

Примерные задачи к экзамену

1. В вершинах квадрата с диагональю $2h$ находятся точечные заряды $+q$ и $-q$. Найти модуль вектора напряженности электрического поля в точке, расположенной на расстоянии x от плоскости квадрата и равноудалённой от его вершин.
2. Тонкая непроводящая палочка длиной L равномерно заряжена так, что ее полный заряд равен q Кл. Какой точечный заряд Q нужно поместить на расстоянии d от середины палочки на ее продолжении, чтобы на него действовала сила F ?
3. На одной половине тонкого кольца радиуса R равномерно распределен положительный заряд с линейной плотностью τ_1 , а на другой половине – заряд того же знака с плотностью τ_2 . Найти напряженность поля в центре кольца.
4. Прямая нить длиной L заряжена равномерно с линейной плотностью τ . Найти напряженность поля в произвольной точке, расположенной на расстоянии h от нити.
5. Вычислить напряженность поля в произвольной точке на оси тонкого кольца радиуса R , на котором равномерно распределен заряд q .
6. Определить напряженность поля на оси тонкого диска радиуса R_0 , заряженного равномерно с поверхностной плотностью σ .
7. Два точечных диполя расположены на одной прямой параллельно друг другу так, что векторы их дипольных моментов p направлены в противоположные стороны и перпендикулярны этой прямой. Найти силу взаимодействия диполей, если расстояние между ними равно r .
8. Найти напряженность электрического поля в центре полусферы радиусом R , заряженной равномерно с поверхностной плотностью σ .
9. Найти потенциал, создаваемый двумя концентрическими металлическими сферами радиусами R_1 и R_2 , заряженными зарядами q_1 и q_2 соответственно.
10. Имеются три концентрические сферы с радиусами $R_1 < R_2 < R_3$. Сферы радиусами R_1 и R_3 несут заряды $+q$ и $-q$ соответственно. Сфера радиусом R_2 заземлена. Найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля E от расстояния r до центра системы и изобразить ее графически.
11. Система состоит из шара радиуса R , заряженного равномерно, и окружающей среды, заполненной зарядом с объёмной плотностью $\rho = \alpha/r$, где α – постоянная, r – расстояние до центра шара. Найти заряд шара, при котором модуль вектора напряженности электрического поля вне шара не будет зависеть от r .
12. Определить линейную плотность заряда бесконечно длинной заряженной нити, если работа сил поля по перемещению заряда q с расстояния r_1 от нити до расстояния r_2 от нити равна A .
13. Два параллельных провода, расстояние между которыми равно l , равномерно заряжены с одинаковой линейной плотностью одноимёнными зарядами. Максимальное значение напряжённости электрического поля в плоскости симметрии системы равно E_0 . Найти линейную плотность зарядов на проводах.
14. Две плоскопараллельные металлические пластины конечной толщины, имеющие площадь S , заряжены зарядами Q_1 и Q_2 соответственно. Зазор между пластинами мал по сравнению с их линейными размерами. Найти поверхностные плотности зарядов на пластинах и разность потенциалов между ними.
15. Из равномерно заряженной плоскости вырезали круг радиусом R и сдвинули его перпендикулярно плоскости на расстояние L . Найти напряженность электрического поля E в точке, находящейся на оси выреза посередине между кругом и плоскостью. Поверхностная плотность заряда на круге и плоскости одинакова и равна σ .

16. Найти потенциал поля, создаваемого равномерно заряженной с линейной плотностью τ нитью длины $2L$.
17. На тонком кольце радиуса R распределен по произвольному закону заряд q . Определить потенциал поля в точке A , расположенной на оси кольца на расстоянии h от его плоскости.
18. По тонкому диску радиусом R равномерно распределён заряд q . Определить потенциал электрического поля в центре диска.
19. Шаровой слой между сферами радиусов R_1 и R_2 ($R_1 < R_2$) заряжен с плотностью $\rho = a/r^2$. Найти потенциал поля в произвольной точке.
20. Проанализировать картину силовых линий электрического поля и эквипотенциальных поверхностей для системы двух одинаковых положительных зарядов, находящихся на некотором расстоянии друг от друга.
21. Начертить схему силовых линий и эквипотенциальных поверхностей для тонкого равномерно заряженного стержня.
22. На расстоянии h от проводящей бесконечной плоскости находится точечный заряд q . Определить величину напряженности поля E в точке A , отстоящей от плоскости и от заряда на расстояние h .
23. На расстоянии h от заземленной проводящей бесконечной плоскости находится точечный заряд q . Определить плотность индуцированного заряда в произвольной точке на плоскости.
24. Точечный заряд q находится на расстоянии b от центра заземленного металлического шара радиуса r ($b > r$). Определить силу притяжения F между зарядом и шаром. Какую работу A надо совершить, чтобы перенести заряд в бесконечно удаленную точку?
25. Тонкое проволочное кольцо радиуса R имеет заряд q . Кольцо расположено параллельно безграничной проводящей плоскости на расстоянии h от последней. Найти: а) поверхностную плотность заряда в точке плоскости на оси кольца; б) напряженность и потенциал электрического поля в центре кольца.
26. Найти емкость шарового проводника радиусом a , окруженного примыкающим к нему слоем однородного диэлектрика с наружным радиусом b и относительной диэлектрической проницаемостью ϵ .
27. Система состоит из тонкого кольца радиусом R , по которому равномерно распределен заряд q , и очень длинной равномерно заряженной нити, расположенной по оси кольца так, что один из ее концов совпадает с центром кольца. На единицу длины нити приходится заряд λ . Найти силу взаимодействия кольца и нити.
28. Имеется проводящий шар радиуса r_1 и концентричный с ним сферический проводящий слой, внутренняя поверхность которого имеет радиус r_2 ($r_2 > r_1$), а внешняя – радиус r_3 ($r_3 > r_2$). Заряды шара и слоя равны соответственно q_1 и q_2 . Найти энергию этой системы зарядов.
29. Точечный заряд q находится на расстоянии h от безграничной проводящей плоскости. Найти: а) энергию взаимодействия этого заряда с зарядами, индуцированными на плоскости, б) собственную энергию зарядов, индуцированных на плоскости, в) полную электрическую энергию этой системы.
30. Внутри плоского конденсатора находится параллельная обкладкам пластина, толщина которой составляет $\eta = 0,6$ расстояния между обкладками. Конденсатор сначала подключили к источнику постоянного напряжения $U = 200$ В, затем отключили и после этого медленно извлекли пластину из зазора. Емкость

конденсатора в отсутствие пластины $C = 20$ нФ. Найти работу, совершенную против электрических сил при извлечении пластины, если пластина: а) металлическая; б) стеклянная с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 5$.

31. Внутри плоского конденсатора с площадью пластин $S = 200$ см² и расстоянием между ними $d = 0,1$ см находится пластина из стекла ($\varepsilon = 5$), целиком заполняющая пространство между пластинами конденсатора. Какую механическую работу надо затратить на удаление пластины, если конденсатор все время присоединен к батарее с ЭДС, равной $U = 300$ В?

32. Между обкладками плоского воздушного конденсатора помещена диэлектрическая пластина толщиной d_1 с диэлектрической проницаемостью ε . Между поверхностями пластины и обкладками конденсатора остались воздушные зазоры, суммарная толщина которых равна d_2 . Определить силу притяжения F между обкладками, если разность потенциалов между ними равна U , а площадь пластин S .

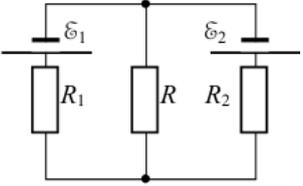
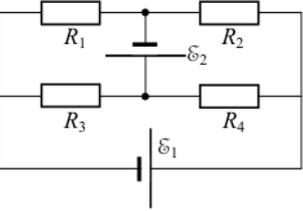
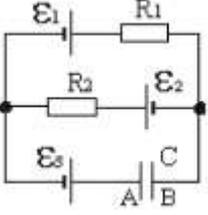
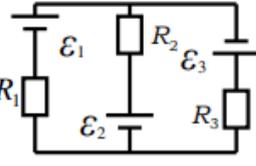
33. Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено последовательно двумя диэлектрическими слоями толщиной d_1 и d_2 , диэлектрические проницаемости и удельные сопротивления которых соответственно равны $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \rho_1$ и ρ_2 , площадь каждой из пластин равна S . Определить: 1) общее сопротивление конденсатора; 2) заряд пластин конденсатора, если он подключен к источнику постоянного напряжения U .

34. Зазор между обкладками плоского конденсатора заполнен веществом с диэлектрической проницаемостью ε и с удельной проводимостью, меняющейся в направлении, перпендикулярном к обкладкам, по линейному закону от τ_1 до τ_2 . Площадь пластин S , ширина зазора d . На конденсатор подано напряжение U . Найти: 1) ток I через конденсатор; 2) заряды пластин q_1 и q_2 ; 3) заряд конденсатора q ; 4) плотность свободных зарядов $\rho_{\text{своб}}(x)$ внутри зазора; 5) плотность связанных (поляризационных) зарядов $\rho'(x)$ в среде; 6) полный свободный заряд в среде $q_{\text{своб}}$.

35. Пространство между обкладками цилиндрического конденсатора длиной L заполнено веществом с удельным сопротивлением ρ и диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 1$. Определить тепловую мощность тока, выделяемую в конденсаторе, если напряжение между его обкладками U_0 , радиусы обкладок R_1 и R_2 . Краевыми эффектами пренебречь.

36. Сферический конденсатор заполнен однородным веществом с диэлектрической проницаемостью ε и удельным сопротивлением ρ . Первоначально конденсатор не заряжен. Найти количество теплоты, выделившееся в системе, после сообщения внутренней обкладке конденсатора заряда q_0 . Радиусы обкладок конденсатора равны a и $b = 3a$.

37. Задачи на правила Кирхгофа

<p>При каком сопротивлении R выделяемая тепловая мощность максимальна?</p>	<p>Какая тепловая мощность рассеивается на каждом из этих резисторов?</p>	<p>Найти разность потенциалов ($\phi_A - \phi_B$).</p>	<p>Найти силу тока, протекающего через резистор R_1</p>
			

38. Определить индукцию магнитного поля, создаваемого отрезком прямого провода длиной $2L$ в точке A , находящейся в плоскости, перпендикулярной отрезку и проходящей через его центр, на расстоянии a от провода. Сила тока, текущего в проводе, равна I .

39. Найти величину и направление вектора индукции магнитного поля в центре прямоугольника, по которому циркулирует постоянный ток I_0 . Стороны прямоугольника равны a и b .

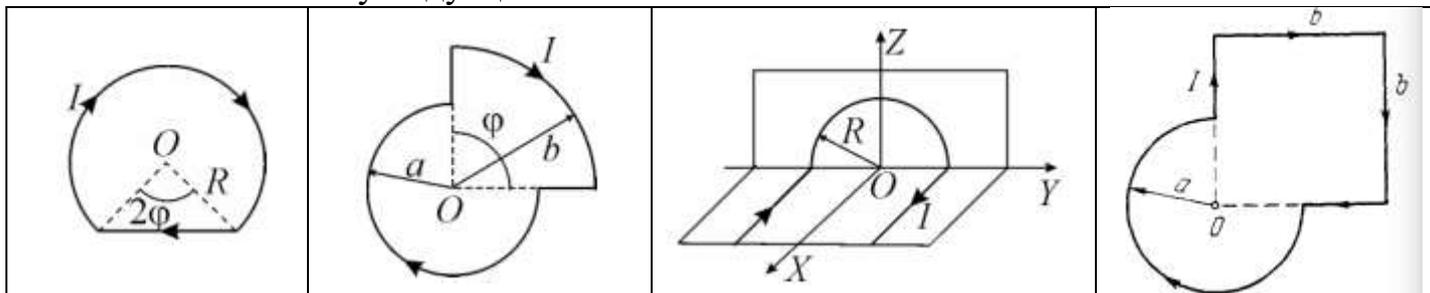
40. Найти величину индукции магнитного поля на оси соленоида в произвольной точке (из которой края соленоида видны под углами α_1 и α_2). Радиус сечения соленоида R , плотность намотки N витков на единицу длины. Сила тока, текущего в соленоиде равна I .

41. По стенке бесконечной тонкостенной цилиндрической трубы радиуса R параллельно её оси течет ток I . Найти величину индукции магнитного поля внутри и вне трубы в зависимости от расстояния до её оси.

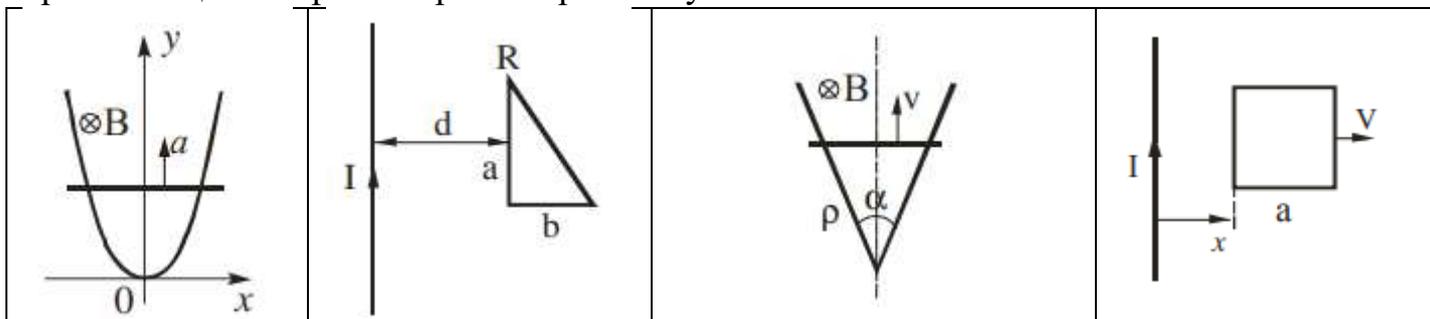
42. По однородному сплошному бесконечному цилиндрическому проводнику радиуса R течет ток I , который равномерно распределен по сечению. Найти величину индукции магнитного поля внутри и вне проводника в зависимости от расстояния до оси. Магнитные свойства материала не учитывать.

43. Непроводящая сфера радиуса R , равномерно заряженная по поверхности с плотностью заряда σ , вращается с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, проходящей через её центр. Определить магнитный момент такой системы.

44. Найти величину индукции магнитного поля в точке O



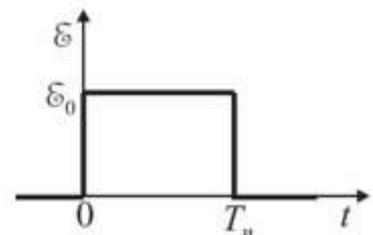
45. Найти ЭДС индукции или силы тока в контуре/количества электричества, протекающего по рамке при повороте на угол α



46. В длинном соленоиде радиуса a с плотностью намотки n (витков/метр) изменяют ток с постоянной скоростью dI/dt (А/с). Найти модуль напряженности вихревого электрического поля $E(r)$ как функцию расстояния r от оси соленоида.

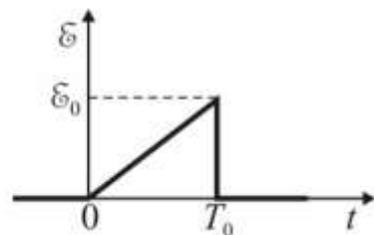
47. Плоская спираль с большим числом витков N и внешним радиусом R находится в однородном магнитном поле, вектор индукции которого перпендикулярен плоскости спирали и меняется по закону $B = B_0 \cos \omega t$. Найти ЭДС индукции в спирали.

48. Замкнутая катушка в виде тора прямоугольного сечения (без сердечника) имеет N витков. В нее продето проволочное кольцо, в котором источником переменной ЭДС создается ток $I = I_0 \cos \omega t$. Найти ЭДС индукции, наводимой в обмотке тора. Внутренний радиус тороидальной катушки a , внешний – b , высота h .
49. Металлический стержень массы m и длины a подвешен горизонтально на двух проводах длины l , к которым подключен конденсатор емкости C . Система находится в магнитном поле с индукцией B , направленной вертикально вниз. Определить период малых колебаний стержня. Сопротивлением проводов и стержня пренебречь.
50. В магнитном поле с большой высоты падает кольцо радиуса a и массы m , так, что плоскость кольца всегда горизонтальна. Найти установившуюся скорость падения v , если вертикальная составляющая индукции поля зависит от высоты h как $B(h) = B_0(1 + ah)$. Ускорение свободного падения g , сопротивление кольца R , индуктивностью пренебречь.
51. По тонкой проволоке диаметром D , согнутой в виде окружности радиуса R , течет постоянный ток I . Проволока разрывается, если величина механического напряжения в ней достигает величины σ_0 . При каком значении индукции однородного магнитного поля, перпендикулярного плоскости кольца, произойдет разрыв проволоки?
52. Квадратная рамка со стороной a , изготовленная из тонкого проводника, расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом, по которому течет ток I_0 . Определить внешнюю силу, которая удерживает рамку в равновесии, если по ней течёт ток I , а расстояние между проводом и ближней к нему стороной рамки равно $2a$.
53. Прямой бесконечно длинный немагнитный провод радиуса a , по которому течет ток I , находится в непроводящей бесконечной однородной среде с магнитной проницаемостью μ . Найти намагниченность, магнитную индукцию, напряженность поля и молекулярный ток.
54. Прямой тонкий бесконечно длинный провод малого радиуса a , по которому течет ток I , лежит на поверхности плоского непроводящего однородного магнетика с магнитной проницаемостью μ , занимающего половину пространства. Найти намагниченность, магнитную индукцию, напряженность и молекулярные токи во всем пространстве.
55. Найти период малых горизонтальных крутильных колебаний стрелки компаса вокруг вертикальной оси, перпендикулярной бесконечному горизонтальному проводу с током I . Стрелка расположена над проводом на расстоянии h от него. Стрелку считать тонким цилиндром длины $2l$ с однородной продольной постоянной намагниченностью J и плотностью ρ .
56. Резистор R , незаряженный конденсатор C и генератор постоянного напряжения E соединены последовательно (последовательная RC-цепь). Определить зависимость напряжения на конденсаторе от времени после замыкания ключа К.
57. Заряженный до напряжения U_0 конденсатор C и резистор R соединены последовательно (последовательная RC-цепь). Определить зависимость напряжения на конденсаторе от времени после замыкания ключа К.
58. Резистор R , катушка индуктивности L и генератор напряжения E соединены последовательно (последовательная RL-цепь). Определить зависимость напряжения на резисторе от времени, если напряжение генератора меняется со временем по закону,

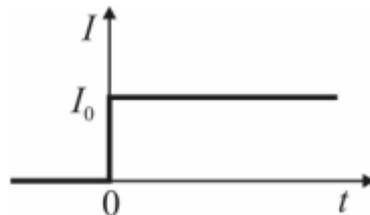


показанному на рис.

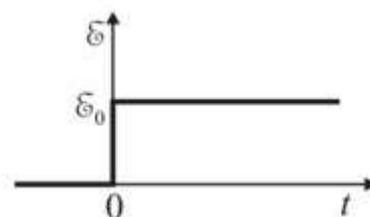
59. Незаряженный конденсатор, резистор и генератор напряжения $E(t)$ соединены в последовательную цепь. Определить зависимость от времени напряжения на конденсаторе $U_C(t)$, если генератор напряжения формирует пилообразный сигнал, показанный на рис.



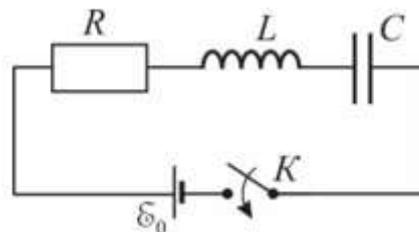
60. Параллельно соединенные резистор R и конденсатор C подсоединены к генератору тока $I(t)$, который формирует ступенчатый сигнал (рис.). Определить, как изменяется со временем напряжение U на конденсаторе и ток, протекающий через конденсатор.



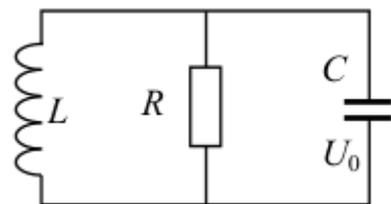
61. Определить зависимость от времени напряжения $U_2(t)$ на конденсаторе C_2 в цепи, если генератор напряжения $E(t)$ формирует ступенчатый сигнал. При $t < 0$ напряжения и токи в цепи равны нулю. При расчёте положить $C_1 = C_2 = C$, $R_1 = R_2 = R$.



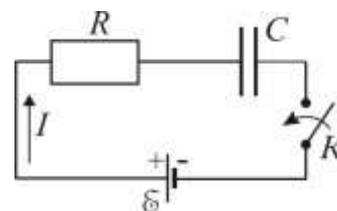
62. Конденсатор емкости C заряжается от источника с постоянной ЭДС E_0 через индуктивность L и сопротивление R (рис.), причем $R^2 = 4L/C$. Определить, как изменяется со временем напряжение на конденсаторе.



63. Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U_0 , разряжается на цепь, состоящую из сопротивления R и индуктивности L , соединенных параллельно (рис.). Найти заряды, прошедшие через них при разряде конденсатора. Омическим сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.



64. Конденсатор ёмкости C заряжается от источника постоянного напряжения E_0 через сопротивление R . Определить зависимость от времени мощности $P(t)$, подводимой к конденсатору.



65. В последовательном RLC контуре, добротность которого $Q \gg 1$ и собственная частота колебаний равна ω , возбуждены затухающие колебания. Через какое время энергия, запасённая в контуре, уменьшится в n раз?