

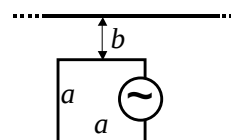
- 4.1. Тонкий провод, имеющий форму параболы $y = ax^2$, находится в однородном магнитном поле $\mathbf{B} \perp$ плоскости xy . Из вершины параболы в $t = 0$ начинает поступательно перемещаться нулевой начальной скоростью и ускорением w проводящая перемычка. Найти ЭДС $E = f(y)$ индуцируемую в перемычке.
- 4.2. Через соленоид с N витками, диаметром d и длиной l пропускается ток J . Соленоид равномерно растягивается со скоростью v , причем приложенная к нему разность потенциалов непрерывно меняется так, что ток остается постоянным. Какова будет величина изменения разности потенциалов ΔU на концах соленоида, если соленоид растянуть вдвое?
- 4.3. Рамка в виде прямоугольного треугольника с катетами a и b лежит в одной плоскости с прямым длинным проводом, по которому течет ток J . Катет a параллелен проводу и находится от него на расстоянии $d > b$. Найти количество электричества, которое протечет по рамке, если ее повернуть на 180° относительно стороны a . Общее сопротивление рамки R .
- 4.4. По двум шинам, соединенным под углом 2α движется перпендикулярный биссектрисе проводник со скоростью v . Магнитное поле B направлено перпендикулярно плоскости шин. Определить ток в цепи, если сопротивление единицы длины проводников равно R .
- 4.5. Определить коэффициент взаимной индукции длинного тонкого провода и рамки размерами a и b (сторона b параллельна проводу), которая находится на расстоянии l от провода.
- 4.6. Определить коэффициент взаимной индукции двух тонких проводов, лежащих в одной плоскости и имеющих форму окружностей с общим центром и радиусами a и b ($a < b$).
- 4.7. Тороидальная катушка из N витков, внутренний радиус которой равен R , в поперечном сечении имеет форму квадрата со стороной a (сравнимой по величине со внутренним радиусом R). Определить индуктивность катушки и коэффициент взаимной индукции системы, состоящей из данной катушки и очень длинного прямолинейного провода, вытянутого вдоль оси симметрии катушки.
- 4.8. На оси длинного тонкого соленоида расположена маленькая плоская рамка, состоящая из $N=20$ витков площадью $S=0,4\text{ см}^2$ каждый. По рамке течет ток $i=0,1\text{ А}$ того же направления, что и в соленоиде. Плоскость рамки нормальна к оси соленоида. Обмотка соленоида имеет $n=50$ витков на см, ток $J=5\text{ А}$. Какую работу надо совершить, чтобы переместить рамку из центра соленоида в середину его торца? Токи в рамке и в соленоиде считать постоянными.
- 4.9. Рамка в виде прямоугольного треугольника с катетами a и b лежит в одной плоскости с прямым длинным проводом, по которому течет ток J . Катет a параллелен проводу и находится от него на расстоянии $d > b$. Найти количество электричества, которое протечет по рамке, если ее

повернуть на 180° относительно стороны a . Общее сопротивление рамки R .

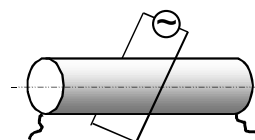
- 4.10. Двухпроводная линия и прямоугольная рамка, имеющая N витков лежат в одной плоскости. Определить их магнитную взаимную индукцию, если даны a , b , c , l .

- 4.11. В какой точке на оси кольца с током радиуса R магнитное поле кольца отличается от магнитного поля эквивалентного (с тем же магнитным моментом) магнитного “диполя” на 1%?

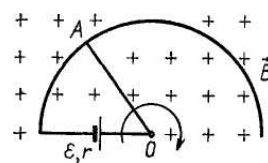
- 4.12. Квадратная рамка со стороной a находится на расстоянии b от очень длинного провода. В рамке источником переменной эдс создается ток $I = I_0 \sin \omega t$. Найти эдс индукции E , наводимой в проводе. Сопротивление рамки R , индуктивность L .



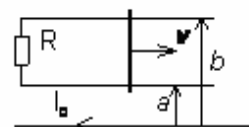
- 4.13. Длинный соленоид окружен квадратным витком со стороной a , наклоненным под углом α к оси соленоида. В витке поддерживается ток $I = I_0 \cos \omega t$ подключенным к нему источником переменного тока. Найти эдс, индуцируемую в соленоиде. Длина соленоида l , радиус R , число витков N , диаметр провода d .



- 4.14. Стержень OA сопротивлением R и длиной l скользит по полукольцу, сопротивление которого ничтожно мало. На контур наложено стационарное однородное магнитное поле с индукцией B . Найдите разность потенциалов на концах стержня. Угловая скорость вращения стержня ω .

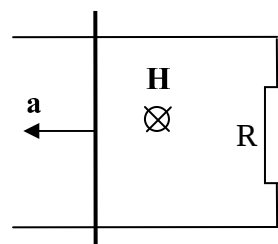


- 4.15. На расстояниях a и b от длинного прямого проводника с постоянным током I_0 расположены два параллельных ему провода, замкнутых на одном конце сопротивлением R . По проводам без трения перемещают с постоянной скоростью v стержень-перемычку. Пренебрегая сопротивлением всех проводов и индуктивностью контура, найти силу, необходимую для поддержания постоянства скорости.



- 4.16. Центр квадратного витка со стороной $2a$ находится на расстоянии $2a$ от бесконечного прямого провода, параллельного двум сторонам витка и лежащего в его плоскости. Определить коэффициент взаимной индукции витка и провода.

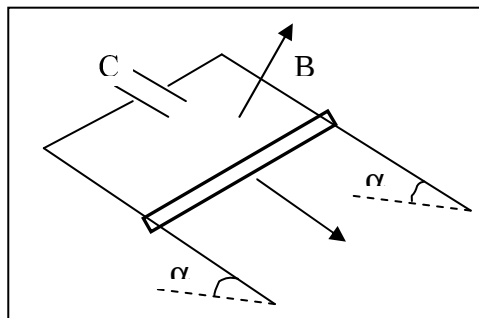
- 4.17. По двум шинам, скользит перемычка с ускорением a . Шины замкнуты на сопротивление R . Расстояние между шинами l . Система находится в однородном магнитном поле напряженностью H , перпендикулярном к



плоскости, в которой перемещается перемычка. Сопротивления шин, перемычки и скользящих контактов, а также самоиндукция контура пренебрежимо малы. Найти тепло, выделяемое на сопротивлении R , как функцию времени.

- 4.18. Два соосных круговых витка радиусами R и $r \ll R$ размещены на расстоянии R друг от друга. По большему из витков пропускается ток $I(t) = I_0 \cos \omega t$. Найдите силу тока $i(t)$, протекающего по второму витку, если его сопротивление равно R_0 .

- 4.19. По двум гладким медным шинам, установленным под углом α к горизонту, скользит под действием силы тяжести медная перемычка массы m (рис.). Шины замкнуты на ёмкость C . Расстояние между шинами l . Система находится в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярном к плоскости, в которой перемещается перемычка. Сопротивления шин, перемычки и скользящих контактов, а также самоиндукция контура пренебрежимо малы. Найти ускорение перемычки.



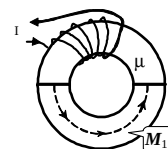
- 4.20. Плоский конденсатор, площадь каждой пластины которого S и расстояние между ними d , поместили в поток проводящей жидкости с удельным сопротивлением ρ . Жидкость движется со скоростью v параллельно пластинам. Система находится в однородном магнитном поле с индукцией B , причём вектор $\vec{B}$ параллелен пластинам и перпендикулярен к направлению потока. Пластины конденсатора замкнули на внешнее сопротивление R . Найти максимальную мощность на этом сопротивлении.

- 4.21. Круговой контур с током лежит на плоской границе раздела вакуума и магнетика с магнитной проницаемостью μ . Найти индукцию B магнитного поля в произвольной точке на оси контура, если индукция поля в этой точке в отсутствии магнетика равна B_0 .

- 4.22. Катушка, имеющая N витков, намотана на железный тороидальный сердечник с магнитной проницаемостью μ . Радиус тора - R . Радиус сердечника - r . Тор разрезан на две половины, раздвинутые так, чтобы образовался воздушный промежуток x . Определить силу притяжения между половинками тора, если в обмотке протекает ток J .

- 4.23. Прямой бесконечно длинный проводник с током I лежит в плоскости раздела двух непроводящих сред с магнитными проницаемостями μ_1 и μ_2 . Найти индукцию B магнитного поля во всем пространстве в зависимости от расстояния r до провода. Известно, что линии B являются окружностями с центром на оси проводника.

- 4.24. Небольшой парамагнитный шарик объемом V с магнитной восприимчивостью χ медленно переместили вдоль оси катушки с током из точки, где индукция магнитного поля равна B , в область, где магнитное поле практически отсутствует. Какую при этом совершили работу против магнитных сил?
- 4.25. Длинный соленоид заполнен неоднородным изотропным парамагнетиком, восприимчивость которого зависит только от расстояния r до оси соленоида как $\chi = \alpha r^2$, где α - постоянная. На оси соленоида магнитная индукция равна B_0 . Найти зависимость от расстояния r : 1) намагниченности $I(r)$. 2) плотности тока намагничивания $j'(r)$.
- 4.26. Вблизи точки A границы раздела магнетик–вакуум магнитная индукция в вакууме равна B_0 , причем вектор $\vec{B}_0$ составляет угол α_0 с нормалью к границе раздела в данной точке. Магнитная проницаемость магнетика равна μ . Найти магнитную индукцию B в магнетике вблизи той же точки A .
- 4.27. На железном сердечнике в виде тора диаметром $d=50\text{см}$ имеется обмотка с числом витков $N=1000$. В сердечнике сделана поперечная прорезь шириной $b=1\text{мм}$. При токе $J=0,85\text{А}$ напряженность поля в зазоре $H=6105\text{А/м}$. Определить магнитную проницаемость железа в этих условиях, пренебрегая рассеянием линий магнитной индукции.
- 4.28. Железный сердечник с сечением 1см^2 и с $\mu=200$ распилен в одном месте. В зазор вставлена железная пластинка с той же магнитной проницаемостью μ . Средняя длина периметра сердечника 10см , зазор 1мм . По первичной обмотке, намотанной на сердечник, идет постоянный ток 1А . Число витков первичной обмотки 100 . Вторичная обмотка из 10 витков присоединена к баллистическому гальванометру. Сопротивление вторичной обмотки чисто активное и равно 100 Ом . Какой заряд протечет через гальванометр, если быстро выдернуть пластинку?
- 4.29. Вдоль прямого цилиндрического провода из однородного парамагнетика с восприимчивостью μ течет постоянный ток I_0 . Найти поверхностную плотность тока, если радиус провода равен R . Найти напряженность магнитного поля во всем пространстве.
- 4.30. Две половинки тора соединены вместе. Нижняя половина – постоянный магнит с постоянной намагниченностью M_1 , направленной везде по окружности вдоль тора. Верхняя половина сделана из материала с магнитной проницаемостью μ . На ней намотано N витков провода, по которому идет ток I . Направление тока и векторов намагниченности M указано на рисунке. Найти направление и величину напряженности магнитного поля $H_{1,2}$ в каждой из половин тора, считая, что M постоянна и толщина тора много меньше его радиуса R .



- 4.31. Длинный соленоид с плотностью намотки n заполнен однородным изотропным парамагнетиком с магнитной проницаемостью μ . Оценить намагниченность парамагнетика в центре соленоида. Сила тока в обмотке соленоида I .
- 4.32. Ток I течет по длинному проводнику круглого сечения с магнитной проницаемостью μ . Найти энергию магнитного поля внутри провода в расчете на единицу его длины.
- 4.33. Магнитная индукция в вакууме вблизи плоской поверхности магнетика равна B_0 и направлена под углом θ к нормали. Магнитная проницаемость магнетика равна μ . Найдите поток Φ_H вектора H через поверхность сферы радиусом R , центр которой лежит на поверхности магнетика.