

Задание 11-06 МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Магнитное поле постоянного тока. Закон Ампера. Сила Лоренца

^o - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

Задачи простые

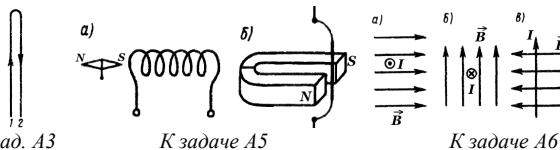
A1*. Как будут вести себя магнитная стрелка и рамка с током, помещенные около проводника с током? Около прямолинейного потока электронов в вакууме? В магнитном поле Земли? В магнитном поле прямого постоянного магнита?

A2*. Проволока протаскивается между двумя зажимами, к которым подключен источник ЭДС, со скоростью, равной скорости дрейфа электронов и направленной в противоположную сторону. Будет ли этот проводник с током создавать вокруг себя магнитное поле?

A3^{o*}. Как взаимодействуют между собой проводники с током I и 2 , показанные на рисунке? Как будут они взаимодействовать, если их скрутить в жгут?

A4*. Почему два параллельных проводника, по которым текут токи в одном направлении, притягиваются, а два параллельных электронных пучка отталкиваются?

A5^{o*}. Определить направление тока: а) в соленоиде; б) в проводе, чтобы наблюдалось указанное на рисунке взаимодействие.



К зад. А3

К задаче А5

К задаче А6

A6^{o*}. Определить направление силы взаимодействия тока с магнитным полем для каждого из случаев, показанных на рисунке.

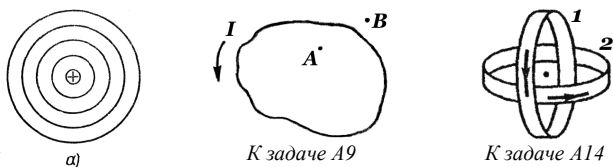
A7*. Как изготовить сильный электромагнит, если поставлено условие, чтобы ток в электромагните был сравнительно слабым?

A8*. Электромагнит держит груз, не перемещая его, т.е. не совершая механической работы. На что расходуется энергия, подводимая к электромагниту?

A9^{o*}. Дан плоский замкнутый контур произвольной формы, по которому идет ток. Какое направление имеет вектор индукции магнитного поля в точке A , лежащей внутри контура, и в точке B , лежащей вне контура?

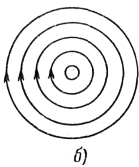
A10^{o*}. а) Каково направление магнитного поля вокруг провода с током? б) В каком направлении течет ток в проводе? в) Определите направление сил, действующих в этих полях на полюсы магнитной стрелки.

A11^{o*}. Покажите направление магнитного поля рамки с током.

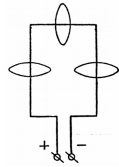


К задаче А9

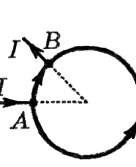
К задаче А14



К задаче А10



К задаче А11



К задаче А15

A12*. Магнитная индукция однородного магнитного поля 0.5 Тл . Определите поток магнитной индукции через поверхность площадью 25 см^2 , расположенную перпендикулярно линиям магнитной индукции. Чему будет равен поток индукции, если поверхность повернуть на угол 60° от первоначального положения?

A13*. Определите магнитный поток, пронизывающий плоскую прямоугольную поверхность со сторонами 25 и 60 см , если магнитная индукция во всех точках поверхности равна 1.5 Тл , а вектор магнитной индукции образует с нормалью к этой поверхности угол β , равный 0 , 45 и 90° .

A14^{o*}. По двум одинаковым металлическим обручам текут одинаковые токи. Один из обручей расположен вертикально, другой - горизонтально. Найдите направление вектора магнитной индукции B в общем центре обручей.

A15^{o*}. К двум точкам проволоочного кольца подведен ток. Протекающие по кольцу токи создают магнитное поле. Куда направлен вектор магнитной индукции B в центре кольца?

A16*. На прямой проводник длиной 0.5 м , расположенный перпендикулярно магнитному полю с индукцией 20 мТл , действует сила 0.15 Н . Найдите силу тока протекающего в проводнике

A17*. Электрон движется в однородном магнитном поле. Чему равна работа силы, действующей на электрон со стороны магнитного поля?

A18*. Действует ли сила Лоренца: а) на незаряженную частицу в магнитном поле; б) на заряженную частицу, покоящуюся в магнитном поле; в) на заряженную частицу, движущуюся вдоль линии магнитной индукции поля?

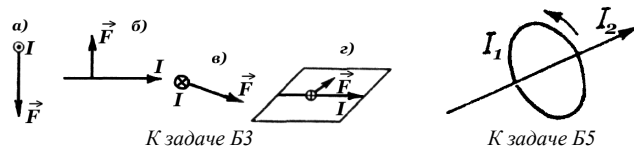
A19*. Электрон со скоростью V влетает в перпендикулярное ей однородное магнитное поле с индукцией B . Какой будет траектория электрона? Чему равна работа силы, действующей на электрон?

Задачи средние

B1*. К двум диагонально противоположным точкам квадрата, сделанного из одинаковых кусков проволоки, подключен источник ЭДС. Определите индукцию магнитного поля в центре квадрата.

B2*. Источник тока подключен к противоположным (лежащим на одной пространственной диагонали) вершинам проволоочного куба. Докажите, что магнитная индукция поля в центре куба равна нулю.

B3^{o*}. Определите направление магнитного поля для каждого из случаев, показанных на рисунке. Проводник помещают перпендикулярно магнитному полю.



К задаче B3

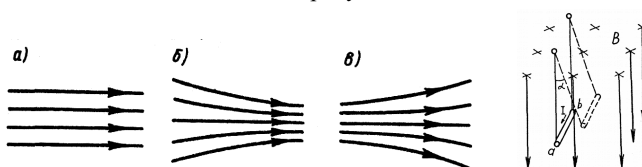
К задаче B5

B4*. По двум одинаковым металлическим обручам, имеющим общий центр, расположенным один горизонтально, другой вертикально, идут одинаковые токи. Как будет располагаться рамка с током, помещенная в их общий центр?

B5^{o*}. Прямолинейный ток I_2 проходит по оси кругового тока I_1 . С какой силой взаимодействуют токи?

B6. Проводник с током помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 20 \text{ мТл}$. Определите силу, действующую на этот проводник, если его длина $l = 0.1 \text{ м}$, сила тока $I = 3 \text{ А}$, а угол между направлением тока и вектором B равен $\alpha = 45^\circ$.

B7^{o*}. Как будет вести себя рамка с током, помещенная в магнитное поле, показанное на рисунке?



К задаче B7

К задаче B11

B8*. В горизонтальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 10 \text{ мТл}$ подвешен на двух легких нитях горизонтальный проводник длиной $l = 10 \text{ см}$, перпендикулярный магнитному полю. Как изменятся силы натяжения нитей, если по проводнику пропустить ток силой $I = 10 \text{ А}$?

B9. По горизонтальному проводнику длиной $l = 20 \text{ см}$ и массой $m = 2 \text{ г}$ течет ток силой $I = 5 \text{ А}$. Определить магнитную индукцию B магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы он висел не падая.

B10*. Найдите наибольшее и наименьшее значения силы Ампера, действующей на проводник длиной 0.6 м с током 10 А при различных его положениях в однородном магнитном поле с индукцией 1.5 Тл .

B11^o. Проводник ab , длина которого l и масса m , подвешен на тонких проволоках. При прохождении по нему тока I он отклонился в однородном магнитном поле так, что нити образовали угол α с вертикалью. Какова индукция магнитного поля?

B12. На горизонтальных рельсах, расстояние между которыми $l = 60 \text{ см}$, лежит перпендикулярный проводящий стержень. Какой ток надо пропустить по стержню, чтобы он начал двигаться. Система находится в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 60 \text{ мТл}$. Масса стержня $m = 0.5 \text{ кг}$, коэффициент трения стержня о рельсы $\mu = 0.1$.

Задание 11-06 МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Магнитное поле постоянного тока. Закон Ампера. Сила Лоренца

^o - задачи с рисунком, * - задачи для решения дома

B13*. Определить силу F , действующую на участок провода $l = 1 \text{ м}$ двухпроводной воздушной линии электропередачи, если ток в линии $I = 500 \text{ А}$, а расстояние между проводами $r = 50 \text{ см}$.

B14. Свободное проволочное кольцо с током находится в однородном магнитном поле, индукция которого $B = 10 \text{ мТл}$. Ток в кольце $I = 50 \text{ мА}$. Радиус кольца $R = 2 \text{ см}$. Какой максимальный момент сил M может действовать на проволочную рамку со стороны магнитного поля?

B15*. Плоская прямоугольная катушка из 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле с индукцией 0.05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А?

B16*. Электрон движется в вакууме со скоростью $3 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0.1 Тл. Чему равна сила, действующая на электрон, если угол между направлениями скорости электрона и линиями магнитной индукции равен 90° ?

B17*. В направлении, перпендикулярном линиям магнитной индукции, влетает в магнитное поле электрон со скоростью 10^6 м/с . Найдите индукцию поля, если электрон описал в поле окружность радиусом 1 см.

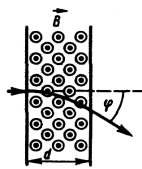
B18*. Протон в магнитном поле с индукцией 0.01 Тл описал окружность радиусом 10 см. Найдите скорость протона.

B19*. Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Во сколько раз отличаются радиусы окружностей, которые описывают частицы? Во сколько раз отличаются их угловые скорости, если у частиц одинаковы: а) скорости; б) энергии?

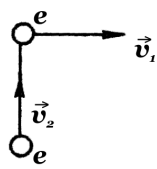
B20*. Движущийся электрический заряд можно рассматривать как электрический ток. Определить магнитный момент кругового тока, образованного электроном, влетевшим под прямым углом со скоростью V в однородное магнитное поле с индукцией B .

B21*. α -частица, ускоренная разностью потенциалов $U = 250 \text{ кВ}$, пролетает поперечное однородное магнитное поле с индукцией $B = 0.51 \text{ Тл}$. Толщина области с полем $d = 10 \text{ см}$. Определить угол φ отклонения α -частицы от первоначального направления движения.

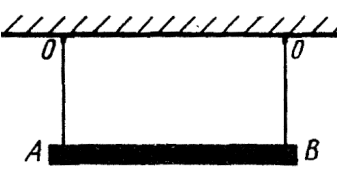
B22*. Два электрона движутся, как показано на рисунке. Пусть F_{12} - сила, с которой магнитное поле первого электрона действует на второй, а F_{21} - сила, с которой магнитное поле второго электрона действует на первый. Равны ли величины сил F_{12} и F_{21} ?



К задаче B21



К задаче B22



К задаче B2

B23. Заряженная частица с зарядом q и массой m со скоростью V влетает в однородное магнитное поле с индукцией B перпендикулярно границе поля. Направление индукции перпендикулярно к направлению скорости. Через какое время частица выйдет из магнитного поля?

B24. Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью V под углом α к направлению поля. Индукция магнитного поля B . По какой траектории будет двигаться электрон?

B25*. Заряженная частица влетает под углом α к направленным параллельно электрическому и магнитному полям. Как будет двигаться частица?

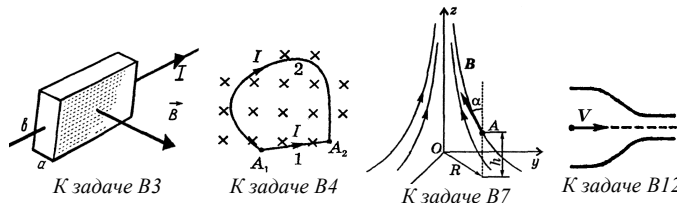
Задачи сложные

B1*. Проводник длиной $l = 30 \text{ см}$ с током силой $I = 20 \text{ А}$ расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к однородному магнитному полю с индукцией $B = 0.4 \text{ Тл}$. Найти работу, которая была совершена при перемещении проводника на расстояние $x = 25 \text{ см}$ перпендикулярно магнитному полю.

B2*. Прямой проводник AB длиной 20 см и массой 5 г подвешен горизонтально на двух идеальных нитях OA и OB в горизонтальном однородном магнитном поле, вектор индукции которого перпендикулярен AB и равен 0.5 Тл. Какой ток надо пропустить по проводнику, чтобы одна из нитей разорвалась? Нить разрывается при нагрузке 0.04 Н.

B3*. Медная пластинка высотой b и толщиной a расположена перпендикулярно магнитному полю с индукцией B . По пластинке течет ток I . Вследствие отклонения электронов к одной из граней внутри пластинки возникает однородное электрическое поле, направленное поперек проводника (эффект Холла). Какова напряженность этого поля? Чему равно отношение напряженности электрического поля, возникшего в пластинке, к напряженности электрического поля, создающего ток в проводнике? Концентрация электронов проводимости в меди известна и равна n .

B4*. Проводники 1 и 2 лежат в плоскости, перпендикулярной однородному магнитному полю. По проводникам текут одинаковые токи. Докажите, что на проводники действуют равные силы Ампера.



К задаче B3

К задаче B4

К задаче B7

К задаче B12

B5. По жесткому кольцу из медной проволоки течет ток силой $I = 5 \text{ А}$. Кольцо находится в перпендикулярном к его плоскости магнитном поле с индукцией $B = 0.5 \text{ Тл}$. Найдите растягивающее механическое напряжение σ в проволоке, если радиус кольца $R = 5 \text{ см}$, а площадь сечения проволоки $S = 3 \text{ мм}^2$. Магнитными взаимодействиями различными участками кольца можно пренебречь.

B6. Сплошной металлический цилиндр радиуса $R = 20 \text{ см}$ вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 10^3 \text{ рад/с}$. Чему равна напряженность E электрического поля внутри цилиндра на расстоянии r от оси? Какова разность потенциалов U между поверхностью цилиндра и осью вращения? Какова должна быть индукция B магнитного поля, направленного вдоль оси цилиндра, чтобы электрическое поле не возникло?

B7*. Магнитное поле симметрично относительно оси z , причём проекция вектора магнитной индукции B на ось z составляет $B_z = B_0(1+z/h_0)$. Найдите угол α между вектором B и осью z в точке A , лежащей на рассеянии R от оси z и на расстоянии h от плоскости xOy .

B8. Электрон влетает со скоростью $V_0 = 100 \text{ км/с}$ в область, в которой созданы однородные параллельные электрическое и магнитное поля с напряженностью $E = 10 \text{ кВ/м}$ и индукцией $B = 10 \text{ мТл}$ под прямым углом к ним. Найдите зависимость радиуса кривизны траектории движения электрона от времени. Чему равен радиус кривизны траектории, когда электрон сделал один оборот?

B9*. Заряженные частицы ускоряются в циклотроне в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$ при частоте ускоряющего напряжения 7.5 МГц. Пучок ускоренных частиц со средним током $I = 1 \text{ мА}$ выводится с орбиты радиуса $R = 1 \text{ м}$. Насколько будет повышаться температура воды, охлаждающей "ловушку", в которой тормозятся частицы, если массовый расход воды $M = 1 \text{ кг/с}$?

B10. Однородное магнитное и электрическое поля расположены взаимно перпендикулярно. Напряженность электрического поля $E = 0.5 \text{ кВ/м}$, а индукция магнитного поля $B = 10 \text{ мТл}$. Определить, с какой скоростью и в каком направлении должен лететь электрон, чтобы двигаться прямолинейно.

B11. Протон начинает двигаться во взаимно перпендикулярных однородных электрическом и магнитном полях с напряженностью E и индукцией B . Найдите: а) закон движения протона в прямоугольной системе координат; б) максимальную, кинетическую энергию протона; в) расстояние между двумя точками траектории, в которых скорость равна нулю. Установите закон движения протона, если он влетает под прямым углом к обоим полям со скоростью V_0 .

B12*. Вдоль оси металлической трубы переменного сечения движется электрон. Как меняется его скорость при приближении к сужению трубы?

Теория

1. Г.Я. Мякишев - Электродинамика. §§ 4.1-4.11.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский - Основы физики Т.1. §§ 40.1-41.11.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.2. Электродинамика. Оптика. §§ 15-16.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.2. §§ 112-137.
5. Д. Джанколи - Физика. Т.2. §§ 28.1-29.9.