

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДОМАШНИХ РАБОТ

1. Домашние работы выполняются **каждая в отдельной тетради**.
2. **На обложке тетради** должны быть указаны **фамилия, имя и отчество, номер группы, название и номер домашней работы и номер варианта**.
3. **Задачи** с решениями должны следовать **строго по порядку**.
4. **Каждая задача** должна начинаться с **нового листа**.
5. **В начале листа** должно быть записано **полное условие задачи**, далее краткое условие и решение задачи. Решение должно быть с обязательным пояснением хода решения и обоснованием используемых законов.

вариант	Фамилия
1	Марченко
2	Сидоров
3	Неприятель
4	Сяо Чжэньян
5	Красильников
6	Ланшакова
7	Алейник
8	Кривцун
9	Максименко
10	Каргин
11	Путинцев
12	Латкин
13	Белов
14	Житняков

Вариант №1

1. Два шарика массами $m = 0,1$ г каждый подвешены в одной и той же точке на нитях длиной $l = 20$ см каждая. Получив одинаковый заряд шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол $\alpha = 60^\circ$. Найти заряд каждого шарика.
2. Две длинные одноименно заряженные нити расположены на расстоянии $r = 10$ см друг от друга. Линейная плотность заряда на нитях $\tau_1 = \tau_2 = 10$ мкКл/м. Найти модуль и направление напряженности E результирующего поля в точке, находящейся на расстоянии $a = 10$ см от каждой нити.
3. Определить потенциал φ электрического поля, созданного двумя зарядами $q_1 = -0,2$ мкКл и $q_2 = 0,5$ мкКл, в точке, отстоящей соответственно на $r_1 = 15$ см и $r_2 = 25$ см. Найти минимальное и максимальное расстояние, при котором возможно данное решение.
4. В однородное электрическое поле с напряженностью $E_0 = 100$ В/м помещена плоскопараллельная пластина из однородного и изотропного диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 2$. Пластина расположена перпендикулярно к E_0 . Определить поверхностную плотность связанных зарядов $\sigma_{\text{пол}}$.
5. Плоский конденсатор содержит слой слюды ($\varepsilon = 7$) толщиной 2 мм и слой парафинированной бумаги ($\varepsilon = 2$) толщиной 1 мм. Найти разность потенциалов на слоях диэлектриков и напряженность поля в каждом из них, если разность потенциалов между обкладками конденсатора 220 В.
6. Какое количество электричества выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами $\Delta\varphi = 15$ кВ, расстояние $d = 1$ мм, площадь каждой пластины $S = 300$ см², а диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 7$?
7. Разность потенциалов на концах отрезка медной проволоки в электрической цепи $U = \varphi_1 - \varphi_2 = 10$ В. Определите плотность тока j на этом участке цепи, если длина отрезка $l = 5$ м, а удельное сопротивление меди при данных условиях $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.
8. В сеть параллельно с электрической лампочкой мощностью $P_1 = 40$ Вт включается электронагревательный прибор мощностью $P_2 = 200$ Вт. Определите, на какую величину ΔU изменяется напряжение, подводимое к лампочке, при включении электронагревательного прибора, если напряжение в сети $U_0 = 220$ В, а сопротивление соединительных проводов $r = 5$ Ом.
9. Для рафинирования электролитическим способом 990 кг меди через ванну пропускают ток. Напряжение на клеммах равно 3 В. Определить количество энергии, израсходованной в процессе электролиза. Потерями энергии пренебречь.
10. Электрический заряд аккумулятора составляет 194,4 кКл. Сколько энергии потребовалось для зарядки аккумулятора, если напряжение на его зажимах 2 В, а КПД составляет $\eta = 80\%$.

Вариант №2

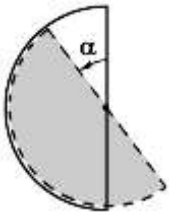
1. В вершинах правильного четырехугольника расположены заряды: 3 положительных и 1 отрицательный. Найти напряженность электрического поля в центре четырехугольника. Величина каждого заряда $q = 5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона четырехугольника, $a = 3$ см.
2. Показать, что электрическое поле, образованное заряженной нитью конечной длины, в предельных случаях переходит в электрическое поле а) бесконечно длинной заряженной нити; б) точечного заряда.
3. Какова потенциальная энергия системы четырех одинаковых зарядов $q = 10$ нКл, расположенных в вершинах квадрата со стороной $a = 0,1$ м?
4. Импульсную стыковую сварку медной проволоки осуществляют с помощью разряда конденсатора емкостью 1000 мкФ при напряжении на конденсаторе 1500 В. Какова средняя полезная мощность разрядного импульса, если его длительность 2 мкс и КПД установки 4 %
5. Найти емкость конденсатора, содержащего в качестве диэлектрика слой слюды ($\epsilon = 7$) толщиной $2 \cdot 10^{-3}$ мм и слой парафинированной бумаги ($\epsilon = 2$) толщиной 10^{-3} мм, если площадь пластин 25 см².
6. Между обкладками плоского воздушного конденсатора находится изолированная медная пластинка толщиной d , параллельная обкладкам конденсатора. Расстояние между обкладками $2d$, площадь каждой пластинки S . Конденсатор имеет заряд q и отключен от источника. Какую работу надо совершить, чтобы вынуть пластинку из конденсатора? Как влияет положение пластинки? Ответ обосновать.
7. Сколько электронов N проходит в единицу времени через единицу площади поперечного сечения алюминиевой проволоки длиной $l = 10$ м, если разность потенциалов на ее концах $U = 9$ В, а удельное сопротивление алюминия при данных условиях $\rho = 2,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м?
8. Электрическая лампочка с вольфрамовой нитью рассчитана на напряжение $U = 220$ В и потребляет мощность $P = 50$ Вт. Диаметр нити лампы $d = 0,02$ мм. Температура нити при нормальном режиме горения, т.е. накаливания нити, $T = 2700$ К. Удельное сопротивление вольфрама при $T_0 = 273$ К равно $\rho_0 = 0,05$ мкОм·м и растет пропорционально температуре нити. Определите длину l нити этой лампочки и силу тока I_0 , протекающего в ней в первый момент после включения. Определите также, во сколько раз этот ток I_0 будет больше тока I при нормальном режиме горения лампочки. Комнатная температура $t_1 = 20$ °С.
9. Сколько серебра выделится из раствора нитрата серебра за 1,5 мин, если первые 30 с ток равномерно нарастал от 0 до 2 А, а остальное время поддерживался постоянным?
10. Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон для того, чтобы ионизовать атом водорода? Потенциал ионизации атома водорода 13,5 В.

Вариант №3

1. Два заряженных шарика одинакового радиуса и массы, подвешенные на нитях одинаковой длины, опускают в жидкий диэлектрик, плотность которого ρ_1 и диэлектрическая проницаемость ε . Какова должна быть плотность ρ материала шариков, чтобы углы расхождения нитей в воздухе и диэлектрике были одинаковыми?
2. Прямой непроводящий стержень диаметром $d = 5$ см и длиной $l = 4$ м несет равномерно распределенный по его поверхности заряд $q = 500$ нКл (заряды неподвижны). Определить напряженность поля в точке, находящейся против середины стержня на расстоянии $a = 1$ см от его поверхности.
3. Два бесконечно длинных коаксиальных цилиндра с радиусами $R_1 = 10$ мм и $R_2 = 10,5$ мм заряжены одноименными зарядами, причем поверхностная плотность зарядов на внешнем цилиндре $(2/3) \cdot 10^{-9}$ Кл/м², а на внутреннем – $(1/3) \cdot 10^{-9}$ Кл/м². Найти разность потенциалов между цилиндрами.
4. Точечный заряд $q = 1$ нКл находится в вакууме на некотором расстоянии от плоской поверхности однородного диэлектрика ($\varepsilon = 5$), заполняющего все полупространство. Найти суммарный связанный заряд $q_{\text{пол}}$ на поверхности диэлектрика.
5. Стеклянную пластинку ($\varepsilon = 7$) вдвинули в плоский конденсатор так, что она вплотную прилегает к его обкладкам. Разность потенциалов между пластинами конденсатора 3 В, расстояние между пластинами $d = 10$ см. Найти плотность поляризационных зарядов на пластине диэлектрика.
6. Между обкладками плоского воздушного конденсатора ($S_{\text{од}} = 10^{-4}$ м²), подключенного к источнику $E = 200$ В, находится стеклянная пластинка ($\varepsilon = 5$), параллельно обкладкам и толщиной $d = 1$ мм. Расстояние между пластинами $2d$. Какую работу нужно совершить, чтобы удалить пластинку?
7. Определите среднюю скорость $\langle v \rangle$ упорядоченного движения электронов в медном проводнике, площадь поперечного сечения которого $S = 1$ мм², при силе тока $I = 10$ А, приняв, что на каждый атом меди приходится два электрона проводимости. (Плотность меди $d = 8,9 \cdot 10^3$ кг/м³; молярная масса меди $\mu = 0,064$ кг/моль).
8. Элемент с ЭДС $E = 1,1$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом замкнут на внешнее сопротивление $R = 9$ Ом. Определите силу тока I в цепи, падение потенциала во внешней цепи U_R , падение потенциала внутри элемента U_r и КПД η элемента.
9. Сколько двухвалентного никеля можно выделить электролитическим путем из водного раствора сульфата никеля за 1 ч при токе в 1,5 А?
10. При какой температуре атомы ртути имеют среднюю кинетическую энергию поступательного движения, достаточную для ионизации? Потенциал ионизации атома ртути 10,4 В.

Вариант №4

1. Тонкое полукольцо радиусом $R = 20$ см заряжено равномерно зарядом $q = 0,7$ нКл. В центре кривизны полукольца находится заряд $q_0 = 1$ нКл. Найти силу взаимодействия зарядов.
2. Бесконечно длинная тонкостенная непроводящая трубка радиуса $R = 2$ см несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 1$ нКл/м²). Определить напряженность поля в точках, отстоящих от оси трубки на расстояниях: 1) $r_1 = 1$ см; 2) $r_2 = 3$ см.
3. Три одинаковые пластины расположены параллельно друг другу на расстоянии 1 мм одна от другой (очень малым по сравнению с линейными размерами пластин). Какова разность потенциалов между пластинами φ_{12} и φ_{23} , если на первой находится заряд $(1/15) \cdot 10^{-9}$ Кл, $(2/5) \cdot 10^{-9}$ Кл, $-2 \cdot 10^{-10}$ Кл?
4. Заряд 0,1 Кл удален от заряда 0,2 Кл на расстояние 20 м. Чему равен потенциал поля в середине отрезка, соединяющего заряды?
5. Пространство между обкладками плоского конденсатора заполнено диэлектриком. Площадь каждой обкладки $S = 0,01$ м². Расстояние между обкладками $d = 1$ мм. Найти емкость C конденсатора, если диэлектрическая проницаемость изменяется по линейному закону $\varepsilon = \varepsilon_1 + kx$. На одной стороне пластины $\varepsilon = 3$, на другой стороне $\varepsilon = 7$.



6. Конденсатор переменной емкости состоит из двух параллельных металлических пластин в форме полукруга радиусом R , отстоящих друг от друга на расстоянии d . Разность потенциалов между пластинами $\Delta\varphi$. Пластины отключены от источника. Какую работу надо совершить, чтобы повернуть пластины относительно друг друга на угол α ? Краевыми эффектами пренебречь.

7. В ускорителе пучок частиц движется по круговой орбите радиусом $R = 0,5$ м со скоростью $v = 1,5 \cdot 10^7$ м/с. Величина среднего тока, создаваемого пучком, $I = 15$ мкА. Определите заряд пучка.
8. Элемент, реостат и амперметр включены последовательно. Элемент имеет ЭДС $E = 2$ В и внутреннее сопротивление $r = 0,4$ Ом. Определите КПД элемента, если амперметр показывает силу тока $I = 1$ А.
9. Сколько алюминия выделится при затрате 1 кВт·ч электрической энергии, если электролиз ведется при напряжении 5 В, а к.п.д. установки равен 80 %.
10. При освещении сосуда с газом рентгеновскими лучами в каждом см³ за 1 с ионизируется 10^{16} молекул. В результате рекомбинации в сосуде установилось равновесие при концентрации $n = 10^8$ см⁻³ ионов. Найти коэффициент рекомбинации.

Вариант №5

1. Два одинаковых заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарик погружается в масло с плотностью $\rho_0 = 800 \text{ кг/м}^3$. Какова диэлектрическая проницаемость ϵ масла, если угол расхождения нитей при погружении шариков в масло остается неизменным? Плотность материала шариков $\rho = 1,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.
2. Длина заряженной нити $l = 25 \text{ см}$. При каком предельном расстоянии a от нити по нормали к середине нити электрическое поле можно рассматривать как поле бесконечно длинной заряженной нити? Ошибка при таком допущении $\delta = \frac{E_2 - E_1}{E_2} = 0,05$. Здесь E_1 – напряженность поля нити конечной длины; E_2 – напряженность поля бесконечно длинной нити.
3. Находящаяся в вакууме бесконечная тонкая прямая нить заряжена с постоянной линейной плотностью $\tau = 2 \text{ мкКл/м}$. Вычислить φ для $r = 10 \text{ м}$.
4. В некоторой точке изотропного диэлектрика с проницаемостью $\epsilon = 7$ модуль вектора электрического смещения $D = 1,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл/м}^2$. Чему равен модуль вектора поляризации в этой точке?
5. Изотропный неоднородный диэлектрик заполняет пространство между обкладками сферического конденсатора. Радиусы обкладок конденсатора: $R_1 = 5 \text{ мм}$, $R_2 = 8 \text{ мм}$. Диэлектрическая проницаемость ϵ является функцией расстояния r до центра системы, $\epsilon = \alpha / r^2$, где $\alpha = 0,0027 \text{ м}^{-2}$. Найти емкость конденсатора.
6. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом $r = 10 \text{ см}$ каждая. Расстояние между пластинами $d_1 = 1 \text{ см}$. Какую работу нужно совершить, чтобы, удаляя пластины друг от друга, увеличить расстояние между ними до $d_2 = 3,5 \text{ см}$, если конденсатор перед раздвижением зарядили до разности потенциалов $\Delta\varphi = 1,2 \text{ кВ}$ и отключили от источника питания?
7. Расстояние l от источника тока до нагрузки, потребляющей ток $I = 2 \text{ А}$, составляет 5 км . Удельное сопротивление медных проводов (при $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) $\rho = 17 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Определите минимальную площадь сечения проводов, если потери напряжения в линии не должны превышать значения $\Delta U = 1 \text{ В}$.
8. В схему включена батарея с ЭДС $E = 10 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$. Падение напряжения на сопротивлениях R_1 и R_4 равны, соответственно, $U_1 = 4 \text{ В}$ и $U_4 = 2 \text{ В}$. Определите, какой ток I показывает амперметр и каково падение напряжения U_3 на сопротивлении R_3 , если КПД батареи $\eta = 0,8$.
9. В электролитической ванне (CuSO_4) за 40 мин выделилось $1,98 \text{ г}$ меди. Определить E батареи, если сопротивление раствора равно $1,3 \text{ В}$, внутреннее сопротивление батареи равно $0,3 \text{ Ом}$, а э.д.с. поляризации составляет 1 В ?
10. Потенциал ионизации атома гелия равен $24,5 \text{ В}$. Найти работу ионизации W_i .

Вариант №6

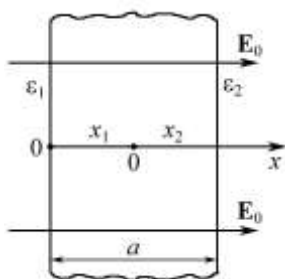
1. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся в одной из вершин равностороннего треугольника со стороной 8 см, если в других вершинах находятся две бесконечно длинные заряженные нити с линейной плотностью заряда $\tau_1 = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м и $\tau_2 = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м. Найти силу, с которой поле действует на точечный заряд $q = 10^{-8}$ Кл, помещенный в эту точку.
2. В точке A , расположенной на расстоянии $a = 5$ см от бесконечно длинной заряженной нити, напряженность электрического поля $E = 150$ кВ/м. При какой предельной длине нити l найденное значение напряженности будет верным с точностью до 2 %, если точка A расположена на нормали к середине нити?
3. По находящейся в вакууме круглой тонкой пластинке радиусом $r = 120$ мм равномерно распределен заряд $q = 1,8$ мкКл. Приняв ось пластинки за x , вычислить φ в точке $x = 8$ см.
4. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком ($\epsilon = 3$). На пластинах разность потенциалов $\Delta\varphi = 4$ кВ. Расстояние между пластинами 5 мм. Найти поверхностную плотность поляризации зарядов.
5. Плоский конденсатор имеет емкость 300 пФ. Какова будет емкость конденсатора, если ввести между обкладками параллельно им алюминиевый лист, толщина которого равна $1/4$ расстояния между обкладками? Как влияет на результат на положение листа? Ответ обосновать.
6. Заряженный шар A радиусом 2 см привели в соприкосновение с незаряженным шаром B , радиус которого 3 см. После того, как шары разъединили, энергия шара B оказалась равной 0,4 Дж. Какой заряд был на шаре A до их соприкосновения?
7. Конденсатору емкостью 2 мкФ сообщен заряд 10^{-3} Кл. Обкладки конденсатора соединили проводником. Найти количество теплоты, выделившейся при разрядке, и разность потенциалов между обкладками конденсатора до разрядки.
8. В схеме мостика Уитстона известны сопротивления $R_1 = 30$ Ом, $R_2 = 45$ Ом и $R_3 = 200$ Ом. Определите токи в отдельных ветвях мостика Уитстона при условии, что ток через гальванометр в диагонали моста отсутствует ($I_G = 0$), а ЭДС элемента $E = 2$ В. Определите также мощности, выделяющиеся на каждом из сопротивлений.
9. При электролизе воды выделяется 0,4 л водорода. Общий заряд, прошедший через ванну, равен 4000 Кл. Определить температуру водорода, если он находится под давлением 128 кПа.
10. Энергия ионизации атома водорода $W_i = 2,18 \cdot 10^{-18}$ Дж. Определить потенциал ионизации водорода.

Вариант №7

1. Два шарика с одинаковыми радиусами и массой подвешены на двух нитях так, что их поверхности соприкасаются. Какой заряд нужно сообщить шарикам, чтобы натяжение нитей стало равным $0,098 \text{ Н}$? Расстояние от точки подвеса до центра шарика равно 10 см . Масса каждого шарика равна 5 г .

2. Медный шар радиусом $R = 0,5 \text{ см}$ помещен в масло. Плотность масла $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$. Найти заряд шара q , если в однородном электрическом поле ($E = 3600 \text{ кВ/см}$), шар оказался взвешенным.

3. Заряд $q = 2,0 \text{ мкКл}$ распределен равномерно по объему шара радиусом $R = 4 \text{ см}$. Найти потенциал ϕ_0 в центре шара.



4. Бесконечная пластина из изотропного диэлектрика помещена в перпендикулярное к ней однородное внешнее поле напряженностью $E_0 = 100 \text{ кВ/м}$ (см. рисунок). Проницаемость изменяется линейно от значения $\epsilon_1 = 2$ на левой границе до $\epsilon_2 = 7$ на правой границе. Вне пластины $\epsilon = 1$. Найти вектор \mathbf{E} через воображаемую цилиндрическую поверхность с образующими, параллельными оси x , основания цилиндра расположены на границах пластины в точках $x_1 = -a/2$ и $x_2 = +a/2$, площадь основания равна 1 см^2 .

5. Найти емкость системы конденсаторов между точками A и B , которая показана на рис. 1 и 2.

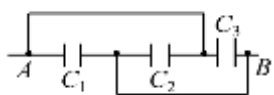


Рис. 1

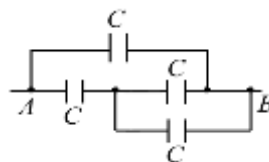
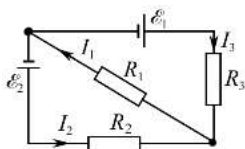


Рис. 2

6. Внутри плоского конденсатора с площадью пластин $S = 200 \text{ см}^2$ и расстоянием между ними 1 мм находится диэлектрик ($\epsilon = 5$), полностью заполняющий пространство. Как изменится энергия конденсатора, если удалить стеклянную пластинку? Решить задачу в двух случаях: 1) конденсатор присоединен к источнику $E = 300 \text{ В}$; 2) пластина была удалена после того, как конденсатор зарядили и отсоединили от батареи. Результат объяснить.

7. В цепь включены последовательно медная и стальная проволоки равной длины и диаметра. Найти: 1) отношение количеств тепла, выделяющихся в этих проволоках; 2) отношение падений напряжения на этих проволоках. Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$; стали $10 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

8. Определите сопротивление r подводящих проводов от источника напряжением $U = 120 \text{ В}$ с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, если при коротком замыкании предохранитель из свинцовой проволоки площадью поперечного сечения $S = 1 \text{ мм}^2$ и длиной $l = 2 \text{ см}$ плавится за время $\Delta t = 0,03 \text{ с}$. Начальная температура предохранителя $t_0 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$. Принять для свинца: удельное сопротивление $\rho = 21 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$; плотность $d = 11400 \text{ кг/м}^3$; удельная теплоемкость $C_{\text{уд}} = 0,13 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$; удельная теплота плавления $\lambda = 25 \text{ кДж/кг}$; температура плавления $t_{\text{пл}} = 327 \text{ }^\circ\text{C}$.

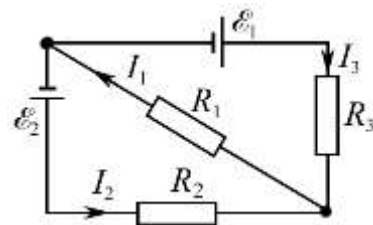


9. При электролизе раствора серной кислоты (H_2SO_4) за 50 мин выделилось $3,3 \text{ л}$ водорода при нормальных условиях. Определить мощность, расходуемую на нагревание электролита, если сопротивление раствора равно $0,4 \text{ Ом}$.

10. Какой наименьшей скоростью должен обладать электрон, чтобы ионизировать атом азота, если потенциал ионизации азота равен $14,5 \text{ В}$.

Вариант №8

1. Расстояние между двумя точечными зарядами, равными по величине и противоположными по знаку ($q = 1$ мкКл), равно 10 см. Определить силу, действующую на точечный заряд $q_0 = 0,1$ мкКл, удаленный на $r_1 = 6$ см от первого и $r_2 = 8$ см от второго заряда.
2. Тонкий стержень длиной $l = 12$ см заряжен с линейной плотностью зарядов $\tau = 200$ нКл/м. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r = 5$ см от стержня, против его середины.
3. Найти потенциал электрического поля в центре полусферы радиусом $R = 20$ см, заряженной равномерно с поверхностной плотностью $\sigma = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл/м.
4. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом. Расстояние между пластинами равно 4 мм. На пластины подано напряжение $\Delta\varphi = 1200$ В. Найти электрическое поле в стекле.
5. Длинный прямой провод расположен параллельно безграничной проводящей плоскости. Радиус сечения провода равен a , расстояние между осью провода и проводящей плоскостью b . Найти взаимную емкость системы на единицу длины провода при условии $a < b$.
6. Определить работу, которую нужно затратить, чтобы увеличить на $\Delta x = 0,2$ мм расстояние x между пластинами плоского конденсатора, заряженными зарядами $q_+ = q_- = 0,2$ мкКл. Площадь каждой пластины $S = 400$ см². Диэлектрик воздух. { 11,3 мкДж. }
7. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость такой батареи 89 пФ. Площадь каждой пластины 100 см², диэлектрик – стекло с $\epsilon = 7$. Какова толщина стекла?
8. В схеме, предложенной на рисунке, сопротивления участков $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 15$ Ом и $R_3 = 10$ Ом, а э.д.с. элементов $E_1 = 2,5$ В и $E_2 = 2$ В. Определите токи во всех участках цепи, а также мощности, выделяющиеся на каждом из сопротивлений.



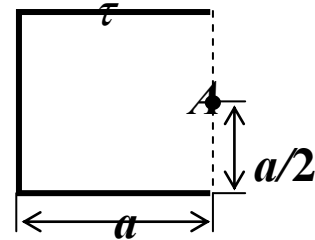
9. При получении алюминия электролизом раствора Al_2O_3 в расплавленном криолите проходил ток $2 \cdot 10^4$ А при разности потенциалов на электродах в 5 В. Найти время, в течение которого будет выделена 1 т алюминия. Сколько электрической энергии будет при этом затрачено?

10. Азот ионизируется рентгеновскими лучами. Определить проводимость азота, если концентрация заряженных ионов и электронов в условиях равновесия 10^{13} м⁻³. Подвижность равна $b_+ = 1,27 \cdot 10^{-4}$ м²·В⁻¹·с⁻¹; $b_- = 1,81 \cdot 10^{-4}$ м²·В⁻¹·с⁻¹.

Вариант №9

1. Два одинаковых металлических заряженных шара ($d < r$) находятся на расстоянии $r = 60$ см. Сила отталкивания шаров $F_1 = 70$ мкН. После того как шары привели в соприкосновение и удалили друг от друга на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла и стала равной $F_2 = 160$ мкН. Вычислить заряды до соприкосновения.

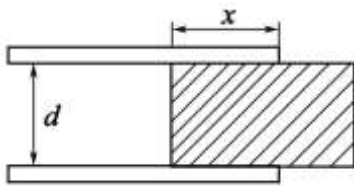
2. Электрическое поле создано зарядом тонкого заряженного стержня, изогнутого по трем сторонам квадрата, как показано на рисунке. Вычислить напряженность поля в точке A , если $\tau = 500$ нКл/м, $a = 20$ см.



3. Имеются два тонких проволочных кольца радиусом $R = 0,2$ м, оси которых совпадают. Заряды колец равны: $q_1 = 10^{-9}$ Кл, $q_2 = -10^{-9}$ Кл. Найти разность потенциалов между центрами колец, отстоящими друг от друга на расстоянии $a = 0,4$ м.

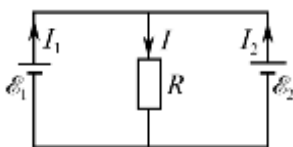
4. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено маслом. Расстояние между пластинами равно 1 мм. Поверхностная плотность поляризационных зарядов $\sigma_{\text{пол}} = 6,2 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². Найти разность потенциалов на пластинах конденсатора.

5. Металлический шар радиусом 5 см окружен шаровым слоем диэлектрика ($\epsilon = 7$) толщиной 1 см и помещен concentрично в металлической сфере с внутренним радиусом 7 см. Чему равна емкость такого конденсатора?



6. Две прямоугольные пластинки длиной L шириной b расположены параллельно друг другу на расстоянии d . Пластины подключили к источнику E и затем отключили. В пространство между пластинами вдвинули диэлектрик ϵ . Определите силу, действующую на диэлектрик со стороны поля.

7. До какой температуры T нагрелась обмотка электромагнита, выполненная из медной проволоки, если ее сопротивление R после длительной работы стало равным 1,8 Ом? Сопротивление R_0 обмотки при 0°C было равно 1,5 Ом, а температурный коэффициент сопротивления меди $\alpha = 0,0043$ К⁻¹.



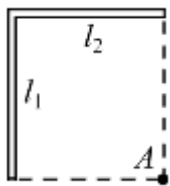
8. Два источника тока с одинаковыми ЭДС $E_1 = E_2 = 4$ В и одинаковыми внутренними сопротивлениями $r_1 = r_2 = 0,5$ Ом включены в цепь так, как показано на рисунке. Определите сопротивление R , ток I , текущий через это сопротивление, и выделяющуюся на нем мощность P , а также ток I_1 , текущий через элемент с ЭДС E_1 , если ток, текущий через элемент с ЭДС E_2 , $I_2 = 2$ А.

9. Удельная электропроводность децинормального раствора соляной кислоты равна $0,035$ 1/(Ом·см). Найти степень диссоциации.

10. В ионизационной камере ток насыщения плотностью 16 мкА/м² проходит между пластинами, расположенными на расстоянии $l = 5$ см. Определить эффективность ионизатора q .

Вариант №10

1. Чему равна сила взаимодействия полубесконечного заряженного стержня и точечного заряда q_0 , находящегося на оси стержня на расстоянии $a = 10$ см от оси, если $q_0 = 1$ нКл, линейная плотность $\tau = 1 \cdot 10^{-7}$ Кл/м.



2. Два прямых тонких непроводящих стержня длиной $l_1 = 12$ см и $l_2 = 16$ см заряжены с линейной плотностью $\tau = 400$ нКл/м. Стержни образуют прямой угол. Найти напряженность в т. A (см. рисунок).

3. Тонкий стержень длиной $l = 10$ см несет равномерно распределенный заряд $q = 1$ нКл. Определить потенциал электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от ближайшего его конца.

4. Между пластинами конденсатора площадью $S = 100$ см² находится стекло ($\epsilon = 7$). Пластины притягиваются друг к другу с силой, равной 4,9 мН. Найти поверхностную плотность связанных зарядов $\sigma_{\text{пол}}$.

5. Конденсатор состоит из двух концентрических сфер. Радиус внутренней сферы $R_1 = 10$ см, внешней – $R_2 = 10,2$ см. Определить разность потенциалов, если внутренней сфере сообщен заряд $q = 9$ мкКл, а пространство заполнено диэлектриком $\epsilon = 2$.

6. Параллельно соединенные одинаковые конденсаторы ($N = 5$) емкостью 0,1 мкФ заряжаются до общей разности потенциалов $\Delta\phi = 30$ кВ. Определить среднюю мощность разряда, если батарея разряжается за $\tau = 1,5 \cdot 10^{-6}$ с. Остаточное напряжение после разряда равно 0,5 кВ.

7. Через поперечное сечение медного проводника диаметром $d = 2$ мм за время $t = 2$ мин был перенесен заряд $q = 1$ Кл. Определите напряженность электрического поля в проводнике, если удельное сопротивление меди (при $t = 20$ °С) $\rho = 1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

8. Источник тока с внутренним сопротивлением $r = 0,04$ Ом при токе $I_1 = 2$ А отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 6$ Вт. Какая мощность P_2 выделяется во внешней цепи при токе $I_2 = 3$ А?

9. При силе тока $I = 5$ А в электрической ванне за время $t = 10$ мин выделился 1 г двухвалентного металла. Определить его относительную атомную массу A .

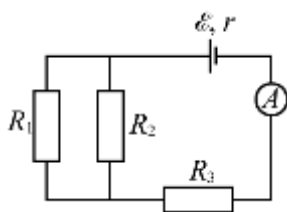
10. Объем газа $V = 0,5$ л, заключенного между электродами ионизационной камеры, ионизируется рентгеновскими лучами. Сила тока насыщения равна 4 нА. Определить эффективность N ионизации. Ионы одновалентные.

Вариант №11

1. Над однородным заряженным диском радиусом R (поверхностная плотность $\sigma = \text{const}$) на оси симметрии находится точечный заряд q_0 . На каком расстоянии z от диска сила взаимодействия будет максимальной.
2. Электрическое поле создано двумя бесконечно параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 2 \text{ нКл/м}^2$ и $\sigma_2 = -5 \text{ нКл/м}^2$. Определить электрическое поле E_1 вне пластин и E_2 внутри пластин.
3. Тонкие стержни образуют квадрат со стороной a . Стержни заряжены с линейной плотностью $\tau = 1,33 \text{ нКл/м}$. Найти потенциал φ в центре квадрата.
4. Пластины плоского конденсатора, расстояние между которыми равно $d = 3 \text{ см}$, находятся под напряжением 1 кВ . Найти поверхностную плотность поляризационных зарядов, если пространство между пластинами заполнено стеклом ($\epsilon = 7$).
5. Шар радиусом $R_1 = 6 \text{ см}$ заряжен до потенциала 300 В , а шар радиусом R_2 – до потенциала 500 В . Определить потенциал шаров после того, как их соединили металлическим проводником.
6. Внешняя оболочка сферического конденсатора может сжиматься, строго сохраняя сферическую форму и оставаясь концентричной с внутренней жесткой обкладкой. После того как обкладкам сообщили заряды $q_+ = q_- = 2 \text{ мкКл}$, внешняя оболочка начинает сжиматься под действием электрических сил от значения $r_1 = 10 \text{ см}$ до $r_2 = 9,5 \text{ см}$. Найти совершенную работу. За счет чего совершена работа?
7. Используя положения классической электронной теории электропроводности металлов, оцените среднее время свободного пробега $\langle \tau \rangle$ для электронов, если концентрация электронов проводимости в металлах $n \approx 10^{28} \text{ м}^{-3}$, а удельное сопротивление, например для меди, $\rho = 0,017 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$.
8. К источнику тока с ЭДС $E = 240 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ подключено сопротивление нагрузки $R = 23 \text{ Ом}$. Определите мощность, выделяющуюся на сопротивлении нагрузки P , полную мощность P_0 и КПД η источника.
9. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на 1 см^2 поверхности катода за время $t = 5 \text{ мин}$ при плотности тока $J = 10 \text{ А/м}^2$?
10. Ток насыщения при несамостоятельном разряде равен $6,4 \text{ нА}$. Найдите эффективность ионизатора q .

Вариант №12

1. Длинный прямой провод имеет заряд, равномерно распределенный по его длине. Линейная плотность заряда $\tau = 1$ нКл/м. Определить силу, действующую на заряд $q_0 = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл на расстоянии $d = 1,5$ м от провода.
2. Две бесконечные плоскости, несущие одинаковый заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью $\sigma = 100$ нКл/м, пересекаются под углом $\varphi = 60^\circ$. Найти поле E пластин.
3. Бесконечно длинная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине заряд с линейной плотностью $\tau = 10^{-8}$ Кл/м. Определить разность потенциалов двух точек нити, удаленных от нее на $r_1 = 2$ см, $r_2 = 4$ см; $r_1' = 4$ см и $r_2' = 8$ см; $r_1'' = 20$ см и $r_2'' = 40$ см. Объясните результат.
4. Диэлектрическое тело заряжено однородно с объемной плотностью $\rho_0 = 1$ мкКл/м³. Какова будет объемная плотность заряда ρ , если тело привести в движение со скоростью $V = 0,5c$, где c – скорость света в вакууме?
5. Определить емкость системы, состоящей из двух концентрических сфер радиусами r и R , пространство между которыми наполовину залито жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Искривлением полей на границах пренебречь
6. Имеется заряженный плоский конденсатор. Пространство между обкладками конденсатора заполняется диэлектриком с проницаемостью ϵ . Что происходит с объемной плотностью энергии в зазоре между пластинами, если конденсатор: а) отключен от источника; б) соединен с источником?
7. Используя выражение для удельной электрической проводимости металлов согласно квантовой теории, оцените величину $\langle \lambda \rangle$, играющую роль среднего свободного пробега электрона, для серебра (по оценке эта величина составляет сотни межузельных расстояний в решетке). Считать известными: заряд электрона $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; массу электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг; скорость электрона, находящегося на верхнем занятом энергетическом уровне для серебра $U_0 = 1,4 \cdot 10^6$ м/с; плотность электронного газа $n = 10^{28}$ 1/м³; удельное сопротивление серебра (при $t = 20^\circ\text{C}$) $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.



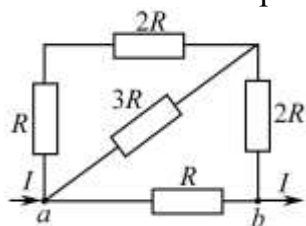
8. На сопротивлении $R_1 = 25$ Ом в схеме выделяется мощность $P_1 = 16$ Вт. Определите, какой ток I показывает амперметр, если ЭДС $E = 100$ В, внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом, а сопротивление $R_3 = 78$ Ом.

9. Сила тока при электролизе медного купороса возрастает равномерно от нуля до 2 А в течение 20 с. Найти массу меди, выделившейся за это время на катоде.

10. Определить ток насыщения между плоскими электродами $S = 100$ см², расположенными на расстоянии $l = 10$ см. Ионы однозарядные. Ионизатор естественный $n_0 = 5$ см⁻³·с⁻¹.

Вариант №13

1. Два длинных параллельных провода заряжены равномерно с одинаковой линейной плотностью $\tau = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м. Расстояние между проводами $d = 0,5$ м. Определить силу взаимодействия на единицу длины провода.
2. Напряженность электрического поля на оси заряженного кольца имеет максимальное значение на расстоянии L от центра кольца. Во сколько раз напряженность электрического поля в точке, расположенной на расстоянии $0,5L$ от центра кольца, будет меньше максимального значения напряженности?
3. Имеются две концентрические металлические сферы радиусом $R_1 = 3$ см и $R_2 = 6$ см. Заряд внутренней сферы $q_1 = -1$ нКл, внешней – $q_2 = 2$ нКл. Найти потенциал электрического поля на расстоянии $r_1 = 1$ см и $r_2 = 5$ см.
4. Внутри шара из однородного изотропного диэлектрика с проницаемостью $\epsilon = 5$ создано однородное электрическое поле напряженностью $E = 100$ В/м. Найти поверхностную плотность поляризационных зарядов.
5. Оцените емкость тонкого уединенного проводящего диска радиусом $R = 0,10$ м.
6. Точечный заряд q находится на расстоянии l от безграничной проводящей плоскости. Какую работу необходимо совершить, чтобы медленно удалить этот заряд на очень большое расстояние от плоскости?



7. Определите сопротивление R_{ab} цепи, представленной на рисунке.
8. В электрическом чайнике две секции. При включении одной из них вода в чайнике закипит за 20 мин, при включении другой – за 30 мин. Сколько потребуется времени для кипячения воды при включении в сеть обеих секций: а) последовательно; б) параллельно?
9. Определить количество вещества ν и число атомов N двухвалентного металла, отложившегося на катоде, если через раствор за время $t = 5$ мин шел ток $I = 2$ А.
10. Какую ускоренную разность потенциалов должны пройти ионы водорода, чтобы вызвать ионизацию азота, потенциал ионизации которого 14,5 В.

Вариант №14

1. Горизонтально расположенный непроводящий диск, радиус которого $R = 0,5$ м, заряжен с равномерной плотностью $\sigma = 3,33 \cdot 10^{-4}$ Кл/м². Маленький шарик массой $m = 3,14$ г, имеющий на себе заряд $q_0 = 3,27 \cdot 10^{-7}$ Кл, находится над центром диска в состоянии равновесия. Определить его расстояние от центра диска.

2. Показать, что электрическое поле, образованное заряженным диском, в предельных случаях переходит в электрическое поле: а) бесконечно протяженной плоскости; б) точечного заряда.

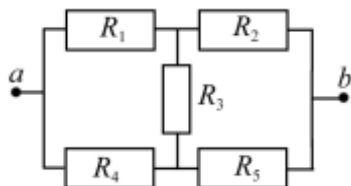
3. Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10^{-8}$ Кл/м². Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от плоскости на расстояние $a = 10$ см.

4. Найти внутреннее сопротивление генератора, если известно, что мощность, выделяемая во внешней цепи, одинакова при двух значениях внешнего сопротивления $R_1 = 5$ Ом и $R_2 = 0,2$ Ом. Найти КПД генератора в каждом из этих случаев.

5. Два длинных провода радиусом $a = 1$ мм расположены в воздухе параллельно друг другу. Расстояние между их осями $b = 200$ мм. Найти емкость C , приходящуюся на единицу их длины.

6. Сферическую оболочку радиуса $R_1 = 8$ мм, равномерно заряженную зарядом $q = 10^{-8}$ Кл, расширили до радиуса $R_2 = 10$ мм. Найти работу, совершенную электрическими силами. Полученный результат согласуется с законом сохранения энергии? Каким образом?

7. Определите в цепи, представленной на рисунке, сопротивление R_{ab} между точками a и b , если $R_1 = R_5 = 10$ Ом, а $R_2 = R_3 = R_4 = 5$ Ом. (При решении используйте симметрию ветвей около точек a и b , принимая во внимание заданные значения сопротивлений)



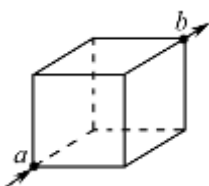
8. Какую наибольшую мощность P_{\max} можно получить в цепи, подсоединенной к источнику тока с ЭДС $E = 12$ В, если сила тока короткого замыкания $I_{к.з} = 5$ А?

9. При прохождении заряда $Q = 193$ кКл на катоде электролитической ванны выделилось 1 моль вещества. Определить валентность металла.

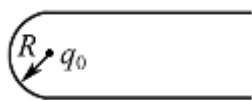
10. Какова концентрация одновалентных ионов в воздухе, если при напряженности поля $E = 34$ В/м плотность тока $J = 2 \cdot 10^{-6}$ А/м²? $b_+ = 1,38 \cdot 10^{-4}$ м²·В⁻¹·с⁻¹; $b_- = 1,91 \cdot 10^{-4}$ м²·В⁻¹·с⁻¹.

Вариант №15

1. Тонкое непроводящее кольцо радиусом R заряжено с линейной плотностью $\tau = \tau_0 \cos \alpha$, где τ_0 – постоянная; α – азимутальный угол. В центре кольца расположен точечный заряд q_0 . Найти силу взаимодействия кольца с зарядом q_0 .
2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 4$ см от положительного точечного заряда $q_1 = 30 \cdot 10^{-9}$ Кл и на расстоянии $r_2 = 4$ см от отрицательного точечного заряда $q_2 = -30 \cdot 10^{-9}$ Кл. Заряды q_1 и q_2 расположены на расстоянии $r = 5$ см друг от друга. Определить силу, с которой поле действует на заряд $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, помещенный в эту точку поля.
3. Тонкий диск радиусом $r = 0,2$ м имеет заряд $\sigma = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл/м². Заряд равномерно распределен по поверхности. Найти разность потенциалов между центром и краем диска.
4. В точке C на границе стекло – вакуум напряженность электрического поля в вакууме $E_0 = 10$ В/м. Электрическое поле направлено так, что между векторами \mathbf{E}_0 и \mathbf{n} угол $\alpha = 30^\circ$. Найти напряженность поля в стекле.
5. Газоразрядный счетчик элементарных частиц состоит из трубки радиусом $r_2 = 10$ мм и натянутой по оси трубки нити радиусом $r_1 = 50$ мкм. Длина счетчика $L = 150$ мм. Найти емкость счетчика.
6. Пластину из диэлектрика толщиной $d = 2$ мм и площадью $S = 300$ см² поместили в однородное электрическое поле напряженностью $E = 1000$ В/м. Найти энергию электрического поля, сосредоточенную в пластине.
7. Проволочный куб составлен из проводников. Сопротивление R_0 каждого проводника, составляющего ребро куба, равно 12 Ом. Определите сопротивление R этого куба, если он включен в электрическую цепь так, как показано на рисунке.
8. Э.д.с. батареи $E = 10$ В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 5$ А. Определите максимальную мощность P_{\max} , которая может быть получена во внешней цепи.
9. Определить толщину h слоя меди, выделившейся за время $t = 5$ ч при электролизе медного купороса, если плотность тока $J = 80$ А/м².
10. Первоначальное число $n_0 = 1,5 \cdot 10^{15}$ м⁻³ пар ионов вещества рекомбинации уменьшается в три раза. Через какое время этот процесс происходит, если $r = 1,67 \cdot 10^{-15}$ м⁻³·с⁻¹.



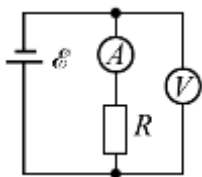
Вариант №16



1. С какой силой будет взаимодействовать точечный заряд q_0 и равномерно заряженная с плотностью τ_0 непроводящая нить (см. рисунок)? Радиус закругления много меньше длины нити. Ответ обосновать.
2. Требуется найти напряженность E электрического поля в точке A , расположенной на расстоянии $a = 5$ см от заряженного диска по нормали к его центру. При каком предельном радиусе R диска поле в точке A не будет отличаться более чем на 2 % от поля бесконечно протяженной плоскости?
3. Найти потенциал на краю диска ($R = 0,2$ м), по одной стороне которого равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 10^{-8}$ Кл/м².
4. Внутри шара, заряженного с постоянной $\rho = 3 \cdot 10^{-6}$ Кл/м³, имеется сферическая полость, в которой заряды отсутствуют. Центр полости смещен относительно центра шара на расстояние $a = 1$ см. Найти напряженность внутри полости, если $\epsilon = 2$.
5. Цилиндрический конденсатор с радиусами обкладок R_1 и R_2 наполовину заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3$. Оставшаяся часть – воздух. Расстоянием поля вблизи краев и на границе пренебречь. Длина обкладок $l = 50$ см, $R_1 = 3$ мм, $R_2 = 5$ мм. Найти емкость конденсатора.
6. Две плоские пластины площадью $0,03$ м² каждая зарядили от источника постоянного напряжения, отключили и раздвинули на некоторое расстояние, совершив при этом работу 100 мкДж. На какое расстояние раздвинули пластины, если диэлектрик – воздух?
7. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от значения $I_0 = 0$ до $I_1 = 5$ А в течение 5 с. Определите заряд q , прошедший через поперечное сечение проводника за это время.
8. Пластины плоского конденсатора площадью 100 см² каждая притягиваются друг к другу с силой $3 \cdot 10^{-2}$ Н. Пространство между пластинами заполнено слюдой ($\epsilon = 6$). Найти: 1) заряды, находящиеся на пластинах; 2) напряженность поля между пластинами.
9. Через какое время после начала электролиза медный анод станет тоньше на $h = 0,03$ мм, если плотность тока при электролизе составляет $J = 200$ А/м².
10. Найти закон убывания ионов в газе после прекращения действия ионизатора, а в начальный момент времени $n = n_0$.

Вариант №17

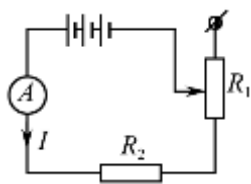
1. Сила взаимодействия длинного непроводящего прямого провода с точечным зарядом $q_0 = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл равна 0,36 мкН. Найти расстояние от провода до заряда, если линейная плотность $\tau = 10$ нКл/м.
2. Три одинаковых заряда величиной $6,6 \cdot 10^{-9}$ Кл помещены в вершинах равностороннего треугольника. При этом на каждый заряд действует сила 0,01 Н. Определить длину стороны треугольника.
3. По находящейся в вакууме круглой тонкой пластинке радиусом $r = 120$ мм равномерно распределен заряд $q = 1,8 \cdot 10^{-6}$ Кл. Потенциал в точке A , расположенной по оси x , равен 140 кВ. Найти координату точки x .
4. Внутри шара из однородного изотропного диэлектрика с $\epsilon = 5$ создано однородное электрическое поле $E = 200$ В/м. Найти максимальную плотность поляризационных зарядов $\sigma_{\text{пол}}$.
5. Радиусы обкладок сферического конденсатора $r_1 = 9$ см и $r_2 = 11$ см. Зазор между обкладками заполнен диэлектриком, проницаемость которого изменяется с расстоянием r от центра конденсатора по закону $\epsilon = \epsilon_1 (r_1 / r)$, где $\epsilon_1 = 2$. Найти емкость конденсатора.
6. Потенциал уединенной заряженной сферы равен 3000 В, емкость $C = 10$ пФ. Определить энергию поля, заключенного в сферическом слое, ограниченном сферой и концентрической с ней сферической поверхностью, радиус которой в три раза больше радиуса сферы.



7. В схеме, изображенной на рисунке, сопротивление вольтметра $R_V = 5$ кОм, а сопротивление амперметра $R_A = 2$ Ом. Определите погрешность, допускаемую при измерении с помощью данной схемы сопротивления $R = 1$ кОм.
8. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: стекла ($\epsilon = 7$) толщиной 1 см и парафина ($\epsilon = 2$) толщиной 2 см. Разность потенциалов между обкладками 3000 В. Определить напряженность поля и падение потенциала в каждом из слоев.
9. Электролиз слабого раствора серной кислоты проводился в течение 12 мин при силе тока 2,5 А. Найти объем выделившихся водорода и кислорода (при нормальных условиях).
10. Подвижность ионов азота $b_- = 1,9 \cdot 10^{-4}$ м²·В⁻¹·с⁻¹. Определить подвижность b_+ азота, если $J = 5 \cdot 10^{-11}$ А/м², $E = 1000$ В/м.

Вариант №18

1. Маленький шарик массой $m = 3,14$ г находится в равновесии над центром горизонтально расположенного непроводящего диска ($R = 0,5$ м). Диск заряжен с равномерной плотностью $\sigma = 3,33 \cdot 10^{-4}$ Кл/м². Расстояние от диска до шарика 1,5 м. Определить заряд шарика.
2. Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся посередине между двумя бесконечными заряженными плоскостями, поверхностные плотности зарядов которых $\sigma_1 = 35,4 \cdot 10^{-8}$ Кл/м² и $\sigma_2 = 70,8 \cdot 10^{-8}$ Кл/м². Чему будет равна напряженность, если первая плоскость будет иметь такой же по величине, но отрицательный заряд.
3. Определить потенциал в центре кольца с внешним диаметром $D = 0,8$ м и внутренним диаметром $d = 0,4$ м, если на нем равномерно распределен заряд $q = 3 \cdot 10^{-7}$ Кл.
4. Модуль поляризации в некоторой точке изотропного диэлектрика ($\varepsilon = 7$) равен $1,2 \cdot 10^{-9}$ Кл/м². Найти модуль вектора электрического смещения в этой точке.
5. Площадь каждой обкладки плоского конденсатора $S = 1$ м², расстояние между обкладками $d = 5$ мм. Зазор между обкладками заполнен двухслойным диэлектриком, $\varepsilon_1 = 2,0$, $\varepsilon_2 = 3,0$, $d_1 = 3$ мм, $d_2 = 2$ мм. Найти емкость C конденсатора.
6. Уединенный заряженный металлический шар радиусом $R = 6$ см находится в вакууме. Некоторая воображаемая поверхность делит пространство на две части (внутренняя и внешняя бесконечная) так, что энергии электрического поля обеих частей одинаковы. Найти радиус этой поверхности.

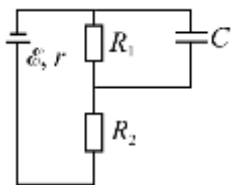


7. Амперметр и реостаты с сопротивлениями R_1 и R_2 соединены последовательно и подключены к батарее с ЭДС $E = 20$ В. При выведенном реостате R_1 амперметр показывает ток $I_1 = 8$ А, а при введенном реостате R_1 ток $I_2 = 5$ А. Определите сопротивления R_1 и R_2 реостатов и падения потенциала U_1 и U_2 на них, когда реостат R_1 полностью включен.

8. В момент времени, принятый за начало отсчета, сила тока в проводнике сопротивлением $R = 2$ Ом равна нулю, а затем равномерно возрастает. Количество теплоты Q , выделившееся в проводнике за время $\tau = 10$ с, равно 300 Дж. Определите количество электричества Δq , протекшее за это время по проводнику.
9. Какой ток нужно пропустить через раствор подкисленной воды, чтобы за 10 ч получить $0,1$ м³ водорода при нормальных условиях?
10. Через какой промежуток времени после прекращения действия ионизатора число пар ионов вследствие рекомбинации уменьшится вдвое, если первоначальное число ионов $n_0 = 1,5 \cdot 10^{15}$ м⁻³? Коэффициент рекомбинации $r = 1,67 \cdot 10^{-15}$ м³·с⁻¹.

Вариант №19

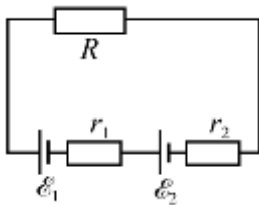
1. С какой силой взаимодействовали бы два медных шарика, каждый массой 1 г, находясь на расстоянии 1 м друг от друга, если бы суммарный заряд всех электронов в них отличался на 1 % от суммарного заряда всех ядер?
2. Электрон влетел в плоский конденсатор, имея направленную параллельно пластинам скорость 10^7 м/с. В момент вылета из конденсатора направление скорости электрона составило угол 35° с первоначальным направлением скорости. Определить разность потенциалов между пластинами, если длина пластин 10 см, а расстояние между ними 2 см.
3. Сплошной шар из диэлектрика ($\epsilon = 1$) радиусом $R = 0,1$ м заряжен с объемной плотностью $\rho = 50$ нКл/м³. Вычислить разность потенциалов между центром шара и поверхностью.
4. Суммарный поляризационный заряд на поверхности диэлектрика ($\epsilon = 5$) равен $7 \cdot 10^{-10}$ Кл. Найти величину точечного заряда q , который, находясь вблизи поверхности рассматриваемого диэлектрика, создает поляризационный заряд данной величины.
5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора 1,3 мм, площадь пластин $S = 40$ см². В пространстве между пластинами находится два слоя диэлектриков: $\epsilon_1 = 7$, $d_1 = 0,7$ мм, $\epsilon_2 = 3$, $d_2 = 0,3$ мм. Найти емкость конденсатора.
6. Заряд $q = 0,10$ нКл равномерно распределен по поверхности шара радиусом $r = 1$ см. Вычислить энергию поля, связанного с шаром ($\epsilon = 1$), а также ту часть η энергии, которая заключена в пределах концентрической с шаром воображаемой сферы радиусом $R = 1$ м. Чему равен радиус R_n сферы, в пределах которой заключена половина энергии?



7. В приведенной схеме $R_1 = R_2 = r$, где r – внутреннее сопротивление источника э.д.с.; расстояние между пластинами конденсатора $d = 4$ мм. Определите, какой должна быть ЭДС батареи в данной схеме, чтобы напряженность поля в плоском конденсаторе C была равна 3 кВ/м.
8. В медном проводнике объемом $V = 10$ см³ при прохождении по нему постоянного тока за время $\tau = 1$ мин выделилось количество теплоты $Q = 250$ Дж. Определите напряженность E электрического поля в этом проводнике. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.
9. При электролизе раствора $ZnSO_4$ на катоде выделилось 2,04 г цинка за 50 мин. Определить ЭДС поляризации, если напряжение на зажимах ванны составляет 4,2 В, а сопротивление раствора равно 1,8 Ом.
10. Определить работу ионизации одноатомного M газа, если для ударной ионизации нужно, чтобы электрон m прошел ускоряющую разность потенциалов U .

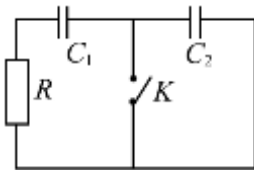
Вариант №20

1. Сила взаимодействия заряда $q_0 = 1$ нКл и заряженного кольца радиусом $R = 0,2$ м равна 10 мкН. Заряд q_0 расположен в центре кольца, линейная плотность которого меняется по закону $\tau = \tau_0 \cos \varphi$, где φ – азимутальный угол. Найти τ_0 .
2. В вершинах правильного шестиугольника расположены 3 положительных и 3 отрицательных заряда. Найти напряженность электрического поля в центре шестиугольника при различном расположении этих зарядов. Величина каждого заряда $q = 2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. Сторона шестиугольника $a = 3$ см.
3. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R = 0,1$ м. Он заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 0,3$ мкКл/м. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд $q = 5$ нКл из центра кольца в точку A , расположенную на оси кольца на расстоянии $l = 0,2$ м от его центра?
4. Поверхностная плотность поляризованных зарядов на диэлектрике ($\varepsilon = 3$), расположенном между пластинками плоского конденсатора, $\sigma_{\text{пол}} = 7,1 \cdot 10^{-6}$ Кл/м. Расстояние между пластинами 5 мм. Чему равна разность потенциалов внешнего поля?
5. Определить диэлектрическую проницаемость однородного диэлектрика, окружающего уединенный шаровой проводник радиусом R_1 . Толщина слоя $d = 2$ см, $R_1 = 3$ см. Емкость системы равна $C_0 = 4$ пФ.
6. Первоначально заряд $q = 0,1$ нКл распределяется равномерно по объему шара радиусом $r = 10$ мм. Затем вследствие взаимного отталкивания заряды переходят на поверхность шара. Какую работу A совершают при этом электрические силы над зарядами ($\varepsilon = 1$)?



7. Два последовательно соединенных элемента с одинаковыми ЭДС $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 1$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,5$ Ом и $r_2 = 1$ Ом замкнуты на внешнее сопротивление $R = 1$ Ом. Определите разность потенциалов U на зажимах каждого элемента. Определите также (в общем виде), при каком соотношении между величинами r_1, r_2, R разность потенциалов на

зажимах одного из элементов будет равна нулю.



8. Конденсатор емкостью $C_1 = 2$ мкФ разряжается через резистор сопротивлением $R = 100$ Ом. В тот момент, когда сила тока разряда достигает значения $I_0 = 0,1$ А, ключ K размыкают. Определите количество теплоты Q , которое выделяется на резисторе начиная с этого момента. Емкость конденсатора $C_2 = 1$

мкФ.

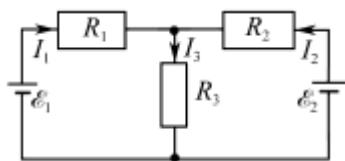
9. При электролитическом нанесении покрытия изделия серебром пропускали ток $J = 70$ А/м². Сколько времени потребуется для того, чтобы образовался слой серебра толщиной 0,05 мм?
10. Положительные заряды 3,00 и 0,02 мкКл находятся в вакууме на расстоянии 1,5 м друг от друга. Определить работу, необходимую для сближения зарядов до расстояния 1 м.

Вариант №21

1. Бесконечная непроводящая равномерно заряженная плоскость имеет поверхностную плотность зарядов $\sigma = 9 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². Над ней имеется алюминиевый шарик, заряд которого $q_0 = 3,68 \cdot 10^{-7}$ Кл. Чему равен радиус шарика, если он находится в равновесии?
2. Сплошной диэлектрический шар радиусом $R = 5$ см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью $\rho = 10$ нКл/м³. Определить напряженность E в точках $r_1 = 3$ см и $r_2 = R$, если $\varepsilon = 3,0$.
3. Тонкий стержень согнут в кольцо. Чтобы перенести заряд $q = -6,7$ нКл из центра кольца в бесконечность, затратили работу $A = 25,2$ мкДж. Чему равна линейная плотность заряда τ стержня?
4. Длинный диэлектрический цилиндр круглого сечения поляризован так, что вектор $\mathbf{P} = \alpha \mathbf{r}$, где α – положительная постоянная; \mathbf{r} – расстояние от оси. Найти объемную плотность $\rho_{\text{пол}}$ поляризационных зарядов как функцию расстояния r от оси.
5. Определить диэлектрическую проницаемость среды, в которой находятся два металлических шарика радиусом $a = 10$ мм каждый. Емкость системы равна 1,1 пФ. Расстояние между шариками $L \gg a$.
6. Диэлектрический шар ($\varepsilon = 3$) равномерно заряжен по объему. Во сколько раз энергия электрического поля вне шара больше энергии, заключенной в шаре?
7. При замыкании элемента на сопротивление $R_1 = 2,5$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,5$ А, а при замыкании на сопротивление $R_2 = 2$ Ом сила тока $I_2 = 0,6$ А. Определите силу тока короткого замыкания $I_{\text{к.з.}}$.
8. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 200$ Ом равномерно возрастает от $I_0 = 1$ А до $I_{\text{max}} = 11$ А в течение времени $\tau = 20$ с. Определите количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.
9. При электролитическом нанесении покрытия изделия серебром пропускали ток $J = 70$ А/м². Сколько времени потребуется для того, чтобы образовался слой серебра толщиной 0,05 мм?
10. Средняя напряженность электрического поля Земли составляет 130 В/м. Определить плотность тока проводимости в воздухе, если в 1 м³ находится $7 \cdot 10^8$ м⁻³ пар одновалентных ионов, обуславливающих проводимость.

Вариант №22

1. Сила взаимодействия тонкого непроводящего полукольца радиусом $R = 20$ см, заряженного равномерно зарядом $q = 0,7$ нКл, с зарядом q_0 , находящимся в центре кривизны полукольца, равна $0,1$ мкН. Найти заряд q_0 .
2. Большая плоская пластина толщиной $d = 1$ см несет заряд, равномерно распределенный по объему с объемной плотностью $\rho = 100$ нКл/м³. Найти напряженность электрического поля в центре пластин, вне ее, на малом расстоянии от поверхности.
3. Определить напряженность E и потенциал φ поля, созданного точечным диполем в т. A и B . Электрический момент диполя $p = 1 \cdot 10^{-12}$ Кл·м, а расстояние от точек A и B до центра диполя $r = 10$ см. Точка A находится на перпендикуляре к середине диполя, а точка B – на оси диполя.
4. Бесконечно длинный диэлектрический цилиндр круглого сечения поляризован однородно и статически, причем вектор поляризации \mathbf{P} перпендикулярен оси цилиндра. Найти напряженность \mathbf{E} электрического поля в диэлектрике.
5. На два последовательно соединенных конденсатора с емкостью $C_1 = 100$ пФ и $C_2 = 200$ пФ подано постоянное напряжение 300 В. Какова емкость этой системы? Каков заряд q на обкладках? Определите напряжение U_1 и U_2 .
6. При параллельном соединении двух конденсаторов, незаряженного $C_1 = 440$ пФ и заряженного до 1500 В емкостью 666 пФ, проскакивает искра. Какое количество энергии израсходовано на искру?

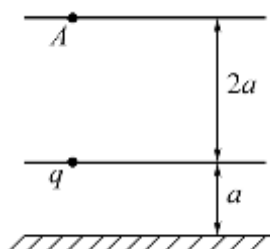


7. Два источника тока с ЭДС $E_1 = 4$ В и $E_2 = 3$ В включены в цепь так, как показано на рисунке. Определите силу тока I_2 в сопротивлении R_2 , если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, а внутренними сопротивлениями источников можно пренебречь.

8. Какой объем воды можно вскипятить, затратив электрическую энергию $W = 5$ кВт·ч, если начальная температура воды $t_0 = 20$ °С, а КПД нагревателя $\eta = 90$ %? Удельная теплоемкость воды $C = 4190$ Дж/(кг·К), плотность воды $d = 10^3$ кг/м³.
9. Две электролитические ванны соединены последовательно. В первой ванне выделилось $m_1 = 2,24$ г железа, во второй за то же время $3,9$ г цинка. Определить валентность железа.
10. Сила тока, текущего через ионизационную камеру, равна $2,4$ мкА. Площадь электродов камеры $S = 100$ см², расстояние между ними $l = 2$ см, разность потенциалов $U = 100$ В. Какова концентрация ионов в зоне проводимости, если $b_+ = 1,4 \cdot 10^{-4}$ м²·В⁻¹·с⁻¹; $b_- = 1,9 \cdot 10^{-4}$ м²·В⁻¹·с⁻¹.

Вариант №23

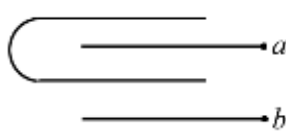
1. Доказать, что сила взаимодействия между зарядом $+q$ и проводящей бесконечной плоскостью, отстоящей от заряда на расстоянии d , такая же, как между данным зарядом и зарядом $-q$, расположенным симметрично относительно плоскости. Рассмотреть картину силовых линий двух зарядов.



2. Точечный заряд $q = 40$ нКл находится на расстоянии $a = 30$ см от бесконечной проводящей плоскости. Какова напряженность электрического поля в точке A (см. рисунок)?

3. Диполь с электрическим моментом $p = 1 \cdot 10^{-10}$ Кл·м свободно устанавливается в однородном поле $E = 10$ кВ/м. Определите изменение потенциальной энергии при его повороте на угол $\alpha = 60^\circ$.

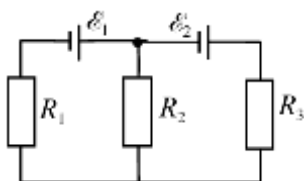
4. Разность потенциалов между пластинами конденсатора, опущенного в масло ($\epsilon = 2$), равна 1750 В. Расстояние между пластинами 1 см. Определить поверхностную плотность зарядов на масле.



5. Четыре одинаковые металлические пластины расположены в воздухе на одинаковом расстоянии d друг от друга. Площадь каждой пластины равна S . Найти емкость системы между точками a и b , если пластины соединены так, как показано на рисунке.

рисунке.

6. Конденсаторы емкостью $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ включены в цепь с напряжением $\Delta\varphi = 1100$ В. Определить энергию каждого конденсатора в случае их последовательного и параллельного включения.



7. Схема, предложенная на рисунке, содержит источники тока с ЭДС $E_1 = 1,4$ В и $E_2 = 3,6$ В и сопротивлениями $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 1$ Ом и $R_3 = 3$ Ом. Пренебрегая сопротивлениями источников тока, определите ток в ветви с сопротивлением R_3 .

8. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 12$ Ом равномерно убывает от $I_0 = 5$ А до $I = 0$ в течение времени $\tau = 10$ с. Какое количество теплоты Q выделится в этом проводнике за данный промежуток времени? Определите среднюю силу тока $\langle I \rangle$ в проводнике за указанный промежуток времени, используя полученное значение Q .

9. Электролитическая ванна с раствором медного купороса присоединена к батарее аккумуляторов с ЭДС $E = 4$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,1$ Ом. Определить массу m меди, выделившейся при электролизе за время $t = 10$ мин, если ЭДС поляризации $E_{\text{П}} = 1,5$ В и сопротивление R раствора равно 0,5 Ом. Медь двухвалентна.

10. Ток насыщения ионизационной камеры равен 8 мкА/м². Расстояние между электродами $l = 0,05$ м. Определить, сколько пар ионов образуется под действием ионизатора.