

Индивидуальное задание № 3

Магнитное поле

Вариант № 1

1. Два параллельных бесконечно длинных прямых провода, по которым в одном направлении текут токи силой 30 А, расположены на расстоянии 5 см один от другого. Определите магнитную индукцию в точке, отстоящей от одного проводника на расстоянии 4 см и от другого – на расстоянии 3 см. [251,2 мкТл]
2. В одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток силой 50 А, расположена прямоугольная рамка так, что две ее большие стороны длиной 65 см параллельны проводу, а расстояние от провода до ближайшей из этих сторон равно ее ширине. Каков магнитный поток, пронизывающий рамку? [4,5 мкВб]
3. Железный сердечник находится в однородном магнитном поле напряженностью 1 кА/м. Определите индукцию магнитного поля в сердечнике и магнитную проницаемость железа. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1,3 Тл; 1025]
4. Стрелка компаса имеет длину $l = 8$ см, массу $m = 4$ г; период T колебаний ее в магнитном поле Земли равен 1 с. Горизонтальная составляющая напряженности магнитного поля Земли $H = 16$ А/м. Определите магнитный момент стрелки.

$$[p_m = (\pi^2 l^2 m) / (3T^2 \mu_0 H) = 4,2 \text{ А} \cdot \text{м}^2]$$

Вариант № 2

1. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводникам, расстояние между которыми 20 см, текут токи 40 А и 80 А в одном направлении. Определите магнитную индукцию в точке, удаленной от первого проводника на 12 см и от второго на 16 см. [120 мкТл]
2. Плоский контур, площадь которого 25 см², находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл. Определите магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет 30° с линиями индукции. [50 мкВб]
3. Железный образец помещен в однородное магнитное поле напряженностью 796 А/м. Найдите магнитную проницаемость железа. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1250]
4. Какое давление испытывает боковая поверхность длинного прямого соленоида, содержащего $n = 20$ витков/см, когда по нему течет ток $I = 20$ А? [$p = \mu_0 n^2 I^2 / 2 = 1,0$ кПа]

Вариант № 3

1. Электрон, влетев в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 2 мТл со скоростью $5,7 \cdot 10^7$ м/с, движется по окружности. Определите радиус этой окружности. [16,1 см]
2. Рядом с длинным прямым проводом, по которому течет ток 10 А, расположена квадратная рамка. Рамка и провод лежат в одной плоскости. Найдите магнитный поток через рамку, если сторона рамки 80 мм, а ось рамки находится от провода на расстоянии 100 мм. [135,2 нВб]
3. Определите, сколько ампер-витков потребуется для создания магнитного потока 0,42 мВб в соленоиде с железным сердечником длиной 120 см и площадью поперечного сечения 3 см²? При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1300 А·в]
4. Точечный заряд движется со скоростью $v = 900$ м/с. В некоторый момент в точке наблюдения P напряженность электрического поля этого заряда $E = 600$ В/м, а угол α между векторами \vec{E} и \vec{v} равен 60°. Найдите индукцию B магнитного поля для данного заряда в точке P в этот момент. [$B = \epsilon_0 \mu_0 v E \sin \alpha = 5,2$ пТл]

Вариант № 4

1. Определите магнитную индукцию на оси тонкого проволочного кольца радиусом 10 см в точке, расположенной на расстоянии 20 см от центра кольца, если в центре кольца магнитная индукция равна 50 мкТл. [4,47 мкТл]
2. Плоская квадратная рамка со стороной 20 см лежит в одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток 100 А. Рамка расположена так, что ближайшая к проводу сторона рамки параллельна ему и находится на расстоянии 10 см от провода. Определите магнитный поток, пронизывающий рамку. [4,5 мкВб]
3. На железное кольцо намотано в один слой 500 витков провода. Средний диаметр кольца равен 25 см. Определите магнитную индукцию в железе и магнитную проницаемость железа, если сила тока в обмотке 0,5 А. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1, Тл; 2400]
4. Тонкий провод (с изоляцией) образует плоскую спираль из $N = 100$ плотно расположенных витков, по которым течет ток $I = 8$ мА. Радиусы внутреннего и внешнего витков (рис. 5.16) $a = 50$ мм, $b = 100$ мм. Найдите: индукцию магнитного поля в центре спирали; магнитный момент спирали при данном токе.

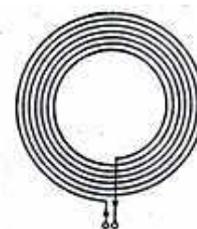


Рис. 5.16

$$\left[B = \frac{\mu_0 IN \ln(b/a)}{2(b-a)} = 7 \text{ мкТл}; p_m = \pi IN(a^2 + b^2 + ab)/3 = 15 \text{ мА} \cdot \text{м}^2 \right]$$

Вариант № 5

1. Определите индукцию магнитного поля в центре проволочной квадратной рамки со стороной 15 см, если по рамке течет ток силой 10 А. [75,4 мкТл]
2. Плоская квадратная рамка со стороной 20 см лежит в одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток. Расстояние провода до середины рамки равно 1 м. Вычислите относительную погрешность, которая будет допущена при расчете магнитного потока, пронизывающего рамку, если поле в пределах рамки считать однородным, а магнитную индукцию – равным ее значению в центре рамки. [0,62 %]
3. На железное кольцо намотано в один слой 500 витков провода. Средний диаметр кольца равен 50 см. Определите магнитную индукцию в железе и магнитную проницаемость железа, если сила тока в обмотке 2,5А. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1,25 Тл; 1500]
4. Ток $I = 5,0$ А течет по тонкому замкнутому проводнику (рис. 5.17). Радиус изогнутой части проводника $R = 120$ мм, угол $2\varphi = 90^\circ$. Найдите магнитную индукцию в точке O .

$$[B = (\pi - \varphi + \operatorname{tg}\varphi)\mu_0 I / (2\pi R) = 28 \text{ мкТл}]$$

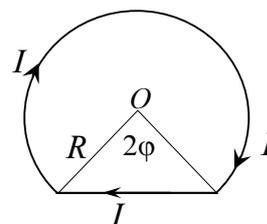


Рис. 5.17

Вариант № 6

1. Ток силой 20 А протекает по бесконечно длинному проводнику, согнутому под прямым углом. Найдите напряженность магнитного поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 10 см. [76,9 А/м; 13,2 А/м]
2. Вычислите циркуляцию вектора магнитной индукции вдоль контура, охватывающего токи 10 А, 15 А, текущие в одном направлении, и ток 20 А, текущий в противоположном направлении. [6,28 мкТл м]
3. Средняя длина железного сердечника тороида 2,5 м, длина воздушного зазора 1 см, число витков в обмотке тороида равно 1000. При токе силой 20 А индукция магнитного поля в воздушном зазоре 1,6 Тл. Найдите магнитную проницаемость железного сердечника при этих условиях. [440]
4. Заряд q равномерно распределен по объему однородного шара массой m и радиусом R , который вращается вокруг оси, проходящей через его центр, с угловой скоростью ω . Найдите соответствующий магнитный момент и его отношение к моменту количества движения. [$p_m = q\omega R^2/5$; $p_m/L = q/(2m)$]

Вариант № 7

1. Ток силой 20 А, протекая по кольцу из медной проволоки сечением 1,0 мм², создает в центре кольца напряженность магнитного поля 178 А/м. Какая разность потенциалов приложена к концам проволоки, образующей кольцо? [0,12 В]
2. По сечению проводника равномерно распределен ток плотностью 2 МА/м². Найдите циркуляцию вектора напряженности вдоль окружности радиусом 5 мм, проходящей внутри проводника и ориентированной так, что ее плоскость составляет угол 30° с вектором плотности тока. [78,6 А]
3. Найдите магнитную индукцию в замкнутом железном сердечнике тороида длиной по средней линии 100 см, если число ампер-витков обмотки тороида 1200 А·в. Какова магнитная проницаемость сердечника при этих условиях? При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1,3 Тл; 880]
4. Два параллельных длинных провода с током $I = 6,0$ А в каждом (токи направлены в одну сторону) удалили друг от друга так, что расстояние между ними стало в $\eta = 2,0$ раза больше первоначального. Какую работу на единицу длины проводов совершила при этом сила Ампера? $[A = - \frac{\mu_0 I^2}{2\pi} \ln \eta = -5,0 \text{ мкДж/м}]$

Вариант № 8

1. По длинному вертикальному проводнику сверху вниз течет ток силой 8 А. На каком расстоянии от него напряженность поля, получающаяся при сложении магнитного поля Земли и поля тока, может быть направлена вертикально вверх? Горизонтальная составляющая магнитного поля Земли 16 А/м. [0,08 м]
2. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 0,5 кВ, движется параллельно длинному прямолинейному проводнику, по которому течет ток 10 А, на расстоянии 1 см от него. Определите силу, действующую на электрон. $[4,24 \cdot 10^{-16} \text{ Н}]$
3. Средняя длина железного сердечника тороида 1 м, длина воздушного зазора 1 см. Площадь поперечного сечения сердечника 25 см². Определите, сколько ампер-витков потребуется для создания магнитного потока 1,4 мВб, если магнитная проницаемость материала сердечника 800. [5000 А·в]
4. Постоянный магнит имеет вид кольца с узким зазором между полюсами. Средний диаметр кольца $d = 20$ см. Ширина зазора $b = 2,0$ мм, индукция магнитного поля в зазоре $B = 40$ мТл. Пренебрегая рассеянием магнитного потока на краях зазора, найдите модуль напряженности магнитного поля внутри магнита. $[H = bB/(\mu_0 \pi d) = 0,1 \text{ кА/м}]$

Вариант № 9

1. Два бесконечно длинных прямых проводника расположены параллельно на расстоянии 10 см друг от друга. По проводникам текут токи, равные 5 А, в противоположных направлениях. Найдите модуль напряженности магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии 10 см от каждого проводника. [16 8 А/м]
2. Протон, ускоренный разностью потенциалов 0,5 кВ, влетая в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 2 мТл, движется по окружности. Определите радиус этой окружности. [16,1 см]
3. Средняя длина железного сердечника тороида 1 м, длина воздушного зазора 3 мм. Число витков в обмотке тороида 2000. Найдите напряженность магнитного поля в воздушном зазоре при токе силой 1 А в обмотке тороида, если магнитная проницаемость сердечника равна 1000. [500 кА/м]
4. Вдоль длинного тонкостенного круглого цилиндра радиусом $R = 5,0$ см течет ток $I = 50$ А. Какое давление испытывают стенки цилиндра? [$p = \mu_0 I^2 / (8\pi^2 R^2) = 16$ мПа]

Вариант № 10

1. По проволочной рамке, имеющей форму правильного шестиугольника, протекает ток силой 2 А. При этом в центре рамки напряженность магнитного поля равна 33 А/м. Найдите длину проволоки, из которой изготовлена рамка. [0,2 м]
2. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток силой 10 А. Определите, используя закон полного тока, магнитную индукцию в точке, расположенной на расстоянии 10 см от проводника. [20 мкТл]
3. По обмотке соленоида, в который вставлен железный сердечник, течет ток силой 5 А. Соленоид имеет длину 1 м, площадь поперечного сечения 50 см^2 и число витков 500. Определите энергию магнитного поля соленоида. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [8,75 Дж]
4. Определите индукцию магнитного поля в точке O , если проводник с током I имеет вид, показанный на рис. 5.18. Радиус изогнутой части проводника равен R , прямолинейные участки проводника предполагаются очень длинными. [$B = \mu_0 I / (4R)$]

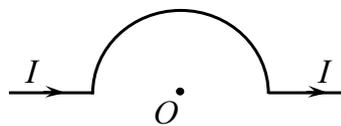


Рис. 5.18

Вариант № 11

1. Принимая, что электрон в атоме водорода движется по круговой орбите, определите отношение магнитного момента кругового тока к моменту импульса орбитального движения электрона. [87,8 ГКл/кг]
2. Ток течет по полой бесконечно длинной тонкостенной трубе радиусом 5 см и возвращается по сплошному проводнику радиусом 1 мм, расположенному по оси трубы. Сила тока равна 20 А. Определите магнитную индукцию в точке, отстоящей от оси симметрии на расстоянии 10 см. [0]
3. Средняя длина железного сердечника тороида 1 м, длина воздушного зазора 3 мм. Число витков в обмотке тороида 2000. Найдите напряженность магнитного поля в воздушном зазоре при токе силой 1 А в обмотке тороида. Магнитная проницаемость сердечника 500. [400 кА/м]
4. Непроводящая сфера радиусом $R = 50$ мм, заряженная равномерно с поверхностной плотностью $\sigma = 10,0$ мкКл/м², вращается с угловой скоростью $\omega = 70$ рад/с вокруг оси, проходящей через ее центр. Найдите магнитную индукцию в центре сферы. [$B = 2\mu_0\sigma\omega R/3 = 29$ пТл]

Вариант № 12

1. Определите индукцию магнитного поля в центре проволочной квадратной рамки со стороной 15 см, если по рамке протекает ток силой 5 А. [37,6 мкТл]
2. В одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом с током, равным 20 А, расположена квадратная рамка со стороной, длина которой 10 см, причем две стороны рамки параллельны проводу, а расстояние от провода до ближайшей стороны рамки равно 5 см. Определите магнитный поток, пронизывающий рамку. [0,44 мкВб]
3. Тороид со стальным сердечником имеет 10 витков на каждый сантиметр длины. Ток в обмотке тороида равен 2 А. Вычислите магнитный поток в сердечнике, если его сечение 4 см². При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [0,53 мВб]
4. Определите индукцию магнитного поля в точке O , если проводник с током I имеет вид, показанный на рис. 5.19. Радиус изогнутой части проводника равен R , прямолинейные участки проводника предполагаются очень длинными. [$B = (1 + 3\pi/2)\mu_0 I / (4\pi R)$]

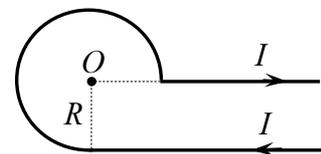


Рис. 5.19

Вариант № 13

1. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка с магнитным моментом $1,5 \text{ А м}^2$ равна 150 А/м . Определите силу тока в витке. [$35,1 \text{ А}$]
2. Плоский квадратный контур находится в однородном магнитном поле напряженностью 100 кА/м . Сторона квадрата 10 см . Определите магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет 60° с линиями индукции. [628 мкВб]
3. Соленоид намотан на чугунное кольцо сечением 5 см^2 . При силе тока 1 А магнитный поток 250 мкВб . Определите число витков соленоида, приходящихся на отрезок длиной 1 см средней линии кольца. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [15 см^{-1}]
4. Определите индукцию магнитного поля в точке O , если проводник с током I имеет вид, показанный на рис. 5.20. Радиус изогнутой части проводника равен R , прямолинейные участки проводника предполагаются очень длинными. [$B = (2 + \pi)\mu_0 I / (4\pi R)$]

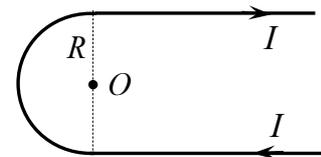


Рис. 5.20

Вариант № 14

1. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом 120° , течет ток силой 50 А . Найдите индукцию магнитного поля в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от его вершины на расстояние 5 см . [$3,46 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$; $1,15 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$]
2. Используя закон полного тока, получите выражение для напряженности магнитного поля внутри соленоида бесконечной длины без сердечника. [$H = nI$]
3. Стальной сердечник тороида, длина которого по средней линии равна 1 м , имеет вакуумный зазор длиной 4 мм . Обмотка содержит 8 витков на 1 см . Определите, при какой силе тока индукция в зазоре будет равна 1 Тл . При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [5 А]
4. На непроводящей поверхности лежит проводящая жесткая тонкая рамка в виде равностороннего треугольника ADC со стороной, равной a (рис. 5.21). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции которого перпендикулярен стороне CD и по модулю равен B . Какой силы ток I нужно пропустить по рамке (по часовой стрелке), чтобы она начала приподниматься относительно стороны CD , если масса рамки m ? [$I \geq 2mg / (3aB)$]

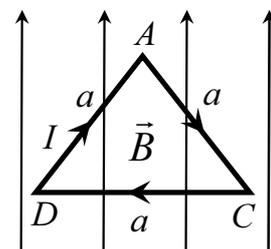


Рис. 5.21

Вариант № 15

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 контура? [Увел. в 1,15 раза]

2. Проволочная рамка в виде равнобедренного треугольника со сторонами $a = 5$ см и основанием $b = 6$ см находится в магнитном поле в плоскости чертежа (рис. 5.22). Какая сила тока протекает по рамке, если при индукции 2 Тл на рамку действует вращающий момент 2,4 мН·м? [1 А]

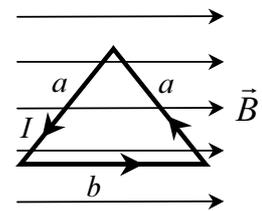


Рис. 5.2

3. Определите магнитодвижущую силу, при которой в узком вакуумном зазоре длиной 3,6 мм тороида с железным сердечником, магнитная индукция равна 1,4 Тл. Длина тороида по средней линии равна 0,8 м. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15.

[6,0 кА·в]

4. Непроводящий диск радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный по одной стороне поверхности заряд $q = 0,2$ мкКл. Диск равномерно вращается с частотой $n = 20$ с⁻¹ относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Определите: 1) магнитный момент p_m кругового тока, создаваемого диском; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса (p_m/L), если масса m диска равна 100 г.

$$[1) p_m = qn\pi R^2/2 = 62,8 \text{ нА}\cdot\text{м}^2; 2) p_m/L = q/(2m) = 1 \text{ мкКл/кг}]$$

Вариант № 16

1. По контуру в виде равностороннего треугольника протекает ток силой 40 А. Длина стороны треугольника равна 30 см. Определите магнитную индукцию в точке пересечения высот. [$2,4 \cdot 10^{-4}$ Тл]

2. В однородном магнитном поле с индукцией 60 Тл находится рамка площадью 40 см². Сначала рамка располагается перпендикулярно к линиям индукции, затем ее повернули на 1/8 оборота. Чему равно изменение магнитного потока, пронизывающего контур? [0,07 Вб]

3. В железном сердечнике тороида индукция равна 1,3 Тл. Железный сердечник заменили стальным. Определите, во сколько раз следует изменить силу тока в обмотке тороида, чтобы индукция в сердечнике осталась неизменной. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [В 2 раза]

4. Тонкостенная металлическая сфера радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный по поверхности заряд $q = 3$ мкКл. Сфера равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с относительно оси, проходящей через ее центр. Определите: 1) магнитный момент p_m кругового тока, создаваемый сферой; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса (p_m/L), если масса m сферы равна 100 г.

$$[1) p_m = q\omega R^2/3 = 0,1 \text{ мкА}\cdot\text{м}^2; 2) p_m/L = q/(2m) = 15 \text{ мкКл/кг}]$$

Вариант № 17

1. По тонкому проводу, изогнутому в виде прямоугольника, протекает ток силой 60 А. Длины сторон прямоугольника равны 30 см и 40 см. Определите магнитную индукцию в точке пересечения диагоналей.
[$2 \cdot 10^{-4}$ Тл]
2. Ток течет по полой бесконечно длинной тонкостенной трубе радиусом 5 см и возвращается по сплошному проводнику радиусом 1 мм, расположенному по оси трубы. Сила тока равна 20 А. Определите магнитную индукцию в точке, отстоящей от оси симметрии системы на расстоянии 10 см. [0]
3. Обмотка тороида, имеющего стальной сердечник с узким вакуумным зазором, содержит 1000 витков. По обмотке течет ток силой 1 А. Определите, при какой длине вакуумного зазора индукция магнитного поля в нем будет равна 0,5 Тл? Длина тороида по средней линии равна 1 м. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1,5 м]
4. Сплошной шар радиусом $R = 10$ см несет заряд $q = 200$ нКл. Шар равномерно вращается с угловой скоростью $\omega = 10$ рад/с относительно оси, проходящей через центр шара. Определите: 1) магнитный момент p_m кругового тока, создаваемый вращением шара; 2) отношение магнитного момента к моменту импульса (p_m/L), если масса m шара равна 10 кг.

$$[1) p_m = q\omega R^2/5 = 1,57 \text{ нА}\cdot\text{м}^2; 2) p_m/L = q/(2m) = 10 \text{ нКл/кг}]$$

Вариант № 18

1. Два параллельных бесконечно длинных провода, по которым текут в одном направлении токи силой 60 А, расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Определите индукцию магнитного поля в точке, отстоящей от одного проводника на расстоянии 5 см и от другого – на расстоянии 12 см. [286 мкТл]
2. Ток силой I течет по поверхности длинной металлической трубы радиусом R . Найдите индукцию магнитного поля $B(r)$, где r – расстояние от оси трубы. Построить график зависимости $B(r)$.
[$B = 0$ при $r \leq R$; $B = \mu_0 I / (2\pi r)$ при $r \geq R$]
3. Индукция магнитного поля в железном сердечнике 1,2 Тл. Определите магнитную проницаемость сердечника. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1270]
4. Определите магнитную индукцию B короткой катушки длиной $L = 20$ см, содержащей $N = 250$ витков, в точке, лежащей на оси катушки на расстоянии $l_1 = 3$ см от ее конца. Радиус катушки $R = 10,0$ см. Сила тока в катушке $I = 1$ А.

$$[B = \frac{\mu_0 n I}{2} \left(-\frac{L - l_1}{\sqrt{R^2 + (L - l_1)^2}} + \frac{l_1}{\sqrt{R^2 + l_1^2}} \right) = 680 \text{ мТл}]$$

Вариант № 19

1. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 20 А и 30 А в одном направлении. Расстояние между проводами равно 10 см. Найдите магнитную индукцию в точке, удаленной от обоих проводников на одинаковое расстояние 10 см.
[87,2 мкТл]
2. Циклотрон предназначен для ускорения протона до энергии 5 МэВ. Каким должен быть радиус дуантов циклотрона, если индукция магнитного поля равна 1Тл? [0,25 м]
3. Железный сердечник длиной 0,5 м малого сечения ($d \ll l$) содержит 400 витков. Определите магнитную проницаемость железа при силе тока 1 А. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15.
[1250]
4. Два протона движутся параллельно друг другу с одинаковой скоростью $v = 300$ км/с. Найдите отношение сил магнитного и электрического взаимодействия протонов. [$F_m/F_e = (v/c)^2 = 1 \cdot 10^{-6}$]

Вариант № 20

1. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами равно 20 см. Найдите магнитную индукцию в точке, находящейся от первого проводника на расстоянии 25 см и на расстоянии 40 см от второго. [21,2 мкТл]
2. По бесконечной проводящей поверхности, лежащей в плоскости $x = 0$, течет ток с постоянной поверхностной плотностью j . Определите индукцию магнитного поля, создаваемого этим током.
[$B = \mu_0 j / 2$]
3. Между полюсами электромагнита требуется создать магнитное поле с индукцией 1,4 Тл. Длина железного сердечника 40 см, длина межполюсного пространства 1 см, диаметр сердечника 5 см. Какую ЭДС надо взять для питания обмотки электромагнита, используя медную проволоку площадью поперечного сечения 1 мм²? При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [31 В]
4. Обмоткой длинного соленоида с радиусом сечения $R = 2,5$ см служит тонкая лента-проводник шириной $h = 2,0$ см, намотанная в один слой практически вплотную. По ленте течет ток $I = 5,0$ А. Найдите индукцию магнитного поля внутри соленоида как функцию расстояния r ($r < R$) от его оси. [$B(r < R) = \frac{\mu_0 I}{h} \sqrt{1 - h^2 / (2\pi R)^2} = 0,3$ мТл]

Вариант № 21

1. При какой силе тока, текущего по тонкому проводящему кольцу радиусом 0,2 м, магнитная индукция в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 0,3 м, станет равной 20 мкТл?
[21,5 А]
2. Во сколько раз отличается поток вектора магнитной индукции через торцевую поверхность длинного соленоида от потока через поверхность поперечного сечения соленоида, проходящего через его середину? [В два раза меньше]
3. Обмотка тороида с железным сердечником имеет 151 виток. Средний радиус тороида составляет 3 см. Сила тока через обмотку равна 1 А. Определите индукцию магнитного поля внутри тороида. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15.
[1,2 Тл]
4. Обмоткой длинного соленоида с радиусом сечения $R = 2,5$ см служит тонкая лента-проводник шириной $h = 2,0$ см, намотанная в один слой практически вплотную. По ленте течет ток $I = 5,0$ А. Найдите индукцию магнитного поля вне соленоида как функцию расстояния r ($r > R$) от его оси. Вычислите его величину на расстоянии $r = 10$ см от его оси. [$B(r > R) = \mu_0 I / (2\pi r) = 10$ мкТл]

Вариант № 22

1. Катушка длиной 20 см содержит 100 витков. По обмотке катушки течет ток силой 5 А. Диаметр катушки равен 20 см. Определите магнитную индукцию в точке, лежащей на оси катушки на расстоянии 10 см от ее конца. [606 мкТл]
2. Электрон движется прямолинейно с постоянной скоростью 0,2 Мм/с. Определите магнитную индукцию поля, создаваемого электроном, в точке, находящейся на расстоянии 2 нм от электрона и лежащей на прямой, проходящей через мгновенное положение электрона и составляющей угол 45° со скоростью движения электрона. [566 мкТл]
3. Обмотка тороида с железным сердечником имеет 100 витков. Средний радиус тороида составляет 3 см. Сила тока через обмотку равна 1 А. Определите магнитную проницаемость сердечника. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [1650]
4. На тонкий латунный прут, согнутый в кольцо, намотано равномерно $N = 10^4$ витков провода. Во сколько раз магнитная индукция B_0 на оси прута больше, чем B_c в центре кольца? [$B_0/B_c = N/\pi = 3 \cdot 10^3$]

Вариант № 23

1. Длинный прямой соленоид из проволоки диаметром 0,5 мм намотан так, что витки плотно прилегают друг к другу. Какова напряженность магнитного поля внутри соленоида при силе тока 4 А? [8 кА/м]
2. В магнитном поле, индукция которого равна 0,05 Тл, вращается стержень длиной 1 м. Ось вращения, проходящая через один из концов стержня, параллельна направлению магнитного поля. Найдите магнитный поток, пересекаемый стержнем при каждом обороте.

[157 мВб]

3. Обмотка тороида с железным сердечником имеет 500 витков. Средний радиус тороида составляет 3 см. Сила тока через обмотку равна 1 А. Определите для этих условий магнитную проницаемость сердечника. При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15.

[435]

4. Замкнутый контур с током I находится в поле длинного прямого проводника с током I_0 . Плоскость контура перпендикулярна к прямому проводнику. Найдите момент сил Ампера, действующих на замкнутый контур, если он имеет вид, представленный на рис. 5.23.

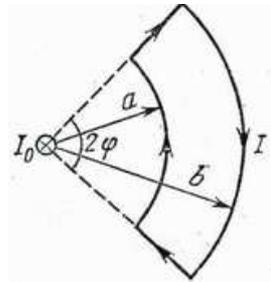


Рис. 5.23

$$[M = (\mu_0/\pi)I_0I(b - a)\sin\varphi]$$

Вариант № 24

1. Обмотка катушки диаметром 10 см состоит из прилегающих друг к другу витков тонкой проволоки. Определите минимальную длину катушки, при которой магнитная индукция в ее середине отличается от магнитной индукции бесконечного соленоида, содержащего такое же количество витков на единицу длины, не более чем на 5 %. Сила тока, протекающего по обмотке, в обоих случаях одинакова. [1 м]
2. Плоский квадратный контур находится в однородном магнитном поле напряженностью 79,6 кА/м. Сторона квадрата 4 см. Определите магнитный поток, пронизывающий контур, если его плоскость составляет 45° с линиями индукции. [113 мкВб]
3. Замкнутый железный сердечник длиной 50 см имеет обмотку из 1000 витков. По обмотке протекает ток силой 1 А. Определите, какой ток должен протекать в обмотке, чтобы при удалении сердечника индукция осталась прежней? При решении используйте график $B = f(H)$, рис. 5.15. [560 А]
4. Электрический ток I протекает по длинному проводу, изогнутому так, как показано на рис. 5.24. Найдите значение магнитной индукции B в центре окружности (радиус окружности R).

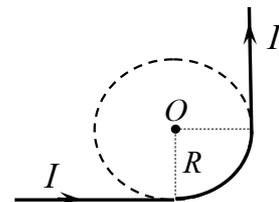


Рис. 5.24

$$[B = (\pi + 4)\mu_0I/(8\pi R)]$$

Вариант № 25

1. Обмотка соленоида выполнена тонким проводом с плотно прилегающими друг к другу витками. По обмотке течет ток. Вычислите размеры участка на осевой линии, в пределах которого магнитная индукция может быть вычислена по формуле бесконечного соленоида с погрешностью, не превышающей 0,1 %. [68,4 см]
2. Ток течет по полой бесконечно длинной тонкостенной трубе радиусом 5 см и возвращается по сплошному проводнику радиусом 1 мм, расположенному по оси трубы. Сила тока равна 20 А. Определите магнитную индукцию в точке, отстоящей от оси симметрии на расстоянии 2 см. [0,2 мТл]
3. Обмотка тороида, имеющего стальной сердечник с вакуумным зазором длиной 3 мм, содержит 1000 витков/м. Средний диаметр тороида 30 см. Сила тока в обмотке тороида 3,2 А. Определить индукцию магнитного поля в зазоре. Использовать рис.5.15. [1,0 Тл]
4. В циклотроне (рис. 5.25) поддерживается разность потенциалов между дуантами, равная $U = 500$ В. Чему равен радиус R конечной орбиты иона бериллия Be^{++} , если он, двигаясь в магнитном поле с индукцией $B = 1,53$ Тл, успел совершить $N = 5 \cdot 10^4$ оборотов? Масса иона бериллия $m = 1,5 \cdot 10^{-26}$ кг.
 $[R = \sqrt{2NmU/(eB^2)} = 1,4 \text{ м}]$

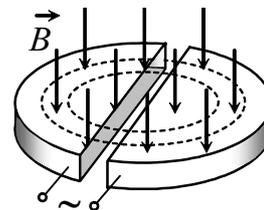
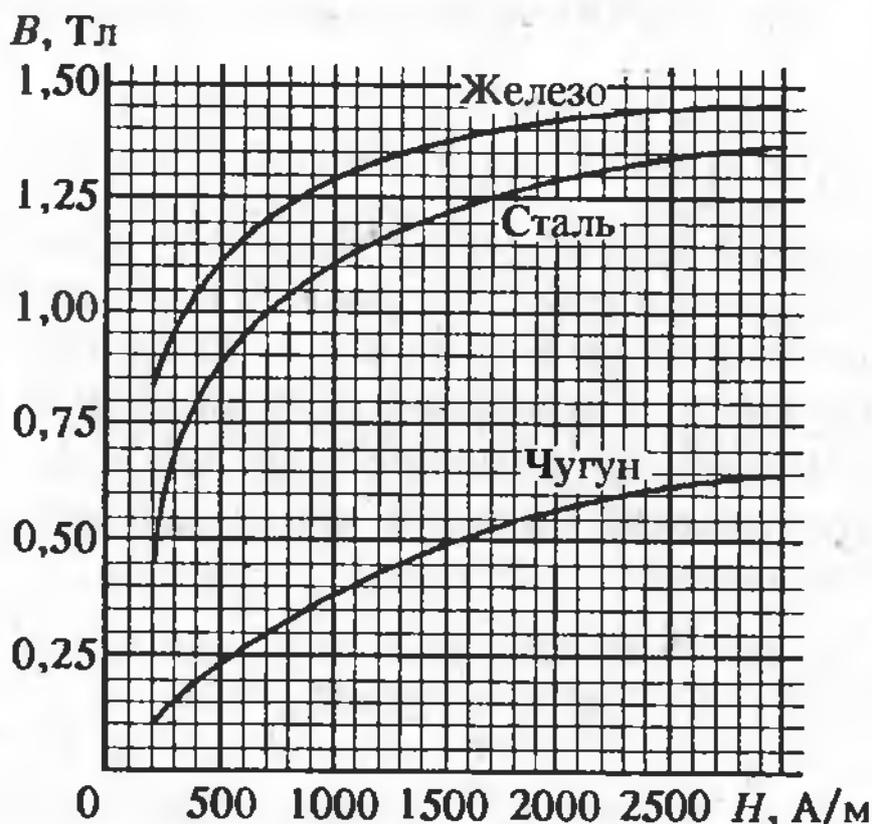


Рис. 5.25

Магнитные свойства веществ



(вместо
рис.
5.15)