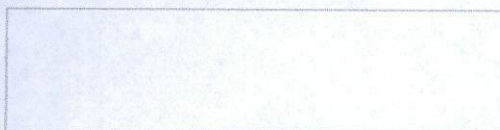


$L_1 = 10$ см, а $L_2 = 20$ см. Определить напряженность поля в точке A , если стержень заряжен с линейной плотностью $\tau = 0,8 \cdot 10^{-6}$ Кл/м.

- 1-15. Прямой проводник длиной $l = 25$ см заряжен с линейной плотностью $\tau = 0,6 \cdot 10^{-6}$ Кл/м. Определить напряженность поля в точке, находящейся на перпендикуляре, восстановленному к середине проводника, на расстоянии 10 см от него.
- 1-16. Два заряда $q_1 = 0,8 \cdot 10^{-6}$ Кл и $q_2 = -0,6 \cdot 10^{-6}$ Кл находятся на расстоянии 36 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему станет равна напряженность в этой точке, если второй заряд изменит знак на противоположный?
- 1-17. Точечный заряд $q = 0,2 \cdot 10^{-6}$ Кл находится на расстоянии 2 мм от большой равномерно заряженной пластины. Определить силу, действующую на заряд, если поверхностная плотность заряда пластины равна $0,4 \cdot 10^{-6}$ Кл/м².
- 1-18. На двух одинаковых каплях воды находятся по два лишних электрона. При этом сила электрического отталкивания капелек уравнивает силу их взаимного тяготения. Определить радиусы капелек.
- 1-19. Три одинаковых одноименных заряда расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой противоположного знака заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы результирующая сила, действующая на каждый заряд, была равна нулю?
- 1-20. Три одинаковых заряда по $0,7$ мКл каждый, расположены в вершинах прямоугольного треугольника с катетами 30 и 60 см. Вычислить напряженность электрического поля создаваемого всеми зарядами в точке пересечения гипотенузы с перпендикуляром, опущенным на нее из вершины прямого угла.
- 1-21. С какой силой будут притягиваться два одинаковых стальных шарика радиусом 2 см, расположенных на расстоянии 1,5 м друг от друга, если у каждого атома первого шарика отнять по одному электрону и все их перенести на второй шарик? Атомная масса железа 56 у.е., а плотность равняется $7,8 \cdot 10^3$ кг/м³.
- 1-22. Две параллельные металлические пластины площадью S каждая имеют заряды q_1 и q_2 . Вычислить поверхностную плотность зарядов, пренебрегая эффектом стекания их с краев пластины.
- 1-23. Две плоские пластины площадью 300 см² каждая, имеющие равные заряды, притягиваются в керосине с силой $0,26$ Н. Считая, что расстояние между пластинами мало, определить величины находящихся на них зарядов.
- 1-24. Полусфера равномерно заряжена с поверхностной плотностью заряда σ . Определить напряженность поля в центре основания полусферы.
- 1-25. Фарфоровому шарiku радиусом 5 см сообщен заряд 2 мКл. Определить напряженность поля на расстоянии 5 см, 10 см, 15 см и 25 см от центра шара. Построить график зависимости $E = f(r)$.
- 1-26. Две бесконечные параллельные проводящие пластины заряжены так, что поверхностная плотность зарядов первой пластины σ_1 , а второй σ_2 . Определить заряды на каждой поверхности

- 1-38. По тонкому кольцу радиуса $R = 8$ см равномерно распределен заряд 50 нКл. Определить напряженность поля в точке на оси кольца, удаленной на расстоянии 15 см от центра кольца.
- 1-39. На бесконечном тонкостенном цилиндре диаметром $d = 10$ см равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 2$ мкКл/м². Определить напряженность поля в точке, отстоящей от поверхности цилиндра на расстоянии 12 см.
- 1-40. Бесконечно протяженная вертикальная плоскость заряжена с поверхностной плотностью $\sigma = 600$ мкКл/м². К плоскости на нити подвешен заряженный шарик массой 30 г. Нить составляет с плоскостью угол 45° . Определить заряд шарика.
- 1-41. Определить потенциал в точке A , лежащей на продолжении оси диполя, если L – плечо диполя, R – расстояние от положительного заряда до точки A .
- 1-42. Два проводящих шара различных диаметров приводят в соприкосновение и заряжают. Затем их отводят на значительное расстояние. Одинаковыми ли будут у них потенциалы?
- 1-43. Заряд величиной 0.2 Кл удален от заряда $0,6$ Кл на расстояние 25 м. Определить потенциал поля в точке, находящейся на середине отрезка, соединяющего заряды.
- 1-44. Заряды по 10^{-6} Кл каждый находятся в углах квадрата со стороной 20 см. Определить разность потенциалов в поле этих зарядов между центром квадрата и серединой одной из его сторон.
- 1-45. Точечный заряд 10 нКл находится в спирте, диэлектрическая проницаемость которого равняется 25 . Определить потенциал в точке, отстоящей на 10 см от заряда.
- 1-46. Определить разность потенциалов между вершиной и основанием Эйфелевой башни высотой 350 м, образующейся из-за вращения Земли. Широта Парижа 45° .
- 1-47. Шарик радиусом 2 см заряжен с объемной плотностью $6 \cdot 10^{-8}$ Кл/см³. Определить напряженность E и потенциал поля φ на расстоянии 3 см от поверхности шара. Построить график зависимости $E(r)$ и $\varphi(r)$, где расстояние r отсчитывается от центра шарика.
- 1-48. Найти потенциал в точке, находящейся на высоте $h/2$ над металлической бесконечной плоскостью, в двух случаях: а) плоскость заряжена с поверхностной плотностью σ ; б) плоскость незаряжена, а на высоте h находится точечный заряд $+e$.
- 1-49. Известно, что электрический заряд Земли составляет около $-6 \cdot 10^5$ Кл. Найти потенциал и градиент потенциала электростатического поля на земной поверхности, приняв радиус Земли $R = 6400$ км. Пояснить, почему такое поле не опасно для жизни человека.
- 1-50. Полому металлическому шару радиуса 10 см, который находится в воздухе, сообщен заряд $1,6 \cdot 10^{-9}$ Кл. Определить потенциал: а) внутри шара; б) на поверхности шара; в) на расстоянии $0,5$ м от центра шара.



1-51. Свет

Под действием света, падающего на электрод A в вакуумной трубке, вылетают

известно, что при разряде конденсатора выделилось $4,19 \cdot 10^{-3}$ Дж тепла.

- 1-75. Найти объёмную плотность энергии электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от поверхности заряженного шара радиусом в 1 см. Поверхностная плотность заряда на шаре $5 \cdot 10^{-6}$ Кл/м², диэлектрическая проницаемость среды $\varepsilon = 2$. Вычислить ёмкость и полную энергию шара.
- 1-76. Плоский конденсатор, состоящий из двух пластин, имеет изолирующий слой толщиной 0,2 мм. Определить плотность связанных зарядов на поверхности изолирующего слоя, если конденсатор заряжен до 600 В, а диэлектрическая восприимчивость изолирующего слоя равна 0,5.
- 1-77. Первоначально плоский воздушный конденсатор с зазором между обкладками в 1 см был заряжен до 300 В. Затем, отключив конденсатор от источника, в него внесли пластину с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 5$ и толщиной в половину зазора. Найти напряженность электростатического поля в обоих случаях.
- 1-78. Плоский конденсатор заряжен до 120 В. Определить диэлектрическую проницаемость изолирующего слоя, если площадь одной пластины 60 см², заряд на ней 10^{-8} Кл, а расстояние между пластинами 6 мм. Определить также силу взаимодействия пластин.
- 1-79. Определить энергию электрического поля равномерно заряженного шара радиуса R и заряда q .
- 1-80. Батарея из шести последовательно соединённых лейденских банок, каждая емкостью $4 \cdot 10^{-10}$ Ф, питается напряжением 80 кВ. Одна из банок пробивается. Определить изменение энергии батареи банок.
- 1-81. Вычислить электроёмкость системы конденсаторов, представленной на рисунке, если ёмкость каждого конденсатора 0,9 мкФ.
- 1-82. Несколько (N) одинаковых конденсаторов соединили параллельно и зарядили до разности потенциалов φ_0 . Затем с помощью переключателя их соединили последовательно. Определить разность потенциалов между крайними клеммами. Изменится ли энергия системы?
- 1-83. Два одинаковых конденсатора заряжены до разных потенциалов φ_1 и φ_2 относительно заземлённых отрицательных электродов. Затем конденсаторы соединили параллельно. Определить их потенциал после соединения и изменение энергии системы.
- 1-84. В пространство между пластинами плоского воздушного конденсатора помещён стеклянный конденсатор с большой площадью пластин. Определить ёмкость такой системы, если: площадь пластины $S_1 = 300$ см², $S_2 = 600$ см², $d_1 = 4$ мм, $d_2 = 3$ мм. Толщиной пластин стеклянного конденсатора пренебречь.
- 1-85. Определить ёмкость батареи конденсаторов, если $C_1 = 2$ мкФ,

большую глубину. Расстояние между центрами шаров 250 м, удельная электропроводимость морской воды 4 Ом/м. Определить сопротивление цепи при подключении источника к концам кабелей, оставшихся на поверхности воды. Сопротивление кабелей не учитывать.

2-19. Найти падение потенциала U на медном проводе длиной $L = 500$ м и диаметром $d = 2$ мм, если ток в нем $I = 2$ А.

2-20.

К амперметру подсоединены два шунта (добавочные сопротивления). Шкала амперметра содержит 100 делений. Если амперметр включить в цепь через клеммы 1-2, цена деления шкалы его будет 0,01 А/дел, если через клеммы 2-3 - цена деления будет 0,02 А/дел. Какой ток можно измерять амперметром, подключив его к клеммам 1-3?

2-21. Имеется прибор сопротивлением 100 Ом, с ценой деления 1 мкА, шкала которого имеет 100 делений. Как из него сделать амперметр для измерения тока до 1 А?

2-22. Амперметр сопротивлением 0,2 Ом зашунтирован сопротивлением 0,06 Ом. Определить силу тока во внешней цепи, если ток через амперметр 10 А.

2-23. Сколько витков нихромовой проволоки диаметром 1 мм надо намотать на фарфоровый цилиндр радиусом 2,5 см, чтобы получить печь сопротивлением 40 Ом?

2-24. Сопротивление вольфрамовой нити накала электрической лампочки при 20°C равно 35,8 Ом. Какова будет температура нити лампочки, если при включении в сеть напряжением 120 В по нити идет ток 0,33 А? Температурный коэффициент сопротивления вольфрама равен $4,6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

2-25. Реостат из железной проволоки, миллиамперметр, и генератор тока включены последовательно. Сопротивление реостата при 0°C равно 120 Ом, сопротивление миллиамперметра 20 Ом. Миллиамперметр показывает 22 мА. Что будет показывать миллиамперметр, если реостат нагреется на 50°? Температурный коэффициент сопротивления железа $6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Сопротивлением генератора пренебречь.

2-26. Обмотка катушки из медной проволоки при температуре 14 °C имеет сопротивление 10 Ом. После пропускания тока сопротивление обмотки стало равно 12,2 Ом. До какой температуры нагрелась обмотка? Температурный коэффициент сопротивления меди равен $4,15 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

2-27. На сколько изменится сопротивление телеграфной линии при переходе от зимы (-30°C) к лету (+30°C), если она проложена железным проводом длиной (зимой) 100 км? Удельное сопротивление железа $8,7 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$, температурный коэффициент сопротивления $6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Изменится ли результат, если учесть удлинение провода? Коэффициент линейного расширения железа $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

2-28. Вольтметр сопротивлением 1500 Ом рассчитан для измерения напряжения не выше 30 В. Какое добавочное сопротивление нужно присоединить к вольтметру, чтобы им можно было измерить напряжение 300 В.

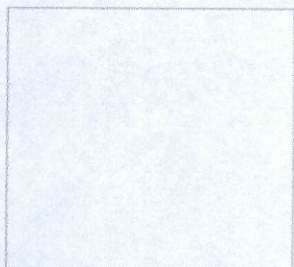
2-29. Имеется некоторое число одинаковых сопротивлений 10 Ом. Сколько потребуется сопротивлений и как их нужно соединить (нарисуйте схему), чтобы эквивалентное сопротивление было равно 6 Ом?

2-30. Последовательно соединены n равных сопротивлений. Во сколько раз изменится

2-48. Гальванический элемент даёт на внешнем сопротивлении 6 Ом ток 0,15 А, а на сопротивлении 10 Ом ток 0,1 А. Определить ток короткого замыкания.

2-49. Определить ЭДС источника, если при подключении к нему двух вольтметров, соединённых последовательно, они показывают 8 и 5 В, а при подключении только первого вольтметра - 10 В.

2-50. Если к аккумулятору подключить последовательно амперметр и вольтметр, то они покажут 0,2 А и 16 В. Если приборы соединить параллельно и подключить к источнику, они покажут 1,2 А и 2 В. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.

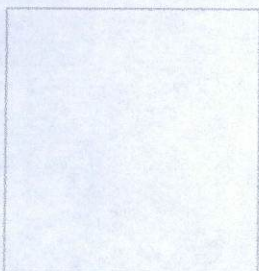


2-51.

Найти разность потенциалов между точками 1 и 2, если $R_1 = 15$ Ом, $R_2 = 25$ Ом, $\varepsilon_1 = 6$ В и $\varepsilon_2 = 1,5$ В. Внутренними сопротивлениями источников можно пренебречь.

 ε_2

2-52. Имеется 10 элементов с ЭДС 1,2 В и внутренним сопротивлением 0,3 Ом. Как нужно соединить эти элементы, чтобы получить от батареи наибольший ток? Определить его величину.



2-53.

В схеме сопротивления вольтметров 3 и 4 кОм, сопротивление потенциометра 1 кОм, источника 0,01 кОм. При каком соотношении плеч потенциометра $U_1 = 2U_2$?

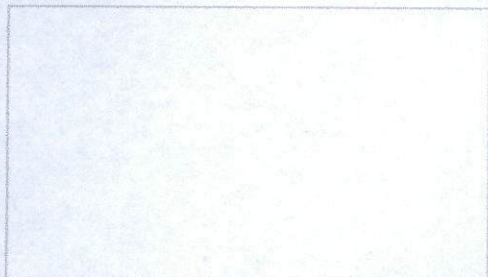
 ε

2-54. Если несколько элементов с внутренним сопротивлением 2,4 Ом соединить последовательно и замкнуть на сопротивление 12 Ом, то по цепи пойдёт ток 0,44 А. Если соединить элементы параллельно, то пойдёт ток 0,123 А. Определить максимально возможный ток во внешней цепи.

 ε_1

2-55.

В схеме $R = 2$ Ом, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 3,2$ В, $r_1 = 0,5$ и $r_2 = 0,8$ Ом. Определить ток в каждом элементе и во всей цепи.



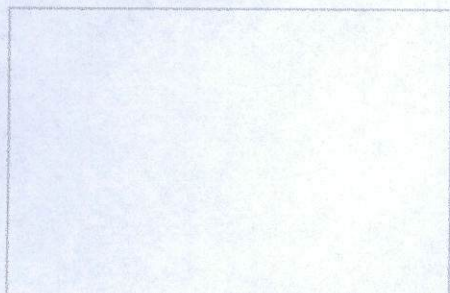
2-77.

Между точками А и В цепи поддерживается постоянное напряжение 50 В. Найти ток и напряжение тока в участке СД, если $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 6 \text{ Ом}$, $R_4 = 8 \text{ Ом}$.

2

2-78.

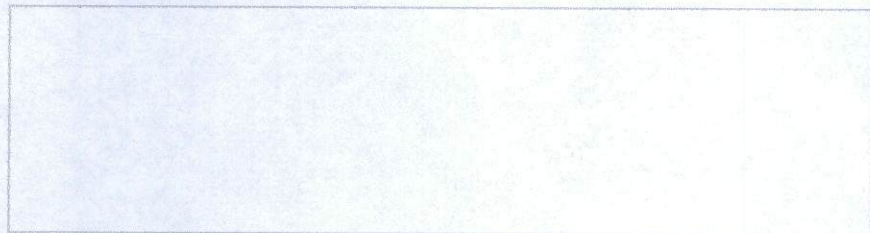
На схеме, изображённой на рисунке, указаны сопротивления в Омах и ток через одно из них. Определить токи через остальные сопротивления и напряжение генератора G.



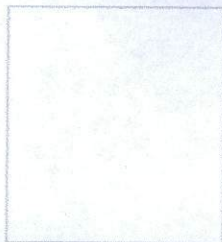
2-79.

Определить ток в сопротивлении $3R$ в изображённой схеме.

2-80. Выразить ток через сопротивление R в схеме. Внутренними сопротивлениями источников пренебречь.



- 2-93. Электромотор постоянного тока сопротивлением R подключен к источнику с напряжением U . При каком значении тока через обмотку полезная мощность мотора максимальна? Определить её и к.п.д. мотора.
- 2-94. На сколько % уменьшился диаметр нити накала лампы из-за испарения, если для поддержания прежней температуры напряжение повысили на 2%? Теплопроводность нити пропорциональна площади её поверхности.
- 2-95. Определить мощность шести вольтовой лампочки Лодыгина, в которой использован угольный стержень в качестве нагревательного элемента, если он имеет длину 6 см, диаметр 2 мм. Удельное сопротивление угля $7 \cdot 10^5$ Ом·м, температурный коэффициент сопротивления $2 \cdot 10^{-4}$ град $^{-1}$. Температура накала стержня 1600 °С.
- 2-96. Светотепловая ванна, имеющая 20 параллельно соединённых ламп накаливания сопротивлением 360 Ом каждая, включена в сеть с напряжением 220 В. Определить количество теплоты, выделившееся в ванне за 15 минут процедуры.
- 2-97. Через какое время в стерилизаторе с обмоткой из проволоки сопротивлением 25 Ом закипит 1 л воды с начальной температурой 18 °С. Стерилизатор подключён к сети напряжением 220 В, его к.п.д. 50%, удельная теплоёмкость воды $4,2 \cdot 10^3$ Дж/м·К.
- 2-98. Две электроплитки соединены параллельно и потребляют мощность N . Какую мощность они будут потреблять, включённые последовательно, если одна из них потребляет мощность N_1 ?
- 2-99. В старой аккумуляторной батарее, состоящей из n последовательно соединённых аккумуляторов с внутренним сопротивлением r , внутреннее сопротивление одного из них резко возросло до $10r$. Считая ЭДС аккумуляторов одинаковой, определить при каком сопротивлении нагрузки мощность, выделяемая на ней, не изменится при коротком замыкании повреждённого аккумулятора.
- 2-100. Аккумулятор подключён один раз к внешней цепи с сопротивлением R_1 , а другой с R_2 . Количество теплоты, выделяющееся во внешней цепи в единицу времени одинаково. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора.
- 2-101. От источника напряжения 20 кВ необходимо передать на расстояние 10 км мощность 800 кВт. Допустимая потеря напряжения в проводах 1%. Определить сечение медного провода, если удельное сопротивление меди $0,17 \cdot 10^{-7}$ Ом·м. Во сколько раз необходимо повысить напряжение источника, чтобы снизить потери мощности в 50 раз?
- 2-102. Как зависит мощность генератора, выделяемая на внутреннем сопротивлении r , от тока J , если напряжение генератора $\mathcal{E}$? Какому сопротивлению соответствует максимальная мощность?
- 2-103. Какую наибольшую мощность можно получить от генератора с напряжением 200 В и внутренним сопротивлением 30 Ом? Какую мощность можно получить, если к.п.д. того же генератора 80%? Если максимально допустимый ток составляет 0,1 от тока короткого замыкания, то какую наибольшую мощность можно получить от генератора, не опасаясь его порчи?
- 2-104. Сопротивления стальной проволоки в два раза больше, чем медной. В которой из проволок будет выделяться больше тепла: а) при параллельном, б) при последовательном включении в цепь постоянного напряжения.
- 2-105. Аккумулятор замыкают один раз внешней цепью с сопротивлением R_1 , другой раз R_2 . При



3-19. Определить напряженность магнитного поля в центре прямоугольного контура, по которому течет ток силой 10 А. Стороны контура равны соответственно 20 см и 16 см.

3-20. Определить напряженность магнитного поля в вершине правильного тетраэдра. Магнитное поле создается током 7 А, текущему по замкнутому контуру в форме правильного треугольника со стороной 10 см. Для тетраэдра этот треугольник служит основанием.

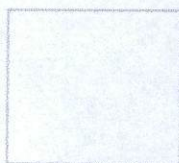
3-21. По проводнику, согнутому в форме кольца радиусом 8 см течет ток силой 10 А. Найти напряженность магнитного поля в центре кольца.

3-22. Четыре длинных прямых параллельных проводника проходят через вершины квадрата со стороной 20 см, перпендикулярно его плоскости. По каждому из них течет ток силой 8 А. При этом по трем проводникам ток течет в одном направлении, а по четвертому в противоположном. Определить индукцию магнитного поля в центре квадрата.

3-23. Длинный прямой провод имеет виток радиуса 10 см. По проводнику течет ток 5 А. Определить индукцию магнитного поля в центре витка и в точке, лежащей на его оси, на расстоянии 20 см от центра.

3-24. Определить индукцию магнитного поля в центре контура в форме прямоугольника с диагональю 12 см. Угол между диагоналями прямоугольника равен 30° . Ток в контуре 4 А.

3-25.



Определить индукцию магнитного поля в точке О, если проводник с током I имеет вид, указанный на рисунке. Радиус изогнутой части R , а прямолинейные участки проводника бесконечной длины.

3-26. Между полюсами электромагнита в горизонтальном магнитном поле находится проводник длиной 0,5 м, расположенный перпендикулярно линиям магнитной индукции поля. Определить ток, текущий через проводник, если он висит горизонтально, не падая. Индукция магнитного поля 0,01 Тл. Масса проводника 1 кг.

3-27. Между полюсами магнита на двух тонких проволочках подвешен горизонтально линейный проводник массой 1 кг и длиной 15 см. Индукция магнитного поля магнита направлена вертикально вверх и равна 0,25 Тл. На какой угол от вертикали отклоняться проволочки, если по проводнику пропустить ток 5 А?

3-28. По кольцу диаметром 40 мм выполненному из медной проволоки сечением 1 мм^2 , течет ток 0,1 А. Кольцо находится в однородном магнитном поле и его ось совпадает с направлением поля. Определить максимальное значение индукции магнитного поля, при котором кольцо не разорвется. Медь выдерживает нагрузку на разрыв $2,3 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^2$.

3-29. По тонкому кольцу массой m и радиусом R течет ток I . Кольцо расположено горизонтально в

провода, по которому течет ток силой 5 А. Найти индукцию магнитного поля внутри тороида, если его радиус 0,2 м.

3-42. По медному проводу сечением радиуса 10 мм течет ток 200 А. Определить напряженность магнитного поля внутри провода в точке, отстоящей на расстоянии 4 мм от оси провода.

3-43. Найти магнитный поток через прямоугольное поперечное сечение тороида, если ток в его обмотке 2 А, число витков равняется 1000, толщина (высота) тора 10 см, а отношение внешнего диаметра к внутреннему равно 2.

3-44. Определить магнитный момент тонкого кругового витка с током, если радиус витка 80 мм, индукция магнитного поля в его центре 6 мкТл.

3-45. Вычислить магнитный момент тонкого проводника с током в 1 А, плотно намотанного на половину тора. Диаметр сечения тора 4 см. Число витков равняется 200.

3-46. По прямому проводу, расположенному между полюсами электромагнита, течет ток 500 А. С какой силой действует магнитное поле на единицу длины провода, если он расположен под углом 30° к силовым линиям поля, а индукция магнитного поля равняется 0,5 Тл?

3-47. По двум прямолинейным проводникам длиной 0,5 м каждый, текут одинаковые токи в одном направлении. Определить величину этих токов, если расстояние между проводниками 2 см, а сила их взаимодействия равняется 10^{-2} Н.

3-48. По трем прямым параллельным проводникам, находящихся на одинаковом расстоянии в 8 см друг от друга, текут токи по 10 А. При этом по двум проводникам токи текут в одном направлении. Вычислить силу, действующую на единицу длины каждого проводника.

3-49. Шины генератора представляют собой параллельные медные полосы длиной 2 м, находящихся на расстоянии 40 см от его оси. При коротком замыкании по ним может пройти ток до 10000 А. С какой силой взаимодействуют шины? Изменится ли ответ, если шины сделать железными?

3-50. Соленоид длиной 70 см имеет три слоя обмотки по 150 витков в каждом слое. Определить ток, питающий соленоид, если напряженность поля внутри соленоида равняется $6 \cdot 10^3$ А/м.

3-51. Квадратная рамка, выполненная из тонкой проволоки, подвешена на неупругой нити. Определить период колебаний рамки в магнитной поле индукции 0,02 Тл, если по ней пропущен ток 3 А. Масса рамки 1 г.

3-52. Рамка гальванометра размером $4 \times 1,5$ см² содержит 200 витков и находится в магнитном поле индукции 0,05 Тл. Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Вычислить вращающий момент, действующий на рамку, если по ней течет ток 0,2 А.

3-53. По длинному соленоиду, имеющему 50 витков на 1 см длины, течет ток 5 А. Определить индукцию поля внутри соленоида и в центре одного из его оснований.

3-54. Диаметр витков соленоида в 3 раза больше длины его оси. Число витков, приходящихся на 1 см, равняется 300. Определить индукцию магнитного поля внутри соленоида и в центре одного из его оснований, если по обмотке соленоида течет ток 1 А.

3-55. Найти силу взаимодействия двух катушек с магнитными моментами $5 \text{ мА} \cdot \text{м}^2$ и $8 \text{ мА} \cdot \text{м}^2$, если их оси лежат на одной прямой, а расстояние между катушками значительно превышает их линейные размеры и равно 25 см.

- 3-68. Виток провода диаметром 30 см свободно установился в однородном магнитном поле, индукция которого 0,06 Тл. Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы повернуть виток на угол $\pi/2$ и на угол 2π .
- 3-69. Ось катушки, содержащей 800 витков диаметром 10 см, расположена параллельно земному магнитному меридиану. Горизонтальная составляющая магнитного поля Земли равняется 16 А/м. Определить работу, которую нужно совершить, чтобы повернуть катушку на 180° . Ток в катушке 1 А.
- 3-70. Из проволоки длиной 40 см сделан квадратный контур, по которому течет ток в 2 А. Найти работу, которую нужно совершить, чтобы повернуть этот контур в магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл на 45° от положения равновесия.
- 3-71. Из проволоки длиной 20 см сделан круговой контур. По контуру течет ток в 1 А. Найти работу, которую нужно совершить, чтобы повернуть этот контур в магнитном поле $B = 0,1$ Тл от положения равновесия на 30 градусов.
- 3-72. Прямолинейный проводник длиной 40 см находится в магнитном поле с индукцией 0,5 Тл под углом 60° к линиям индукции. Определить работу, которую совершает магнитное поле, если по проводнику течет ток 10 А и он переместился на 50 см.
- 3-73. В магнитном поле электромагнита индукции 0,2 Тл находится прямоугольная рамка размером 6×4 см², по которой течет ток 3 А. Определить работу, которую необходимо совершить, чтобы повернуть рамку на 60° из положения равновесия.
- 3-74. Два прямолинейных проводника параллельны друг другу. По ним текут токи в противоположных направлениях соответственно 5 А и 8 А. Проводники находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Определить работу, необходимую для того, чтобы раздвинуть их до расстояния 25 см друг от друга.
- 3-75. Из проводящей проволоки длиной 60 см сделали круговой контур, по которому пропустили ток 0,5 А и поместили в магнитное поле индукции 0,25 Тл. Определить работу, необходимую для поворота контура на 45° .
- 3-76. Определить мощность, необходимую для поворота рамки с током в 3 А и площадью 100 см² в однородном магнитном поле индукции 0,4 Тл за 0,25 с из положения вдоль поля до положения перпендикулярного полю.
- 3-77. Квадратная рамка с током 1 А расположена в одной плоскости с длинным прямым проводником с током 6 А. Сторона рамки 4 см, а проходящая через середины противоположных сторон ось рамки параллельна проводу и отстоит от него на расстоянии в 2 раза больше стороны рамки. Определить момент сил, действующих на рамку, и механическую работу, которую нужно совершить, чтобы повернуть рамку вокруг оси на 180° .
- 3-78. В пространстве между двумя параллельными плоскостями с током создается однородное магнитное поле индукции B . Вне этой области магнитное поле отсутствует. Определить силу, действующую на единицу длины поверхности каждой пластины.
- 3-79. Медный провод сечением 3,5 мм² согнут в форме квадрата, и может поворачиваться вокруг горизонтальной оси, проходящей через одну из его сторон. Определить индукцию вертикального магнитного поля, если при пропускании тока 10 А рамка повернулась на 30° .
- 3-80. Пружина длиной L и радиусом r ($r \ll L$) имеет N витков. Коэффициент упругости

пружины k и к ней подвешен груз массой m . Определить смещение груза, если по пружине пропускается ток J .

3-81. В вертикальном магнитном поле индукции $0,3$ Тл на двух тонких нитях расположен горизонтально проводник массой $0,2$ кг и длиной $0,8$ м. Определить угол, на который отклоняются от вертикали нити подвеса, если по проводнику течет ток 5 А.

3-82. Квадратная рамка с током расположена так, что может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из сторон. Рамка находится в вертикальном магнитном поле с индукцией B . Угол наклона рамки к горизонту α , масса m , длина стороны a . Определить ток в рамке и ее магнитный момент.

3-83. Катушка с током J вертикально стоит на непроводящей плоскости. Масса катушки m , радиус R , число витков N . Определить индукцию однородного магнитного поля направленного горизонтально, под действием которого катушка опрокидывается.

3-84. Проводящее кольцо с током J поместили в магнитное поле перпендикулярное его плоскости. Радиус кольца R и оно выдерживает на разрыв нагрузку F . Определить индукцию магнитного поля, при котором кольцо разорвется. Магнитным полем тока J пренебречь.

3-85. В центре длинного соленоида расположена маленькая плоская рамка из 30 витков площадью 10^{-4} м² каждый. По рамке течет ток силой 1 А того же направления, что и ток в соленоиде. Ток в соленоиде 4 А, плотность намотки 5000 витков/м. Какую работу против сил магнитного поля нужно совершить, чтобы переместить рамку в середину основания соленоида? Плоскость рамки перпендикулярна оси соленоида.

3-86. Определить мощность, необходимую для перемещения проводника длиной 30 см со скоростью 8 м/с в поле с индукцией $0,1$ Тл. По проводнику течет ток 12 А, и он движется перпендикулярно силовым линиям поля.

4.4. Движение заряженных частиц в магнитных и электрических полях.

4-1. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 1000 В, влетает в однородное магнитное поле, силовые линии которого перпендикулярны его скорости. Индукция магнитного поля равна $1,19 \cdot 10^{-3}$ Тл. Найти радиус кривизны траектории электрона.

4-2. Электрон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. Скорость электрона $4 \cdot 10^7$ м/с. Индукция магнитного поля 10^{-3} Тл. Чему равны тангенциальное и нормальное ускорение электрона в этом случае?

4-3. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

4-4. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности со скоростью 10^6 м/с. Индукция магнитного поля $0,3$ Тл. Радиус окружности 4 см. Найти заряд частицы, если известно, что ее энергия 12 кэВ.

4-5. Силовые линии магнитного поля, индукция которого $0,05$ Тл, перпендикулярны силовым линиям электрического поля, напряженность которого 100 В/м. Скорость пучка электронов

- электроны со скоростью 10^5 м/с, образуя цилиндрический пучок диаметром 60 см. Ток пучка равен 10^4 А. Определить величину и направление силы, действующей на каждый электрон на боковой поверхности пучка.
- 4-18. Спираль, по которой движется протон в однородном магнитном поле индукции B , имеет диаметр d и шаг h . Определить скорость протона.
- 4-19. α -частица движется в однородном магнитном поле индукции 1,5 Тл по окружности радиусом 50 см в плоскости, направленной под углом 45° к силовым линиям поля. Определить скорость и кинетическую энергию частицы.
- 4-20. В области пространства создано однородное электрическое поле напряженностью 1 МВ/м и однородное магнитное поле индукции 10^{-2} Тл. Вектор напряженности электрического поля перпендикулярен вектору индукции магнитного поля. Перпендикулярно обоим векторам движется не отклоняясь пучок мюонов. Определить скорость частиц.
- 4-21. Как относятся радиусы траекторий двух электронов с кинетическими энергиями W_1 и W_2 , если однородное магнитное поле перпендикулярно их скоростям?
- 4-22. С помощью камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле индукции B , наблюдают упругое рассеивание α -частиц на ядрах дейтерия. Определить начальную энергию α -частицы, если радиус кривизны начальных участков траектории ядра и α -частицы после рассеивания равен R . Обе траектории лежат в плоскости, перпендикулярной индукции магнитного поля.
- 4-23. Протон влетает со скоростью 10^4 м/с в область пространства, в которой создано электрическое поле напряженностью 200 В/м и магнитное поле индукции 0,04 Тл, совпадающие по направлению. Определить ускорение протона в начальный момент движения в полях, если направление скорости 1) совпадает с направлением полей; 2) перпендикулярно ему.
- 4-24. Для получения высоких температур, необходимых для осуществления термоядерной реакции, используют магнитную термоизоляцию. Уход частиц из зоны высокой температуры предотвращается магнитным полем. Определить ток в столбе газового разряда радиусом 3 см, необходимого для того, чтобы электроны, имеющие среднюю скорость хаотического движения при температуре 10^6 К, не могли удалиться от поверхности столба на расстояние более чем 0,3 мм.
- 4-25. Алюминиевая пластина сечением $X \times Y$ помещена в магнитное поле индукции 0,6 Тл, перпендикулярной ребру Y и направлению тока в 4 А. Определить возникающую поперечную разность потенциалов, если толщина пластины $X = 0,2$ мм, а концентрация электронов проводимости равна концентрации атомов.
- 4-26. При изучении эффекта Холла в натриевом проводнике напряженность поперечного электрического поля оказалась равной $5 \cdot 10^{-6}$ В/м, а индукция магнитного поля 1 Тл при плотности тока 200 А/см². Определить концентрацию электронов проводимости и ее отношение к концентрации атомов в данном проводнике.
- 4-27. Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов U , влетает в однородное магнитное поле созданное соленоидом длиной L с числом витков N , под углом α к направлению индукции поля. Определить минимальную силу тока в соленоиде, при которой электрон пересечет ось соленоида дважды.
- 4-28. Однородное электрическое (5 В/см) и магнитное поля (0,2Тл) взаимно перпендикулярны.

угловой скоростью 15 рад/с. Площадь рамки 150 см². Ось вращения находится в плоскости рамки и составляет 30° с направлением силовых линий магнитного поля. Найти максимальное значение ЭДС индукции во вращающейся рамке.

5-11. Круговой контур, радиус которого 2 см, помещен в однородное магнитное поле, индукция которого 0,2 Тл. Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля, сопротивление контура 1 Ом. Какое количество электричества протечет через катушку при повороте ее на 90°?

5-12. В магнитное поле, индукция которого равна 0,1 Тл, помещена квадратная рамка из медной проволоки. Площадь поперечного сечения проволоки 1 мм². Нормаль к плоскости рамки направлена по силовым линиям поля. Какое количество электричества пройдет по контуру рамки при выключении поля, если длина проволоки 1 м?

5-13. Катушка из 200 витков с площадью поперечного сечения 200 см² вращается в магнитном поле с индукцией 0,5 Тл, так что ось ее вращения параллельна силовым линиям поля и перпендикулярна оси катушки. Частота вращения катушки 50 Гц. Найти амплитуду индуцированной ЭДС.

5-14. Круговой контур радиусом 4 см помещен в однородное магнитное поле, индукция которого 0,1 Тл. Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля. Сопротивление контура 1 Ом. Какое количество электричества пройдет через катушку при выключении поля?

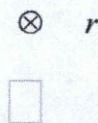
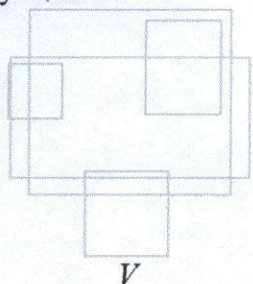
5-15. Соленоид диаметром 6 см поворачивается в магнитном поле индукции 1 Тл на 180° за 0,05 с. Определить ЭДС индукции, возникающую в соленоиде, если он имеет 100 витков.

5-16. Электромагнит создает между двумя квадратными полюсными наконечниками, площади которых по 100 см², однородное поле индукции 0,8 Тл. С какой наименьшей скоростью надо перемещать проводник перпендикулярно полю, чтобы возбудить в нем ЭДС индукции 1,5 В?

5-17. Рамка площадью 200 см², расположенная перпендикулярно магнитному полю, имеет 100 витков, сопротивление ее 5 Ом, индукция магнитного поля 0,08 Тл. Какой заряд индуцируется в рамке, если ее вынести из поля?

5-18. Виток радиусом 5 см расположен перпендикулярно магнитному полю напряженности $5 \cdot 10^5$ А/м. Определить сопротивление витка, если при исчезновении поля через виток проходит заряд 1 мКл.

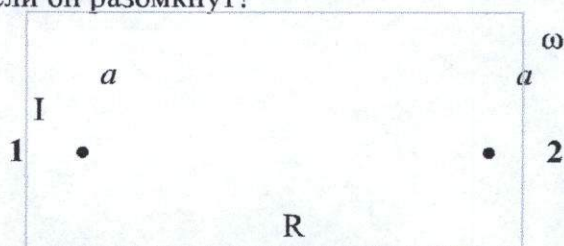
5-19. Жесткий провод, согнутый в полукруг радиуса r , вращается с угловой скоростью ω в однородном магнитном поле B , перпендикулярном оси вращения. Определите напряжение и силу тока, наведенного в проводнике, если внутреннее сопротивление вольтметра R , а сопротивлением остальных частей цепи можно пренебречь. Магнитное поле тока не может заметно изменить величину магнитной индукции B .



ω

5-20. По круговому витку (1) радиуса a течет постоянный ток I . Другой такой же виток помещен на оси первого витка на расстоянии $R \gg a$. Плоскости витков параллельны. Затем виток (2)

приводится во вращение вокруг одного из диаметров с угловой скоростью ω . Какова наведенная в витке (2) ЭДС, если он разомкнут?

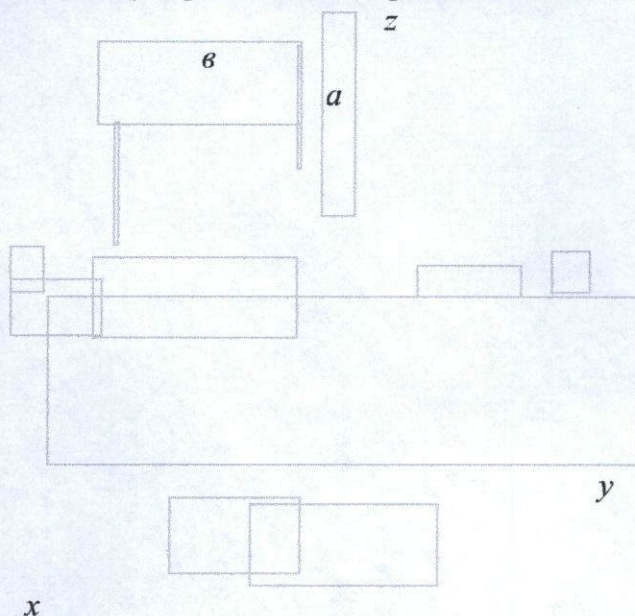


5-22. Соленоид содержит $N = 600$ витков. Площадь сечения сердечника $S = 8 \text{ см}^2$. По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией $B = 5 \text{ мТл}$. Определить среднее значение э.д.с. самоиндукции, которая возникает на зажимах соленоида, если ток уменьшается практически до нуля за время $\Delta t = 0,6 \text{ мс}$. Сердечник изготовлен из немагнитного материала.

5-23. Из куска провода длиной 2 м и сопротивлением 2 Ом сделан квадрат так, что площадь его перпендикулярна к горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли, равной 15,9 А/м. Определить заряд, наведенный в контуре.

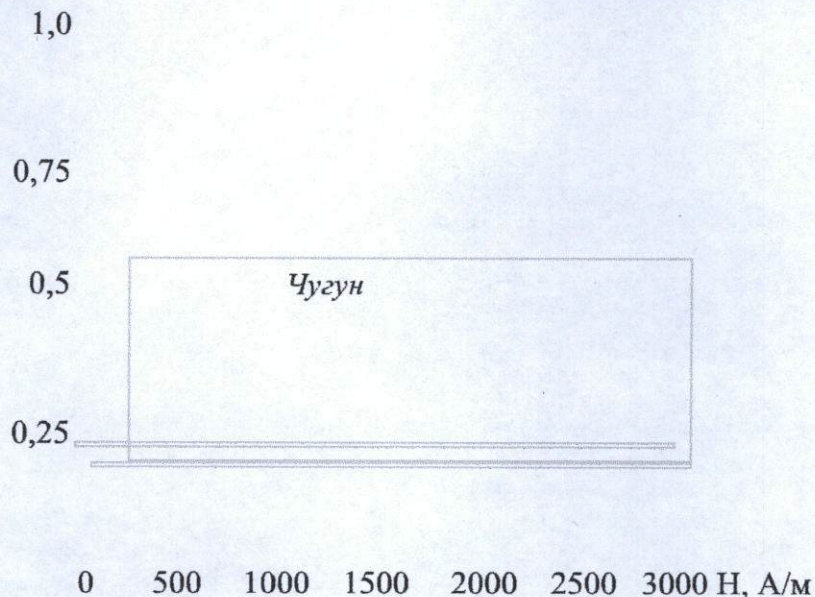
5-24. Соленоид длиной 2 м, состоящий из 1000 витков, площадью поперечного сечения 8 см^2 включается в цепь, где сила тока изменяется на 20 А за 0,1 секунду. Определить ЭДС самоиндукции возбуждающуюся в соленоиде, если в него вставлен железный сердечник с магнитной проницаемостью равной 500.

5-21. С какой скоростью должна двигаться прямоугольная рамка со сторонами $a = 50 \text{ см}$ и $b = 2 \text{ см}$ в магнитном поле, перпендикулярном ее плоскости, в направлении градиента поля $|\text{grad } B| = 2 \text{ Тл/м}$, чтобы в ней индуцировалась ЭДС равная 0,2 В.



5-25. В электрической цепи с сопротивлением $r = 10 \text{ Ом}$ и индуктивностью $L = 0,05 \text{ Гн}$ течет ток силой 60 А. Определить силу тока в цепи через $\Delta t = 0,6 \text{ мс}$ после ее размыкания.

5-26. Длинный прямой проводник с током I и П-образный проводник с подвижной перемычкой расположены в одной плоскости, как показано на рисунке. Перемычку, длина которой l и сопротивление R , перемещают вправо с постоянной скоростью V . Найти ток, индуцируемый в контуре, как функцию расстояния r между перемычкой и прямым проводником. Сопротивление П-образного проводника и самоиндукция контура пренебрежимо малы.



6-15. Магнитный поток Φ соленоида сечением $S = 10 \text{ см}^2$ равен 10 мкВб . Определить объемную плотность энергии магнитного поля соленоида. Сердечник выполнен из немагнитного материала. Магнитное поле во всем объеме однородно.

6-16. Тороид диаметром $D = 40 \text{ см}$ (по средней линии) и площадью сечения $S = 10 \text{ см}^2$ содержит $N = 1200$ витков. Вычислить энергию магнитного поля тороида при силе тока $I = 10 \text{ А}$. Сердечник выполнен из немагнитного материала. Магнитное поле во всем объеме однородно.

6-17. Соленоид имеет полностью размагниченный стальной сердечник объемом $V = 200 \text{ см}^3$. Напряженность H магнитного поля соленоида при силе тока $I = 0,5 \text{ А}$ равна 700 А/м . Определить индуктивность L соленоида.

6-18. Соленоид содержит $N = 800$ витков. При силе тока $I = 1 \text{ А}$ магнитный поток через один виток $0,1 \text{ мВб}$. Определить энергию W магнитного поля соленоида. Сердечник выполнен из немагнитного материала. Магнитное поле во всем объеме однородно.

6-19. Определить плотность энергии магнитного поля в центре кольцевого проводника, имеющего радиус $R = 25 \text{ см}$ и содержащего $N = 100$ витков. Сила тока в проводнике $I = 2 \text{ А}$.

6-20. При какой силе тока в прямолинейном бесконечно длинном проводнике плотность энергии магнитного поля на расстоянии $r = 1 \text{ см}$ от проводника равна $0,1 \text{ Дж/м}^3$?

6-21. Соленоид содержит $N = 800$ витков. При силе тока $I = 6 \text{ А}$ в обмотке соленоида магнитный поток пронизывающий его витки $\Phi = 30 \text{ мкВб}$. Определить индуктивность L соленоида.

6-22. Соленоид сечением $S = 6 \text{ см}^2$ содержит $N = 1500$ витков. Индукция B магнитного поля внутри соленоида при силе тока $I = 4 \text{ А}$ равна $0,08 \text{ Тл}$. Определить индуктивность L соленоида.

6-23. Источник тока замкнули на катушку с сопротивлением $r = 20 \text{ Ом}$ и индуктивностью $L = 0,4 \text{ Гн}$. Через какое время сила тока в цепи достигнет 95% от максимального значения?

6-24. По замкнутой цепи с сопротивлением $r = 23 \text{ Ом}$ течет ток. Через 10 мс после размыкания цепи сила тока в ней уменьшилась в 10 раз. Определить индуктивность цепи.

6-25. Шарик массы m с зарядом q , подвешенный на нити длиной l , движется так, что нить составляет угол α с вертикалью (см. рис.). Найти

