длиной *l* = 1 м. Найти значение установившейся скорости *v* движения проводника. Сопротивлением шин и мест контакта пренебречь.

**85.** По двум проводящим шинам, установленных под углом α = 300 к горизонту, скользит вниз металлический брусок массой *m* = 1 кг. В окружающем шины пространстве создано однородное магнитное поле с индукцией *В* = 1 Тл, перпендикулярное плоскости, в которой перемещается брусок. Вверху шины соединены проводником с сопротивлением *R* = 1 Ом. Коэффициент трения между поверхностями шин и бруска μ = 0.2, расстояние между шинами *l* = 1 м. Найти установившееся значение скорости *v* бруска.

**86.** Квадратная рамка со стороной *а* = 1.5 м движется с постоянной скоростью *v* = 100 м/с в направлении, перпендикулярном бесконечно длинному проводнику с током *I* = 5 А, лежащему в плоскости рамки параллельно одной из её сторон. В некоторый момент времени расстояние от проводника до ближайшей стороны рамки равно *l* = 0.5 м. Какова ЭДС *Е*, индуцируемая в рамке?

**87.** К источнику тока с ЭДС *Е* = 0.5 В и ничтожно малым внутренним сопротивление присоединены два металлических стержня, расположенные горизонтально и параллельно друг другу. Расстояние между стержнями *l* = 20 см. Стержни находятся в однородном магнитном поле, направленном вертикально. Магнитная индукция *В* = 1.5 Тл. По стержням под действием сил поля скользит со скоростью *v* = 1 м/с прямолинейный провод сопротивлением *R* = 0.02 Ом. Сопротивление стержней пренебрежимо мало. Определить: 1) силу тока *I* в цепи; 2) силу *F*, действующую на провод со стороны поля; 3) мощность *Р*1, расходуемую на движение провода; 4) мощность *Р*2, расходуемую на нагревание провода.

**88.** Проволочное кольцо радиуса *r* = 2 см находится в однородном магнитном поле, индукция которого перпендикулярна плоскости кольца и меняется с течением времени по закону *B = kt,* где *к* = 100 мТл/с. Определить напряжённость *Е* электрического поля в кольце.

**89.** Однослойная катушка диаметром *D* = 5 см помещена в однородное магнитное поле, направленное вдоль оси катушки. Индукция магнитного поля изменяется со временем по закону *B = kt,* где *к =* 10 мТ/с. Катушка содержит *N* = 1000 витков медного провода сечением *S* = 0.2 мм2. Концы катушки соединены перемычкой, имеющей малое сопротивление. Удельное сопротивление меди ρ = 1.7⋅10-8 Ом.м. Определить тепловую мощность *Р*, выделяющуюся в катушке.

**90.** Внутри соленоида длинной *l* = 50 см и числом витков *N* = 300, находящегося в вакууме, имеется металлическое кольцо, которое охватывает площадь *S* = 5 см2. Сопротивление кольца *R* = 0.02 Ом. Плоскость кольца перпендикулярна оси соленоида. Ток в соленоиде нарастает по закону *I = kt*, где *k =*1 А/с. Чему равна сила *f*, действующая на единицу длины кольца, через *t* = 5 с после включения тока ?

**91.** Металлическое кольцо радиусом *r* = 2 см расположено внутри длинного соленоида с плотностью намотки *n = 5*00 витков на метр. Плоскость кольца перпендикулярна оси соленоида. Через соленоид пропускается ток, изменяющийся по закону *I = I*0 *- kt*, где *I*0= 10 А, *k* = 0.1 А/с. Найти силу *F*, растягивающую кольцо, в момент времени *t* =10 с, если сопротивление кольца *R* = 10-3 Ом.

**92.** В однородном магнитном поле, которое во времени изменяется по закону *B = B*0 *+ B1* sin *(2π*ν*t),* где *В*0 = 0.1 Тл, *В1* = 0.02 Тл, ν = 5 Гц, вращается плоская круглая катушка диаметром *d* = 1 см, имеющая *N* = 60 витков, с угловой скоростью ω = 80 рад/с. Ось вращения катушки совпадает с её диаметром и перпендикулярна направлению поля. Определить мгновенное значение ЭДС *Е*i, индуцируемой в катушке, через *t =* 10 с после включения поля.

**93.** Рамка площадью *S* = 200 см2 равномерно вращается с частотой *n* = 10 об/с относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля (*В* = 0.2 Тл). Каково среднее значение ЭДС индукции <*Ei>* за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от максимального значения до нуля?

**94.** Определить напряжённость *H* и индукцию *B* магнитного поля, создаваемого двумя длинными параллельными проводниками, расположенными на расстоянии *d* = 5 см один от другого, в точке, находящейся на расстоянии *r*1 = 4 см от одного проводника и *r*2 = 3 см от другого. По проводникам протекают токи *I*1 = 15 А и *I*2 = 20 А соответственно. Рассмотреть случаи: 1) одинакового и 2) противоположного направления токов.

**95.** Определить напряжённость *H* магнитного поля, создаваемого током *I* = 6 А, текущим по проводу, согнутому в виде прямоугольника со сторонами *a* = 16 см и *b* = 30 см, в его центре.

**96.** По тонкому проволочному кольцу течёт ток. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась магнитная индукцияв центре контура?

**97.**По проводу, согнутому в виде кольца радиусом *R* = 10 см, течёт ток *I* = 5 А. Найти индукцию *B* магнитного поля: а) в центре кольца; б) в точке *A*, лежащей на перпендикуляре к плоскости кольца, восставленном из его центра, на расстоянии *a* = 5 см от центра.

**98.**В условиях предыдущей задачи определить, при каком значении радиуса *R* кольца индукция магнитного поля в точке *A* примет максимальное значение *B*max? Вычислить эту величину.

**99.**Одним из устройств для создания слабых магнитных полей являются ″кольца Гельмгольца". Простейшей моделью этого устройства являются два одинаковые по размерам проволочных параллельных кольца с током, имеющие общую ось. Расстояние между кольцами равно их радиусу. Рассчитать магнитную индукцию *B* в: а) геометрическом центре между кольцами; б) в центре одного из колец. Ток через кольца *I* = 1 А, радиус *R* = 45 мм.

**100.**Тонкая лента шириной *b* = 40 см свернута в трубку радиусом *R* = 30 см. По ленте течёт равномерно распределённый по ширине ленты ток *I* = 200 А. Определить магнитную индукцию *B* на оси трубки в двух точках: 1) в средней точке; 2) в точке, совпадающей с концом трубки.

**101.**Из проволоки диаметром *d* = 1 мм надо намотать соленоид, внутри которого напряжённость *H* магнитного поля должна быть равна 20 кА/м. Предельная сила тока *I*, которую можно пропускать по проволоке, равна 5 А. Из какого числа *k* слоёв будет состоять обмотка соленоида, если витки намотаны плотно друг к другу? Диаметр катушки считать малым по сравнению с её длиной.

**102.**По кольцу течёт ток. На оси кольца на расстоянии *d* = 80 см от его плоскости магнитная индукция равна *B* = 8 нТл. Определить магнитный момент *p*м кольца с током. Радиус кольца много меньше величины *d*.

**103.**Вычислить магнитный момент *p*м плоской катушки, содержащей *N* = 5 витков радиусом *R* =10 см. Ток *I* =5 А.

**104.**По приближённым представлениям теории Бора, электрон в атоме водорода движется вокруг ядра по круговой орбите, радиус которой *r* = 5,3⋅10–9 см. Определить магнитную индукцию *B* поля, создаваемого электроном в центре круговой орбиты, и отношение магнитного момента *p*м к моменту импульса *L* электрона. Заряд электрона *e* = –1,6⋅10-19 Кл, масса электрона *m* = 9,1⋅10–31 кг.

**105.**По тонкому стержню длиной *l* = 20 см равномерно распредёлен заряд *q* = 240 нКл. Стержень приведён во вращение с постоянной угловой скоростью ω = 10 рад/с относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Определить: 1) магнитный момент *p*м, обусловленный вращением стержня; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса *p*м/*L*, если стержень имеет массу *m* = 12 г.

**106.**Средняя линия магнитной индукции в магнитопроводе, сечение которого *S* = 25 см2, проходит *l*1 = 40 см в железе (μ = 500) и *l*2 = 0,2 см в воздушном зазоре. Определить магнитное сопротивление *R*м магнитопровода.

**107.**Для определения магнитной проницаемости по методу Столетова на железное кольцо с длиной окружности (по средней линии) *l*1 = 200 см и прорезью в *l*2 = 1 см намотано *N* = 1000 витков провода. Найти магнитную проницаемость μ железа, если при токе *I* = 10 А в обмотке кольца магнитная индукция *B* в его зазоре равна 0,8 Тл.

**108.**Кусок провода длиной *l* = 2 м складывается вдвое и его концы замыкаются. Затем провод растягивается в квадрат (без размыкания электрических контактов) так, что плоскость квадрата образует с линиями индукции однородного магнитного поля угол α = 600. Индукция поля *В* = 5 мТл. Сопротивление провода *R* = 1 Ом. Какой заряд *q* пройдёт через контур?

**109.**На деревянный цилиндр, длина которого *l* = 20 см и значительно больше его диаметра, навиты две медные обмотки с сечением провода *S* по 6 мм2 каждая. Одна из обмоток замкнута накоротко. Какое количество электричества *q* индуцируется в ней, если другую обмотку присоединить к аккумулятору с ЭДС *Е* = 2 В и ничтожно малым внутренним сопротивлением? Удельное сопротивление меди ρ = 1.7⋅10-8 Ом⋅м.

**110.**Определить индуктивность *L* двухпроводной линии на *l* = 1 км длины, если провода находятся на расстоянии *d* = 0.1 м один от другого. Диаметр каждого из проводов 2*r* = 2 мм. Полем внутри проводов пренебречь.

**111.**Определить ёмкость *С* и индуктивность *L* единицы длины *l* кабеля, рассматривая его как цилиндрический конденсатор, у которого радиус внутреннего проводника *r*1 = 1 мм, внешнего – *r*2 = 6 мм. Диэлектриком служит полиэтилен (ε = 2.3). Магнитным полем внутри проводников пренебречь.

**112.**В катушке при равномерном изменении тока Δ*I* = 5 А за Δ*t* = 1 с возникает ЭДС самоиндукции *Е*i = 2 В. При пропускании через катушку постоянного тока возникает магнитный поток *Ф* = 2 Вб. Определить силу постоянного тока *I* и энергию магнитного поля *W* при пропускании через катушку постоянного тока.

**113.**Катушка индуктивностью *L* = 4.5 Гн, имеющая сопротивление *RL* = 3 Ом, соединена параллельно с резистором сопротивлением *R* = 10 Ом и подключена к источнику ЭДС *Е* = 9 В и внутренним сопротивлением *r* = 2 Ом. Какое количество тепла *Q* выделится в катушке и резисторе после отключения источника тока?

**114.**Обмотка воздушного соленоида диаметром *d* = 6 см и длиной *l* = 30 см, с числом витков *N* = 150 изготовлена из провода с удельным сопротивлением ρ = 1 мкОм⋅м. К обмотке приложено напряжение *U* = 24 В. Найти индукцию *В* магнитного поля внутри соленоида, объёмную плотность энергии *w* этого поля и мощность *Р*, рассеянную в обмотке.

**115.**Определить энергию магнитного поля *W* внутри однослойного соленоида диаметром *d* = 2 см и длиной *l* = 20 см, содержащего *N* = 8⋅103 витков провода, по которым проходит ток *I* = 0.5 А. Считать это поле однородным, а его напряженность равной напряженности в центре соленоида.

**116.**То же, что и в предыдущей задаче, но относительно оси, проходящей через один из концов стержня.

**117.**Тонкое кольцо радиусом *R* = 10 см несет заряд *q* = 10 нКл. Кольцо равномерно вращается с частотой ν = 10 об/c относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Найти: 1) магнитный момент *p*м кругового тока, создаваемого кольцом; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса *p*м*/L*, если масса *m* кольца равна 10 г.

**118.**Диск радиусом *R* = 8 см заряжен равномерно распределённым по поверхности зарядом *q* = 300 нКл. Диск равномерно вращается с частотой ν = 10 об/c относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Определить: 1) магнитный момент *p*м кругового тока, создаваемого диском; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса

*p*м/*L*, если масса *m* диска равна 80 г.

**119.**Тонкостенная металлическая сфера радиусом *R* = 10 см несет равномерно распределённый по её поверхности заряд *q* = 3 мкКл. Сфера равномерно вращается с угловой скоростью ω = 20 рад/c относительно оси, проходящей через центр сферы. Найти: 1) магнитный момент *p*м кругового тока, создаваемый вращением сферы; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса *p*м/*L* если масса сферы *m* равна 100 г.

**120.**По объёму шара радиусом *R* = 10 см равномерно распределён заряд *q* = 1 мкКл. Шар равномерно вращается с угловой скоростью ω = 100 рад/с относительно оси, проходящей через его центр. Определить: 1) магнитный момент *p*м кругового тока, обусловленный вращением шара; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса *p*м/*L*, если масса шара *m* равна 500 г.

**121.**Электрон движется со скоростью *v* = 60 км/с. Определить индукцию *B* магнитного поля, возникающего на расстоянии *r* = 0,5 см от электрона, если угол между направлением его скорости и радиусом-вектором, проведённым в точку, где определяется поле, составляет 700. Заряд электрона *e* = –1,6⋅10–19 Кл.



**122.**Плотность тока *j* в длинном медном проводе диаметром *d* = 1,2 см равна 2,5 А/см2. 1) Найти напряжённость *H* магнитного поля на расстоянии *r* = 6 мм от оси проводника. 2) Вычислить магнитный поток *Фт* внутри провода, приходящийся на *L* = 1 м его длины. (Имеется в виду поток, пронизывающий одну из половин осевого сечения провода.)

**123.**Ток *I* = 10 А течёт по полой тонкостенной трубе радиусом *R* = 8 см и возвращается по сплошному проводнику радиусом *r* = 2 мм по оси трубы. Длина трубы *L* = 24 м. Чему равен магнитный поток *Фт* такой системы? Магнитным полем внутри металла пренебречь.

**124.**Вычислить поток магнитной индукции *Фт* между двумя параллельными проводами радиуса *R* = 4 мм, находящимися на расстоянии *d* = 1,5 см, если по ним идёт ток *I* = 10 А и их длина *L* = 1 км.

**125.**Плоская квадратная рамка со стороной *a* = 20 см лежит в одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течёт ток *I* = 100 А. Рамка расположена так, что ближайшая к проводу сторона параллельна ему и находится на расстоянии *L* = 10 см от провода. Определить магнитный поток *Фт*, пронизывающий рамку.

**126.**По двум длинным параллельным проводникам, находящимся на расстоянии *L* = 30 см, проходит ток *I* = 20 А. Между проводниками в одной плоскости с ними расположена равноудалённая от них рамка площадью *S* = *ab*, где *a* = 10 см, *b* = 100 см. Вычислить магнитный поток *Фт* через рамку.