

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

ФИЗИКА
Часть 4
ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Методические указания с заданиями
для самостоятельных работ

Новосибирск 2020

УДК
ББК

Кафедра теоретической и прикладной физики

Составители: ст. преп. *И.М. Дзю*;
ст. преп. *А.П. Минаев*;
д-р физ.-мат. наук, проф. *И.В. Ершов*

Рецензент д-р физ.-мат. наук, ст.науч.сотр. чл.-корр. РАН. *А.В. Бойко*
(ИТПМ им. С.А. Христиановича СО РАН)

Физика. Часть.4: Электромагнетизм: учебное пособие / Новосибирский государственный аграрный университет, Инженерный институт; составители: И.М. Дзю, А.П. Минаев, И.В. Ершов. – Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – 41 с.

Методические указания составлен в соответствии с действующей программой курса физики. Представленное количество заданий обеспечивает индивидуальную работу 60 студентов в потоке. Каждый вариант содержит 5 задач, охватывающих основные понятия электромагнетизма.

Предназначены для студентов всех направлений подготовки очной форм обучения.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол № 6 от 28 января 2020 г.)

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое издание включает в себя задачи по разделу физики: «электромагнетизм». Оно соответствует программе курса физики для инженерно-технических специальностей.

При подборе задач отдавалось предпочтение реальным задачам, заимствованным из практики, науки и техники. Мы стремились расположить в каждом варианте задачи различной степени сложности.

Решение задач по физике способствует лучшему усвоению теории. Единственный способ научиться решать задачи – самостоятельное решение большого числа задач. Решению задач научить нельзя – можно только научиться.

Основные понятия и формулы для решения задач магнитостатики

Характеристикой магнитного поля является *магнитная индукция* \vec{B} .

Модулем вектора магнитной индукции назовем отношение максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на участок проводника с током, к произведению силы тока на длину этого участка:

$$B = \frac{F_m}{I\Delta l}.$$

Единица магнитной индукции называется тесла (1 Тл).

Магнитным потоком Φ через поверхность контура площадью S называют величину, равную произведению модуля вектора магнитной индукции на площадь этой поверхности и на косинус угла между вектором магнитной индукции \vec{B} и нормалью к поверхности \vec{n} :

$$\Phi = BS \cos \alpha.$$

Единицей магнитного потока является вебер (1 Вб).

Закон Ампера:

$$F = BIl \sin \alpha.$$

На электрический заряд, движущийся в магнитном поле, действует сила Лоренца:

$$F = qvB \sin \alpha.$$

Электромагнитная индукция

Закон электромагнитной индукции (закон Фарадея):

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -(\Phi)'.$$

Магнитный поток, пронизывающий контур, прямо пропорционален току, протекающему в этом контуре:

$$\Phi = LI.$$

Энергия магнитного поля:

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где L – индуктивность проводника, создающего поле; I – ток, текущий по этому проводнику.

Электромагнитные колебания и волны

Колебательным контуром называется электрическая цепь, состоящая из последовательно соединенных конденсатора с емкостью C и катушки с индуктивностью L .

Энергия заряженного конденсатора: $W = \frac{q^2}{2C}$.

Энергия магнитного поля катушки: $W = \frac{LI^2}{2}$.

Для свободных незатухающих колебаний в контуре циклическая частота определяется по формуле

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}.$$

Период свободных колебаний в контуре определяется формулой Томсона:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$

Конденсатор оказывает переменному току сопротивление, которое можно посчитать по формуле

$$R_C = \frac{1}{\omega C}.$$

Катушка индуктивности оказывает переменному току сопротивление, которое определяется по формуле

$$R_L = \omega L.$$

Решение задач

1. Записать столбиком данные задачи. Все величины выразить в единицах системы СИ. Выполнить чертеж или рисунок, поясняющий содержание задачи. Записать основные формулы, на которых базируется решение, дать словесную формулировку этих законов, разъяснить буквенные обозначения формул. В случае, если формула не выражает какой-нибудь физической величины, ее надо вывести.
2. Решение задачи сопровождать краткими, но исчерпывающими пояснениями.
3. Решить задачу необходимо в общем виде, т.е. от начала и до конца решение выполняется в буквенном виде, числовые значения подставляются в окончательную рабочую формулу, выражающую искомую величину.
4. Подставить в рабочую формулу размерности величин и убедиться в правильности размерности искомой величины или ее единицы.
5. Произвести вычисление величин, подставленных в формулу, руководствуясь правилами приближения вычислений, записать в ответе числовое значение и сокращенное наименование единицы искомой величины по ГОСТу.
6. При подстановке в рабочую формулу, а также при записи ответа числовые значения величин записать как произведение десятичной дроби с одной значащей цифрой перед запятой на соответствующую степень десяти.

Вариант 1

1. В вершинах равностороннего треугольника со стороной 50 см расположены два одинаково направленных прямых тока по 30 А и противоположно направленный ток 10 А. Найти напряженность поля в центре треугольника. [Ответ: 17,1 А]

2. Найти магнитный поток через «уголок», образованный двумя перпендикулярными прямоугольниками площадью 200 см^2 каждый, если магнитное поле с индукцией $5 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ составляет угол 30° с плоскостью одного из прямоугольников и 60° с плоскостью другого. [Ответ: $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$]

3. Электрон, влетев в однородное магнитное поле индукцией 2 мТл , движется по круговой орбите радиусом 15 см. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока. [Ответ: 0,632] $\text{пА} \cdot \text{м}^2$

4. В магнитном поле бесконечно длинного прямого проводника с током 10 А со скоростью 2 м/с движется проводник длиной 1 м по направлению, перпендикулярному току. Во время движения проводник остается параллельным проводнику с током. Начальное расстояние между проводниками 0,01 м. Вычислить ЭДС индукции в движущемся проводнике через 2 с после начала движения. [Ответ: 10^{-6} В]

5. Катушка длиной 20 см и диаметром 3 см имеет 400 витков. По катушке идет ток силой 2 А. Найти индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения. [Ответ: $7,1 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$, $3,55 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$]

Вариант 2

1. В двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 40 см расположены прямые токи по 20 А. Найти напряженность магнитного поля в третьей вершине. Рассмотреть случаи одинакового и противоположного направления токов. [Ответ: 13,79 А/м; 7,96 А/м]

2. Рамка, имеющая форму квадрата со стороной 10 см, находится в магнитном поле с индукцией 0,3 Тл. Найти магнитный поток через рамку, если угол между вектором индукции и плоскостью рамки равен 60° . [Ответ: $2,55 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$]

3. Электрон, обладая скоростью 1 Мм/с, влетает в однородное магнитное поле под углом 60° к направлению поля и начинает двигаться по спирали. Напряженность магнитного поля 1,5 кА/м. Определить: 1) шаг спирали; 2) радиус витка спирали. [Ответ: 9,49 мм; 2,62 мм]

4. Кольцо из медного провода массой 10 г помещено в однородное магнитное поле с индукцией 0,5 Тл так, что плоскость кольца составляет угол 60° с линиями магнитной индукции. Определить заряд, который пройдет по кольцу, если снять магнитное поле [Ответ: 4,27 Кл]

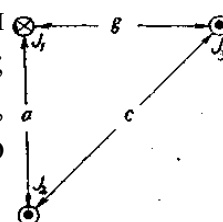
5. Цепь, состоящую из катушки с сопротивлением 10 Ом и катушки индуктивностью 1 Гн, разомкнули. Через сколько времени сила тока уменьшится до 0,001 начального значения? [Ответ: через 0,69 с]

Вариант 3

1. Два прямых тока по 10 А, расположенные по диагоналям квадрата со стороной 30 см, текут в одном направлении. Ток 20 А, помещенный в третьей вершине, имеет противоположное направление. Найти напряженность магнитного поля в четвертой вершине квадрата. [Ответ: 0 А/м]

2. Замкнутый контур площадью 50 см^2 и током 4 А начал вращаться с угловым ускорением $0,5 \text{ рад/с}^2$. Какую работу нужно совершить к 5 секунде вращения, если поле перпендикулярно оси вращения и имеет индукцию 0,5 Тл? [Ответ: $2 \cdot 10^{-2}$ Дж]

3. Три бесконечно длинных прямых проводника расположены параллельно друг другу согласно рисунку. $J_1=15 \text{ А}$; $J_2=20 \text{ А}$; $J_3=30 \text{ А}$; $a=20 \text{ см}$; $b=15 \text{ см}$; $c=30 \text{ см}$. Определить силу, действующую на единицу длины третьего проводника со стороны двух других. [Ответ: $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ Н/м}$]



4. Определить силу тока в цепи через 0,01 с после ее размыкания. Сопротивление цепи 20 Ом и индуктивность 0,1 Гн. До размыкания по цепи шел ток 50 А. [Ответ: 6,75 А]

5. Соленоид имеет длину 1 м и сечение 20 см^2 . При некоторой силе тока, протекающего по обмотке, в соленоиде создается магнитный поток 80 мкВб. Чему равна энергия магнитного поля соленоида? [Ответ: 1,27 Дж]

Вариант 4

1. Четыре прямых бесконечно длинных проводника с одинаково направленными токами по 10 А расположены в вершинах квадрата со стороной 20 см. Найти напряженность поля в центре одной из сторон. [Ответ: 12,74 А/м]

2. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 0,5 кВ, движется параллельно прямолинейному длинному проводнику на расстоянии 6,25 см от него. Определить силу, действующую на электрон, если через проводник пропускать ток 10 А. [Ответ: 4,24 Н]

3. Прямой проводник длиной 10 см помещен в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл. Концы проводника замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи 0,4 Ом. Какая мощность потребуется для того, чтобы двигать проводник перпендикулярно линиям индукции со скоростью 20 м/с? [Ответ: 10 Вт]

4. Определить, через сколько времени сила тока замыкания достигнет 0,95 предельного значения, если источник тока замыкают на катушку сопротивлением 12 Ом и индуктивностью 0,5 Гн. [Ответ: 125 мс]

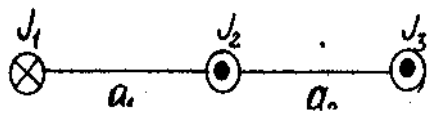
5. На длинный железный сердечник радиусом 1 см намотан однослойный соленоид, содержащий 10 витков на каждый сантиметр длины. Обмотка выполнена из медного провода сечением 1 мм². Через сколько времени в обмотке соленоида выделится количество теплоты, равное энергии магнитного поля в сердечнике, если она подключена к источнику постоянного напряжения? Магнитная проницаемость сердечника $\mu=400$. [Ответ: через 0,07 с]

Вариант 5

1. В трех вершинах равностороннего треугольника со стороной 0,5 м расположены прямые токи по 30 А. Найти напряженность магнитного поля в середине одной из сторон, если один ток направлен противоположно двум другим. Рассмотреть возможные ситуации. [Ответ: 8,85 А/м; 39,15 А/м]

2. Магнитный поток через рамку площадью 170 см², находящуюся в однородном магнитном поле, меняется по закону $\Phi(t)=1,50 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(0,25t)$ Вб. Найти величину индукции магнитного поля и период обращения рамки, если магнитное поле перпендикулярно оси вращения. [Ответ: $0,88 \cdot 10^{-4}$ Тл; 25 с]

3. Три проводника длиной $\ell=50$ см каждый расположены в одной плоскости. По ним проходят токи $J_1=18$ А, $J_2=24$ А, $J_3=35$ А. Расстояние между проводниками $a_1=2,5$ см, $a_2=2$ см. Определить значение и направление результирующей силы, действующей на третий проводник со стороны первого и второго проводников.



[Ответ: $5,6 \cdot 10^{-3}$ Н]

4. Найти индуктивность катушки, имеющей 400 витков на длине 20 см. Площадь поперечного сечения катушки 9 см². Найти индуктивность этой катушки в том случае, если внутрь катушки введен железный сердечник. Магнитная проницаемость сердечника в условиях работы равна 400. [Ответ: 0,9 мГн; 0,38 Гн]

5. Тороид со стальным сердечником ($\mu=1000$) имеет индуктивность 0,5 Гн. Энергия магнитного поля тороида равна 5,6 Дж. Определить число витков и ток в катушке, если внешний диаметр тороида 4 см, сечение круглое диаметром 5 мм. [Ответ: 1500 витков; 4,73 А]

Вариант 6

1. В трех вершинах квадрата со стороной 40 см расположены прямые токи 20, 30 и 20 А, текущие в одну сторону. Найти напряженность поля в четвертой вершине. [Ответ: 19,7 А/м]

2. Пройдя ускоряющую разность потенциалов 2 кВ, электрон влетел в однородное магнитное поле с индукцией 1,6 мТл перпендикулярно линиям индукции поля. Определить радиус окружности, по которой будет двигаться электрон, и его момент импульса.
[Ответ: 9 см; $2,3 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$]

3. Виток из проволоки площадью 1 м^2 расположен перпендикулярно магнитному полю, индукция которого изменяется по закону $B=0,5 \cdot (1 - e^{-t})$ Тл. Определить ЭДС индукции в витке через 3 с.
[Ответ: 0,075 В]

4. Источник тока замкнули на катушку с сопротивлением 10 Ом и индуктивностью 1 Гн. Через сколько времени сила тока замыкания достигнет 0,9 предельного значения?
[Ответ: через 0,23 с]

5. По соленоиду проходит ток $J=5 \text{ А}$. Соленоид имеет длину 1 м, число витков 500 и площадь поперечного сечения 50 см^2 . Найти энергию магнитного поля соленоида.
[Ответ: $1,96 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$]

Вариант 7

1. На расстоянии 8 см друг от друга расположены два противоположно направленных тока по 5 А. Найти напряженность поля в точке, находящейся в 6 см от первого и 10 см от второго тока.
[Ответ: 1,06 А/м]

2. Какой поток пронизывает квадратную рамку со стороной 1 м, если через центр квадрата параллельно его двум сторонам течет ток 5 А?
[Ответ: 0 Вб]

3. Найти работу по перемещению проводника с током длиной 2,5 м в однородном магнитном поле индукцией 0,5 Тл перпендикулярно полю на расстояние 2 м со скоростью 0,2 м/с. Ток изменяется от начала движения по закону $I(t)=4e^{-2t}$
[Ответ: 1,73 Дж]

4. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов 10^4 В , влетел в однородное магнитное поле. Определить значение индукции магнитного поля, если радиус окружности вращения 10 см.
[Ответ: 0,2 Тл]

5. Две катушки имеют взаимную индуктивность, равную 0,005 Гн. В первой катушке сила тока изменяется по закону $J=J_0 \cdot \sin \omega t$, где $J_0=10 \text{ А}$, $t=0,02 \text{ с}$. Найти наибольшее значение этой ЭДС.
[Ответ: 15,7 В]

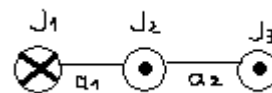
Вариант 8

1. В двух вершинах прямоугольного треугольника со сторонами 6, 8 и 10 см расположены прямые токи по 5 А. Найти напряженность поля в третьей вершине, если токи направлены в противоположные стороны и находятся в вершинах при малом катете.
[Ответ: 0,59 А/м]

2. Период обращения рамки в магнитном поле равен 2 с. Найти магнитный поток через рамку через 1; 1,5; 2 с после начала движения, если вначале магнитное поле

было параллельно плоскости рамки и перпендикулярно оси вращения. Площадь рамки $0,02 \text{ м}^2$. Индукция $0,1 \text{ Тл}$. [Ответ: 0; $0,002$; 0 Вб]

3. Три проводника длиной 120 см каждый расположены друг относительно друга на расстоянии $a_1=35 \text{ см}$, $a_2=20 \text{ см}$. Токи в проводниках $J_1=18 \text{ А}$, $J_2=24 \text{ А}$, $J_3=35 \text{ А}$. Определить значение и направление результирующей силы, действующей на третий проводник со стороны первого и второго проводников. [Ответ: $1,28 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$]

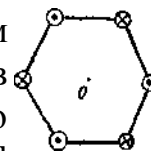


4. Обмотка соленоида состоит из N витков медной проволоки, поперечное сечение которой 1 мм^2 . Длина соленоида 25 см , его сопротивление $0,2 \text{ Ом}$. Найти индуктивность соленоида. [Ответ: $5,5 \cdot 10^{-5} \text{ Гн}$]

5. Соленоид содержит 1000 витков. Сила тока в его обмотке 1 А , магнитный поток через поперечное сечение соленоида равен $0,1 \text{ мВб}$. Вычислить энергию магнитного поля. [Ответ: 50 Дж]

Вариант 9

1. В вершинах правильного шестиугольника со стороной 30 см расположены прямые токи по 20 А . Найти напряженность поля в центре шестиугольника, если токи направлены так, как показано на рисунке. [Ответ: $42,5 \text{ А/м}$]



2. Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии $d_1=10 \text{ см}$ друг от друга. По проводникам текут токи $J_1=20 \text{ А}$ и $J_2=30 \text{ А}$ в одном и том же направлении. Какую работу нужно совершить (на единицу длины проводника), чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния $d_2=20 \text{ см}$? [Ответ: $8,3 \cdot 10^{-5} \text{ Дж/м}$]

3. Электрон влетает в однородное магнитное поле, индукция которого 10^{-3} Тл , со скоростью 6000 км/с . Направление скорости составляет угол 30° с направлением поля. Определить радиус окружности и шаг траектории движения электрона в магнитном поле. [Ответ: $1,7 \text{ см}$; $0,186 \text{ м}$]

4. Однородное магнитное поле перпендикулярно плоскости медного кольца ($\rho=1,75 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$), имеющего диаметр 20 см и толщину 2 мм . С какой скоростью должна изменяться во времени магнитная индукция, чтобы ток в кольце равнялся 10 А ? [Ответ: $1,12 \text{ Тл}$]

5. Катушка, намотанная на немагнитный цилиндрический каркас, имеет 750 витков и индуктивность 25 мГн . Чтобы увеличить индуктивность катушки до 36 мГн , обмотку с катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось в катушке после перемотки? [Ответ: 900]

Вариант 10

1. Два прямых бесконечно длинных тока силой 20 и 30 А находятся на расстоянии 5 м друг от друга. Найти напряженность магнитного поля в точке, расположенной в 4 м от первого и в 3 м от второго тока. [Ответ: 1,78 А/м]
2. Длинный прямой провод согнули так, что на нем образовалась плоская петля радиусом 5 см. Найти напряженность магнитного поля в центре петли, если ее плоскость параллельна проводу, а ток, текущий в системе, равен 2 А. [Ответ: 26,37 А/м]
3. Найти работу по перемещению проводника с током 4 А длиной 2,5 м в однородном магнитном поле индукцией 0,5 Тл перпендикулярно полю на расстояние 2 м. [Ответ: 10 Дж]
4. Соленоид сечением 5 см^2 содержит 1200 витков. Индукция магнитного поля внутри соленоида при токе 2 А равна 0,01 Тл. Определить индуктивность соленоида. [Ответ: 3 мГн]
5. Энергия, запасенная в магнитном поле контура, равна 1,8 Дж. Потокосцепление 0,54 Вб. Определить ток в контуре и его индуктивность. [Ответ: 6,7А; $8 \cdot 10^2 \text{ Гн}$]

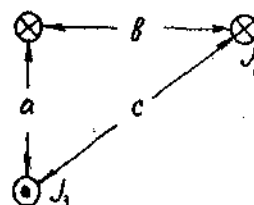
Вариант 11

1. Плоскость контура площадью $0,04 \text{ м}^2$ составляет угол 45° с направлением индукции магнитного поля, в котором она находится. Найти магнитный поток через контур, если напряженность магнитного поля равна $9,55 \cdot 10^3 \text{ А/м}$. Считать, что контур находится в вакууме. [Ответ: $3,36 \cdot 10 \text{ Вб}$]
2. Металлическое кольцо, охватывающее площадь 10 см², расположено внутри соленоида, имеющего на каждом сантиметре 5 витков. Через соленоид пропускают ток, меняющийся по закону $J = J_0 - kt$, где $J_0 = 10 \text{ А}$, $k = 0,1 \text{ А/с}$. Найти величину ЭДС индукции в витке и силу индукционного тока. Сопротивление кольца 10^{-3} Ом . [Ответ: $6,28 \cdot 10^{-8} \text{ В}$; $6,28 \cdot 10^{-5} \text{ А}$]
3. Катушку индуктивностью 0,6 Гн подключают к источнику тока. Определить сопротивление катушки, если за время 3 с сила тока через катушку достигает 80% предельного значения. [Ответ: 322 мОм]
4. Обмотка электромагнита имеет сопротивление 10 Ом, индуктивность 0,2 Гн и находится под постоянным напряжением. В течение какого промежутка времени t в обмотке выделится количество теплоты, равное энергии магнитного поля в сердечнике? [Ответ: 10^2 с]
5. Через катушку, индуктивность которой равна 200 мГн, протекает ток, изменяющийся по закону $J = 2 \cos 3t$. Определить максимальное значение ЭДС самоиндукции. [Ответ: 1,2 В]

Вариант 12

1. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 3,14 А. Круговой виток расположен так, что его плоскость параллельна прямому проводу, а перпендикуляр, опущенный на него из центра витка, является нормалью к плоскости витка. По витку идет ток 3 А. Расстояние от центра витка до прямого проводника 20 см. Радиус витка 30 см. Найти индукцию магнитного поля в центре витка. [Ответ: $7,02 \cdot 10^{-6}$ Тл]

2. Определить радиус траектории протона, имевшего при влете в однородное магнитное поле с индукцией 0,5 Тл кинетическую энергию 100 кэВ. [Ответ: 9,13 мм]



3. Квадратная рамка помещена в однородное магнитное поле. Нормаль составляет с направлением магнитного поля угол 60° . Сторона рамки 10 см. Определить напряженность магнитного поля, если известно, что среднее значение ЭДС индукции, возникшей в рамке при выключении поля в течение 0,01 с, равно 50 мВ. [Ответ: $7,96 \cdot 10^4$ А/м]

4. Через катушку, индуктивность которой равна 200 мГн, протекает ток, изменяющийся по закону $J = 2 \cos 3t$. Определить максимальное значение ЭДС самоиндукции. [Ответ: 1,2 В]

5. Потокосцепление самоиндукции контура, по которому проходит ток, 0,12 Вб. Энергия, запасенная в магнитном поле, равна 0,66 Дж. Определить индуктивность контура. [Ответ: 0,12 Гн]

Вариант 13

1. Длинный прямой провод согнули так, что на нем образовалась плоская петля радиусом 10 см. По проводу течет ток 20 А. Найти напряженность магнитного поля в центре петли, если ее плоскость перпендикулярна проводу. [Ответ: 131 А/м]

2. В вершинах равностороннего треугольника со стороной 20 см расположены одинаковые токи по 20 А. Найти напряженность магнитного поля в центре треугольника, если один из токов направлен противоположно двум другим. [Ответ: 6,61 А/м]

3. Протон, пройдя в однородном электрическом поле путь 40 см, влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям индукции ($B = 0,2$ Тл). Момент импульса протона равен $2 \cdot 10^{-23}$ кг·м²/с. Определить напряженность электрического поля и период обращения протона по окружности. [Ответ: 300 В/м; $1,64 \cdot 10^{-7}$ с]

4. В соленоид длиной 50 см вставлен сердечник из такого сорта железа, для

которого зависимость $B=f(H)$ неизвестна. Число витков на единицу длины равно 400, площадь поперечного сечения соленоида 10 см^2 . Найти магнитную проницаемость сердечника при силе тока через обмотку соленоида 5 А. Магнитный поток, пронизывающий соленоид, $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$. Найти индуктивность соленоида. [Ответ: 640; $6,4 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}$]

5. Индукция магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от $B_1=0,5 \text{ Тл}$ до $B_2=1 \text{ Тл}$. Найти, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии магнитного поля. [Ответ: в 6,4 раза]

Вариант 14

1. Три concentрических круговых тока радиусами 10, 20 и 30 см лежат в одной плоскости. По ним текут токи 18, 12 и 6 А соответственно. Найти напряженность магнитного поля в центре, если внутренний ток течет по часовой стрелке, а два других – против. [Ответ: 50 А/м]

2. Замкнутый контур представляет собой прямоугольник, одна из сторон которого может перемещаться без трения, как показано на рисунке. Ее длина 1,5 м. Найти работу, совершенную при перемещении скользящего контакта с расстояния $x_1=1 \text{ м}$ до $x_2=2 \text{ м}$ от противоположной стороны, если ток не изменяется и равен 5 А. Магнитное поле перпендикулярно контуру и равно 1,9 Тл. [Ответ: 14,25 Дж]

3. Альфа-частицу разогнали в однородном электрическом поле с напряженностью 1000 В/м в течение 10^{-3} с . Затем она влетела в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции ($B=1 \text{ Тл}$). Определить радиус окружности вращения электрона и импульс частицы. [Ответ: 1 м; $3,2 \cdot 10^{-19} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$]

4. Имеется соленоид с железным сердечником длиной 50 см, площадью поперечного сечения 10 см^2 и числом витков 1000. Найти индуктивность этого соленоида, если по обмотке соленоида течет ток: 1) 0,1 А; 2) 0,2 А; 3) 2 А. [Ответ: 9; 5,8; 0,83 Гн]

6. Ток в катушке уменьшился с 12 до 8 А. При этом энергия магнитного поля катушки уменьшилась на 2 Дж. Какова индуктивность катушки и энергия ее магнитного поля в обоих случаях? [Ответ: $5 \cdot 10^{-2} \text{ Гн}$; 3,6 Дж; 1,6 Дж]

Вариант 15

1. Кольцо с током $J_1=10 \text{ А}$ и прямой ток $J_2=20 \text{ А}$ лежат в одной плоскости. Радиус кольца 10 см, расстояние от его центра до прямого тока 0,5 м. Найти напряженность магнитного поля в центре кольца. Рассмотреть случаи возможного направления токов. [Ответ: 56,37 А/м; 43,63 А/м]

2. Четыре прямых бесконечно длинных проводника с одинаковыми токами расположены в вершинах квадрата со стороной 20 см. Напряженность

магнитного поля в центре квадрата $45,04 \text{ А/м}$. Найти величину тока.

[Ответ: 20 А]

3. Из двух проволок длиной $1,5 \text{ м}$ каждая сделаны квадрат и прямоугольник. Через какой контур магнитный поток будет больше и во сколько раз, если оба они расположены перпендикулярно однородному магнитному полю, а отношение сторон прямоугольника равно 2? [Ответ: через квадрат в $1,125$ раза]

4. Протон, влетевший в однородное магнитное поле напряженностью $1,5 \cdot 10^4 \text{ А/м}$ перпендикулярно силовым линиям индукции, имел момент импульса $2 \cdot 10^{-21} \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}$. Определить радиус окружности вращения протона и период его обращения по окружности. [Ответ: $0,81 \text{ м}$; $3,48 \cdot 10^{-6} \text{ с}$]

5. Длинный соленоид индуктивностью 4 мГн содержит 600 витков. Площадь поперечного сечения соленоида 20 см^2 . Определить магнитную индукцию поля внутри соленоида, если сила тока, протекающего по его обмотке, равна 6 А . [Ответ: $0,02 \text{ Тл}$]

Вариант 16

1. Бесконечно длинный прямой провод согнут под прямым углом. По проводу течет ток силой 100 А . Вычислить магнитную индукцию в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от вершины на расстояние 100 см . [Ответ: 482 мкТл ; $82,8 \text{ мкТл}$]

2. Поле создано двумя параллельными круговыми витками с противоположно направленными токами по 10 А . Расстояние между витками 10 см , их радиусы 5 см . Найти напряженность магнитного поля в 5 см от центра каждого из витков. [Ответ: $32,13 \text{ А/м}$; 0 А/м]

3. Электрон вращается в однородном магнитном поле с индукцией $0,1 \text{ Тл}$ по окружности радиусом $0,1 \text{ м}$. Какова должна быть разность потенциалов электрического поля, чтобы после выключения магнитного поля затормозить электрон? [Ответ: $8,8 \cdot 10^6 \text{ В}$]

4. Катушка длиной 50 см и диаметром 5 см содержит 200 витков. По катушке течет ток 1 А . Определить: 1) индуктивность катушки; 2) магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения. [Ответ: 197 мкГн ; 985 мВб]

5. При увеличении силы тока, проходящего через соленоид с индуктивностью $0,5 \text{ Гн}$, в 2 раза энергия магнитного поля возросла на 3 Дж . Найти начальное значение силы тока и энергии поля. [Ответ: 2 А ; 1 Дж]

Вариант 17

1. В вершинах равностороннего треугольника со стороной 20 см расположены одинаково направленные прямые токи по 10 А каждый. Найти вектор

напряженности магнитного поля посередине одной из сторон. Каким станет поле, если один из токов переменит направление? [Ответ: 7,12 А/м; 32,63 А/м]

2. Какой магнитный поток проходит через прямоугольник со сторонами 5 и 10 см, если на расстоянии 5 см, параллельно одной из его длинных сторон, находится проводник - с током 10 А, а параллельно противоположной проводник с током 5 А, текущим в противоположном направлении? Проводники лежат в плоскости, образованной прямоугольником. [Ответ: $2,1 \cdot 10^{-7}$ Вб]

3. Определить радиус окружности и период обращения электрона по ней, если электрон прошел ускоряющую разность потенциалов 1000 В. Перед тем, как он влетел в магнитное поле с индукцией 10 Тл, он имел момент импульса, равный $1,7 \cdot 10^{-23}$ кг·м²/с. [Ответ: 3,26 мм; $3,57 \cdot 10^{-10}$ с]

4. Плоский виток провода расположен перпендикулярно однородному магнитному полю. Когда виток повернулся на угол 180°, по нему прошел заряд 7,2 мКл. На какой угол повернулся виток, если по нему прошел заряд 1,8 мКл? [Ответ: 60°]

5. Сколько витков проволоки диаметром 0,4 мм с изоляцией ничтожной толщины нужно намотать на картонный цилиндр диаметром 2 см, чтобы получить однослойную катушку с индуктивностью 1 мГн? Витки вплотную прилегают друг к другу. [Ответ: 1000]

Вариант 18

1. В трех вершинах квадрата со стороной 30 см расположены прямые токи 10, 15 и 20 А, текущие в одну сторону. Найти напряженность магнитного поля в центре квадрата. Каким оно станет, если один из токов сменит направление? [Ответ: 13,53 А/м; 25,18 А/м]

2. Однозарядные ионы неона с массовыми числами 20 и 22 ($1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг) и кинетической энергией $6,2 \cdot 10^{-16}$ Дж влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и описав полуокружность, вылетают из поля двумя пучками. Определить расстояние между пучками, если магнитное поле находится в вакууме и его индукция 0,24 Тл. [Ответ: 1,65 см]

3. Виток радиусом 5 м расположен так, что магнитное поле перпендикулярно плоскости витка. Магнитное поле возрастает прямо пропорционально во времени: $B=kt$, где $k=5 \cdot 10^{-2}$ Тл/с. Определить величину индукционного тока, который потечет по витку, если его сопротивление 10 Ом. [Ответ: 0,4 А]

4. В соленоиде без сердечника, содержащем 1000 витков, при увеличении силы тока магнитный поток увеличился на 1 мВб. Определить среднюю ЭДС самоиндукции, возникающую в соленоиде, если изменение силы тока

произошло за 0,1 с.

[Ответ: 1 В]

5. Энергия магнитного поля катушки равна 12,8 Дж. Определить потокоцепление и индуктивность катушки, если ток в ней равен 6,4 А.

[Ответ: 4 Вб; 625 Гн]

Вариант 19

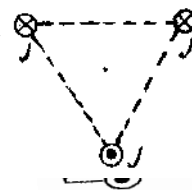
1. Два параллельных бесконечно длинных провода, по которым текут токи 60 А в одном направлении, расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Определить индукцию магнитного поля в точке, отстоящей от одного проводника на 5 см и от другого - на 12 см.

[Ответ: 0,3 мТл]

2. Виток радиусом $a = 20$ см с током $J = 20$ А расположен в одной плоскости с прямым током $J_0 = 40$ А. На каком расстоянии находится прямой ток, если поле в центре витка 116 А/м?

[Ответ: 0,3 м]

3. Три бесконечно длинных проводника расположены параллельно друг другу, как это изображено на рисунке. Два из них (верхние на рисунке) закреплены жестко, а нижний может перемещаться. Токи в проводниках одинаковы. Чему будет равно отношение сил при перемещении проводника из нижней точки в центр?



[Ответ: 1]

4. Сколько витков имеет катушка, индуктивность которой 0,001 Гн, если при силе тока 1 А магнитный поток сквозь катушку $2 \cdot 10^{-6}$ Вб?

[Ответ: 500]

5. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от 200 до 800 А/м. Определить, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии магнитного поля.

[Ответ: в 10,5 раз]

Вариант 20

1. В вершинах равнобедренного прямоугольного треугольника расположены прямые токи по 20 А. Найти напряженность магнитного поля в центре каждой из сторон, если все токи направлены в одну сторону. Длина катета 30 см.

[Ответ: 15,01 А; 3,49; 3,49 А]

2. Прямоугольная рамка со сторонами 10 и 30 см находится посередине между двумя длинными проводниками, по которым текут токи 1 и 5 А в одинаковых направлениях, сама рамка лежит в плоскости проводников, большая сторона параллельна проводникам. Найти магнитный поток через рамку, если расстояние между проводниками 20 см.

[Ответ: $2,65 \cdot 10^{-7}$ Вб]

3. Покоящийся в начальный момент протон ускоряется электрическим полем, напряженность которого $E = \text{const}$. Через 0,02 с он влетает в магнитное поле, перпендикулярное электрическому, магнитная индукция которого 10^{-8} Тл. Во

сколько раз нормальное ускорение протона в этот момент больше его тангенциального ускорения? [Ответ: 35,16]

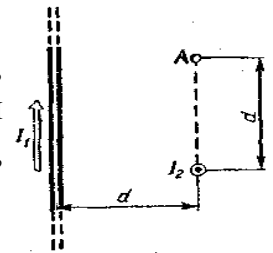
4. Катушка с железным сердечником имеет площадь поперечного сечения 20 см^2 и число витков, равное 500. Индуктивность катушки с сердечником равна $0,28 \text{ Гн}$ при силе тока через обмотку 5 А . Найти магнитную проницаемость железного сердечника в этих условиях. [Ответ: 1400]

5. Индуктивность соленоида равна $1,2 \text{ Гн}$. Сердечник соленоида стальной, имеет длину 65 мм и площадь сечения 200 мм^2 . Определить магнитный поток соленоида, если энергия его магнитного поля равна 85 Дж , а число витков 500, и относительную магнитную проницаемость сердечника.
[Ответ: $28,6 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$; 1240]

Вариант 21

1. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи $J_1=100 \text{ А}$ и $J_2=200 \text{ А}$. Определить магнитную индукцию в точке А, равноудаленной от проводов на расстояние $d=10 \text{ см}$.

[Ответ: $6 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$]



2. Найти магнитный поток, пересекаемый вращающимся стержнем длиной 50 см в магнитном поле, перпендикулярном плоскости вращения, за 10 с . Угловая скорость вращения $1,2 \text{ рад/с}$, индукция магнитного поля $0,15 \text{ Тл}$. Ось вращения проходит через конец стержня. [Ответ: $0,225 \text{ Вб}$]

3. Электрон вращается в однородном магнитном поле с индукцией $0,1 \text{ Тл}$ по окружности радиусом $0,1 \text{ м}$. Какова должна быть разность потенциалов электрического поля, чтобы после выключения магнитного поля затормозить электрон? [Ответ: $8,8 \cdot 10^6 \text{ В}$]

4. Имеется катушка, индуктивность которой равна $0,2 \text{ Гн}$ и сопротивление $1,64 \text{ Ом}$. Найти, во сколько раз уменьшится сила тока в катушке через $0,05 \text{ с}$ после того, как ЭДС выключена и катушка замкнута накоротко. [Ответ: 1,5 раза]

5. По обмотке длинного соленоида со стальным сердечником течет ток силой 2 А . Определить объемную плотность энергии магнитного поля в сердечнике, если число витков на каждом сантиметре длины соленоида равно 7 см^{-1}
[Ответ: 840 Дж/м^3]

Вариант 22

1. Два круговых витка расположены взаимно перпендикулярно. Токи в витках соответственно $J_1=10 \text{ А}$, $J_2=20 \text{ А}$. Определить индукцию магнитного поля в точке А на пересечении перпендикуляров, восстановленных из центров витков, если

$L_1=15\text{ см}, L_2=20\text{ см}, R_1=10\text{ см}, R_2=15\text{ см}.$

[Ответ: $2,094 \cdot 10^{-5}\text{ Тл}$]

2. На какой угол нужно повернуть перпендикулярный магнитному полю замкнутый контур, чтобы совершить работу 2 Дж? Площадь контура $0,3\text{ м}^2$. Индукция поля 2 Тл. Ток в контуре 10 А. [Ответ: $70,5^\circ$]

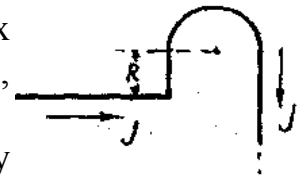
3. Положительно заряженная частица влетает в одинаково направленные, перпендикулярно ее скорости, однородные магнитное и электрическое поля. Определить, под каким углом к полям будет направлено ее ускорение, если скорость частицы 10^3 м/с , индукция магнитного поля $5 \cdot 10^{-2}\text{ Тл}$, напряженность электрического поля 35 В/м . [Ответ: 55°]

4. Определить индуктивность катушки, если при изменении силы тока от 5 до 10 А за 0,1 с в ней возникает ЭДС самоиндукции 10 В. [Ответ: 0,2 Гн]

5. Энергия магнитного поля контура изменилась на 0,8 Дж при изменении тока в нем от 3 до 6,5 А. Определить время изменения тока и индуктивность контура, если ЭДС самоиндукции 340 мВ. [Ответ: 0,5 с; 48,5 мГн]

Вариант 23.

1. Проводник, изображенный на рисунке, состоит из четырех участков: два из них полубесконечные прямые проводники, участок прямого проводника длиной $R=10\text{ см}$ и проводник в виде полуокружности того же радиуса. По проводнику течет ток $I=1\text{ А}$. Определить напряженность магнитного поля в центре полуокружности.



[Ответ: 3,6 А/м]

2. Какой магнитный поток пронизывает квадратную рамку со стороной 0,5 м, находящуюся на расстоянии 0,75 м от длинного прямого проводника с током 10 А? Провод лежит в плоскости рамки параллельно двум его сторонам.

[Ответ: $1,1 \cdot 10^{-6}\text{ Вб}$]

3. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 600 В, влетает в однородное магнитное поле индукцией 0,3 Тл и движется по окружности. Найти радиус окружности. [Ответ: 12 мм]

4. Имеется катушка длиной 20 см и диаметром 2 см. Обмотка катушки состоит из 200 витков медной проволоки, площадь поперечного сечения которой 1 мм^2 . Катушка включена в цепь с некоторой ЭДС. При помощи переключателя источник тока выключается, и катушка замыкается накоротко. Через сколько времени после выключения ЭДС сила тока в цепи уменьшится в 2 раза? [Ответ: $2,5 \cdot 10^{-4}\text{ с}$]

5. Соленоид с сердечником из немагнитного материала содержит 1200 витков

провода, плотно прилегающих друг к другу. При силе тока 4 А магнитный поток 6 мкВб. Определить индуктивность соленоида и энергию магнитного поля соленоида.
[Ответ: 1,8 мГн; 14,4 мДж]

Вариант 24

1. В трех вершинах квадрата со стороной 30 см расположены прямые токи 10, 15 и 20 А, текущие в одну сторону. Найти напряженность магнитного поля в центре квадрата. Каким оно станет, если один из токов сменит направление?
[Ответ: 13,53 А/м; 25,18 А/м]

2. Катушка, состоящая из 150 витков радиусом 5 см с током 10 А, поворачивается в магнитном поле с индукцией 1,5 Тл на 30°. Найти работу, совершаемую при этом, если первоначально магнитное поле было параллельно оси симметрии катушки
[Ответ: 8,83 Дж]

3. Частица, имеющая заряд электрона, влетает в однородное магнитное поле под углом 45° к линиям магнитной индукции и движется по винтовой линии с шагом 2 см. Определить импульс частицы, если индукция поля равна 10⁻² Тл.
[Ответ: 7,2·10⁻²⁴ кг·м/с]

4. Две длинные катушки намотаны на общий сердечник, индуктивности этих катушек 0,64 и 0,04 Гн. Определить, во сколько раз число витков первой катушки больше, чем второй.
[Ответ: в 4 раза]

5. Тороид диаметром (по средней линии) 40 см и площадью сечения 10 см² содержит 1200 витков. Вычислить энергию магнитного поля тороида при силе тока 10 А.
[Ответ: 7,2·10⁻³ Дж]

Вариант 25

1. Длинный провод с током 20 А находится на одинаковом расстоянии 20 см от двух параллельных круговых витков с токами по 30 А. Найти вектор индукции в центре витков, если токи в витках направлены одинаково. Радиусы витков равны 30 см.
[Ответ: 0,1 мТл]

2. Какую работу нужно затратить, чтобы повернуть расположенный перпендикулярно магнитному полю замкнутый контур на угол 240°? Площадь контура 0,3 м². Индукция поля 2 Тл. Ток в контуре 10 А.
[Ответ: 2 Дж]

3. Электрон, имеющий скорость 8·10⁶ м/с, влетает в однородное магнитное поле с индукцией 3,14·10⁻² Тл под углом 30° к ее направлению. Определить радиус и шаг винтовой линии, по которой будет двигаться далее электрон.
[Ответ: 78,76·10⁻⁴ м; 7,25·10⁻⁴ м]

4. Соленоид содержит 1000 витков. Сечение сердечника 10 см^2 . По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией 1,5 Тл. Найти среднее значение ЭДС, которая возникнет на зажимах соленоида, если ток уменьшится до нуля за время $5 \cdot 10^{-4} \text{ с}$.
[Ответ: 3000 В]

6. Имеется катушка, индуктивность которой равна 0,2 Гн, сопротивление 1,64 Ом. Найти, во сколько раз уменьшится сила тока в катушке через 0,05 с после того, как ЭДС выключена и катушка замкнута накоротко.
[Ответ: в 1,5 раз]

Вариант 26

1. В трех вершинах равностороннего прямоугольного треугольника со стороной 0,5 м расположены одинаково направленные прямые токи 30, 20 и 10 А. Найти вектор магнитной индукции в центре диагонали.
[Ответ: $1,6 \cdot 10^5 \text{ Тл}$]

2. Найти максимальный магнитный поток через рамку, вращающуюся в магнитном поле с индукцией 0,08 Тл, направленном под углом 60° к оси вращения. Площадь рамки 50 см^2 .
[Ответ: $3,4 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$]

3. По рамке течет ток 40 А. Для того, чтобы убрать ее из магнитного поля с индукцией 0,2 Тл (вектор индукции перпендикулярен плоскости рамки), нужно совершить работу 0,4 Дж. Определить площадь рамки.
[Ответ: $0,05 \text{ м}^2$]

4. Электрон, пройдя в однородном электрическом поле с напряженностью 1000 В/м расстояние 10 см, влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям ($B=0,1 \text{ Тл}$). Определить радиус орбиты электрона.
[Ответ: $3,37 \cdot 10^{-4} \text{ м}$]

5. Найти плотность энергии магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность намагничивающего поля равна 1,6 кА/м. Воспользоваться графиком $B=f(H)$.
[Ответ: $1,1 \text{ кДж/м}^3$]

Вариант 27

1. Магнитное поле создается прямым током $I_1=30 \text{ А}$ и круговым током $I_2=15 \text{ А}$, лежащим в параллельной плоскости на расстоянии 30 см от прямого тока. Найти индукцию магнитного поля в центре витка, если его радиус 15 см.
[Ответ: $6,59 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$]

2. Заряженная частица влетела перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, созданное в среде. В результате взаимодействия с веществом частица, находясь в поле, потеряла половину своей первоначальной энергии. Во сколько раз будут отличаться радиусы кривизны

траектории начала и конца пути?

[Ответ: $R_1/R_2=1,41$]

3. Какую дополнительную работу совершает источник тока в замкнутом контуре площадью $0,1 \text{ м}^2$, поддерживая постоянный ток 2 А при уменьшении внешнего перпендикулярного магнитного поля с 1 до $0,2 \text{ Тл}$?

[Ответ: $0,16 \text{ Дж}$]

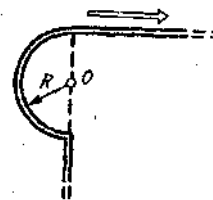
4. Если сила тока, проходящего в некотором соленоиде, изменяется на 50 А в секунду, то на концах соленоида возникает среднее значение ЭДС самоиндукции, равное $0,08 \text{ В}$. Найти индуктивность соленоида. [Ответ: $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$]

5. Обмотка тороида с немагнитным сердечником имеет 10 витков на каждый сантиметр длины. Определить плотность энергии поля, если по обмотке течет ток силой 16 А . [Ответ: 161 Дж/м^3]

Вариант 28

1. Прямой бесконечный проводник был изогнут так, как это изображено на рисунке. Радиус дуги окружности равен 10 см . Определить индукцию магнитного поля, создаваемого в точке O током $I=80 \text{ А}$, текущим по этому проводу.

[Ответ: 331 мкТл]



2. Три прямых тока по 20 А расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной 70 см , а прямой ток 50 А – в центре. Найти напряженность магнитного поля, если два тока в вершинах направлены в одну сторону, а оставшиеся два – в противоположную.

[Ответ: $38,5 \text{ А/м}$; $38,5 \text{ А/м}$; $44,7 \text{ А/м}$]

3. Обмотка соленоида состоит из одного слоя плотно прилегающих друг к другу витков медного провода. Диаметр провода $0,2 \text{ мм}$, диаметр соленоида 5 см . По соленоиду течет ток 1 А . Определить, какое количество электричества протечет через обмотку, если концы ее замкнуть накоротко. Толщиной изоляции пренебречь. [Ответ: $1,45 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$]

4. На картонный каркас длиной 50 см и площадью сечения 4 см^2 намотан в один слой провод диаметром $0,2 \text{ мм}$ так, что витки плотно прилегают друг к другу. Вычислить индуктивность получившегося соленоида.

[Ответ: $6,28 \text{ Гн}$]

5. Обмотка содержит 10 витков на каждый сантиметр длины тороида. Сердечник немагнитный. При какой силе тока в обмотке тороида плотность энергии магнитного поля равна 1 Дж/м^3 ? [Ответ: $1,26 \text{ А}$]

Вариант 29

1. По тонкому проводу, согнутому в виде прямоугольника со сторонами $a=30 \text{ см}$,

$b = 40$ см, идет ток силой 6 А. Определить индукцию в центре симметрии фигуры.
[Ответ: 20 мкТл]

3. Тонкая катушка площадью 1 м^2 , имеющая 50 витков, вращается в магнитном поле с индукцией 0,2 Тл. Найти максимальное потокоцепление, если вектор индукции магнитного поля образует угол 45° с осью вращения катушки.
[Ответ: 7 Вб]

3. Электрон влетает в однородное магнитное поле напряженностью 16 кА/м со скоростью $8 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Вектор скорости составляет угол 60° с направлением линий магнитной индукции. Определить радиус и шаг винтовой линии, по которой будет двигаться электрон.
[Ответ: 1,96 мм; 2,84 м]

4. По соленоиду течет ток 2 А. Магнитный поток, пронизывающий поперечное сечение соленоида, равен $4 \cdot 10^{-6} \text{ Вб}$. Определить индуктивность соленоида, если он имеет 800 витков.
[Ответ: $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$]

5. Напряженность магнитного поля замкнутого кольцевого соленоида 798 А/м . Сердечник немагнитный. Сечение соленоида 5 см^2 , средний диаметр кольца 40 см. Определить энергию магнитного поля соленоида.
[Ответ: $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

Вариант 30

1. Напряженность магнитного поля в центре витка радиусом 8 см равна 30 А/м . Определить напряженность поля: а) на оси витка в точке, расположенной на расстоянии 6 см от его центра; б) в центре витка, если ему придать форму квадрата, не изменяя тока в нем.
[Ответ: $15,36 \text{ А/м}$; $69,2 \text{ А/м}$]

2. Какую работу нужно совершить, чтобы рамка площадью 0,2 м² и током 2 А сделала 2,5 оборота в магнитном поле индукцией 0,7 Тл, если поле составляет угол 30° с осью вращения?
[Ответ: 0,35 Дж]

3. Проволочный виток радиусом 4 см и сопротивлением 0,01 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл. Плоскость рамки составляет угол 30° с линиями поля. Какое количество электричества протечет по витку, если магнитное поле выключить?
[Ответ: 0,01 Кл]

4. Катушка имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность 0,144 Гн. Через сколько времени после включения в катушке установится ток, равный половине установившегося?
[Ответ: 0,01 с]

5. В обмотке тороида течет ток силой 0,6 А. Витки провода диаметром 0,4 мм плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Найти энергию магнитного поля в стальном сердечнике тороида, если площадь

сечения равна 4 см^2 , диаметр средней линии 30 см . Воспользоваться графиком $B=f(H)$. [Ответ: 324 мДж]

Вариант 31

1. По бесконечно длинному проводу, изогнутому под прямым углом, течет ток $J=200 \text{ А}$. Определить индукцию магнитного поля в точке O . Радиус дуги $R=10 \text{ см}$. [Ответ: $4,4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$]

2. Какой магнитный поток пронизывает полусферу радиусом 10 см ? Магнитное поле индукцией $0,1 \text{ Тл}$ перпендикулярно основанию полусферы. [Ответ: $3,14 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$]

3. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с напряженностью 75 А/м так, что вектор его скорости составляет угол 30° с направлением поля. Определить радиус витков траектории электрона и расстояние, пройденное им вдоль линии магнитной индукции за три витка, если скорость электрона $2,5 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. [Ответ: $6,1 \text{ см}$; $7,18 \cdot 10^{-5} \text{ м}$]

4. В однородном магнитном поле с индукцией $0,3 \text{ Тл}$ помещена прямоугольная рамка с подвижной стороной, длина которой 15 см . Определить ЭДС индукции, возникающей в рамке, если ее подвижная сторона перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью 10 м/с . [Ответ: $0,45 \text{ В}$]

5. Напряженность магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от 500 до 2000 А/м . Определить, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии магнитного поля. Воспользоваться графиком $B=f(H)$. [Ответ: увеличилась в $6,08$ раза]

Вариант 32

1. Какую работу нужно совершить, чтобы рамка площадью 120 см^2 с током 5 А сделала 10 оборотов в магнитном поле индукцией $1,5 \text{ Тл}$, если магнитное поле перпендикулярно оси вращения? [Ответ: $0,9 \text{ Дж}$]

2. Электрон движется в магнитном поле, индукция которого $5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$, по винтовой линии радиусом 2 см с шагом 5 см . Определить энергию электрона и направление вектора скорости в начальный момент. [Ответ: $1,64 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$; 68°]

3. В магнитном поле, индукция которого равна $0,1 \text{ Тл}$, помещена квадратная рамка из медной проволоки. Площадь поперечного сечения проволоки 1 мм^2 , площадь рамки 25 см^2 , нормаль к плоскости рамки направлена по силовым линиям поля. Какое количество электричества пройдет по контуру рамки при исчезновении магнитного поля? [Ответ: $0,074 \text{ Кл}$]

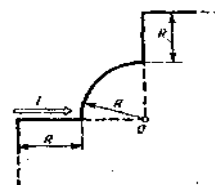
4. При помощи реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке на

0,1 А в секунду. Индуктивность катушки 10^2 Гн. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции. [Ответ: 1 мВ]

5. Индукция магнитного поля тороида со стальным сердечником возросла от 0,5 до 1,25 Тл. Найти, во сколько раз изменилась объемная плотность энергии магнитного поля. Воспользоваться графиком $B=f(H)$. [Ответ: увеличилась в 20 раз]

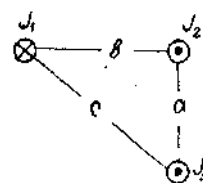
Вариант 33

1. По бесконечно длинному проводу, изогнутому так, как показано на рисунке, течет ток $J=200$ А. Определить магнитную индукцию в точке O , если радиус дуги равен 10 см. [Ответ: $7,14 \cdot 10^{-4}$ Тл]



2. Магнитное поле индукцией 1,2 Тл пронизывает вращающуюся квадратную рамку и перпендикулярно оси вращения. Найти длину стороны рамки, если максимальный магнитный поток через нее равен 0,15 Вб. [Ответ: 35 см.]

3. Три бесконечно длинных прямых проводника расположены параллельно друг другу согласно рисунку. $J_1=100$ А; $J_2=50$ А; $J_3=80$ А; $a=3$ см; $b=4$ см; $c=5$ см. Определить силу, действующую на единицу длины третьего проводника со стороны двух других.



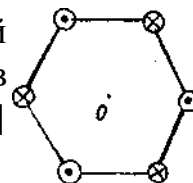
[Ответ: $5,33 \cdot 10^{-3}$ Н/м]

4. В катушке длиной 0,5 м, диаметром 5 см, с числом витков 1500, ток равномерно увеличивается на 0,2 А за 1 с. На катушку надето кольцо из медной проволоки ($\rho=17$ нОм·м), его площадь сечения 3 мм². Определить силу тока в кольце. [Ответ: 0,166 мА]

5. Обмотка электромагнита, находясь под постоянным напряжением, имеет сопротивление 150 Ом и индуктивность 0,3 Гн. Определить время, за которое в обмотке выделяется количество теплоты, равное энергии магнитного поля в сердечнике. [Ответ: 0,01 с]

Вариант 34

1. В центре правильного шестиугольника со стороной 0,5 м расположены прямые токи по 30 А. Найти вектор магнитной индукции в центре шестиугольника, если направления токов чередуются. [Ответ: 0 Тл]



2. Рамка площадью 120 см² расположена перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля индукцией 0,5 Тл. Найти магнитный поток, пронизывающий рамку. [Ответ: $6 \cdot 10^{-3}$ Вб]

3. Какую работу надо совершить, чтобы передвинуть провод длиной 1,5 м и током 5 А вдоль бесконечного прямого тока в 10 А на расстояние 2 м? Проводники лежат в одной плоскости и всегда перпендикулярны друг другу. Расстояние между концом провода и прямым током всегда равно 15 см.

[Ответ: $1,93 \cdot 10^{-4}$ Дж]

4. На соленоид длиной 20 см и площадью поперечного сечения 30 см^2 надет проволочный виток. Соленоид имеет 320 витков, и по нему идет ток 3 А. Какая средняя ЭДС индуцируется в надетом на соленоид витке, когда ток в соленоиде выключается в течение 0,001 с?

[Ответ: 0,018 В]

5. Обмотка электромагнита имеет сопротивление цепи 20 Ом и индуктивность 0,1 Гн. Сила тока до размыкания цепи 50 А. Определить энергию магнитного поля электромагнита через 0,01 с после размыкания цепи.

[Ответ: 2,28 Дж]

Вариант 35

1. По тонкому проводящему кольцу радиусом 10 см течет ток силой 80 А. Найти магнитную индукцию в точке, равноудаленной от всех точек кольца на $r=20$ см.

[Ответ: 62,8 мкТл]

2. Найти зависимость от времени магнитного потока, пронизывающего две квадратные рамки со сторонами 5 см, вращающиеся в магнитном поле индукцией 0,02 Тл так, что поле перпендикулярно осям вращения. У первой рамки эта ось проходит через одну из сторон, а у второй через середину рамки, параллельно двум ее сторонам. Период вращения 0,5 с.

[Ответ: $5 \cdot 10^{-5} \cos 4 \pi t$]

3. По замкнутому контуру, имеющему форму рамки, течет ток 2 А. Какова площадь рамки, если для того, чтобы повернуть рамку параллельно магнитному полю индукцией 0,1 Тл, была совершена работа $3 \cdot 10^{-3}$ Дж, и если первоначально рамка была перпендикулярна ему? Сила тока не изменяется.

[Ответ: 150 см^2]

4. Источник тока замкнули

5. на катушку сопротивлением 10 Ом и индуктивностью 0,2 Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет 50% максимального значения?

[Ответ: 0,014 с]

6. Круглый контур радиусом 20 см содержит 500 витков. При какой силе тока, протекающего по контуру, объемная плотность энергии магнитного поля в центре контура равна 1 Дж/м^3 .

[Ответ: 1 А]

Вариант 36

1. В вершинах квадрата со стороной 0,2 м расположены 4 прямых бесконечно длинных проводника с токами по 10 А. Найти напряженность поля в центре

квадрата, если: 1) три тока текут в одну сторону, а один - в противоположную; 2) все токи направлены в одну сторону. [Ответ: 22,5 А/м; 0 А/м]

2. Заряд влетает с постоянной скоростью в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл перпендикулярно линиям индукции. В течение времени $\Delta t = 10^{-4}$ с параллельно индукции магнитного поля действует электрическое поле с напряженностью 100 В/м. Вычислить постоянный шаг спирали для времени $t \gg \Delta t$, считая, что за это время частица делает один оборот. [Ответ: $6,28 \cdot 10^{-2}$ м]

3. Катушка диаметром 10 см, имеющая 500 витков, находится в магнитном поле. Чему будет равно среднее значение ЭДС индукции в этой катушке, если индукция магнитного поля увеличивается в течение 0,1 с от 0 до 2 Тл? [Ответ: 78,5 В]

4. По катушке индуктивностью 8 мкГн течет ток 6 А. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре, если сила тока изменяется практически до нуля за время 5 мс. [Ответ: 9,6 мВ]

5. При силе тока 2 А объемная плотность энергии магнитного поля соленоида $0,2 \text{ Дж/м}^3$. Сколько витков на каждый метр длины содержит обмотка соленоида? [Ответ: $2 \cdot 10^3 \text{ 1/м}$]

Вариант 37

1. По контуру в виде квадрата идет ток силой 50 А. Длина стороны квадрата 20 см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения диагоналей. [Ответ: 282 мкТл]

2. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью 10^6 м/с. Индукция магнитного поля равна 0,3 Тл. Радиус окружности 4 см. Найти заряд частицы, если известно, что ее энергия равна 12 кэВ. [Ответ: $3,2 \cdot 10^{-9}$ Кл]

3. Круговой проволочный виток площадью 100 см^2 находится в однородном магнитном поле, индукция которого 1 Тл. Плоскость витка перпендикулярна направлению магнитного поля. Чему будет равно среднее значение ЭДС индукции, возникающей в витке при выключении поля в течение 0,01 с? [Ответ: 1 В]

4. В электрической цепи, содержащей резистор сопротивлением 20 Ом и катушку индуктивностью 0,06 Гн, течет ток 20 А. Определить силу тока в цепи через 0,2 мс после ее размыкания. [Ответ: 18,7 А]

5. Обмотка соленоида с железным сердечником содержит 600 витков. Длина сердечника 0,3 м. Как и во сколько раз изменится энергия магнитного поля соленоида, если сила тока, протекающего по обмотке, возрастает от $J_1 = 0,2$ А до $J_2 = 1$ А? Воспользоваться зависимостью $B = f(H)$. [Ответ: $W_2/W_1 = 6,78$ раза]

Вариант 38

1. В вершинах равностороннего треугольника со стороной 40 см расположены одинаково направленные прямые токи 10, 20 и 20 А. Найти напряженность поля в центре треугольника. [Ответ: 25 А/м]

2. По квадратной рамке течет ток 15 А. Какую работу нужно совершить, чтобы повернуть рамку на 45° в магнитном поле индукцией 0,01 Тл, которое первоначально было параллельно рамке и перпендикулярно оси вращения? Сторона квадрата 15 см. [Ответ: $2,386 \cdot 10^{-3}$ Дж]

3. Проводник в виде тонкого полукольца радиусом $R=10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $B=50$ мТл. По проводнику течет ток $J=10$ А. Найти силу, действующую на проводник, если плоскость полукольца перпендикулярна линиям индукции. [Ответ: 0,157 Н]

4. Цепь состоит из катушки индуктивностью 0,1 Гн и источника тока. Источник тока отключили, не разрывая цепи. Время, через которое сила тока уменьшится до 0,001 первоначального значения, равно 0,07 с. Определить сопротивление катушки. [Ответ: 985,7 Ом]

5. По обмотке тороида с немагнитным сердечником пустили ток силой 0,6 А. Витки провода диаметром 0,4 мм с весьма тонкой изоляцией плотно прилегают друг к другу. Определить энергию магнитного поля в сердечнике, если площадь сечения $4,0 \text{ см}^2$, диаметр средней линии 30 см. Воспользоваться зависимостью $B=f(H)$. [Ответ: 0,4 Дж]

Вариант 39

1. В трех вершинах квадрата со стороной 50 см расположены прямые токи 10, 20 и 30 А, текущие в одну сторону. Найти напряженность поля в центре квадрата. [Ответ: 12,74 А/м]

2. По бесконечному соленоиду радиусом 3 см течет ток 5 А. Какой магнитный поток пронизывает любое перпендикулярное сечение соленоида, если на единицу длины приходится 1000 витков? [Ответ: $1,8 \cdot 10^{-4}$ Вб]

3. Однослойная катушка диаметром 5 см помещена в однородное магнитное поле, параллельное ее оси. Индукция поля равномерно изменяется со скоростью $\Delta B/\Delta t = 10^{-2}$ Тл/с. Катушка содержит 1000 витков медной проволоки ($\rho = 1,765 \cdot 10^{-8}$ Ом·м) сечением $0,2 \text{ мм}^2$. Концы катушки замкнуты накоротко. Определить тепловую мощность, выделяющуюся в катушке. [Ответ: $2,8 \cdot 10^{-5}$ Вт]

4. Сколько витков надо намотать на картонный цилиндр длиной 60 см, диаметром 5 см, чтобы получить катушку, индуктивность которой 6 мГн? [Ответ: 382]

5. По обмотке катушки с сопротивлением 23 Ом и индуктивностью 0,1 Гн течет постоянный ток 5 А. Определить энергию магнитного поля соленоида через 10 мс после отключения источника тока. [ответ: $12,5 \cdot 10^{-3}$ Дж]

Вариант: 40

1. В двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 0,4 м расположены одинаковые по величине прямые токи. Определить силу токов и их направления, если напряженность магнитного поля в третьей вершине равна 7,96 А/м. [Ответ: 20 А]

2. Какую работу надо совершить, чтобы переместить небольшое кольцо с током 0,5 А радиусом 1,5 см с расстояния 20 см в центр большого кольца радиусом 7,5 см и током 2 А? Токи текут в разных направлениях. Кольца имеют общую центральную ось и расположены перпендикулярно к ней. Считать поле через малое кольцо практически однородным.

[Ответ: $9,2 \cdot 10^{-9}$ Дж]

3. Протон влетает в однородное магнитное поле под углом 30° к направлению поля и движется по винтовой линии радиусом 1,5 см. Индукция магнитного поля равна 0,1 Тл. Найти кинетическую энергию протона.

[Ответ: 862 эВ]

4. На круглом деревянном цилиндре имеется обмотка из медной проволоки массой 0,05 кг. Расстояние между крайними витками равное 60 см, много больше диаметра цилиндра. Сопротивление обмотки 30 Ом. Какова ее индуктивность?

[Ответ: 0,5 мГн]

5. Во сколько раз изменится плотность энергии магнитного поля соленоида при внесении в него железного сердечника, если величина тока не меняется, а плотность энергии поля при отсутствии сердечника $0,5 \text{ Дж/м}^3$? Воспользоваться графиком $B=f(H)$.

[Ответ: в 1100 раз]

Вариант 41

1. По двум бесконечно длинным параллельным и прямым проводникам текут токи силой $J_1=50 \text{ А}$ и $J_2=100 \text{ А}$ в противоположных направлениях. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 25 см от первого и на 40 см от второго провода.

[Ответ: 21,2 мкТл]

2. Часть длинного прямого провода согнута в виде полуокружности радиусом 126 мм. Определить индукцию магнитного поля в центре кривизны, если по проводу идет ток силой 4 А.

[Ответ: 10 мкТл]

3. Какую работу надо совершить, чтобы внести в длинный соленоид, с 1000

витков на метр и током 7 А круговой контур диаметром 2 см и током в 3 А и поставить его перпендикулярно полю соленоида? [Ответ: $1,0610^5$ Дж]

4. Индуктивность катушки 0,5 Гн. Она включена в цепь с источником тока. Источник тока отключили, не размыкая цепи. Время, через которое сила тока уменьшилась до 0,01 первоначального значения, равно 0,07 с. Определить сопротивление катушки. [Ответ: 32,9 Ом]

5. Сила тока в катушке уменьшилась от 12 до 8 А. При этом энергия магнитного поля снизилась на 2 Дж. Определить индуктивность катушки и первоначальную энергию магнитного поля. [Ответ: 0,05 Гн; 3,6 Дж]

Вариант 42

1. По тонкому проволочному кольцу течет ток. Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму квадрата. Во сколько раз изменилась магнитная индукция в центре квадрата? [Ответ: в 1,15 раза]

2. Какой длины надо взять проволоку, чтобы сделанный из нее замкнутый контур в виде окружности в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл пронизывался максимальным потоком 0,5 Вб? [Ответ: 7,9 м]

3. По окружности в однородном магнитном поле с индукцией 25 мТл движется α -частица. Момент импульса частицы относительно центра окружности равен $1,33 \cdot 10^{-22}$ кг·м²/с. Найти кинетическую энергию частицы. [Ответ: 0,56 МэВ]

4. Какой магнитный поток создает катушка из 1000 витков, имеющая индуктивность 5 Гн, если по катушке течет ток 0,6 А? [Ответ: 3 мВб]

5. По обмотке электромагнита, сопротивление которой 10 Ом и индуктивность 2 Гн, течет постоянный электрический ток 2 А. Чему равна энергия магнитного поля электромагнита через 0,1 с после отключения источника? [Ответ: 1,5 Дж]

Вариант 43

1. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет изгиб (плоскую петлю). Определить радиус петли, если магнитная индукция поля в центре петли равна 286 мкТл. [Ответ: 10 см]

2. По квадратной рамке течет ток 15 А. Какую работу нужно совершить, чтобы повернуть рамку на 45° в магнитном поле индукцией 0,01 Тл, которое первоначально было параллельно рамке и перпендикулярно оси вращения? Сторона квадрата 15 см. [Ответ: $2,36 \cdot 10^{-3}$ Дж]

3. Однородное электрическое поле напряженностью 100 В/см

перпендикулярно однородному магнитному полю с индукцией 0,02 Тл. Электрон влетает в эти поля перпендикулярно векторам E и B . При какой скорости электрон будет двигаться прямолинейно? [Ответ: $5 \cdot 10^5$ м/с]

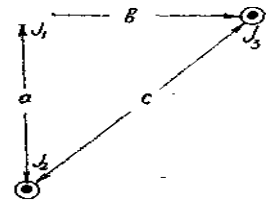
4. Цилиндрическая катушка без сердечника диаметром 2 см и длиной 10 см, по обмотке которой проходит ток 3,5 А, имеет 600 витков. Определить индуктивность и магнитный поток. [Ответ: $1,4 \cdot 10^{-3}$ Гн; $8,3 \cdot 10^{-6}$ Вб]

5. Обмотка тороида имеет 10 витков на каждый сантиметр длины (по средней линии тороида). Вычислить объемную плотность энергии магнитного поля при силе тока в тороида 1 А. Сердечник тороида выполнен из железа, магнитное поле во всем объеме считать однородным. [Ответ: 650 Дж/м³]

Вариант 44

1. Три прямых тока величиной 20, 30 и 40 А соответственно расположены в вершинах прямоугольного треугольника $a=60$ см, $b=80$ см. Найти магнитное поле в центре гипотенузы.

[Ответ: 6 А/м]



2. Какой поток пронизывает поверхность половины цилиндра радиусом 10 см, длиной 30 см, разрезанного вдоль оси на две половинки, если магнитное поле индукцией 0,1 Тл перпендикулярно плоскости разреза? [Ответ: $6 \cdot 10^{-3}$ Вб]

3. По замкнутому контуру, имеющему форму рамки площадью 150 см², течет ток 2 А. Какую работу нужно совершить, чтобы повернуть рамку параллельно магнитному полю индукцией 0,1 Тл, если первоначально рамка была перпендикулярна ему? Сила тока не изменяется. [Ответ: $3 \cdot 10^{-3}$ Дж]

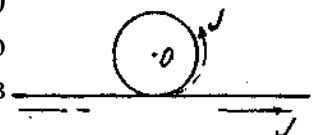
4. Определить, сколько витков проволоки, вплотную прилегающих друг к другу, диаметром 0,5 мм с изоляцией ничтожной толщины надо намотать на картонный цилиндр диаметром 1,5 см, чтобы получить однослойную катушку индуктивностью 100 мкГн. [Ответ: 225]

5. Тороид (без сердечника) состоит из двух обмоток, навитых одна поверх другой, по 1000 витков каждая. Обмотки соединены последовательно, магнитные поля их направлены в одну сторону. Ток в обмотке 5 А, средняя длина тороида 25 см, поперечное сечение 1 см². Найти энергию магнитного поля катушки. Как изменится эта энергия, если одну из обмоток отключить?

[Ответ: 25,1 мДж; 6,275 мДж]

Вариант 45

1. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет изгиб в виде круговой петли радиусом 10 см, как это изображено на рисунке. Определить магнитную индукцию в



точке O .

Ответ: 414 мкТл.

2. По длинному прямому соленоиду, имеющему 35 витков на 1 см длины, течет ток 2 А. Определить напряженность поля: а) внутри соленоида близ его середины; б) в центре одного из его оснований. [Ответ: $7 \cdot 10^3$ А/м; 3,5 кА/м]

3. Заряженная частица, прошедшая разность потенциалов 2000 В, движется в однородном магнитном поле напряженностью 12000 А/м по окружности радиусом 1 см. Определить отношение заряда частицы к ее массе и скорость частицы. [Ответ: $1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг]

4. Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна 0,5 мГн. Длина соленоида 0,6 м, диаметр 2 см. Определить отношение числа витков соленоида к его длине. [Ответ: 1450 м^{-1}]

5. В соленоиде при токе 5 А энергия магнитного поля 10^{-3} Дж. Сопротивление обмотки 10 Ом. Какой заряд пройдет по обмотке при равномерном уменьшении тока в 5 раз? На сколько изменится энергия магнитного поля? [Ответ: $2,05 \cdot 10^{-3}$ Дж; $9,6 \cdot 10^{-4}$ Дж]

Вариант 46

1. По тонкому проводу, согнутому в виде прямоугольника, течет ток силой 60 А. Длины сторон прямоугольника равны 30 и 40 см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения диагоналей. [Ответ: 200 мкТл]

2. Найти магнитный поток через «уголок», образованный двумя перпендикулярными квадратами со стороной 15 см каждый, если магнитное поле индукцией 0,1 Тл перпендикулярно одному из квадратов. [Ответ: $2,25 \cdot 10^{-3}$ Вб]

3. Какую работу надо совершить, чтобы передвинуть провод длиной 2 см с током 1 А от бесконечного прямого проводника с током 3 А с расстояния 1 см до расстояния 5 см? Токи текут в одном направлении параллельно. [Ответ: $1,93 \cdot 10^{-8}$ Дж]

4. Две катушки намотаны на один сердечник. Индуктивность первой катушки 0,12 Гн, второй - 3 Гн. Сопротивление второй катушки 300 Ом. Определить силу тока во второй катушке, если за время 0,01 с сила тока в первой катушке уменьшилась от 0,5 А до 0. [Ответ: 0,1 А]

5. Определить энергию магнитного поля в железном сердечнике объемом 400 см^3 , если индукция магнитного поля равна 1,3 Гн. Воспользоваться графиком $B=f(H)$ [Ответ: 0,19 Дж]

Вариант 47

1. По двум бесконечно длинным взаимно перпендикулярным проводам текут токи. $J_1=80$ А и $J_2=60$ А. Расстояние между проводами 10 см. Определить магнитную индукцию в точке А, одинаково удаленной от обоих проводников.

[Ответ: 400 мкТл]

2. Из проволоки диаметром 1 мм надо намотать соленоид, внутри которого напряженность магнитного поля должна быть равна $2,39 \cdot 10^4$ А/м. Предельная сила тока, которую можно пропускать по проволоке, равна 6 А. Из какого числа слоев будет состоять обмотка соленоида, если витки наматывать плотно друг к другу? Диаметр катушки много меньше ее длины.

[Ответ: из 4 слоев]

3. Какую работу на единицу длины надо совершить, чтобы сблизить два длинных прямых проводника с током 2 А с расстояния 10 см до расстояния 2 см? Токи текут в противоположных направлениях.

[Ответ: $8 \cdot 10^{-7}$ Дж]

4. По тонкому проволочному полукольцу радиусом 50 см течет ток 1 А. Перпендикулярно плоскости полукольца возбуждено однородное магнитное поле с индукцией 0,01 Тл. Найти силу, растягивающую полукольцо.

[Ответ: 0,0157 Н]

5. Определить энергию магнитного поля соленоида, содержащего 500 витков, которые намотаны на картонный каркас радиусом 2 см и длиной 0,5 м, если по нему идет ток 5 А.

[Ответ: 10^{-2} Дж]

Вариант 48

1. По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток силой 40 А. Длина стороны треугольника равна 30 см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения высот.

[Ответ: 240 мкТл]

2. Частица, пройдя в электрическом поле разность потенциалов 1500 В, влетела в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции со скоростью 10^6 м/с. Определить частоту обращения частицы по траектории, если индукция равна 200 мкТл.

[Ответ: $2,12 \cdot 10^4$ с⁻¹]

3. Квадратная рамка со стороной 1 м вращается в магнитном поле с частотой 5 с⁻¹. Ось вращения рамки перпендикулярна линиям индукции поля. Магнитное поле изменяется по закону $B=10^3 \cos 10 \pi t$. Какая ЭДС индукции возникнет в рамке через 10 с после начала ее вращения, если в начальный момент нормаль к плоскости рамки и вектор B составляли угол 0°?

[Ответ: $3,14 \cdot 10^2$ В]

4. Через длинный соленоид, индуктивность которого 0,4 мГн и площадь поперечного сечения 10 см, проходит ток силой 0,5 А. Какова индукция поля внутри соленоида, если он содержит 100 витков?

[Ответ: 2 мТл]

5. Через катушку, индуктивность которой равна 0,021 Гн, течет ток, изменяющийся со временем по закону $J=J_0 \sin \omega t$, где $J_0=5$ А, $\omega=2\pi/T$ и $T=0,02$

- с. Найти: 1) зависимость от времени энергии магнитного поля катушки; 2) энергию поля через время $t=0,025$ с. [Ответ: $0,263 \sin^2 100 \pi t$; $0,263$ Дж]

Вариант 49

1. Вычислить напряженность магнитного поля, создаваемого отрезком AB прямолинейного проводника с током в точке C , расположенной на перпендикуляре к середине этого отрезка на расстоянии 6 см от него. По проводнику течет ток 30 А. Отрезок AB проводника виден из точки C под углом 90° . [Ответ: $56,5$ А/м]

2. Протон, пройдя ускоряющую разность потенциалов 2500 В, влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции и стал вращаться с частотой 10^{10} Гц. Определить значение силы Лоренца, действующей на протон.

[Ответ: $7,26 \cdot 10$ Н]

3. Рамка площадью 100 см^2 содержит 1000 витков провода сопротивлением 12 Ом. К концам обмотки подключено внешнее сопротивление 20 Ом. Рамка равномерно вращается в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл, делая 8 об/с. Чему равно максимальное значение мощности переменного тока в цепи? [Ответ: 79 Вт]

4. Имеется катушка индуктивностью 0,1 Гн и сопротивлением 0,8 Ом. Определить, во сколько раз уменьшится сила тока в катушке через 30 мс, если источник тока отключить и катушку замкнуть накоротко. [Ответ: в 1,27 раза]

5. Определить энергию магнитного поля катушки, содержащей 120 витков, если при токе 7,5 А магнитный поток в ней равен $2,3 \cdot 10^{-3}$ Вб. [Ответ: 1 Дж]

Вариант 50

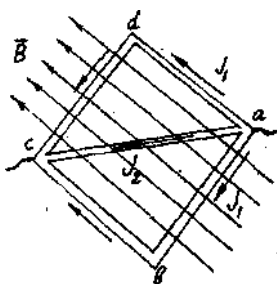
1. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет изгиб (плоскую петлю) радиусом $R=10$ см. Определить в точке O магнитную индукцию поля, создаваемого этим током.

[Ответ: 182 мкТл]



2. Найти зависимость от времени магнитного потока, пронизывающего рамку площадью 300 см^2 , вращающуюся в магнитном поле индукцией 0,06 Тл, направленного перпендикулярно оси вращения. Частота вращения 10 об/с. [Ответ: $\Phi(t)=1,8 \cdot 10^{-3} \cos (62,8 \cdot t)$ Вб]

3. Контур, представляющий собой квадрат, изготовлен из медной проволоки сечением 1 мм^2 и подключен к источнику постоянного напряжения 110 В (в точках a и c). Плоскость квадрата расположена параллельно магнитному полю с индукцией $1,7 \cdot 10^{-3}$ Тл. Определить величину и направление силы, действующей со стороны поля на контур.



[Ответ: $1,87 \cdot 10^{-7}$ Н]

4. Какую разность потенциалов прошел электрон в электрическом поле, если после того, как он попал в однородное магнитное поле с напряженностью 100 А/м , он стал двигаться по окружности радиусом 1 м ? [Ответ: 1387 В]

5. В соленоиде без сердечника, содержащем 400 витков, намотанных на картонный цилиндр радиусом 2 см и длиной $0,4 \text{ м}$, ток изменяется по закону $J=0,2t$. Определить энергию магнитного поля в конце десятой секунды.
[Ответ: $1,26 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$]

Вариант 51

1. Определить напряженность магнитного поля создаваемого током 5 А , текущим по проводу, согнутому в виде прямоугольника со сторонами $a=16 \text{ см}$ и $b=30 \text{ см}$, в его центре. [Ответ: $27,1 \text{ А/м}$]

2. Два круговых витка радиусами 4 см каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии 5 см друг от друга. По виткам текут токи по 4 А . Найти напряженность магнитного поля в центре одного из витков. Рассмотреть два случая: 1) токи текут в витках в одном направлении; 2) токи текут в противоположных направлениях. [Ответ: $62,2 \text{ А/м}$; $38,2 \text{ А/м}$]

3. Соленоид, имеющий 200 витков, находится в магнитном поле, индукция которого увеличивается от 2 до 6 Тл в течение $0,1 \text{ с}$. Определить среднее значение ЭДС индукции в соленоиде, если его площадь 80 см^2 . Плоскость витков перпендикулярна силовым линиям поля. [Ответ: $6,4 \cdot 10^{-7} \text{ В}$]

4. Нужно изготовить соленоид из медного провода диаметром $0,6 \text{ мм}$. Длина соленоида 20 см . Какое должно быть поперечное сечение соленоида, если индуктивность соленоида должна быть $0,01 \text{ Гн}$? [Ответ: $1,43 \cdot 10^2 \text{ м}^2$]

5. Определить индуктивность соленоида, в котором при равномерном увеличении тока на 2 А энергия магнитного поля увеличивается на 10^{-2} Дж . Средняя сила тока в цепи 5 А . [Ответ: 10^{-2} Гн]

ВАРИАНТ 52

1. Четыре бесконечно длинных проводника с токами по 20 А расположены в вершинах квадрата со стороной 20 см . Найти напряженность магнитного поля в центре квадрата, если два тока направлены в одну сторону, а два других в противоположную. Рассмотреть возможные ситуации. [Ответ: $63,69 \text{ А/м}$; 0 А/м]

2. На какой угол нужно повернуть перпендикулярный магнитному полю замкнутый контур, чтобы совершить работу 2 Дж ? Площадь контура $0,3 \text{ м}^2$. Индукция поля 2 Тл . Ток в контуре 10 А . [Ответ: $70,5^\circ$]

3. В магнитном поле, меняющемся по закону $B=B_0 \cos \omega t$ ($B_0=0,1$ Тл; $\omega=4$ с⁻¹), помещена квадратная рамка со стороной 50 см, причем нормаль к рамке образует с направлением поля угол 45°. Определить ЭДС индукции, возникающую в рамке через 5 с. [Ответ: 64 мВ]

4. Определить индуктивность катушки, если при изменении силы тока от 5 до 10 А за 0,1 с в ней возникает ЭДС самоиндукции 10 В. [Ответ: 0,2 Гн]

5. Энергия магнитного поля контура изменилась на 0,8 Дж при изменении тока в нем от 3 до 6,5 А. Определить время изменения тока и индуктивность контура, если ЭДС самоиндукции 340 мВ. [Ответ: 0,5 с; 48,5 мГн]

ВАРИАНТ 53

1. По контуру в виде квадрата идет ток силой 50 А. Длина стороны квадрата 20 см. Определить магнитную индукцию в точке пересечения диагоналей. [Ответ: 282 мкТл]

2. Определить отношение заряда к массе частицы, которая прошла в электрическом поле разность потенциалов 1 МэВ, если радиус окружности, по которой она стала вращаться в однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл, равен 20 см. [Ответ: $5 \cdot 10^7$ Кл/кг]

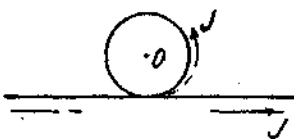
3. Индукция магнитного поля между полюсами двухполюсного генератора 0,8 Тл. Ротор имеет 100 витков площадью 400 см². Сколько оборотов в минуту делает якорь, если максимальное значение ЭДС индукции 200 В? [Ответ: 600 об/мин]

4. Длинный прямой соленоид, намотанный на немагнитный каркас, имеет 1000 витков. Индуктивность соленоида 3 мГн. Какой магнитный поток и какое потокоцепление создает соленоид при токе силой 1 А? [Ответ: 3 мкВб; 3 мВб]

5. Обмотка соленоида содержит 20 витков на каждый сантиметр длины. При какой силе тока объемная плотность энергии магнитного поля будет 0,1 Дж/м³? Сердечник выполнен из немагнитного материала. [Ответ: 0,2 А]

Вариант 54

1. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет изгиб в виде круговой петли радиусом 10 см, как это изображено на рисунке. Определить магнитную индукцию в точке О. [Ответ: 414 мкТл]



2. По двум длинным проводам, расположенным параллельно друг другу на расстоянии 5 см, текут токи в одном направлении ($J_1=5$ А и $J_2=10$ А). Определить напряженность магнитного поля в точке, отстоящей на $r_1=2$ см от первого провода и на $r_2=5$ см от второго. [Ответ: 56 А/м]

3. Определить силу Лоренца, действующую на частицу, влетевшую в однородное магнитное поле с индукцией 200 Тл и начавшую вращаться по окружности радиусом 20 см, если момент импульса частицы был равен $3,2 \cdot 10^{-21}$ кг·м²/с, а отношение заряда к массе равно $9,58 \cdot 10^7$ Кл/кг. [Ответ: $3,07 \cdot 10^{-10}$ Н]

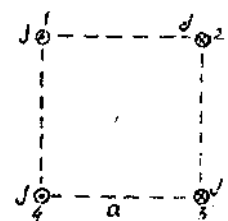
4. В однородном магнитном поле находится катушка, имеющая 10 витков. Поток вектора магнитной индукции через катушку 0,2 мВб. После выключения магнитного поля в катушке возник ток силой 20 А. Чему равна индуктивность катушки? [Ответ: 0,1 мГн]

5. Соленоид имеет длину 0,6 м и сечение 10 см². При некоторой силе тока, протекающего по обмотке, в соленоиде создается магнитный поток 0,1 мВб. Чему равна энергия магнитного поля соленоидов? Сердечник выполнен из немагнитного материала. [Ответ: 2,4 Дж]

Вариант 55

1. По двум бесконечно длинным прямым проводам, расположенным под прямым углом друг к другу, текут токи $J_1=30$ А и $J_2=40$ А. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, находящейся посередине между проводниками. [Ответ: 50 мкТл]

2. Концы четырех параллельных проводников достаточно большой длины образуют квадрат со стороной $a=0,2$ м. По каждому проводу течет ток 20 А. Какова величина силы, действующей на 1 м левого нижнего провода, и каково направление этой силы? [Ответ: $6,32 \cdot 10^{-4}$ Н/м]



3. Определить радиус окружности, по которой начнет вращаться протон, имеющий момент импульса $4 \cdot 10^{-22}$ кг·м²/с, влетевший в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл. [Ответ: $5 \cdot 10^{-2}$ м]

4. Соленоид длиной 10 см и площадью поперечного сечения 3 см², содержащий 1000 витков, может быть подключен к источнику ЭДС 12 В. Определить силу тока через 0,01 с после замыкания ключа. [Ответ: 31,8 А]

5. Соленоид длиной 50 см и площадью поперечного сечения 2 см² имеет индуктивность $2 \cdot 10^{-7}$ Гн. При какой силе тока объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоидов равна 10^3 Дж/м³? [Ответ: 1 А]

Вариант 56

1. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи силой по 30 А в одном направлении. Расстояние между проводами 10 см. Вычислить магнитную индукцию в точке, удаленной от обоих проводов на

одинаковое расстояние 10 см.

[Ответ: 87,2 мкТл]

2. Катушка длиной 20 см содержит 100 витков. По ее обмотке идет ток силой 5 А. Диаметр катушки 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, лежащей на оси катушки на расстоянии 10 см от ее конца. [Ответ: 606 мкТл]

3. Определить момент инерции электрона, влетевшего в однородное магнитное поле со скоростью 10^5 м/с и вращающегося в нем по окружности с периодом $4 \cdot 10^{-5}$ с. [Ответ: $3,7 \cdot 10^{-31}$ кг·м²]

4. На картонный каркас длиной 0,8 м и диаметром 4 см намотан в один слой провод диаметром 0,25 мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. Вычислить индуктивность получившегося соленоида. [Ответ: 20 мГн]

5. В соленоиде сечением 5 см² создан магнитный поток 20 мкВб. Определить объемную плотность энергии магнитного поля соленоида. Сердечник отсутствует. [Ответ: 600 Дж/м³]

Вариант 57

1. Сколько медного провода понадобится для изготовления соленоида, в котором можно, было бы получить в центре его магнитное поле с индукцией $5 \cdot 10^{-2}$ Тл при напряжении на катушке 110 В? Допустимую плотность тока j для меди считать равной 20 А/мм². Витки прилегают друг к другу плотно. [Ответ: 14,5 кг]

2. Два бесконечно прямолинейных параллельных проводника с одинаковыми токами, текущими в одном направлении, находятся друг от друга на расстоянии R . Чтобы их раздвинуть до расстояния $2R$, на каждый сантиметр длины проводника затрачивается работа 138 нДж. Определить силу тока в проводниках. [Ответ: 10 А]

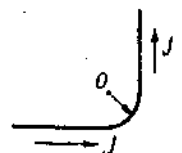
3. Электрон, обладая скоростью 10 Мм/с, влетел в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Индукция магнитного поля 0,1 мТл. Определить нормальное и тангенциальное ускорение электрона. [Ответ: $a_n = \text{const} = 1,76 \cdot 10^{14}$ м/с²; $a_t = 0$]

4. По длинному соленоиду с немагнитным сердечником сечением 5 см², содержащему 1200 витков, течет ток силой 2 А. Индукция магнитного поля в центре соленоида 10 мТл. Определить его индуктивность. [Ответ: 3 мГн]

5. Магнитный поток в соленоиде, содержащем 1000 витков, равен 0,2 мВб. Определить энергию магнитного поля соленоида, если сила тока, протекающего по виткам соленоида, 1 А. Сердечник отсутствует. [Ответ: 0,1 Дж]

Вариант 58

1. По бесконечно длинному прямому проводу, изогнутому так, как



показано на рисунке, течет ток силой 100 А. Определить магнитную индукцию в точке O , если $r=10$ см. [Ответ: 357 мкТл]

2. Плоскость контура, имеющего площадь 80 см^2 , перпендикулярна вектору индукции магнитного поля, пронизывающего контур. Найти индукцию поля, если магнитный поток через контур равен $0,15 \text{ Вб}$. [Ответ: $2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$]

3. Частица, несущая один элементарный заряд, влетает в магнитное поле перпендикулярно линиям индукции, обладая моментом импульса, равным $1,6 \cdot 10^{-17} \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}$. Радиус окружности равен 10 м . Определить величину индукции поля и частоту вращения. [Ответ: 11 Тл ; $2,8 \cdot 10^5 \text{ Гц}$]

4. Из какого числа витков проволоки состоит однослойная обмотка катушки, индуктивность которой $0,001 \text{ Гн}$? Диаметр катушки 4 см , диаметр проволоки $0,6 \text{ мм}$. Витки плотно прилегают друг к другу. [Ответ: 380]

5. Диаметр тороида (по средней линии) 50 см . Тороид содержит 2000 витков и имеет площадь сечения 20 см^2 . Вычислить энергию магнитного поля тороида при силе тока 5 А . Сердечник выполнен из немагнитного материала. [Ответ: $8 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$]

Вариант 59

1. Магнитное поле через контур, имеющий форму окружности радиусом 10 см , изменяется по закону $B(t)=B_0 \cdot t^2$, где $B_0=10^{-4} \text{ Тл}$. Найти магнитный поток через этот контур по прошествии 25 с . Поле перпендикулярно контуру. [Ответ: $1,96 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$]

2. Электрон, влетевший в однородное магнитное поле, начал вращаться по окружности радиусом 10 м , обладая моментом импульса $1,6 \cdot 10^{-11} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Определить величину индукции магнитного поля и частоту обращения электрона по траектории. [Ответ: 1000 Тл ; $2,8 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$]

3. Проводник длиной $0,6 \text{ м}$ и сопротивлением $0,02 \text{ Ом}$ движется по медным шинам, подключенным к источнику с ЭДС $0,96 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $0,01 \text{ Ом}$. Определить силу тока в проводнике, если он движется равномерно со скоростью $0,5 \text{ м/с}$ перпендикулярно магнитному полю с индукцией $1,6 \text{ Тл}$. [Ответ: 16 А]

4. По катушке, индуктивность которой $0,03 \text{ мГн}$, течет ток силой $0,6 \text{ А}$. При выключении тока он изменяется практически до нуля за время $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ с}$. Определить среднее значение величины ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре. [Ответ: $0,15 \text{ В}$]

5. По проводнику, изогнутому в виде кольца радиусом 20 см , содержащему 500 витков, течет ток силой 1 А . Определить объемную плотность энергии

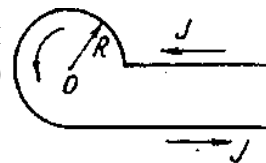
магнитного поля в центре кольца.

[Ответ: 1 Дж/м³]

ВАРИАНТ 60

1. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет изгиб (плоскую петлю) радиусом 10 см. Определить в точке O магнитную индукцию поля, создаваемого этим током.

[Ответ: 286 мкТл]



2. Какой поток пересекает провод длиной 2 м при перемещении с расстояния 10 м до расстояния 1 м от параллельного длинного проводника с током 3 А?

[Ответ: $2,8 \cdot 10^{-6}$ Вб]

3. Протон, ускоренный разностью потенциалов 0,5 кВ, влетая в однородное магнитное поле индукцией 2 мТл, движется по окружности. Определить радиус этой окружности.

[Ответ: 16,1 см]

4. Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, 1,6 мГн. Длина соленоида 1 м, сечение 20 см². Сколько витков приходится на каждый сантиметр длины соленоида?

[Ответ: 8]

5. При какой силе тока в прямолинейном проводе бесконечной длины на расстоянии 5 см от него объемная плотность энергии магнитного поля будет 1 мДж/м³?

[Ответ: 7,1 А]

Составители:
Дзю Искра Михайловна
Минаев Александр Павлович
Ершов Игорь Валерьевич

Физика
Часть 4

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Методические указания с заданиями
для самостоятельных работ

Редактор Т.К. Коробкова
Компьютерная верстка В.Н. Зенина

Подписано к печати ... 2020 г. Формат 60х84¹/₁₆.
Объем 2,3 уч.-изд.л., 2,6 усл.печ.л. Тираж 100 экз.
Изд. №... Заказ №...

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб.106.
Тел. (383) 267-09-10. E-mail.ru