

Тема 1. Электрическое поле в вакууме

- 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. В вершинах квадрата со стороной 5 см находятся одинаковые положительные заряды 2 нКл. Определить напряженность электрического поля в середине одной из сторон.
- 1.3. 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.
- 1.4. 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.
- 1.5. 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.
- 1.6. На металлической сфере радиусом 15 см находится электрический заряд величиной 2 нКл. Построить график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния до центра сферы.
- 1.7. 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.
- 1.8. 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.
- 1.9. 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.
- 1.10. 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.

Тема 2. Электрическое поле в диэлектрике. Конденсаторы

2.1. Определить напряженность и потенциал электрического поля, созданного точечным диполем с электрическим дипольным моментом равным $1 \text{ пКл}\cdot\text{м}$ в точке, удаленной от него на расстояние 15 см , если угол между направлением дипольного момента и направлением на данную точку равен 45° .

2.2. Два точечных диполя с электрическими моментами $1 \text{ пКл}\cdot\text{м}$ и $4 \text{ пКл}\cdot\text{м}$ находятся на расстоянии 2 см друг от друга. Найти силу их взаимодействия, если оси диполей лежат на одной прямой.

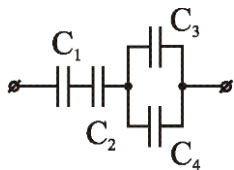
2.3. Диполь с электрическим моментом $75 \text{ пКл}\cdot\text{м}$ свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью 80 кВ/м . Вычислить работу, необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол 90° .

2.4. Определить диэлектрическую восприимчивость стекла, помещенного во внешнее электрическое поле напряженностью $E_0=5 \text{ МВ/м}$ и обладающего поляризованностью $P=37,9 \text{ мкКл/м}^2$.

2.5. В некоторой точке изотропного диэлектрика смещение имеет значение $D=6 \text{ мкКл/м}^2$, а поляризованность $P=5 \text{ мкКл/м}^2$. Чему равна диэлектрическая восприимчивость диэлектрика.

2.6. Определить емкость цилиндрического воздушного конденсатора длиной $l = 10 \text{ см}$, с радиусами обкладок $R_1 = 1 \text{ см}$ и $R_2 = 2 \text{ см}$.

2.7. Определить емкость батареи конденсаторов: $C_1 = 3 \text{ пФ}$, $C_2 = 6 \text{ пФ}$, $C_3 = 1 \text{ пФ}$, $C_4 = 1 \text{ пФ}$.



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

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

2.10. Пластины из эбонита ($\epsilon = 3$) толщиной 5 мм и площадью 300 см^2 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 3. Постоянный электрический ток

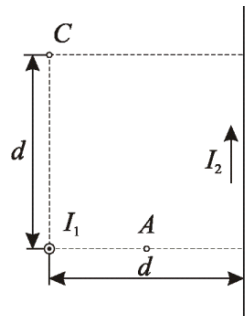
- 3.1. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I(t) = kt$, где $k = 0,5$ А/с. Найти заряд q , протекающий через поперечное сечение проводника за время $\tau = 1$ с.
- 3.2. Определить ток короткого замыкания источника ЭДС, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 50$ Ом ток в цепи $I_1 = 0,2$ А, а при $R_2 = 110$ Ом – $I_2 = 0,1$ А.
- 3.3. ЭДС батареи аккумуляторов $\mathcal{E} = 12$ В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?
- 3.4. По медному проводнику сечением $0,8$ мм² 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/см³.
- 3.5. Напряженность электрического поля в стальном проводнике равна $0,2$ В/м. Найти плотность тока в проводнике. Удельное сопротивление стали 100 нОм·м.
- 3.6. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I(t) = kt^2$, где $k = 2$ А/с². Найти число электронов N , проходящих через поперечное сечение проводника за время $\tau = 0,5$ с.
- 3.7. Два элемента ($\mathcal{E}_1 = 1,2$ В, $r_1 = 0,1$ Ом; $\mathcal{E}_2 = 0,9$ В, $r_2 = 0,3$ Ом) соединены одноименными полюсами. Сопротивление R соединительных проводов равно $0,2$ Ом. Определить силу тока I в цепи.
- 3.8. Элемент замыкают сначала на внешнее сопротивление 2 Ом, а затем на внешнее сопротивление $0,5$ Ом. Найти ЭДС элемента и его внутреннее сопротивление, если известно, что в каждом из этих случаев мощность, выделяемая во внешней цепи, одинакова и равна $2,45$ Вт.
- 3.9. Определить суммарный импульс всех электронов в прямом проводнике длиной 500 м, по которому течет ток 20 А.
- 3.10. Определить напряженность электрического поля в проводнике, если объемная плотность тепловой мощности равна 4 кВт/м³, а плотность тока 2 А/мм².

Тема 4. Магнитное поле постоянного тока

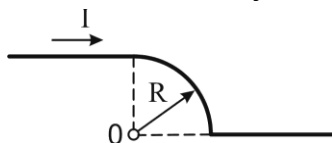
4.1. По тонкому проводящему кольцу радиуса 30 см течет ток 20 А. Найти напряженность магнитного поля на оси кольца на расстоянии 40 см от его центра.

4.2. Расстояние d между двумя длинными параллельными проводами равно 10 см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи $I = 40$ А каждый. Найти индукцию B магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 5$ см от одного и $r_2 = 8$ см от другого провода.

4.3. 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. Определит магнитную индукцию B в точке A , одинаково удаленной от обоих проводников.



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



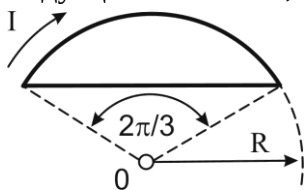
4.5. Определить максимальную магнитную индукцию поля, создаваемую электроном, движущимся прямолинейно со скоростью 10 Мм/с, в точке, отстоящей от траектории на 1 нм.

4.6. 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?

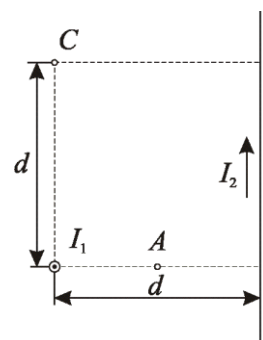
4.7. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1 = 50$ А и $I_2 = 100$ А в противоположных направлениях. Расстояние d между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию B в точке, удаленной на $r_1 = 25$ см от первого и на $r_2 = 40$ см от второго провода.

4.8. 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. Определит магнитную индукцию B в точке C , одинаково удаленной от обоих проводников.

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



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



Тема 5. Силы в магнитном поле

5.1. 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.

5.2. 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.

5.3. 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.

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

5.5. 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 частицы.

5.6. 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.

5.7. 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_{Γ} магнитной индукции поля Земли.

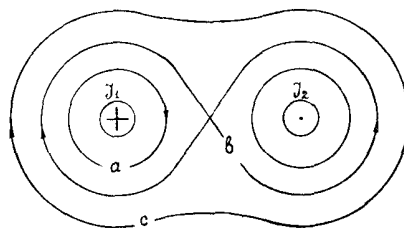
5.8. Проводящая перемычка массой 1 кг и активной длиной 30 см лежит на гладких рельсах, составляющих угол 45° с горизонтом. Система находится в вертикальном однородном магнитном поле индукцией 2 Тл. Какой ток нужно пропустить по перемычке, чтобы она находилась в покое?

5.9. 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.

5.10. 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 \vec{E} электрического поля и магнитная индукция \vec{B} совпадают по направлению. Определить ускорение протона для начального момента движения в поле, если направление вектора его скорости перпендикулярно направлению векторов \vec{E} и \vec{B} .

Тема 6. Магнитное поле в веществе. Магнитный поток. Закон полного тока

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



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

6.3. Найти магнитный поток, создаваемый соленоидом сечением 10 см^2 при силе тока 5 А , если он имеет 10 витков на каждый сантиметр длины.

6.4. 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.

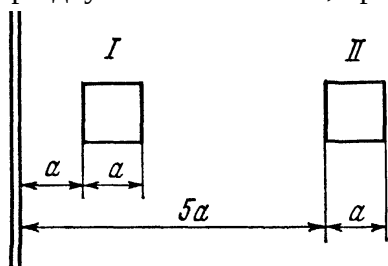
6.5. Висмутовый шарик радиусом 1 см помещен в однородное магнитное поле индукцией $0,5\text{ Тл}$. Определить магнитный момент, приобретенный шариком, если магнитная восприимчивость висмута равна $-1,5 \cdot 10^{-4}$.

6.6. 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.

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

6.8. 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.



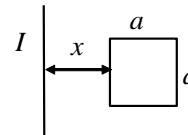
6.10. Напряженность магнитного поля в меди равна 1 МА/м . Определить намагниченность меди и магнитную индукцию в ней, если удельная восприимчивость меди равна $-1,1 \cdot 10^{-9}\text{ м}^3/\text{кг}$, а плотность $-8,9\text{ г/см}^3$.

Тема 7. Электромагнитное поле. Электромагнитная индукция

7.1. Плоский контур, площадь которого равна 300 см^2 , находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,01 \text{ Тл}$. 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.

7.2. 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 ?

7.3. Квадратная рамка со стороной a и длинный прямой проводник с током I находятся в одной плоскости (см. рис.). Рамку поступательно перемещают вправо с постоянной скоростью v . Найти ЭДС индукции в рамке как функцию расстояния x между проводом и рамкой.



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

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

7.6. По кольцу, сделанному из тонкого гибкого провода радиусом 10 см , течет ток 10 А . Перпендикулярно к плоскости кольца возбуждено магнитное поле индукцией $0,1 \text{ Тл}$, 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.

7.7. В однородном магнитном поле, индукция которого $0,8 \text{ Тл}$, 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 ЭДС индукции во вращающейся рамке.

7.8. Проволочный контур площадью 100 см^2 и сопротивлением $0,01 \text{ Ом}$ 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 $\Delta B/\Delta t = 0,2 \text{ Тл/с}$.

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

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

Тема 8. Самоиндукция. Энергия магнитного поля

- 8.1. Найти индуктивность соленоида длины l , обмоткой которого является медная проволока массы m . Сопротивление обмотки R . Диаметр соленоида значительно меньше его длины.
- 8.2. Две катушки намотаны на один сердечник. Индуктивность первой катушки $L_1 = 0,12$ Гн, а второй – $L_2 = 3$ Гн. Сопротивление в цепи второй катушки $R_2 = 60$ Ом. Определите силу тока во второй катушке, если за время $t = 0,01$ силу тока в первой катушке равномерно уменьшить от $I_1 = 1$ А до нуля.
- 8.3. Катушку индуктивности $L = 300$ мГн и сопротивления $R = 140$ мОм, подключили к источнику постоянного напряжения. Через сколько времени ток через катушку достигнет $\eta = 50\%$ установившегося значения.
- 8.4. 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.
- 8.5. Индуктивность соленоида при длине 1 м и площади поперечного сечения 20 см² равна $0,4$ мГн. Определить силу тока в соленоиде, при которой объемная плотность энергии магнитного поля равна $0,1$ Дж/м³.
- 8.6. Сколько метров тонкого провода надо взять для изготовления соленоида длины $l = 100$ см с индуктивностью $L = 1$ мГн, если диаметр сечения соленоида значительно меньше его длины?
- 8.7. Две катушки намотаны на один сердечник. Индуктивность первой катушки $L_1 = 1$ Гн, а второй – $L_2 = 4$ Гн. Определите максимальную ЭДС, возбуждаемую во второй катушке, если сила тока в первой катушке меняется по закону $I_1 = I_0 \cos(2\pi\nu t)$, где $I_0 = 1$ А, а $\nu = 50$ Гц.
- 8.8. Активное сопротивление катушки индуктивности составляет $0,2$ Ом. Если катушку отсоединить от источника тока и замкнуть накоротко, то ток уменьшается в 10 раз в течение 3 с. Определить индуктивность катушки.
- 8.9. 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.
- 8.10. 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 9. Электромагнитные колебания

9.1. 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 $f(I, U) = \text{const}$.

9.2. 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 $T/8$.

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

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

9.5. 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 циклических частотах ω_1 и ω_2 амплитуды тока оказались одинаковыми. Определить резонансную циклическую частоту.

9.6. Ток в колебательной системе зависит от времени как $I = I_m \sin(\omega t)$, 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 $t = 0$.

9.7. 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 ЭДС самоиндукции в катушке в моменты времени, когда энергия электрического поля в конденсаторе равна энергии магнитного поля в катушке.

9.8. Определить минимальное активное сопротивление при разрядке конденсатора емкости $C = 1,2\text{ нФ}$, при котором разряд будет аperiодическим, если индуктивность проводов $L = 3\text{ мкГн}$.

9.9. Частота 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.

9.10. 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%?

Тема 10. Электромагнитные волны. Интерференция света

10.1. Найти напряженность магнитного поля в электромагнитной волне, если напряженность электрического поля составляет 20 В/м.

10.2. Найти мощность точечного изотропного источника электромагнитных волн, если на расстоянии $r=25$ м от него интенсивность составляет $I=20$ мВт/м².

10.3. Найти объемную плотность энергии электромагнитной волны в стекле с показателем преломления $n=1,5$, если модуль вектора Пойнтинга равен $S=20$ мВт/м².

10.4. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку (показатель преломления стекла равен $n=1,5$) толщиной 1 мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку нормально.

10.5. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 мкм до 0,38 мкм), которые будут максимально усилены при оптической разности хода интерферирующих волн, равной 1 мкм.

10.6. Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние l от щелей до экрана 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина b интерференционных полос на экране равна 1,5 мм.

10.7. На мыльную пленку ($n=1,3$), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине d пленки отраженный свет с длиной волны $\lambda=0,55$ мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

10.8. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинами положили тонкую проволочку, параллельную линии соприкосновения пластин и находящуюся на расстоянии $a=75$ мм от нее. При освещении пластин монохроматическим светом с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм на верхней пластине наблюдаются интерференционные полосы. Определить диаметр проволочки, если на расстоянии $b = 30$ мм насчитывается $m = 16$ светлых полос.

10.9. Расстояние $\Delta r_{2,1}$ между вторым и первым темным кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{10,9}$ между десятым и девятым кольцами.

10.10. Определить перемещение зеркала в интерферометре Майкельсона, если интерференционная картина сместилась на $m=100$ полос. Длина волны света $\lambda=546$ нм.

Тема 11. Дифракция и поляризация света

11.1. На щель шириной $a=0,05$ мм падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). Определить (в градусах) угол φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

11.2. Плоская световая волна с длиной волны $\lambda = 0,7$ мкм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1,4$ мм. На каком максимальном расстоянии от диафрагмы может быть расположен экран, чтобы в центре дифракционной картины наблюдалось темное пятно?

11.3. Точечный источник света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм и диафрагма с круглым отверстием радиусом $r = 1$ мм расположены на расстоянии $a = 1$ м друг от друга. На каком расстоянии должна быть расположена точка наблюдения, чтобы отверстие открывало три зоны Френеля.

11.4. Дифракционная решетка содержит $n = 200$ штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

11.5. С помощью дифракционной решетки с периодом $d = 20$ мкм требуется разрешить дублет натрия ($\lambda_1 = 589,0$ нм и $\lambda_2 = 589,6$ нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине решетки это возможно?

11.6. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения с длиной волны $\lambda = 147$ пм. Определить расстояние между атомными плоскостями кристалла, если дифракционный максимум второго наблюдается, когда излучение падает под углом $\alpha = 31^\circ 30'$ к поверхности кристалла.

11.7. Угол Брюстера $\alpha_{бр}$ при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.

11.8. Предельный угол α полного отражения пучка света на границе жидкости с воздухом равен 43° . Определить угол Брюстера $\alpha_{бр}$ (в градусах) для падения луча из воздуха на поверхность этой жидкости.

11.9. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора составляет 30° . Определить изменение интенсивности прошедшего через них света, если угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора изменился до 45° .

11.10. Степень поляризации P частично-поляризованного света равна 0,5. В сколько раз отличается максимальная интенсивность I_{\max} света, пропускаемого через анализатор, от минимальной интенсивности I_{\min} ?

Тема 12. Квантовая природа излучения

- 12.1. Определить температуру, при которой энергетическая светимость R_{Σ} абсолютно черного тела равна 10 кВт/м^2 .
- 12.2. Поток энергии, излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт . Определить температуру печи, если площадь окошка составляет 6 см^2 .
- 12.3. Во сколько раз надо увеличить термодинамическую температуру абсолютно черного тела, чтобы его энергетическая светимость выросла в 16 раз.
- 12.4. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 12.5. При увеличении термодинамической температуры в два раза длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\lambda = 580 \text{ нм}$. Найти начальную температуру тела.
- 12.6. Вследствие изменения температуры черного тела максимум спектральной плотности энергетической светимости сместился с $\lambda_1 = 1,6 \text{ мкм}$ на $\lambda_2 = 0,8 \text{ мкм}$. Во сколько раз изменилась максимальная спектральная плотность энергетической светимости?
- 12.7. Определить, до какого потенциала зарядится уединенный медный шарик ($A = 4,47 \text{ эВ}$) при облучении его ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda = 140 \text{ нм}$.
- 12.8. Определить длину волны света, облучающего фотокатод с работой выхода $A = 2,1 \text{ эВ}$, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов $T_{\text{max}} = 1 \text{ эВ}$.
- 12.9. На поверхность фотокатода падает монохроматический свет ($\lambda = 310 \text{ нм}$). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U_3 не менее $1,7 \text{ В}$. Определить работу выхода (в эВ).
- 12.10. При рассеянии излучения на свободных электронах энергия электрона отдачи составляет 20% от энергии падающего излучения. Длина волны рассеянного излучения составляет $1,5 \text{ пм}$. Определить длину волны падающего излучения.