

ФИЗИКА

Контрольные материалы, 2 семестр

Модуль 1 «Электрическое поле в вакууме»

Тема 1. Электрическое поле в вакууме: принцип суперпозиции

- 1.1. Расстояние между точечными зарядами $+2$ нКл и -2 нКл равно 20 см. Определить напряженность электрического поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии 15 см от первого и 10 см от второго заряда.
- 1.2. Точечный заряд 40 нКл находится на расстоянии 30 см от бесконечной проводящей заземленной плоскости. Определить силу, действующую на заряд со стороны плоскости.
- 1.3. Кольцо радиусом 5 см из тонкой проволоки равномерно заряжено с линейной плотностью 14 нКл/м. Определить напряженность поля на оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно к его плоскости, в точке, удаленной на расстояние 10 см от центра.
- 1.4. Определить напряженность электрического поля в центре полукольца радиусом 10 см, равномерно заряженного зарядом 20 нКл.
- 1.5. Металлический шарик массой 10 г, несущий электрический заряд 20 мкКл, подвешен на изолирующей нити. При внесении его в однородное горизонтальное электрическое поле нить отклонилась на угол 45° . Определить напряженность электрического поля
- 1.6. В вершинах квадрата со стороной 5 см находятся одинаковые положительные заряды 2 нКл. Определить напряженность электрического поля в середине одной из сторон.
- 1.7. Два точечных заряда $q_1 = 2q$ и $q_2 = -q$ находятся на расстоянии 10 см друг от друга. Определить положение точки, в которой напряженность равна нулю.
- 1.8. Точечный заряд 40 нКл находится на расстоянии 30 см от бесконечной проводящей заземленной плоскости. Определить напряженность электрического поля в точке, лежащей на середине перпендикуляра, опущенного от заряда на плоскость.
- 1.9. На отрезке тонкого прямого проводника длиной 10 см равномерно распределен заряд линейной с плотностью 2 мкКл/м. Определить напряженность электрического поля в точке, лежащей на оси проводника на расстоянии 10 см от ближайшего конца проводника.
- 1.10. Два маленьких металлических шарика массой 5 г подвешены на изолирующих нитях длиной 50 см так, что они касаются друг друга. После сообщения каждому шарiku одинакового заряда нити отклонились от вертикали на угол 30° . Определить величину заряда, сообщенного каждому шарiku.

Тема 2. Электрическое поле в вакууме: теорема Гаусса

- 2.1. Электрическое поле создано точечным электрическим зарядом 200 нКл. На расстоянии 1 м от точечного заряда находится небольшая круглая площадка радиусом 1 см, плоскость которой составляет угол 30° с силовой линией электрического поля. Найти поток вектора напряженности через площадку.
- 2.2. На металлической сфере радиусом 15 см находится электрический заряд величиной 2 нКл. Построить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния до центра сферы.
- 2.3. Электрический заряд равномерно распределен с объемной плотностью 100 нКл/м³ по области имеющий вид шара радиусом 5 см. Построить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния до центра шара.

- 2.4. Система представляет собой прямую бесконечно длинную нить, заряженную с линейной плотностью -10 нКл/м, и соосную с ней бесконечно длинную цилиндрическую поверхность радиуса 5 см, по которой равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью 50 нКл/м². Построить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния до оси системы.
- 2.5. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд 1 нКл/м². Определить напряженность электрического поля между пластинами и вне пластин.
- 2.6. В однородном электрическом поле находится небольшая квадратная площадка со стороной 2 см, нормаль к которой составляет угол 60° с силовыми линиями электрического поля. Найти напряженность электрического поля, если поток вектора напряженности через площадку составляет 400 мВ·м.
- 2.7. Точечный электрический заряд величиной 2 нКл окружен концентрической сферой радиусом 10 см, по которой равномерно распределен электрический заряд величиной -1 нКл. Построить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния до центра системы.
- 2.8. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусами 6 см и 12 см несут соответственно электрические заряды -1 нКл и $0,5$ нКл. Построить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния до центра системы.
- 2.9. Две коаксиальные заряженные цилиндрические поверхности радиусами 2 см и 8 см несут соответственно электрические заряды с поверхностной плотностью 12 нКл/м² и 4 нКл/м². Построить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния до оси системы.
- 2.10. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд 2 нКл/м² и -1 нКл/м². Определить напряженность электрического поля между пластинами и вне пластин.

Тема 3. Электрическое поле в вакууме: потенциал

- 3.1. Кольцо радиусом 5 см из тонкой проволоки равномерно заряжено с линейной плотностью 14 нКл/м. Определить потенциал электрического поля на оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно к его плоскости, в точке, удаленной на расстояние 10 см от центра.
- 3.2. На плоском кольце внутренним радиусом 80 см и внешним радиусом 1 м равномерно распределен электрический заряд с поверхностной плотностью 10 нКл/м². Определить потенциал электрического поля в центре кольца.
- 3.3. Потенциал электрического поля, создаваемого системой зарядов, имеет вид $\varphi = a(y^3 - 3yx^2)$, где $a = 1$ В/м³. Найти модуль напряженности электрического поля в точке с координатами $x = 0,5$ м, $y = 0,5$ м.
- 3.4. Электрическое поле создано бесконечно длинной цилиндрической поверхностью радиусом 10 см, заряженной с поверхностной плотностью 40 нКл/м². Построить график зависимости потенциала электрического поля от расстояния до оси системы.
- 3.5. Электрон движется вдоль прямой, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр. Кольцо имеет радиус 3 см и электрический заряд 20 нКл. Какую скорость должен иметь электрон на большом удалении от кольца, что бы от смог преодолеть кольцо?
- 3.6. Определить потенциал электрического поля в центре полукольца радиусом 10 см, равномерно заряженного зарядом 20 нКл.

- 3.7. На отрезке тонкого прямого проводника длиной 10 см равномерно распределен заряд линейной с плотностью 2 мкКл/м. Определить потенциал электрического поля в точке, лежащей на оси проводника на расстоянии 10 см от ближайшего конца проводника.
- 3.8. Потенциал электрического поля, создаваемого системой зарядов, имеет вид $\varphi = a(x^2 - y^2)$, где $a = 1 \text{ В/м}^2$. Найти модуль напряженности электрического поля в точке с координатами $x = 0,5 \text{ м}$, $y = 1 \text{ м}$.
- 3.9. Электрическое поле создано сферой радиусом 10 см, заряженной с поверхностной плотностью 40 нКл/м². Построить график зависимости потенциала электрического поля от расстояния до центра сферы.
- 3.10. В вершинах квадрата со стороной 4 см находятся заряды 1 нКл. Какую скорость приобретет протон, если он, двигаясь из центра квадрата вдоль прямой, перпендикулярной плоскости квадрата, пройдет расстояние 1 см.

Модуль 2 «Электрическое поле в среде»

Тема 4. Электрическое поле в среде: поле электрического диполя и поле в диэлектриках

- 4.1. Определить напряженность и потенциал электрического поля, созданного точечным диполем с электрическим дипольным моментом равным 1 пКл·м в точке удаленной от него на расстояние 15 см, если угол между направлением дипольного момента и направлением на данную точку равен 45°.
- 4.2. Два точечных диполя с электрическими моментами 1 пКл·м и 4 пКл·м находятся на расстоянии 2 см друг от друга. Найти силу их взаимодействия, если оси диполей лежат на одной прямой.
- 4.3. 2. Диполь с электрическим моментом 75 пКл·м свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью 80 кВ/м. Вычислить работу, необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол 90°.
- 4.4. Металлический шар радиусом $R = 5 \text{ см}$ окружен равномерно слоем фарфора ($\epsilon = 5$) толщиной $d = 2 \text{ см}$. Определить поверхностную плотность σ_2 связанных зарядов на внешней поверхности диэлектрика. Заряд q шара равен 10 нКл.
- 4.5. Определить диэлектрическую восприимчивость стекла, помещенного во внешнее электрическое поле напряженностью $E_0 = 5 \text{ МВ/м}$ и обладающего поляризованностью $P = 37,9 \text{ мкКл/м}^2$.
- 4.6. Определить напряженность и потенциал электрического поля, созданного точечным диполем с электрическим дипольным моментом равным 20 пКл·м в точке, лежащей на оси диполя и удаленной от него на расстояние 1 м.
- 4.7. На расстоянии 30 см от точечного электрического заряда величиной 100 нКл находится точечный диполь с электрическим моментом 5 пКл·м, свободно установившийся в электрическом поле заряда. Найти силу взаимодействия заряда и диполя.
- 4.8. Диполь с электрическим моментом 75 пКл·м свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью 9 кВ/м. Определить изменение потенциальной энергии диполя при повороте его на угол 45°.
- 4.9. Эбонитовая ($\epsilon = 3$) плоскопараллельная пластина помещена в однородное электрическое поле напряженностью $E_0 = 2 \text{ МВ/м}$. Грани пластины перпендикулярны линиям

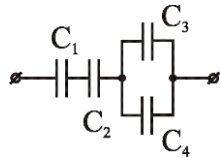
напряженности. Определить модуль поверхностной плотности σ' связанных зарядов на гранях пластины.

4.10. В некоторой точке изотропного диэлектрика смещение имеет значение $D=6$ мкКл/м², а поляризованность $P=5$ мкКл/м². Чему равна диэлектрическая восприимчивость диэлектрика.

Тема 5. Электрическое поле в среде: емкость, энергия поля

5.1. Определить емкость цилиндрического воздушного конденсатора длиной $l = 10$ см, с радиусами обкладок $R_1 = 1$ см и $R_2 = 2$ см.

5.2. Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 3$ пФ, $C_2 = 6$ пФ, $C_3 = 1$ пФ, $C_4 = 1$ пФ.



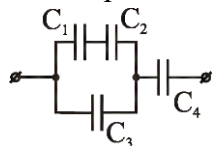
5.3. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина ($\epsilon = 2$) толщиной $d = 1$ см, которая вплотную прилегает к его обкладкам. На сколько нужно увеличить расстояние между обкладками, чтобы получить прежнюю емкость?

5.4. Между обкладками плоского конденсатора емкости $C = 200$ пФ находится плотно прилегающая стеклянная ($\epsilon = 7$) пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов $U_1 = 100$ В и отключен от источника. Какую работу нужно совершить, чтобы вытащить стеклянную пластинку из конденсатора?

5.5. Электрическое поле создано заряженной зарядом $0,1$ мкКл сферой радиусом 10 см. Какова энергия поля, заключенная в объеме, ограниченном концентрическими со сферой сферическими поверхностями, радиусы которых в два и в три раза больше радиуса сферы.

5.6. Определить емкость воздушного сферического конденсатора с радиусами обкладок $R_1 = 1$ см и $R_2 = 2$ см.

5.7. Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 2$ пФ, $C_2 = 2$ пФ, $C_3 = 2$ пФ, $C_4 = 6$ пФ.



5.8. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U = 600$ В, находятся два слоя диэлектриков: стекла ($\epsilon = 7$) толщиной $d_1 = 7$ мм и эбонита ($\epsilon = 3$) толщиной $d_2 = 3$ мм. Площадь S каждой обкладки конденсатора равна 200 см². Найти емкость C конденсатора.

5.9. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $U = 200$ В. После отключения от источника тока расстояние между обкладками конденсатора было увеличено в 3 раза. Определить начальную емкость конденсатора, если работа A внешних сил по раздвижению обкладок равна $0,4$ мДж.

5.10. Пластину из эбонита ($\epsilon = 3$) толщиной 5 мм и площадью 300 см² внесли в однородное электрическое поле напряженностью 1 кВ/м, таким образом, что силовые линии перпендикулярны поверхности пластины. Определить энергию электрического поля, сосредоточенную в пластине.

Тема 6. Электрическое поле в среде: электрический ток

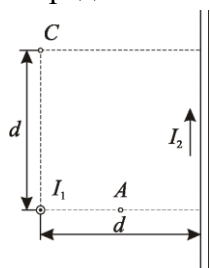
6.1. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I(t) = kt$, где $k = 0,5$ А/с. Найти заряд q , протекающий через поперечное сечение проводника за время $\tau = 1$ с.

- 6.2. Определить ток короткого замыкания источника э.д.с., если при внешнем сопротивлении $R_1 = 50 \text{ Ом}$ ток в цепи $I_1 = 0.2 \text{ А}$, а при $R_2 = 110 \text{ Ом}$ – $I_2 = 0.1 \text{ А}$.
- 6.3. ЭДС батареи аккумуляторов $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$, сила тока I короткого замыкания равна 5 А . Какую наибольшую мощность P_{max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?
- 6.4. По медному проводнику сечением 0.8 мм^2 течет ток 80 мА . Найти среднюю скорость упорядоченного движения электронов вдоль проводника, предполагая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди 8.9 г/см^3 .
- 6.5. Напряженность электрического поля в стальном проводнике равна 0.2 В/м . Найти плотность тока в проводнике. Удельное сопротивление стали $100 \text{ нОм}\cdot\text{м}$.
- 6.6. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I(t) = kt^2$, где $k = 2 \text{ А/с}^2$. Найти число электронов N , проходящих через поперечное сечение проводника за время $\tau = 0.5 \text{ с}$.
- 6.7. Два элемента ($\mathcal{E}_1 = 1.2 \text{ В}$, $r_1 = 0.1 \text{ Ом}$; $\mathcal{E}_2 = 0.9 \text{ В}$, $r_2 = 0.3 \text{ Ом}$) соединены одноименными полюсами. Сопротивление R соединительных проводов равно 0.2 Ом . Определить силу тока I в цепи.
- 6.8. Элемент замыкают сначала на внешнее сопротивление 2 Ом , а затем на внешнее сопротивление 0.5 Ом . Найти э.д.с. элемента и его внутреннее сопротивление, если известно, что в каждом из этих случаев мощность, выделяемая во внешней цепи, одинакова и равна 2.45 Вт .
- 6.9. Определить суммарный импульс всех электронов в прямом проводнике длиной 500 м , по которому течет ток 20 А .
- 6.10. Определить напряженность электрического поля в проводнике, если объемная плотность тепловой мощности равна 4 кВт/м^3 , а плотность тока 2 А/мм^2 .

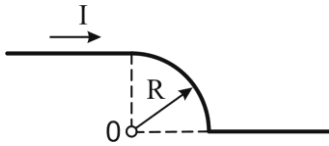
Модуль 3 «Стационарное магнитное поле»

Тема 7. Стационарное магнитное поле: магнитное поле постоянного тока

- 7.1. По тонкому проводящему кольцу радиуса 30 см течет ток 20 А . Найти напряженность магнитного поля на оси кольца на расстоянии 40 см от его центра.
- 7.2. Расстояние d между двумя длинными параллельными проводами равно 10 см . По проводам в одном направлении текут одинаковые токи $I = 40 \text{ А}$ каждый. Найти индукцию B магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 5 \text{ см}$ от одного и $r_2 = 8 \text{ см}$ от другого провода.
- 7.3. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом (см. рис.). По проводам текут токи $I_1 = 80 \text{ А}$ и $I_2 = 60 \text{ А}$. Расстояние d между проводами равно 10 см . Определить магнитную индукцию B в точке A , одинаково удаленной от обоих проводников.



7.4. По проводнику, форма которого изображена на рисунке, течет ток 10 А. Найти магнитную индукцию в точке О, если $R=1$ см.

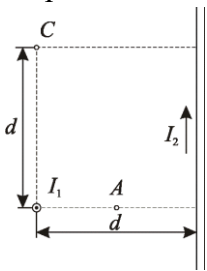


7.5. Определить максимальную магнитную индукцию поля, создаваемую электроном, движущимся прямолинейно со скоростью 10 Мм/с, в точке, отстоящей от траектории на 1 нм.

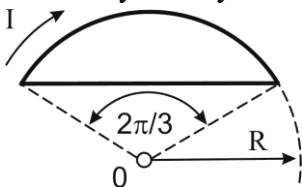
7.6. При какой силе тока, текущего по тонкому проводящему кольцу радиусом 0,2 м, магнитная индукция в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 0,3 м, станет равной 20 мкТл?

7.7. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1 = 50$ А и $I_2 = 100$ А в противоположных направлениях. Расстояние d между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию B в точке, удаленной на $r_1 = 25$ см от первого и на $r_2 = 40$ см от второго провода.

7.8. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом (см. рис.). По проводам текут токи $I_1 = 80$ А и $I_2 = 60$ А. Расстояние d между проводами равно 10 см. Определить магнитную индукцию B в точке С, одинаково удаленной от обоих проводников.



7.9. По проводнику, форма которого изображена на рисунке, течет ток 10 А. Найти магнитную индукцию в точке О, если $R=1$ см.



7.10. На расстоянии 10 нм от траектории прямолинейно движущегося электрона максимальное значение магнитной индукции составляет 160 мкТл. Определить скорость электрона.

Тема 8. Стационарное магнитное поле: силы в магнитном поле

8.1. Квадратный контур со стороной $a=50$ см и бесконечный прямой провод с током $I=5$ А расположены в одной плоскости. Расстояние от провода до ближайшей стороны контура $b=10$ см. Определить силу, действующую на контур, если сила тока в нем $I_k=1$ А.

8.2. Рамка гальванометра длиной $a=4$ см и шириной $b = 1,5$ см, содержащая $N=200$ витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией $B=0,1$ Тл. Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Найти механический момент M , действующий на рамку, когда по витку течет ток $I=1$ мА.

8.3. На горизонтальных рельсах лежит проводящая перемычка массой $m=1$ кг и активной длиной 20 см. Система находится в однородном вертикальном магнитном поле индукцией

0,2 Тл. Если по перемычке пропустить ток силой $I=10$ А, то перемычка будет двигаться с ускорением $a=0,2$ м/с². Найти коэффициент трения между рельсами и перемычкой.

8.4. В однородном магнитном поле с индукцией $B=100$ мкТл движется электрон по винтовой линии. Определить скорость v электрона, если шаг h винтовой линии равен 20 см, а радиус $R=5$ см.

8.5. Перпендикулярно магнитному полю с индукцией 0,1 Тл возбуждено электрическое поле напряженностью 100 кВ/м. Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Вычислить скорость v частицы.

8.6. По трем параллельным прямым проводам, находящимся на одинаковом расстоянии 10 см друг от друга, текут одинаковые токи 10 А. Токи во всех проводах направлены одинаково. Вычислить силу, действующую на единицу длины каждого провода.

8.7. Виток диаметром $d=20$ см может вращаться около вертикальной оси, совпадающей с одним из диаметров витка. Виток установили в плоскости магнитного меридиана и пустили по нему ток $I=5$ А. Механический момент M , который нужно приложить к витку, чтобы удержать его в начальном положении, равен 3,14 мкН·м. Найти горизонтальную составляющую B_H магнитной индукции поля Земли.

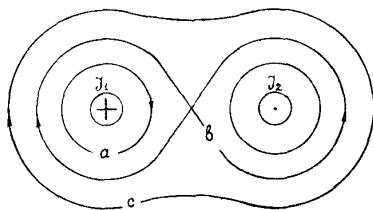
8.8. Проводящая перемычка массой 1 кг и активной длиной 30 см лежит на гладких рельсах, составляющих угол 45° с горизонтом. Система находится в вертикальном однородном магнитном поле индукцией 2 Тл. Какой ток нужно пропустить по перемычке, чтобы она находилась в покое?

8.9. В однородном магнитном поле электрон движется по винтовой линии радиуса 5 см с шагом 31,4 см. Определить угол, который скорость электрона составляет с силовыми линиями магнитного поля.

8.10. Протон влетает со скоростью $v=100$ км/с в область пространства, где имеются электрическое ($E=210$ В/м) и магнитное ($B=3,3$ мТл) поля. Напряженность E электрического поля и магнитная индукция B совпадают по направлению. Определить ускорение протона для начального момента движения в поле, если направление вектора его скорости v перпендикулярно направлению векторов E и B .

Тема 9. Стационарное магнитное поле: магнитное поле в веществе, магнитный поток, закон полного тока

9.1. Определить циркуляцию вектора напряженности магнитного поля вдоль контуров a , b и c , если перпендикулярно плоскости контуров текут одинаковые по величине токи 8 А.



9.2. По сечению проводника равномерно распределен ток плотностью $j=2$ МА/м². Найти циркуляцию вектора напряженности магнитного поля вдоль окружности радиусом $R=5$ мм, проходящей внутри проводника и ориентированной так, что ее плоскость составляет угол $\alpha=30^\circ$ с вектором плотности тока.

9.3. Найти магнитный поток, создаваемый соленоидом сечением 10 см² при силе тока 5 А, если он имеет 10 витков на каждый сантиметр длины.

9.4. Плоская квадратная рамка со стороной 20 см лежит в одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом, по которому течет ток 5 А. Рамка расположена так, что ближайшая к проводу сторона параллельна проводу и находится на расстоянии 10 см от него. Определить магнитный поток через рамку.

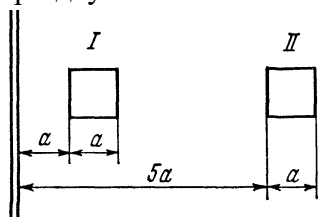
9.5. Висмутовый шарик радиусом 1 см помещен в однородное магнитное поле индукцией 0,5 Тл. Определить магнитный момент, приобретенный шариком, если магнитная восприимчивость висмута равна $-1,5 \cdot 10^{-4}$.

9.6. Вычислить циркуляцию вектора магнитной индукции вдоль контура, охватывающего токи $I_1=10\text{А}$, $I_2=15\text{А}$, текущие в одном направлении, и ток $I_3=20\text{А}$, текущий в противоположном направлении.

9.7. Диаметр D тороида без сердечника по средней линии равен 30 см. В сечении тороид имеет круг радиусом $r = 5$ см. По обмотке тороида, содержащей $N = 2000$ витков, течет ток $I = 5$ А. Пользуясь законом полного тока, определить минимальное значение напряженности магнитного поля в тороиде.

9.8. Соленоид длиной 1 м и сечением 16 см^2 содержит 2000 витков. Определить потокосцепление соленоида при силе тока 10 А.

9.9. Плоская квадратная рамка лежит в одной плоскости с бесконечно длинным прямым проводом. Определить во сколько раз отличаются магнитные потоки, пронизывающие рамку при двух ее положениях, представленных на рисунке.



9.10. Напряженность магнитного поля в меди равна 1 МА/м. Определить намагниченность меди и магнитную индукцию в ней, если удельная восприимчивость меди равна $-1,1 \cdot 10^{-9}$ м³/кг, а плотность $- 8,9$ г/см³.

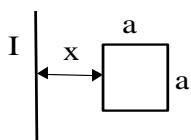
Модуль 4 «Электромагнитное поле»

Тема 10. Электромагнитное поле: электромагнитная индукция

10.1. Плоский контур, площадь которого равна 300 см^2 , находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл. Плоскость контура перпендикулярна линиям индукции. В контуре поддерживается неизменный ток 10 А. Определить работу внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в котором отсутствует.

10.2. Горизонтальный стержень длиной 1 м вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через один из его концов. Ось вращения параллельна магнитному полю, индукция которого 50 мкТл. При какой частоте вращения стержня разность потенциалов на концах этого стержня равна 1 мВ?

10.3. Квадратная рамка со стороной a и длинный прямой проводник с током I находятся в одной плоскости. Рамку поступательно перемещают вправо с постоянной скоростью v . Найти э.д.с. индукции в рамке как функцию расстояния x между проводом и рамкой.



10.4. В однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл находится прямой провод длиной 20 см, концы которого замкнуты вне поля. Сопротивление всей цепи равно 0,1 Ом. Определить силу, которую нужно приложить к проводу, чтобы перемещать его перпендикулярно к линиям магнитной индукции со скоростью 2,5 м/с.

10.5. Проволочное кольцо радиусом 4 см, имеющее сопротивление 0,01 Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл. Плоскость кольца составляет угол 30° с линиями индукции поля. Какое количество электричества протечет по кольцу, если магнитное поле исчезнет?

10.6. По кольцу, сделанному из тонкого гибкого провода радиусом 10 см, течет ток 10 А. Перпендикулярно к плоскости кольца возбуждено магнитное поле индукцией 0,1 Тл, по направлению совпадающее с направлением собственного магнитного поля кольца. Определить работу внешних сил, которые деформируя контур, придали ему форму квадрата. Работой против упругих сил пренебречь.

10.7. В однородном магнитном поле, индукция которого 0,8 Тл, равномерно вращается рамка с угловой скоростью 15 рад/с. Площадь рамки равна 150 см^2 . Ось вращения находится в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Найти максимальную э.д.с. индукции во вращающейся рамке.

10.8. Проволочный контур площадью 100 см^2 и сопротивлением 0,01 Ом находится в однородном магнитном поле. Плоскость контура составляет угол 30° с линиями магнитной индукции. Определить тепловую мощность, выделяющуюся в контуре при изменении магнитного поля со скоростью $B' = 0,2 \text{ Тл/с}$.

10.9. В однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл находится прямой провод длиной 10 см, концы которого замкнуты вне поля. Сопротивление всей цепи равно 0,4 Ом. Какая мощность потребуется для того, чтобы перемещать провод перпендикулярно к линиям магнитной индукции со скоростью 20 м/с.

10.10. Проволочное кольцо радиусом 10 см, имеющее сопротивление 1 Ом, лежит на столе. Какое количество электричества протечет по кольцу, если его перевернуть с одной стороны на другую? Вертикальная составляющая магнитного поля Земли равна 50 мкТл.

Тема 11. Электромагнитное поле: самоиндукция, энергия магнитного поля

11.1. Найти индуктивность соленоида длины l , обмоткой которого является медная проволока массы m . Сопротивление обмотки R . Диаметр соленоида значительно меньше его длины.

11.2. Две катушки намотаны на один сердечник. Индуктивность первой катушки $L_1 = 0,12 \text{ Гн}$, а второй – $L_2 = 3 \text{ Гн}$. Сопротивление в цепи второй катушки $R_2 = 60 \text{ Ом}$. Определите силу тока во второй катушке, если за время $\Delta t = 0,01$ силу тока в первой катушке равномерно уменьшить от $I_1 = 1 \text{ А}$ до нуля.

11.3. Катушку индуктивности $L = 300 \text{ мГн}$ и сопротивления $R = 140 \text{ мОм}$, подключили к источнику постоянного напряжения. Через сколько времени ток через катушку достигнет $\eta = 50\%$ установившегося значения.

11.4. Обмотка электромагнита, находясь под постоянным напряжением, имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность 0,3 Гн. Определите время, за которое в обмотке выделится количество теплоты, равное энергии магнитного поля в сердечнике.

11.5. Индуктивность соленоида при длине 1 м и площади поперечного сечения 20 см^2 равна $0,4 \text{ мГн}$. Определить силу тока в соленоиде, при которой объемная плотность энергии магнитного поля равна $0,1 \text{ Дж/м}^3$.

11.6. Сколько метров тонкого провода надо взять для изготовления соленоида длины $l = 100 \text{ см}$ с индуктивностью $L = 1 \text{ мГн}$, если диаметр сечения соленоида значительно меньше его длины?

11.7. Две катушки намотаны на один сердечник. Индуктивность первой катушки $L_1 = 1 \text{ Гн}$, а второй – $L_2 = 4 \text{ Гн}$. Определите максимальную э.д.с., возбуждаемую во второй катушке, если сила тока в первой катушке меняется по закону $I_1 = I_0 \cos(2\pi\nu t)$, где $I_0 = 1 \text{ А}$, а $\nu = 50 \text{ Гц}$.

11.8. Активное сопротивление катушки индуктивности составляет $0,2 \text{ Ом}$. Если катушку отсоединить от источника тока и замкнуть накоротко, то ток уменьшается в 10 раз в течение 3 с. Определить индуктивность катушки.

11.9. Сила тока в обмотке соленоида, содержащего 1500 витков, равна 5 А . Магнитный поток через сечение соленоида составляет 50 мкВб . Определите энергию магнитного поля в соленоиде.

11.10. Обмотка тонкого тороида с немагнитным сердечником содержит 10 витков на каждый сантиметр длины. Чему равна объемная плотность энергии магнитного поля в тороиде при силе тока 5 А .

Тема 12. Электромагнитное поле: электромагнитные колебания

12.1. В контуре, состоящем из конденсатора емкости C и катушки с индуктивностью L , совершаются свободные незатухающие колебания, при которых амплитуда напряжения на конденсаторе равна U_m . Найти связь между током в контуре и напряжением на конденсаторе в виде $f(I, U) = \text{const}$.

12.2. Колебательный контур состоит из конденсатора емкости C , катушки с индуктивностью L и пренебрежимо малым активным сопротивлением и ключа. При разомкнутом ключе конденсатор зарядили до напряжения U_m и затем замкнули ключ. Определить отношение энергии магнитного поля колебательного контура к энергии его электрического поля в момент времени равный $T/8$.

12.3. Частота свободных затухающих колебаний в колебательном контуре $\nu = 1 \text{ кГц}$. Найти собственную частоту колебаний ν_0 , если добротность контура $Q = 2$.

12.4. Определить логарифмический декремент, при котором энергия колебательного контура за $N = 5$ периодов уменьшается в $n = 8$ раз.

12.5. Цепь, состоящая из последовательно соединенных конденсатора и катушки с активным сопротивлением, подсоединена к генератору синусоидального напряжения, частоту которого можно менять, не изменяя его амплитуды. При частотах ω_1 и ω_2 амплитуды тока оказались одинаковыми. Определить резонансную частоту.

12.6. Ток в колебательной системе зависит от времени как $I = I_m \sin(\omega_0 t)$, где $I_m = 9 \text{ мА}$, $\omega = 4,5 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1}$. Емкость конденсатора $C = 0,5 \text{ мкФ}$. Определить индуктивность контура и напряжение на конденсаторе в момент времени $t = 0$.

12.7. Колебательный контур состоит из конденсатора емкости C , катушки с индуктивностью L и пренебрежимо малым активным сопротивлением и ключа. При разомкнутом ключе конденсатор зарядили до напряжения U_m и затем замкнули ключ. Определить э.д.с. самоиндукции в катушке в моменты времени, когда энергия электрического поля в конденсаторе равна энергии магнитного поля в катушке.

12.8. Определить минимальное активное сопротивление при разрядке конденсатора емкости $C = 1.2 \text{ нФ}$, при котором разряд будет аperiодическим, если индуктивность проводов $L = 3 \text{ мкГн}$.

12.9. Частота ν затухающих колебаний в колебательном контуре с добротностью $Q = 2500$ равна 550 Гц . Определить время, за которое амплитуда тока в этом контуре уменьшится в 4 раза.

12.10. Какой должна быть добротность контура, чтобы частота, при которой наступает резонанс тока, отличалась от частоты, при которой наступает резонанс напряжения на конденсаторе, не более чем на 1%?