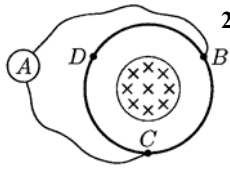
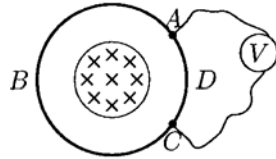
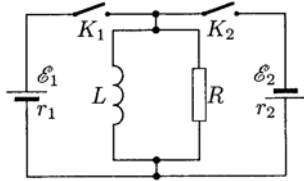


Магнитные явления. МФТИ

1. Проволочное кольцо DBC , сопротивление которого R , пронизывается магнитным потоком $\Phi = \Phi_0 \cos \omega t$, где t — время, Φ_0 и ω — заданные константы. Магнитное поле сосредоточено внутри кольца (см. рис.). Точки D , B и C этого кольца отстоят друг от друга на равные расстояния. Что покажет амперметр переменного тока с сопротивлением r , если его присоединить к точкам B и C ? Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

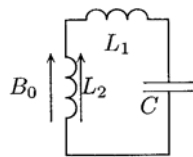
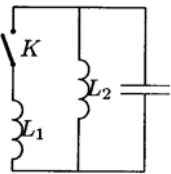


2. Сопротивления участков ADC и CBA проволочного кольца равны R и $5R$ (см. рис.). Кольцо пронизывается магнитным потоком $\Phi = \Phi_0 \cos \omega t$, где t — время, Φ_0 и ω — заданные константы. Магнитное поле полностью сосредоточено внутри кольца. Что покажет вольтметр переменного тока с сопротивлением $8R$, если его присоединить к точкам A и C ? Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.



3. В электрической схеме, представленной на рисунке, ключи K_1 и K_2 разомкнуты. Ключ K_1 замыкают и после того, как напряжение на катушке с индуктивностью L достигло значения U_0 , замыкают ключ K_2 . 1) Найти заряд, протекший через резистор сопротивлением R к этому моменту времени. 2) Найти дополнительный заряд, который протечёт через резистор после замыкания ключа K_2 . ЭДС батарей \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 и их внутренние сопротивления r_1 и r_2 известны.

4. В колебательном контуре, включающем в себя конденсатор с неизвестной ёмкостью и катушку самоиндукции с индуктивностью L_2 , происходят гармонические колебания тока (при разомкнутом ключе K). В тот момент, когда ток в контуре достигает максимального значения и равен I_0 , замыкают ключ K . После замыкания ключа максимальное напряжение на конденсаторе оказалось равным U_0 . Пренебрегая омическим сопротивлением катушек и подводящих проводов, определите ёмкость конденсатора. Величины L_1 , L_2 , I_0 , U_0 считать заданными.



5. В колебательном контуре, включающем в себя конденсатор ёмкостью C и две катушки самоиндукции с индуктивностями L_1 и L_2 , происходят гармонические колебания. Катушка L_2 с числом витков N и площадью одного витка S расположена в однородном и стационарном магнитном поле с индукцией B_0 , перпендикулярной плоскости витков. В тот момент, когда напряжение на конденсаторе достигает максимального значения U_0 , магнитное поле выключают. Время спада магнитного поля много меньше периода колебаний в контуре. Пренебрегая омическим сопротивлением катушек и подводящих проводов, определите величину максимального тока в контуре после выключения магнитного поля.

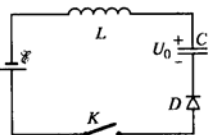


Рис. 3.211.

- 3.220. В схеме, приведенной на рис. 3.211, при разомкнутом ключе K конденсатор ёмкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_0 = 5$ В. Индуктивность катушки $L = 0,4$ Гн, ЭДС батареи $\mathcal{E} = 2$ В, диод D — идеальный. 1) Определить максимальный ток в цепи после замыкания ключа K . 2) Какое напряжение установится на конденсаторе после замыкания ключа?

- 3.203. В LC -контуре при разомкнутом ключе K происходят колебания (рис. 3.194). В тот момент, когда ток в контуре достигает максимального значения I_0 , замыкают ключ K . Считая заданными I_0 ,

L_1 и L_2 , определить полное количество теплоты, которое выделится в резисторе R после замыкания ключа K . Омическое сопротивление катушек считать равным нулю. (Билет 2, 2004)

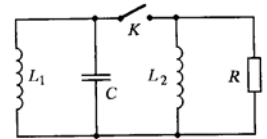


Рис. 3.194.

3.204. На гладкой горизонтальной поверхности стола расположена проволочная прямоугольная рамка со сторонами a и b (рис. 3.195). Рамка находится в магнитном поле, составляющая вектора индукции которого вдоль оси z зависит только от координаты x и изменяется по линейному закону: $B_z(x) = B_0(1 - \alpha x)$, где B_0 и α — заданные константы. С помощью нерастяжимой нити и неподвижного блока рамка связана с грузом массой M . Сначала груз удерживают, а затем отпускают, и рамка приходит в поступательное движение. Пренебрегая самоиндукцией рамки, определить максимальную мощность тепловых потерь в рамке. Омическое сопротивление рамки равно R . (Билет 2, 2004)

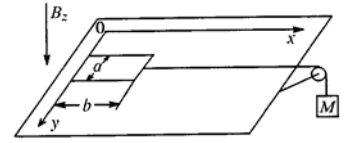


Рис. 3.195.

3.205. В схеме, изображенной на рис. 3.196, в начальный момент ключ K_1 разомкнут, ключ K_2 замкнут, а конденсаторы C_1 и C_2 не заряжены. Сначала замыкают ключ K_1 , а в тот момент, когда заряд на конденсаторе C_1 достигает максимального значения, размыкают ключ K_2 . Найти максимальный заряд на конденсаторе C_2 после размыкания ключа K_2 . Внутренним сопротивлением батареи с ЭДС \mathcal{E} и омическим сопротивлением катушки пренебречь. (Билет 3, 2004)

3.206. На гладкой горизонтальной поверхности стола расположена проволочная прямоугольная рамка массой m со сторонами a и b (рис. 3.197). Рамка находится в магнитном поле, составляющая вектора индукции которого вдоль оси z зависит только от координаты x и изменяется по линейному закону: $B_z(x) = B_0(1 - \alpha x)$, где B_0 и α — заданные константы. Рамке сообщают вдоль оси x скорость v_0 . Когда рамка, двигаясь поступательно, проходит расстояние L , ее скорость уменьшается в 3 раза. Пренебрегая самоиндукцией рамки, определите ее омическое сопротивление. (Билет 3, 2004)

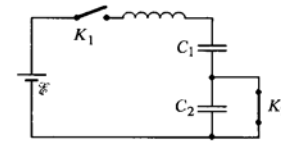


Рис. 3.196.

3.207. В LC -контуре при замкнутом ключе K происходят колебания (см. рис. 3.198). В тот момент, когда напряжение на конденсаторе равно U_0 , а ток через катушку L_1 равен I_0 , замыкают ключ K . Считая заданными U_0 , I_0 , L_1 , L_2 и C , определить полное количество теплоты, которое выделится в резисторе R после замыкания ключа K . Омическое сопротивление катушек считать равным нулю. (Билет 4, 2004)

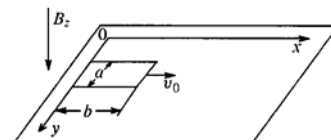


Рис. 3.197.

3.186. Тонкое проволочное кольцо радиусом a расположено в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярной плоскости кольца. По кольцу скользят в противоположных направлениях две перемычки с угловыми скоростями ω_1 и ω_2 (см. рис. 3.177). Перемычки и кольцо сделаны из одного куска провода, сопротивление единицы длины которого равно ρ . Определить величину и направление тока через перемычки, когда угол $\varphi = \pi/2$. Между перемычками в точке O и между кольцом и перемычками хороший электрический контакт. (Билет 3, 2003)

3.187. В электрической схеме, представленной на рис. 3.178, ключ K замкнут. Ключ K размыкают. После этого батарея с ЭДС \mathcal{E}_1 совершила работу A , а количество теплоты, выделенной в цепи, равно Q . 1) Найти емкость конденсатора C . 2) Найти индуктивность катушки L . ЭДС батарей \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 и сопротивления резисторов R считать заданными ($\mathcal{E}_2 = 2\mathcal{E}_1 = 2\mathcal{E}$). (Билет 4, 2003)

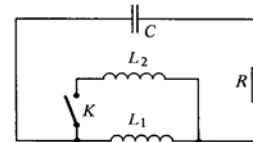


Рис. 3.198.

3.188. Тонкое проволочное кольцо радиусом a расположено в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярной плоскости кольца. По кольцу скользят в одном направлении две перемычки с угловыми скоростями ω_1 и ω_2 ($\omega_1 > \omega_2$) (см. рис. 3.179). Перемычки и кольцо сделаны из одного куска провода, сопротивление единицы длины которого равно ρ . Определить величину и направление тока через перемычки, когда угол $\varphi = 3\pi/4$. Между перемычками в точке O и между кольцом и перемычками хороший электрический контакт. (Билет 4, 2003)

3.189. В электрической схеме, состоящей из катушки индуктивностью L и четырех проводящих пластин, каждая площадью S , распо-

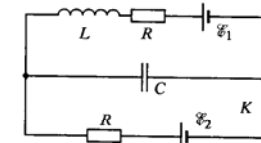


Рис. 3.178.

3.187. В электрической схеме, представленной на рис. 3.178, ключ K замкнут. Ключ K размыкают. После этого батарея с ЭДС \mathcal{E}_1 совершила работу A , а количество теплоты, выделенной в цепи, равно Q . 1) Найти емкость конденсатора C . 2) Найти индуктивность катушки L . ЭДС батарей \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 и сопротивления резисторов R считать заданными ($\mathcal{E}_2 = 2\mathcal{E}_1 = 2\mathcal{E}$). (Билет 4, 2003)

3.188. Тонкое проволочное кольцо радиусом a расположено в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярной плоскости кольца. По кольцу скользят в одном направлении две перемычки с угловыми скоростями ω_1 и ω_2 ($\omega_1 > \omega_2$) (см. рис. 3.179). Перемычки и кольцо сделаны из одного куска провода, сопротивление единицы длины которого равно ρ . Определить величину и направление тока через перемычки, когда угол $\varphi = 3\pi/4$. Между перемычками в точке O и между кольцом и перемычками хороший электрический контакт. (Билет 4, 2003)

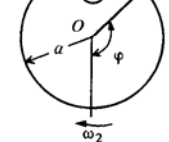


Рис. 3.179.

3.189. В электрической схеме, состоящей из катушки индуктивностью L и четырех проводящих пластин, каждая площадью S , распо-

ложенных на расстоянии d друг от друга, ключ K разомкнут (см. рис. 3.180). Пластина 3 заряжена зарядом q_0 . 1) Найти заряды пластин после замыкания ключа K в момент, когда ток через катушку максимален. 2) Найти максимальный ток через катушку. Омическим сопротивлением в схеме пренебречь. (Билет 5, 2003)

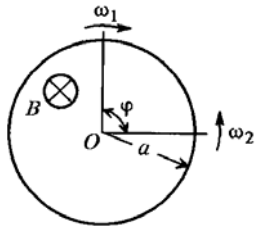


Рис. 3.177.

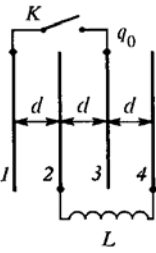


Рис. 3.180.

3.179. Частица массой m с положительным зарядом q находится в однородных электрическом и магнитном полях. Напряженность электрического поля E . Линии индукции магнитного поля параллельны силовым линиям электрического поля. В начальный момент частице сообщают скорость v_0 , направленную под углом α к силовым линиям (рис. 3.170). Через некоторое время частица оказывается вновь на той же силовой линии электрического поля, с которой она стартовала, на расстоянии L от первоначальной точки.

- 1) Найти это время.
- 2) Найти индукцию магнитного поля B . (Билет 12, 2002)

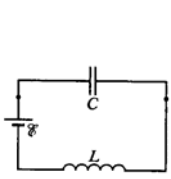


Рис. 3.169.

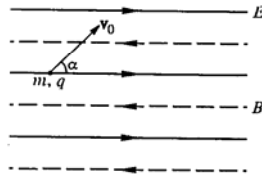


Рис. 3.170.

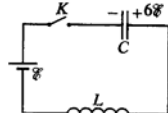


Рис. 3.171.

3.180. В схеме, изображенной на рис. 3.171, при разомкнутом ключе K напряжение на конденсаторе емкостью C равно $6q$, где ϵ — ЭДС батареи. Какой максимальный ток будет течь через катушку индуктивности L после замыкания ключа? Внутренним сопротивлением батареи и сопротивлением катушки пренебречь. (Билет 12, 2002)

3.178. Незаряженный конденсатор емкостью C подключают к последовательно соединенным батарее с ЭДС ϵ и катушке с индуктивностью L (рис. 3.169). В контуре происходят колебания тока. В тот момент, когда ток становится равным нулю, конденсатор отключают от схемы и подключают вновь, поменяв местами его выводы. Какой максимальный ток будет течь после этого в цепи? Внутренним сопротивлением батареи и сопротивлением катушки пренебречь. (Билет 11, 2002)

3.154. Проводник массой M и длиной l подвешен к непроводящему потолку за концы с помощью двух одинаковых проводящих пружин, каждая жесткостью k . К верхним концам пружин подсоединен конденсатор емкостью C . Вся конструкция висит в однородном магнитном поле с индукцией B , перпендикулярной плоскости конструкции (рис. 3.145). Проводник смещают вниз на расстояние h от положения равновесия, а затем отпускают. Определить скорость проводника, когда он снова окажется в положении равновесия. Сопротивлением и самоиндукцией проводников пренебречь. (Билет 7, 2001)

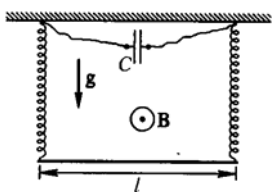


Рис. 3.145.

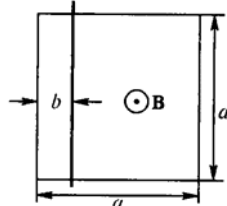


Рис. 3.143.

3.152. На горизонтальной поверхности стола закреплена тонкая неподвижная проводящая квадратная рамка со стороной a . На рамке симметрично лежит стержень параллельно боковым сторонам рамки на расстоянии $b = a/4$ (рис. 3.143). Рамка и стержень изготовлены из одного куска провода, омическое сопротивление единицы длины которого равно ρ . В некоторый момент включается однородное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки. Какую скорость приобретет стержень за время установления магнитного поля, если установившееся значение индукции равно B_0 ? Смещением стержня за время установления магнитного поля пренебречь. Трение не учитывать. Масса стержня M . (Билет 6, 2001)

3.156. На горизонтальной поверхности стола закреплена тонкая проводящая рамка в виде равностороннего треугольника со стороной a . На рамке лежит стержень, который параллелен основанию треугольника, а середина стержня находится на середине высоты AC (рис. 3.147). Рамка и стержень изготовлены из одного куска провода,

омическое сопротивление единицы длины которого равно ρ . В некоторый момент включается однородное магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости рамки. Какую скорость приобре-

тает стержень за время установления магнитного поля, если установившееся значение индукции равно B_0 ? Смещением стержня за время установления магнитного поля пренебречь. Трение не учитывать. Масса стержня M .

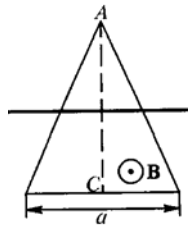


Рис. 3.147.

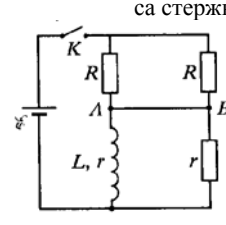


Рис. 3.149.

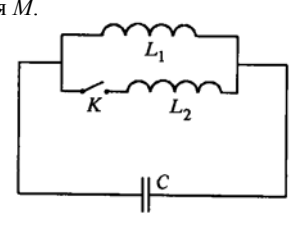


Рис. 3.135.

3.158. В схеме, изображенной на рис. 3.149, в начальный момент ключ K разомкнут. Катушка с индуктивностью L обладает омическим сопротивлением r . Какой заряд протечет через перемычку AB после замыкания ключа? Внутренним сопротивлением батареи и сопротивлением перемычки пренебречь. Параметры схемы указаны на рисунке. (Билет 10, 2001)

3.144. При разомкнутом ключе K в LC -контуре (рис. 3.135) происходят незатухающие свободные колебания тока. В тот момент, когда ток в цепи максимален и равен I_0 , замыкают ключ K . Определить максимальное напряжение на конденсаторе после замыкания ключа. Параметры схемы указаны на рисунке. (Билет 2, 2001)

1.141. Батарея с ЭДС ϵ подключена к удерживаемым неподвижно пластинам 1 и 3 плоского конденсатора. Площадь пластин S , расстояние между ними d . Посредине между этими пластинами расположена закрепленная неподвижно металлическая пластина 2, на которой находится заряд Q (рис. 3.132). Пластины 1 и 2 отпускают. Какую работу совершит батарея к моменту соударения пластин 1 и 2? Силовой тягости и внутренним сопротивлением батареи пренебречь. (Билет 1, 2001)

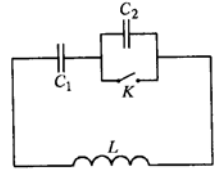


Рис. 3.133.

3.114. В схеме, изображенной на рис. 3.101, катушки с индуктивностями L_1 и L_2 и пренебрежимо малыми сопротивлениями замкорожены через идеальный диод D . В начальный момент ключ K разомкнут, а конденсатор емкости C заряжен до неизвестного напряжения U_x . Через некоторое время t после замыкания ключа напряжение на конденсаторе станет равным нулю, а затем конденсатор перезарядится до некоторого максимального напряжения и в этот момент через диод D будет течь ток, равный I_0 .

- 1) Определить t .
- 2) Определить начальное напряжение U_x . (Билет 7, 1998)

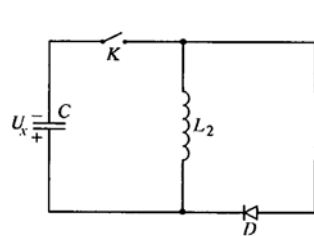


Рис. 3.101.

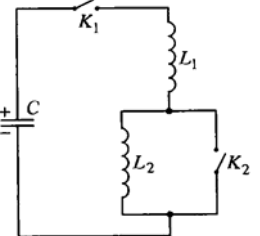


Рис. 3.103.

3.116. В схеме, изображенной на рис. 3.103, сверхпроводящие катушки с индуктивностями L_1 и L_2 соединены последовательно с конденсатором емкостью C через ключ K_1 . В начальный момент ключи K_1 и K_2 разомкнуты, а конденсатор заряжен до некоторого неизвестного напряжения U_x . Сначала замыкают ключ K_1 . Через время t напряжение на конденсаторе равно нулю и в этот момент замыкают ключ K_2 . Через некоторое время после замыкания ключа K_2 конденсатор перезарядится до максимального напряжения U_m .

3.90. Отрицательно заряженная частица движется в однородных взаимно перпендикулярных электрическом и магнитных полях (рис. 3.77). В некоторый момент времени скорость частицы перпендикулярна векторам E и B и равна V_0 . Чему будет равна скорость этой частицы в те моменты, когда вектор ее скорости будет перпендикулярен вектору V_0 при условии, что $E = V_0 B$? Поле тяжести не учитывать. (Билет 3, 1997)

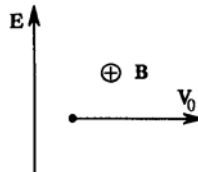


Рис. 3.77.

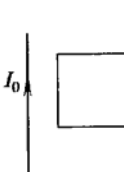


Рис. 3.30.

3.31. Квадратная проволочная рамка с диаметром проволоки d_0 находится вблизи длинного прямого провода с током I_0 (рис. 3.30). При выключении тока рамка приобретает импульс P_0 . Какой импульс получила бы рамка, если бы начальный ток в проводе был $I = 3I_0$, а диаметр проволоки рамки $d = 2d_0$? Самоиндукцией рамки пренебречь. (Билет 7, 1993)