

Федеральное агентство по образованию РФ
Ухтинский государственный технический университет

Физика

Электростатика и постоянный ток

Контрольные задания для студентов
дневной и заочной формы обучения всех
специальностей технических вузов и бакалавриата

Ухта

2008

УДК 53 075

П 27

ББК 22.3 Я7

Перфильева, Э.А. Физика. Электростатика и постоянный ток [Текст]: метод. указания / Э.А.Перфильева – Ухта: УГТУ, 2008. – 19 с.

Контрольные задания предназначены для практических занятий по физике в качестве домашней и самостоятельной работы по теме «Электростатика и постоянный ток» для студентов всех специальностей технических вузов и бакалавриата.

Контрольные задания охватывают основные разделы механики.
Содержание контрольных заданий соответствует рабочей программе.

Контрольные задания рассмотрены и одобрены заседанием кафедры физики от 29.09.08. пр. № 2.

Рецензент: Тарсин А.В., старший преподаватель кафедры физики Ухтинского государственного технического университета.

Редактор: Северова Н.А., доцент кафедры физики Ухтинского государственного университета.

В контрольных заданиях учтены предложения рецензента и редактора.

План 2008 г. Позиция .

Подписано в печать 18.11.08.

Заказ № .

Объем 19 м.п.л. Тираж 50 экз.

© Ухтинский государственный технический университет, 2008
169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13.

Отдел оперативной полиграфии УГТУ.
169300, г. Ухта, ул. Октябрьская, 13.

Методические указания к контрольным заданиям по электростатике

Содержание

Контрольные задания составлены в 15 вариантах по 8 задач в каждом; предложенные задачи охватывают все основные разделы механики.

Задача 1 – Закон Кулона. Взаимодействие заряженных тел.

Задача 2 – Напряженность электрического поля .

Задача 3 – Напряженность поля заряда, распределенного по кольцу , в сфере
линии плоскости .

Задача 4 – Потенциал поля линейно распределенных зарядов .

Задача 5 – Движение заряженных частиц в электрическом поле.

Задача 6 – Электрическая емкость конденсатора .

Задача 7 – Законы Ома. Правила Кирхгофа.

Задача 8 – Работа и мощность тока.

Контрольные задания могут быть использованы в качестве домашней и самостоятельной работы по физическим основам механики.

Контрольные задания рекомендуются для студентов всех специальностей технических вузов и бакалавров.

В конце контрольных заданий приведена таблица ответов.

Вариант 1

1. Найти силу притяжения между ядром атома водорода и электроном, считая их точками. Радиус атома водорода принять равным $5 \cdot 10^{-10}$ м. Заряд ядра численно равен заряду электрона и противоположен ему по знаку ($e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл).
2. Два точечных заряда $q_1 = 1$ нКл и $q_2 = 2$ нКл находятся в керосине на расстоянии 10 см. Определить напряженность поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся в 6 см от первого заряда и 8 см от второго.
3. Тонкое кольцо радиусом $R = 5$ см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью τ . Найти τ , если напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние $r = 10$ см, равна $E = 2,71$ кВ/м.
4. Электрическое поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 6 \cdot 10^{-5}$ Кл/м². Чему равна сила отталкивания между зарядом $Q = 1$ нКл и плоскостью?
5. Найти отношение скоростей ионов Ca^{++} и Na^{+} , прошедших одинаковую разность потенциалов.
6. Два конденсатора $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 5$ мкФ, соединенные между собой параллельно, подключили к батарее с ЭДС $E = 2$ В. Чему равен заряд каждого конденсатора?
7. Три батареи $E_1 = 8$ В, $E_2 = 2$ В и $E_3 = 4$ В, с внутренними сопротивлениями $r = 2$ Ом каждая, соединены одноименными полюсами. Пренебрегая сопротивлением соединительных проводов, определить токи, идущие через батареи (см. рис 1).
8. Ток в проводнике сопротивлением $R = 12$ Ом равномерно убывает от $I_1 = 5$ А до $I_2 = 0$ в течение $t = 10$ с. Определить теплоту Q , выделившуюся в этом проводнике за указанный промежуток времени.

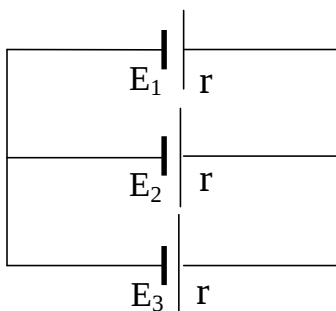


Рис. 1

Вариант 2

1. Два точечных заряда $Q_1 = -10^{-8}$ Кл слева и $Q_2 = 1,5 \cdot 10^{-8}$ Кл справа, расположены на расстоянии $r = 10$ см друг от друга. Найдите силу, действующую на точечный заряд $Q_3 = 10^{-9}$ Кл, помещенный на прямой, соединяющей заряды Q_1 и Q_2 , на расстоянии 2 см от второго заряда (правее его).
2. Поверхностная плотность заряда бесконечно протяженной вертикальной плоскости $\sigma = 9,8 \cdot 10^{-5}$ Кл/м². К плоскости на нити подвешен заряженный шарик массой 10 г. Определить заряд шарика, если нить образует с плоскостью угол 45° .
3. На расстоянии $r = 0,03$ м от очень длинного прямолинейного проводника напряженность поля $E = 1$ В/м. Определить линейную плотность заряда на проводнике, используя теорему Остроградского-Гаусса.
4. Поле образовано точечным диполем с электрическим моментом $P_m = 5 \cdot 10^{-11}$ Кл·м. Определить разность потенциалов двух точек поля, расположенных симметрично относительно диполя на его оси на расстоянии 10 см от центра диполя.
5. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R = 10$ см. Он заряжен с линейной плотностью $\tau = 300$ нКл/м. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд 5 нКл из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии $h = 20$ см от его центра.
6. При разности потенциалов 900 В в середине между обкладками плоского конденсатора в равновесии находилась пылинка. Расстояние между обкладками конденсатора 10 мм. При уменьшении напряжения пылинка через 0,5 с достигла нижней обкладки. Определить это напряжение.
7. Определить плотность тока, текущего по резистору длиной 5 м если на концах его поддерживается разность потенциалов 2 В. Удельное сопротивление материала составляет $\rho = 2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м.
8. В проводнике за время $t = 10$ с при равномерном возрастании тока от $I_1 = 1$ А до $I_2 = 2$ А выделилась теплота $Q = 50$ кДж. Найти сопротивление R проводника.

Вариант 3

1. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью $\tau = 1,5$ нКл/см. На продолжении оси стержня на расстоянии $d = 12$ см от его конца находится точечный заряд $Q = 0,2$ мкКл. Определить силу взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.
2. Поле создано двумя точечными зарядами $q_1 = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2 = -1 \cdot 10^{-8}$ Кл. Расстояние между зарядами 25 см. Определить значение напряженности электрического поля в точке, отстоящей на 15 см от первого заряда и 20 см от второго.
3. В центре сферы радиусом $R = 20$ см находится точечный заряд $Q = 10$ нКл. Определить поток N_E вектора напряженности через часть сферической поверхности площадью $S = 20$ см².
4. Заряд равномерно распределен по бесконечной плоскости с поверхностью $\sigma = 10$ нКл/м². Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от нее на расстояние $d = 10$ см.
5. Электрон ($e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.), обладающий кинетической энергией 5 эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов 2 В?
6. К батарее с Э.Д.С. $\varepsilon = 300$ В подключены два плоских конденсатора емкостью $C_1 = 2$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. Определить заряд Q и напряжение U на пластинах конденсаторов при последовательном соединении.
7. Э.Д.С. батареи $\varepsilon = 12$ В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 6$ А. Определить максимальную мощность $P_{\max}$, которая может выделяться во внешней цепи.
8. В проводнике ток меняется равномерно от 0 до 10 А за 2 секунды. Какое количество теплоты выделяется в нем за это время, если сопротивление проводника 20 Ом?

Вариант 4

1. Тонкий прямой стержень длиной $l = 10$ см равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 10^{-7}$ Кл/м. На продолжении оси стержня, на расстоянии $a = 10$ см от ближайшего конца, находится точечный заряд $q = 10^{-8}$ Кл. Определить силу взаимодействия стержня и точечного заряда.
2. Две параллельные плоскости одноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов $\sigma_1 = 0,5 \cdot 10^{-6}$ Кл/м² и $\sigma_2 = 1,5 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². Определить напряженность поля: а) между плоскостями; б) вне плоскостей. Решение пояснить рисунком.
3. Диэлектрический шар радиусом $R = 10$ см заряжен равномерно с объемной плотностью $\rho = 10^{-6}$ Кл/м³. Диэлектрическая проницаемость материала шара $\epsilon = 2$. Найти напряженность поля: 1) на расстояние $r = 5$ см от центра шара; 2) на поверхности шара.
4. Электрическое поле образовано бесконечно длинной нитью, заряженной с линейной плотностью $\tau = 20$ нКл/м. Определить разность потенциалов U двух точек поля, отстоящих от нити на расстоянии $r_1 = 8$ см и $r_2 = 12$ см.
5. Какую ускоряющую разность потенциалов U должен пройти электрон, чтобы получить скорость $V = 8000$ км/с.?
6. Плоский конденсатор с площадью пластин $S = 200$ см² каждая заряжен до разности потенциалов $U = 2$ кВ. Расстояние между пластинами $d = 2$ см. Диэлектрик - стекло. Определить энергию W поля конденсатора и плотность ω энергии поля ($\epsilon = 7$).
7. Э.Д.С. источника тока 2 В, внутреннее сопротивление 1 Ом. Определить силу тока, если внешняя цепь потребляет мощность 0,75 Вт.
8. В проводнике за время $t = 10$ с при равномерном возрастании напряжения от $U_1 = 12$ В до $U_2 = 20$ В выделилась теплота $Q = 80$ Дж. Найти сопротивление проводника R .

Вариант 5

1. На расстоянии $d = 20$ см находятся два точечных заряда $Q_1 = -50$ нКл и $Q_2 = 100$ нКл. Определить силу F , действующую на заряд $Q_3 = -10$ нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное d .
2. Длинная прямая проволока несет равномерно распределенный заряд. Вычислить линейную плотность τ заряда, если напряженность поля на расстоянии $d = 0,5$ м от проволоки против ее середины $E = 2$ В/см.

3. Электрическое поле создано равномерно заряженной сферой радиуса 20 см. Какова поверхностная плотность заряда на поверхности сферы, если ее заряд $5 \cdot 10^{-6}$ Кл. Какова напряженность электрического поля в 20 см от поверхности сферы? Какую работу надо совершить, чтобы переместить заряд $Q = 1$ нКл из точки С (рис.2), находящейся в 20 см от поверхности сферы, до самой поверхности?

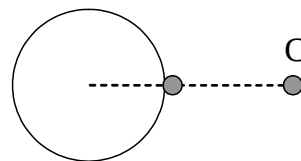


Рис.2

4. Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 40$ нКл/м². Определить разность потенциалов U двух точек поля отстоящих от плоскости на $r_1 = 5$ см и $r_2 = 20$ см.
5. Расстояние между зарядом $q_1 = 10^{-7}$ Кл и свободным зарядом $q_2 = 10^{-9}$ Кл равно 10 см. Какую работу совершат силы поля, переместив заряд q_2 на расстояние 1 м от заряда q_1 ?
6. Два конденсатора емкостью $C_1 = 5$ мкФ и $C_2 = 8$ мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с Э.Д.С. $E = 80$ В. Определить заряд каждого конденсатора и разность потенциалов между его обкладками.
7. Определить, какой массы надо взять медный проводник длиной 500 м, если по нему должен проходить ток 2 А при напряжении 20 В. Найти плотность тока.
8. Ток в проводнике равномерно увеличивается от $I_0 = 0$ до некоторого максимального значения в течение времени $t = 10$ с. За это время выделилось в проводнике количество теплоты $Q = 1$ кДж. Определить скорость нарастания тока, если сопротивление равно $R = 3$ Ом.

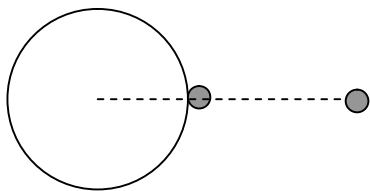


Рис. 2.

Вариант 6

1. На тонких нитях длиной 12 см подвешены шарики массой по 1 г. Точка подвеса общая. Им сообщили положительный заряд и они разошлись на угол 45° . Определить электростатическую силу отталкивания, силу тяжести и величину заряда шариков.
2. Определить силу, действующую со стороны тонкого стержня длиной 8 см, равномерно заряженного с линейной плотностью $\tau = 2 \cdot 10^{-6}$ Кл/м, на точечный заряд $Q = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл, находящийся на продолжении оси стержня на расстоянии 2 см от его конца.
3. Металлический полый шар малого радиуса помещен внутри большого металлического шара. Поверхностная плотность электрического заряда малого шара $2,5 \cdot 10^{-5}$ Кл/м², а заряд большого шара $9 \cdot 10^{-8}$ Кл. Какова электрическая индукция в центре малого шара: между шарами на расстоянии 4 см от центра шаров и вне шаров - на расстоянии 8 см от центра. Радиус малого шара 2 см.
4. Поле создано точечным зарядом $Q = 2$ нКл. Определить потенциал поля в точке, удаленной от заряда на расстояние $r = 20$ см.
5. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы приобрести скорость 10000 км/с ?
6. Плоский воздушный конденсатор с площадью обкладок по 100 см² и расстоянием между ними 4 мм заряжен от батареи до напряжения 200 В и отключен от нее. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить расстояние между обкладками в два раза ?
7. Определить силу тока в сопротивлении r_3 (рис.3) и напряжение на концах этого сопротивления, если $E_1 = 4$ В, $E_2 = 3,5$ В, $r_1 = 2$ Ом, $r_2 = 6$ Ом, $r_3 = 1$ Ом. Внутренними сопротивлениями пренебречь.
8. Ток в проводнике сопротивлением 24 Ом равномерно убывает от 5 А до нуля в течение 10 с. Определить количество теплоты, выделившееся в этом проводнике за указанный промежуток времени.

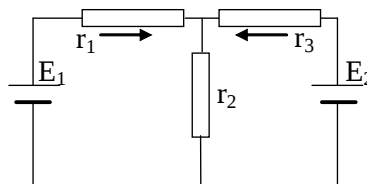


Рис. 3

Вариант 7

1. Найти величину и направление напряженности электрического поля, созданного точечным зарядом $Q = 9 \cdot 10^{-8}$ Кл и бесконечно длинной заряженной нитью с линейной плотностью заряда $\tau = 10^{-6}$ Кл/м, в точке, удаленной от заряда на расстояние $r_1 = 0,08$ м и от нити на расстояние $r_2 = 0,06$ м. Расстояние между зарядом и нитью $d = 0,1$ м.
2. Длинная прямая проволока несет равномерно распределенный заряд. Вычислить линейную плотность заряда, если напряженность поля на расстоянии $a = 0,3$ м от проволоки против ее середины $E = 6$ В/см.
3. Шарик радиусом $2 \cdot 10^{-2}$ м заряжен с поверхностной плотностью $\sigma = 7 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². На расстоянии $18 \cdot 10^{-2}$ м от поверхности шара находится заряд $7 \cdot 10^{-8}$ Кл. Найти напряженность электрического поля шарика и силу, действующую со стороны поля на заряд.
4. Заряд равномерно распределен по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м². Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от нее на расстояние $a = 10$ см.
5. К шару радиусом 3 см с поверхностной плотностью заряда $9 \cdot 10^{-12}$ Кл/м² приближается из бесконечности заряд $3 \cdot 10^{-7}$ Кл. Определить работу по перемещению его в точку, отстоящую от поверхности шара на 2 см.
6. Конденсатор емкостью 3 мкФ заряжен до разности потенциалов 300 В. Конденсатор емкостью 2 мкФ заряжен до разности потенциалов 200 В. Конденсаторы после зарядки соединены параллельно. Найти разность потенциалов на обкладках конденсаторов после их соединения.
7. Сопротивление $R = 4$ Ом подключено к двум параллельно соединенным источникам тока с Э.Д.С. $E_1 = 2,2$ В и $E_2 = 1,4$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,6$ Ом и $r_2 = 0,4$ Ом (рис.4). Определить ток в сопротивлении R и напряжение на зажимах второго источника тока.
8. Определить заряд, прошедший по проводу сопротивлением 3 Ом при равномерном нарастании напряжения на концах провода от 2 В до 4 В в течении 10 секунд.

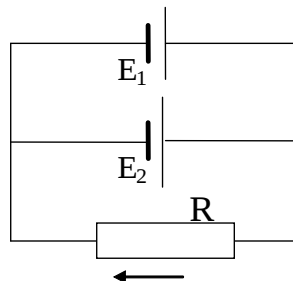


Рис. 4.

Вариант 8

1. Два точечных заряда $Q_1 = 2$ нКл и $Q_2 = 3$ нКл закреплены на расстоянии 20 см друг от друга. В какой точке надо поместить пробный заряд, чтобы он находился в равновесии? Каким должен быть знак этого заряда, чтобы равновесие было устойчивым?
2. На бесконечном тонкостенном цилиндре диаметром $d = 10$ см равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 10^{-6}$ Кл/м². Определить напряженность поля в точке, отстоящей от поверхности цилиндра на $a = 5$ см.
3. Чему равен потенциал поля, созданного равномерно заряженной сферой в точке на расстоянии $R/2$ и $2R$ от центра сферы? Поверхностная плотность заряда сферы $\sigma = 2$ нКл/м². Радиус сферы 10 см.
4. Определить потенциальную энергию системы двух точечных зарядов $Q_1 = 10^{-7}$ Кл и $Q_2 = 10^{-8}$ Кл, находящихся на расстоянии $r = 10$ см друг от друга.
5. Ускоряющая разность потенциалов 200 кВ. Чему равна скорость протона, прошедшего это поле?
6. Параллельно обкладкам плоского воздушного конденсатора внесли металлическую пластину толщиной 1 мм, касающуюся одной из обкладок. На сколько изменится энергия конденсатора, если площадь обкладки и пластины 150 см². Расстояние между обкладками конденсатора было 5 мм. Напряжение на конденсаторе 400 В.
7. В цепи с аккумулятором, имеющим э.д.с. 2,2 В и внутреннее сопротивление 0,2 Ом., идет ток силой 4 А. Определить сопротивление внешней цепи и к.п.д. аккумулятора.
8. Сила тока в проводнике меняется, как показано на графике рис.5. Определить заряд, протекший за 3 секунды через поперечное сечение проводника.

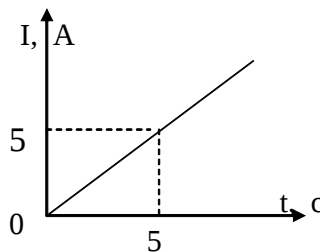


Рис. 5.

Вариант 9

1. В вершинах квадрата расположены отрицательные заряды по $Q = -5 \cdot 10^{-4}$ Кл. Определить, какой положительный заряд необходимо поместить в центре квадрата, чтобы система зарядов оказалась в равновесии.
2. Параллельно бесконечной плоскости, заряженной с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 10^{-6}$ Кл/м², расположена бесконечно длинная прямая нить, заряженная с линейной плотностью $\tau = 10^{-8}$ Кл/м. Определить силу, действующую со стороны плоскости на единицу длины нити.
3. Электрическое поле создано точечным зарядом $Q = 1$ мкКл. Определить поток электрического смещения через $1/4$ часть сферической поверхности радиуса $R = 20$ см с центром, где находится заряд.
4. Определить потенциал точки поля, находящейся на расстоянии $6 \cdot 10^{-2}$ м от центра, заряженного шара, если напряженность поля в этой точке $3 \cdot 10^5$ В/м. Определить величину заряда шара.
5. Пылинка массой $m = 10^{-9}$ кг, несущая на себе 5 электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов $U = 3 \cdot 10^6$ В. Какова кинетическая энергия пылинки? Какую скорость приобрела пылинка?
6. Плоский воздушный конденсатор с площадью каждой пластины 200 см^2 и расстоянием между обкладками 4 см зарядили до разности потенциалов 200 В и отключили от источника. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами конденсатора вдвое?
7. Два источника тока: $E_1 = 14$ В с внутренним сопротивлением $r_1 = 2$ Ом и $E_2 = 6$ В с внутренним сопротивлением $r_2 = 4$ Ом, а также реостат $R = 10$ Ом соединены, как показано на рис.6. Определить силы токов в реостате и в источниках тока.
8. Сила тока в проводнике сопротивлением 10 Ом нарастает по линейному закону $I = 3t$ от $I_0 = 0$ до $I_{\max} = 6$ А. Определить теплоту Q , выделившуюся за это время.

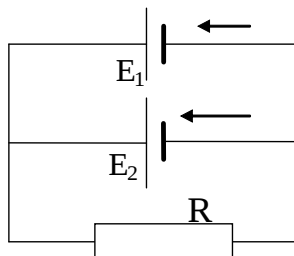


Рис. 6.

Вариант 10

1. На продолжении оси тонкого прямого стержня, равномерно заряженного, с линейной плотностью заряда $\tau = 15$ нКл/см на расстоянии $a = 40$ см от конца стержня находится точечный заряд $Q = 10$ мкКл. Второй конец стержня уходит в бесконечность. Определить силу, действующую на заряд Q со стороны стержня.
2. Какое ускорение сообщает электрическое поле Земли, напряженность которого 130 В/м, заряженной пылинке массой 1 г? Поле действует на пылинку, несущую положительный заряд $3,2 \cdot 10^{-8}$ Кл.
3. В центре металлической поллой сферы, радиус которой $0,04$ м, расположен точечный заряд 10 нКл. Заряд 40 нКл равномерно распределен по поверхности сферы. Определить напряженность поля в точках, удаленных от центра сферы на расстояние: а) 2 см; б) 8 см. Решение пояснить рисунком.
4. Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 10^{-8}$ Кл/м². Определить разность потенциалов двух точек поля, отстоящих от плоскости на $r_1 = 5$ см и $r_2 = 10$ см.
5. Пылинка массой $m = 10^{-8}$ кг, несущая на себе заряд $q = 10^{-8}$ Кл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов $U = 150$ В пылинка имела скорость $V = 20$ м/с. Какая была скорость пылинки до того, как она влетела в поле?
6. Емкость плоского воздушного конденсатора равна $1,5$ мкФ. Расстояние d между пластинами равно 5 мм. Какова будет емкость конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной 3 мм? Диэлектрическая проницаемость эбонита равна 3 .
7. При каком условии сила тока во внешней цепи сопротивлением R будет одинаковой при последовательном и параллельном соединениях N одинаковых элементов? Чему будет равно отношение потребляемых мощностей в этих случаях?
8. Сила тока в резисторе равномерно возрастает от нулевого значения в течение 10 с. За это время выделилось количество теплоты 500 Дж. Определить скорость возрастания тока, если сопротивление резистора 10 Ом.

Вариант 11

1. Бесконечная равномерно заряженная плоскость имеет поверхностную плотность электрических зарядов $\sigma = 9 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². Над ней находится алюминиевый шарик, заряженный количеством электричества $q = 3,68 \cdot 10^{-7}$ Кл. Какой радиус должен иметь шарик, чтобы он не падал?
2. Положительный заряд $Q = 2$ мкКл равномерно распределен по проводочному полукольцу радиуса 10 см. Найти напряженность поля в центре полукольца.
3. Радиус заряженного металлического шара $R = 10$ см, а потенциал его 300 В. Определить плотность заряда на поверхности шара, если он находится в парафине ($\epsilon = 2$).
4. Электрическое поле образовано бесконечной равномерно заряженной нитью с линейной плотностью заряда $3 \cdot 10^{-8}$ Кл/м. Определить разность потенциалов двух точек, отстоящих от нити на расстоянии 3 см и 6 см.
5. Известно, что градиент потенциала электрического поля Земли у ее поверхности направлен вертикально вниз и равен в среднем 130 В/м. Найти среднюю поверхностную плотность заряда Земли.
6. С какой силой взаимодействуют две пластинки плоского воздушного конденсатора площадью $S = 0,01$ м², если разность потенциалов между ними $U = 500$ В и расстояние $d = 3$ мм.
7. К двум батареям, соединенным параллельно, подключили электрическую лампу. Каким сопротивлением она должна обладать, чтобы мощность ее была максимальной? если э.д.с. батарей $E_1 = 12$ В, $E_2 = 10$ В, а их внутренние сопротивления $r_1 = r_2 = 1$ Ом? Чему равна максимальная мощность лампы? (Рис.7.)
8. Определить, какой ток создает электрон, вращающийся вокруг ядра в атоме водорода, если радиус его орбиты принять равным $5,3 \cdot 10^{-11}$ м.

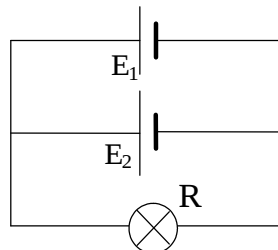


Рис. 7.

Вариант 12

1. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$ нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см. Найти силу F , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.
2. Тонкое кольцо несет равномерно распределенный заряд $Q = 0,2$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , равноудаленной от всех точек кольца на расстояние $r = 20$ см. Радиус кольца $R = 10$ см.
3. Определить напряженность E поля, создаваемого тонким, длинным стержнем равномерно заряженным с линейной плотностью $\tau = 20$ мкКл/м в точке, находящейся на расстоянии $a = 3$ см от стержня, вблизи его середины (Использовать теорему Остроградского-Гаусса).
4. Два точечных заряда $Q_1 = 6$ нКл и $Q_2 = 3$ нКл находятся на расстоянии $d = 60$ см друг от друга. Какую работу необходимо совершить внешним силам, чтобы уменьшить расстояние между зарядами вдвое?
5. Пылинка массой $m = 2 \cdot 10^{-7}$ кг, несущая на себе заряд $Q = 40$ нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов $U = 200$ В пылинка имела скорость $V = 10$ м/с. Определить скорость V_0 пылинки до того, как она влетела в поле.
6. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика: стеклом толщиной $d_1 = 0,2$ см и слоем парафина толщиной $d_2 = 0,3$ см. Разность потенциалов между обкладками $U = 300$ В. Определить падение потенциала в каждом из слоев.
7. При внешнем сопротивлении $R_1 = 8$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,8$ А, при сопротивлении $R_2 = 15$ Ом сила тока $I_2 = 0,5$ А. Определить силу тока $I_{к.з.}$ короткого замыкания источника Э.Д.С.
8. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = I_0 e^{-\alpha t}$, где $I_0 = 20$ А, $\alpha = 10^2$ с $^{-1}$. Определить количество теплоты, выделившейся в проводнике за время $t = 10^{-2}$ с, $R = 10$ Ом.

Вариант 13

1. Два одинаковых заряженных шарика подвешены в воздухе в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарика погружаются в масло. Какова плотность ρ_0 масла, если угол расхождения нитей при погружении шариков в масло остается неизменным? Плотность материала шариков $\rho = 1,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ диэлектрическая проницаемость $\epsilon = 2,2$.
2. По тонкой нити, изогнутой по дуге окружности радиуса $R = 10 \text{ см}$, равномерно распределен заряд $Q = 20 \text{ нКл}$. Определить напряженность E поля, создаваемого этим зарядом в точке, совпадающей с центром кривизны дуги, если длина нити равна четверти длины окружности.
3. На бесконечном тонкостенном цилиндре диаметром $d = 20 \text{ см}$ равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 4 \text{ мкКл/м}^2$. Определить напряженность поля в точке, отстоящей от поверхности цилиндра на $r = 15 \text{ см}$.
4. Четыре одинаковых капли ртути, заряженных до потенциала $\phi = 10 \text{ В}$, сливаются в одну. Каков потенциал ϕ ; образовавшейся капли?
5. Найти отношение скоростей ионов Ca^{++} и K^+ , прошедших одинаковую разность потенциалов.
6. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно в батарею, которая подключена к источнику тока с э.д.с. $E = 12 \text{ В}$. Определить, насколько изменится напряжение на одном из конденсаторов, если другой погрузить в трансформаторное масло.
7. Э.д.с. батареи $E = 12 \text{ В}$. При силе тока $I = 4 \text{ А}$ к.п.д. батареи $\eta = 0,6$. Определить внутреннее сопротивление r батареи.
8. Ток в проводнике сопротивлением $R = 25 \text{ Ом}$ за время $t = 10 \text{ с}$ равномерно возрастает от нуля до некоторого максимума. За это время в проводнике выделилась теплота $Q = 40 \text{ кДж}$. Определить среднее значение силы тока $I_{\text{ср}}$ в проводнике за этот промежуток времени.

Вариант 14

1. На расстоянии $d = 10$ см находятся два точечных заряда $Q_1 = -50$ нКл $Q_2 = 100$ нКл. Определить силу F , действующую на заряд $Q_3 = -10$ нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное d .
2. Два длинных, тонких равномерно заряженных ($\tau = 1$ мКл/м) стержня расположены перпендикулярно друг к другу так, что точка A - точка пересечения их осей находится на расстоянии $a = 10$ см и $b = 15$ см от ближайших концов стержней. Найти силу F , действующую на заряд $Q = 10$ нКл, помещенный в точку пересечения осей стержней (рис.8.).
3. Вычислить напряженность электрического поля, созданного двумя коаксиальными цилиндрами, заряженными с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma_2 = 2$ нКл/м²; радиусы цилиндров $R_1 = 10$ см, $R_2 = 5$ см. Точка находится на расстоянии 8 см от оси цилиндров.
4. Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 40$ нКл/м². Определить разность потенциалов U двух точек поля, отстоящих от плоскости на $r_1 = 15$ см и $r_2 = 20$ см.
5. Тонкая квадратная рамка равномерно заряжена с линейной плотностью заряда $\tau = 200$ пКл/м. Определить потенциал поля в точке пересечения диагоналей.
6. Два металлических шарика радиусом $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см имеют: первый - заряд $Q_1 = 40$ нКл, второй - заряд $Q_2 = -20$ нКл. Найти энергию W , которая выделится при разрядке, если шары соединить проводником.
7. Э.д.с. батареи $E = 24$ В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 10$ А. Определить максимальную мощность $P_{\max}$, которая может выделяться во внешней цепи.
8. Сила тока в проводнике меняется со временем по закону $I = I_0 \sin \omega t$. Найти заряд Q , протекающий через поперечное сечение проводника за половину периода $T/2$, если начальная сила тока $I_0 = 10$ А, циклическая частота $\omega = 50\text{с}^{-1}$.

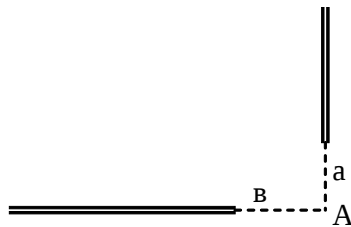


Рис. 8

Вариант 15

1. На двух одинаковых каплях масла ($\rho = 780 \text{ кг/м}^3$) недостает по 8 электронов. Сила кулоновского отталкивания уравнивает силу ньютоновского притяжения. Каковы радиусы капелек, если расстояние между ними значительно превышает их линейные размеры? ($\epsilon = 1$).
2. Электрическое поле создано равномерно заряженным кольцом ($\tau = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$) радиуса 15 см. Определить силу взаимодействия кольца и точечного заряда $Q = 10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, находящегося на оси кольца на расстоянии $r = 20 \text{ см}$ от его центра.
3. Определить электрическое смещение на расстоянии R от поверхности заряженной проводящей сферы радиуса $R = 10 \text{ см}$. Поверхностная плотность заряда сферы $\sigma = 8 \text{ нКл/м}^2$.
4. Определить разность потенциалов двух точек электрического поля, созданного длинной, равномерно заряженной плоскостью ($\sigma = 4,42 \text{ нКл/м}^2$), и отстоящих от плоскости на расстояниях 3 см и 5 см.
5. Электрон, двигавшийся со скоростью $5 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ влетает в параллельное его движению электрическое поле напряженностью $1 \cdot 10^3 \text{ В/м}$. Какое расстояние пройдет электрон в этом поле до остановки?
6. Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику э.д.с. Во сколько раз изменится разность потенциалов на одном из конденсаторов, если другой погрузить в жидкость с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$.
7. При замыкании батареи на сопротивление R_1 разность потенциалов на зажимах источника 5 В. Если внешнее сопротивление увеличить в 6 раз, то разность потенциалов возрастет вдвое. Чему равна э.д.с. батареи?
8. Получение алюминия электрическим способом ведется при напряжении 4,5 В и плотности тока 4 кА/м^2 . К.п.д. установки 90 %. Какой должна быть мощность тока, чтобы за сутки получить 200 кг алюминия? Электрохимический эквивалент алюминия $9,3 \cdot 10^{-8} \text{ кг/Кл}$.

ТАБЛИЦА ОТВЕТОВ

№№	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я
1-й	0,92 нН	1,9 кВ/м	11 нКл/м	3,4 мН	1,15	4 мкФ 10 мкФ	1.5А 1 А 0,5 А	1 кДж
2-й	0,34 мН	18 нКл	1,7 нКл/м	90 В	47 мкДж	896 В	0,2 МА/м ²	2,1 кОм
3-й	2,25 мН	12 кВ/м	4,5 Вм	57 В	1 Мм/с	0,36 нКл 180 В, 120В	72 Вт	1330 Дж
4-й	45мкН	56кВ/м 113 кВ/м	940 В/м 1880 В/м	146 В	182 В	0,12 мДж 0,15 Дж/м ³	15 А 0,5 А	33 Ом
5-й	0,2 мН	5,6 нКл/м	10 мкКл/м ² 280 кВ/м 0,11 мДж	113	8,1 мкДж	246 мкКл 49 В 31В	3,8 кг 235 МА/м ²	1 А/с
6-й	0,18 мкКл	22 мН	6,3 мкКл/м ² 2,7 мкКл/м ²	90 В	284 В	0,44 мкДж	0,2 А 0,2 В	2 кДж
7-й	325 кВ/м	10 нКл/м	7,9 кВ/м 5,5 мкН	56,5 В	5,5 нДж	260 В	0,4 А 1,6 В	3,3 Кл
8-й	9 см 11см	56 кВ/м	22,5 В 11,3 В	90 мкДж	6,2 Мм/с	212 нДж	0,35 Ом 0,64 Ом	4,5 Кл
9-й	0,48 мКл	0,56 мН/м	250 нКл	18 кВ 120 нКл	2,4 нДж 6,9 см/с	89 нДж	2А 1 А 1А	240 Дж
10-й	0,34 н	4,16 мм/с ²	225 кВ/м 70 кВ/м	28 В	10 м/с	2,5 мкф	R = r, 1	0,39 А/с
11-й	12 мм	1,15 МВ/м	53 нКл/м ²	370 В	1,15 нКл/м ²	1,2 мН	0,5 Ом 60,5 Вт	1.05·10 ⁻³ А
12-й	2,75 мН	39 кВ/м	12 МВ/м	0,27 мкДж	4,5 м/с	48 В 252 В	2,52 А	3,45 кДж
13-й	820 кг/м ³	16кВ/м	0,18 МВ/м	25 В	1,4	2,25 В	1,2 Ом	11 А
14-й	0,8 мН	1,1 мН	140 В/м	113 В	12,7 В	150 мкДж	60 Вт	0,4 Кл
15-й	0,17 мм	22 мкН	2 нКл/м ²	5 В	71 мм	1.33	12,5 В	112 кВт